الفصل 6

المجالات المغناطيسية

Magnetic Fields

ما الذي ستتعلمه في هذا الفصل؟

- تحديد قوى التنافر والتجاذب بين الأقطاب المغناطيسية.
- الربط بين المغناطيسية وكل من الشحنة الكهربائية والتيار الكهربائي.
- وصف كيفية توظيف الكهرومغناطيسية في التطبيقات العملية.

الأهمية

تعدّ المغناطيسية أساسًا للعديد من التطبيقات التقنية. فالمعلومات على قرص الحاسوب الصلب تخزن بنمط مغناطيسي.

مُحطّم الذرّة أنبوب المسارع النووي كالموضّح في الصورة محاط بمغانط فائقة التوصيل، والجسيمات ذات الطاقة الكبيرة تنتقل في مركز الأنبوب حيث لا يوجد مجال مغناطيسي. وإذا ابتعدت هذه الجسيمات عن مركز الأنبوب فإنها تتلقى دفعًا مغناطيسيًّا لإبقائها في المركز.

فكّر ◄

كيف تسبب القوى التي تبذلها المغانط تسارعًا للجسيمات؟ وهل يمكن لأي جسيم أن يتسارع؟

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

تجربة استهلالية

في أي اتجاه تؤثر المجالات المغناطيسية؟

سؤال التجربة ما اتجاه القوة التي تؤثر في جسم ممغنط موضوع في مجال مغناطيسي؟

الخطوات

1. ضع أمامك قضيبًا مغناطيسيًّا أفقيًّا على أن يكون قطبه الشمالي نحو اليسار.
2. ضع قضيبًا مغناطيسيًّا آخر أفقيًّا أيضًا عن يسار القضيب الأول وعلى بُعد 5.0 cm منه بحيث يكون متاحًا وضع بوصلة بين القضيبين المغناطيسيين- على أن يكون قطبه الشمالي نحو اليسار أيضًا.
3. ارسم شكلاً توضيحيًّا لما قمت به على ورقة، وتحقق من تحديد الأقطاب عليه.
4. ضع البوصلة بالقرب من أحد القطبين وارسم الاتجاه الذي يشير إليه سهمها.
5. استمر في تغيير موضع البوصلة نحو القطب الآخر عدة مرات، وفي كل مرة ارسم الاتجاه الذي يشير إليه السهم حتى تحصل على 20-15 سهمًا.
6. كرّر الخطوات 5-3 على أن يكون القطبان الشماليان متقابلين في هذه المرة.

التحليل

ما الاتجاه الذي يشير إليه الطرف الأحمر لإبرة البوصلة عادة؟ وما الاتجاه الذي يبتعد عنه؟ ولماذا قد لا تشير بعض الأسهم إلى أي الموقعين في السؤالين؟

التفكير الناقد يسمى المخطط الذي حصلت عليه بعد رسمك للأسهم، المجال المغناطيسي. تذكر المقصود بكل من مجال الجاذبية الأرضية، والمجال الكهربائي، وعرّف المجال المغناطيسي.

6-1 المغانط: الدائمة والمؤقتة Magnets: Permanent and Temporary

الأهداف

- **تصف** خصائص المغانط ومنشأ المغناطيسية في المواد.
- **تقارن** بين المجالات المغناطيسية المختلفة.

المفردات

المستقطب	المجالات المغناطيسية
التدفق المغناطيسي	القاعدة الأولى لليد اليمنى
الملف اللولبي	المغناطيس الكهربائي
القاعدة الثانية لليد اليمنى	المنطقة المغناطيسية

عُرفت المغانط والمجالات المغناطيسية منذ أكثر من 2000 سنة مضت. واستخدم البحارة الصينيون المغانط في صورة بوصلات ملاحية قبل 900 سنة تقريبًا. ودرس العلماء منذ القدم وفي أنحاء العالم كافة الصخور المغناطيسية التي تسمى مغانط طبيعية. وللمغانط اليوم أهمية متنامية في حياتنا اليومية؛ فالمولدات الكهربائية، والمحركات الكهربائية البسيطة، وأجهزة التلفاز، وأجهزة العرض التي تعمل بالأشعة المهبطية، وأشرطة التسجيل، ومشغلات الأقراص الصلبة الموجودة داخل أجهزة الحاسوب، جميعها تعتمد على الآثار المغناطيسية للتيارات الكهربائية.

وإذا كنت قد استخدمت البوصلة يومًا ما، أو التقطت الدبابيس أو مشابك الورق بالمغناطيس فقد لاحظت بعض الآثار المغناطيسية. ولربما صنعت مغناطيسًا كهربائيًّا أيضًا، وذلك بلف سلك معزول حول مسمار، ثم وصلت طرفي السلك ببطارية. وستكون خصائص المغانط أكثر وضوحًا إذا استخدمت في تجربتك مغناطيسين. ولدراسة المغناطيسية بصورة أفضل يمكنك التجريب بالمغانط، كتلك الموضحة في **الشكل 1-6**.

الخصائص العامة للمغانط
General Properties of Magnets

الشكل 1–6 المغانط الشائعة التي تباع في معظم محال الأدوات المنزلية والمكتبات.

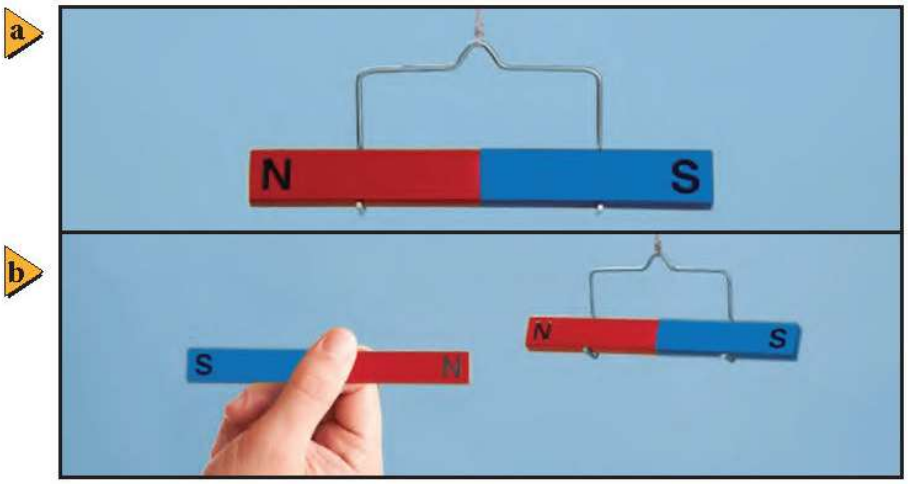
علّق مغناطيسًا بخيط، كما هو موضّح في **الشكل 2a–6**. إذا استخدمت قضيبًا مغناطيسيًّا فعليك تعليقه بسلك ينتهي بخطافين لتجعله أفقيًّا. عندما يستقر المغناطيس يتخذ اتجاهًا معينًا. حرّك المغناطيس بحيث يشير إلى اتجاه مختلف ثم اتركه. هل استقر القضيب المغناطيسي عند الاتجاه الأول نفسه؟ إذا حدث ذلك فإلى أي اتجاه يشير؟

ستجد أن القضيب المغناطيسي قد استقر في اتجاه شمال – جنوب. اكتب الحرف N عند الطرف الذي يشير إلى اتجاه الشمال بوصفه مرجعًا. يمكنك أن تستنتج من خلال هذه التجربة البسيطة أن المغناطيس **مستقطب**، أي له قطبان متميزان متعاكسان،أحدهما القطب الباحث عن الشمال الجغرافي للأرض، ويسمى القطب الشمالي. والآخر القطب الباحث عن الجنوب الجغرافي للأرض، ويسمى القطب الجنوبي. والبوصلة ليست أكثر من مغناطيس صغير حر الدوران.

علّق مغناطيسًا آخر بالطريقة نفسها، وحدد القطب الشمالي له كما فعلت مع المغناطيس الأول. ولاحظ تفاعل المغناطيسين؛ وذلك بتقريب أحدهما إلى الآخر، كما هو موضح في **الشكل 2b–6**. ماذا يحدث عند تقريب القطبين الشماليين أحدهما إلى الآخر؟ حاول ذلك مع الأقطاب الجنوبية. وأخيرًا ماذا يحدث عند تقريب القطبين المختلفين أحدهما إلى الآخر؟

لعلك لاحظت أن القطبين الشماليين يتنافران وكذلك الجنوبيان. ولعلك لاحظت كذلك أن القطب الجنوبي لأحدهما انجذب نحو القطب الشمالي للآخر. أي أن الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب. ولجميع المغانط قطبان مختلفان. وإذا قسمت المغناطيس نصفين فسينتج مغناطيسان جديدان، كل منهما له قطبان. وقد حاول العلماء كسر المغناطيس ليفصلوا القطبين أحدهما عن الآخر للحصول على قطب مغناطيسي منفرد، إلا أن أحدًا لم ينجح في ذلك حتى على المستوى المجهري.

وإذا علمنا أن المغانط تنتظم دائمًا في اتجاه شمال – جنوب فسوف يظهر لنا أن الأرض نفسها مغناطيس عملاق. ولأن الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب، والقطب المغناطيسي الشمالي لإبرة البوصلة يشير نحو الشمال، لذا يجب أن يكون القطب المغناطيسي الجنوبي للأرض بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي لها.



الشكل 2–6 إذا علّقت مغناطيسًا بخيط فإن المغناطيس سيتخذ اتجاهًا يتناسب مع الخصائص المغناطيسية للأرض (a). سيشير القطب الشمالي للمغناطيس نحو الشمال. وإذا قرّبت القطب الشمالي للمغناطيس الآخر نحو القطب الشمالي للمغناطيس المعلق فسوف يبتعد المغناطيس المعلق (b).

■ **الشكل 3–6** ينجذب المسمار نحو المغناطيس. وفي هذه العملية يصبح المسمار نفسه ممغنطًا، ويمكنك أن ترى أنه عندما يحدث تلامس بين المغناطيس والمسمار فإن المسمار يصبح قادرًا على جذب أجسام فلزية أخرى. وعند فصل المسمار عن المغناطيس تسقط بعض الأجسام الفلزية؛ وذلك لأن المسمار يفقد جزءًا من مغناطيسيته.

كيف تؤثر المغانط في المواد الأخرى عرفت منذ طفولتك أن المغانط تجذب مغانط أخرى وبعض الأجسام القريبة، ومنها المسامير والدبابيس ومشابك الورق، والعديد من الأجسام الفلزية الأخرى. وخلافًا للتفاعل بين مغناطيسين فإن أي طرف للمغناطيس يجذب أي طرف لقطعة حديد. فكيف تفسر هذا السلوك؟ أولاً، إذا لامس المغناطيس مسمارًا، ثم لامس المسمار قطع حديد صغيرة فسيصبح المسمار نفسه مغناطيسًا، كما هو موضّح في **الشكل 3–6**. فالمغناطيس يحفز المسمار ليصبح مستقطبًا. ويعتمد اتجاه قطبية المسمار على قطبية المغناطيس. وإذا أبعدت المغناطيس فسيفقد المسمار بعضًا من مغناطيسيته، ولن يطول جذبه للأجسام الفلزية الأخرى.

وإذا كرّرت التجربة الموضّحة في **الشكل 3–6**، ووضعت قطعة من الحديد المطاوع (حديد يحتوي على القليل من الكربون) بدلاً من المسمار فستلاحظ أن الحديد المطاوع يفقد كل جاذبيته للأجسام الفلزية الأخرى مباشرة عند إبعاد المغناطيس؛ وذلك لأن الحديد المطاوع مغناطيس مؤقت. أما المسمار فيحتوي على معادن أخرى تتيح له الاحتفاظ ببعض مغناطيسيته عند إبعاد المغناطيس الدائم.

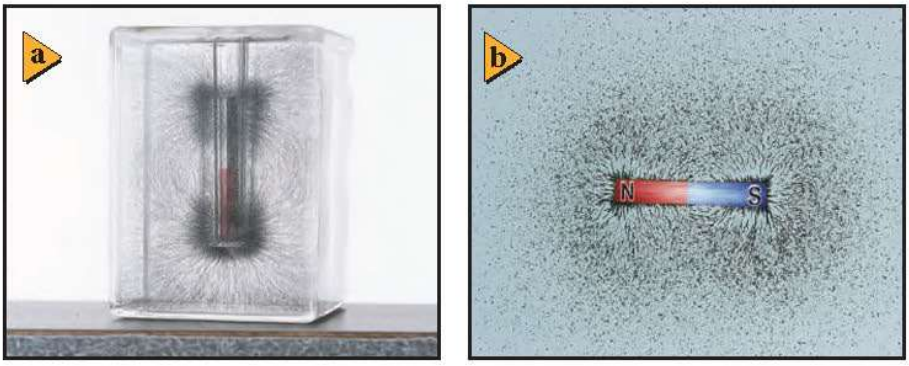
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

المغناطيس الدائم تتولد مغناطيسية المغناطيس الدائم بطريقة مشابهة للتي تولدت بها مغناطيسية المسمار. وبسبب التركيب المجهري للمادة التي يتكون منها المغناطيس فإن المغناطيسية المستحثة تصبح دائمة. يُصنع العديد من المغانط الدائمة من سبيكة حديد تحتوي على خليط من الألومنيوم والنيكل والكوبالت. و هناك مجموعة متنوعة من العناصر الترابية النادرة –ومنها النيوديميوم والجادولينيوم– تنتج مغانط دائمة قوية جدًّا مقارنة بأحجامها.

المجالات المغناطيسية حول المغانط الدائمة
Magnetic Fields Around Permanent Magnets

عندما تجري تجربة باستخدام مغناطيسين تلاحظ أن القوى بينهما –سواء أكانت قوة تجاذب أو تنافر– تحدث حتى قبل تلامسهما.

وبالطريقة نفسها التي وصفت بها قوة الجاذبية والقوة الكهربائية من خلال مجال الجاذبية الأرضية والمجال الكهربائي، يمكن وصف القوى المغناطيسية من خلال المجالات



الشكل 4–6 يظهر المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي بوضوح في الأبعاد الثلاثة، وذلك عند تعليق المغناطيس في الجليسرول مع برادة الحديد (**a**)، إلا أنه من الأسهل وضع المغناطيس أسفل ورقة، ثم رش برادة الحديد فوقها لمشاهدة نمط المجال المغناطيسي في بعدين (**b**).

المغناطيسية المتولدة حول المغناطيس. وهذه **المجالات المغناطيسية** كميات متجهة توجد في المنطقة التي تؤثر فيها القوة المغناطيسية.

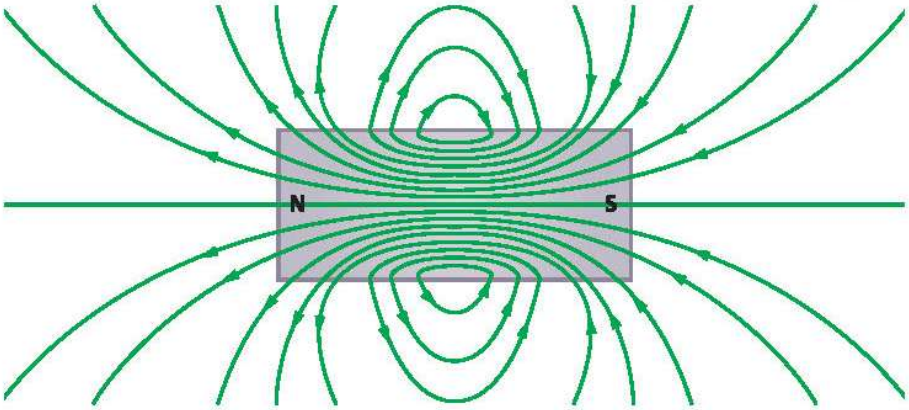
يمكن تمثيل المجال المغناطيسي الموجود حول المغناطيس باستخدام برادة الحديد؛ فكل قطعة صغيرة من برادة الحديد تصبح مغناطيسًا بالحث. وتدور برادة الحديد حتى تصبح موازية للمجال المغناطيسي، مثل إبرة البوصلة تمامًا. ويوضّح **الشكل 4a–6** برادة الحديد في محلول الجليسرول، وهي تحيط بالقضيب المغناطيسي. ويمكن ملاحظة صورة ثلاثية الأبعاد للمجال. وفي **الشكل 4b–6** ترتبت برادة الحديد، وأعطت رسمًا ثنائي الأبعاد للمجال المغناطيسي، ويساعدك ذلك على تصور خطوط المجال المغناطيسي. ويمكن لبرادة الحديد كذلك أن تظهر كيف يتشوّه المجال المغناطيسي بواسطة جسم ما.

خطوط المجال المغناطيسي لاحظ أن خطوط المجال المغناطيسي تشبه خطوط المجال الكهربائي في أنها وهمية، وهي تستخدم لتساعدنا على تصور المجال، وتزوِّدنا بمقياس لشدة المجال المغناطيسي. ويسمّى عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق السطح **التدفق المغناطيسي**. والتدفق عبر وحدة المساحة يتناسب طرديًّا مع شدة المجال المغناطيسي. وكما تلاحظ من **الشكل 4–6** فإن معظم التدفق المغناطيسي مركّز عند القطبين؛ حيث يكون المجال المغناطيسي عندهما أكبر ما يمكن.

يُعرّف اتجاه خط المجال المغناطيسي بأنه الاتجاه الذي يشير إليه القطب الشمالي لإبرة البوصلة عند وضعها في المجال المغناطيسي. ويحدد اتجاه خطوط المجال المغناطيسي بحيث تكون خارجة من القطب الشمالي للمغناطيس وداخلة إلى القطب الجنوبي له، كما هو موضّح في **الشكل 5–6**. ماذا يحدث داخل المغناطيس؟ لا توجد أقطاب مفردة تنتهي فيها أو تبدأ منها خطوط المجال المغناطيسي، لذا فهي تكمل دورتها داخل المغناطيس دائمًا من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لتشكّل حلقات مقفلة.

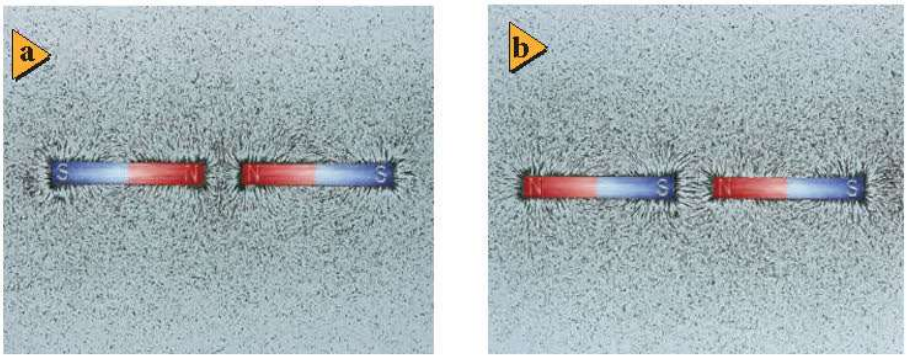
دلالة الألوان

- رُسمت الشحنات الموجبة باللون الأحمر.
- رُسمت الشحنات السالبة باللون الأزرق.
- رُسمت خطوط المجال الكهربائي باللون النيلي (الأزرق الداكن).
- رُسمت خطوط المجال المغناطيسي باللون الأخضر.



الشكل 5–6 يمكن تصوّر خطوط المجال المغناطيسي على شكل حلقات مغلقة تخرج من القطب الشمالي وتدخل إلى القطب الجنوبي للمغناطيس نفسه لتكمل دورتها إلى القطب الشمالي.

beadaya.com | بداية لخدمات التعليم



■ **الشكل 6–6** تبين خطوط المجال المغناطيسي الممثلة ببرادة الحديد أن الأقطاب المتشابهة تتنافر (**a**)، والأقطاب المختلفة تتجاذب (**b**). ولا تشكل برادة الحديد خطوطًا متصلة بين الأقطاب المتشابهة. لكنها تبين أن خطوط المجال المغناطيسي تنقل مباشرة بين القطبين الشمالي والجنوبي لمغناطيسين.

ما نوع المجالات المغناطيسية المتكونة بواسطة أزواج من القضبان المغناطيسية؟ يمكن مشاهدة هذه المجالات بوضع مغناطيسين أسفل ورقة، ورشّ برادة حديد عليها. يبين **الشكل 6a–6** خطوط المجال بين قطبين متشابهين. وفي المقابل إذا وضع قطبان مختلفان متقاربان فإنهما يكوّنان مجالًا، كما هو موضح في **الشكل 6b–6**. وتبين برادة الحديد أن خطوط المجال بين قطبين مختلفين تتجه مباشرة من أحد المغناطيسين لتصل إلى الآخر.

القوى المؤثرة في الأجسام الموضوعة في مجالات مغناطيسية تؤثر المجالات المغناطيسية بقوى في مغانط أخرى؛ فالمجال المغناطيسي الناتج عن القطب الشمالي لمغناطيس يدفع القطب الشمالي لمغناطيس آخر بعيدًا في اتجاه خط المجال، والقوى الناتجة عن المجال نفسه والمؤثرة في قطب جنوبي لمغناطيس آخر تجذبه في عكس اتجاه خطوط المجال. وفي الوقت نفسه فإن المغناطيس الثاني يحاول أن يصطف أو يترتب مع المجال، كما في إبرة البوصلة.

عندما توضع عينة مصنوعة من الحديد أو الكوبالت أو النيكل في المجال المغناطيسي لمغناطيس دائم تصبح خطوط المجال مركزة أكثر خلال هذه العينة، وتتمغنط بالحث، وتبدو خطوط المجال كأنها تخرج من القطب الشمالي للمغناطيس وتدخل أحد طرفي العينة، وتمر خلالها، ثم تخرج من الطرف الآخر للعينة، ولذلك يكون طرف العينة القريب من القطب الشمالي للمغناطيس قطبًا جنوبيًّا، فتنجذب العينة نحو المغناطيس.

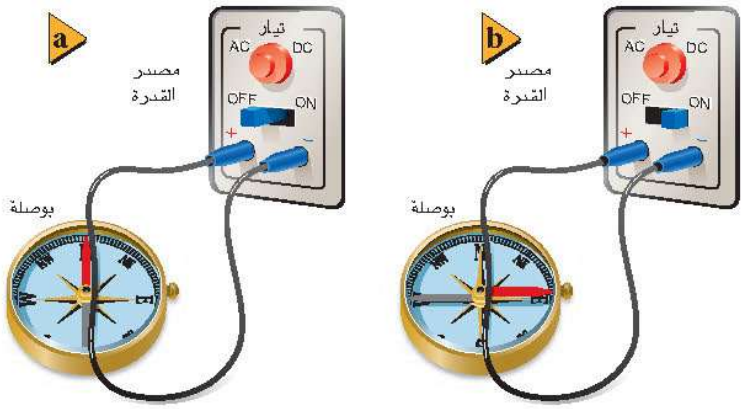
beadaya.com

مسائل تدريبية

1. إذا حملت قضيبين مغناطيسيين على راحتي يديك، ثم قربت يديك إحداهما إلى الأخرى فهل ستكون القوة تنافرًا أم تجاذبًا في كل من الحالتين الآتيتين؟
   - **a.** تقريب القطبين الشماليين أحدهما إلى الآخر. تنافر
   - **b.** تقريب القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي. تجاذب
2. يبين **الشكل 7–6** خمسة مغانط في صورة أقراص مثقوبة بعضها فوق بعض. فإذا كان القطب الشمالي للقرص العلوي متجهًا إلى أعلى فما نوع القطب الذي يكون نحو الأعلى لكلٍّ من المغانط الأخرى؟ جنوبي، شمالي، جنوبي، شمالي
3. يجذب مغناطيس مسمارًا، ويجذب المسمار بدوره قطعًا صغيرة، كما هو موضّح في **الشكل 3–6**. فإذا كان القطب الشمالي للمغناطيس الدائم عن اليسار كما هو موضّح فأي طرفي المسمار يمثل قطبًا جنوبيًّا؟ الطرف السفلي (الرأس المدبب)
4. لماذا تكون قراءة البوصلة المغناطيسية غير صحيحة أحيانًا؟

■ **الشكل 7–6**

يشوه المجال المغناطيسي الأرضي بوساطة الأجسام المصنوع من الحديد والنيكل والكوبالت الموجودة على مقربة من البوصلة، وبوساطة خامات هذا الفلزات



■ **الشكل 8–6** باستخدام أدوات مماثلة لتلك الموضّحة في الشكل (**a**) تمكن أورستد من توضيح العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية، وذلك بتمرير تيار كهربائي في السلك (**b**).

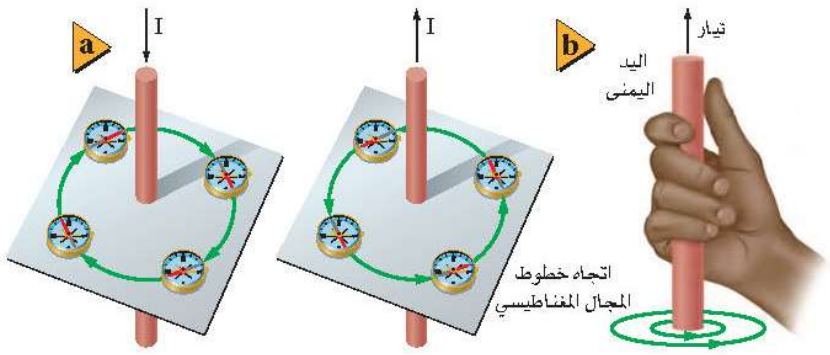
المجالات المغناطيسية حول التيارات الكهربائية
Magnetic Fields Around Electric Currents

أجرى الفيزيائي الدنماركي هانز كريستيان أورستد عام 1820م تجارب على التيارات الكهربائية المارة في الأسلاك، فوضع سلكًا فوق محور بوصلة صغيرة، وأوصل نهايتي السلك بدائرة كهربائية مغلقة، كما هو موضّح في **الشكل 8a–6**. وكان يتوقع أن تشير البوصلة إلى اتجاه السلك أو اتجاه سريان التيار، لكن بدلاً من ذلك تعجب لرؤية إبرة البوصلة تدور لتصبح في اتجاه عمودي على السلك، كما هو موضّح في **الشكل 8b–6**. أي أن القوى المؤثرة في قطبي مغناطيس البوصلة كانت متعامدة مع اتجاه التيار داخل السلك. ووجد أورستد أيضًا أنه لو لم يكن هناك تيار في السلك لما كان هناك قوى مغناطيسية.

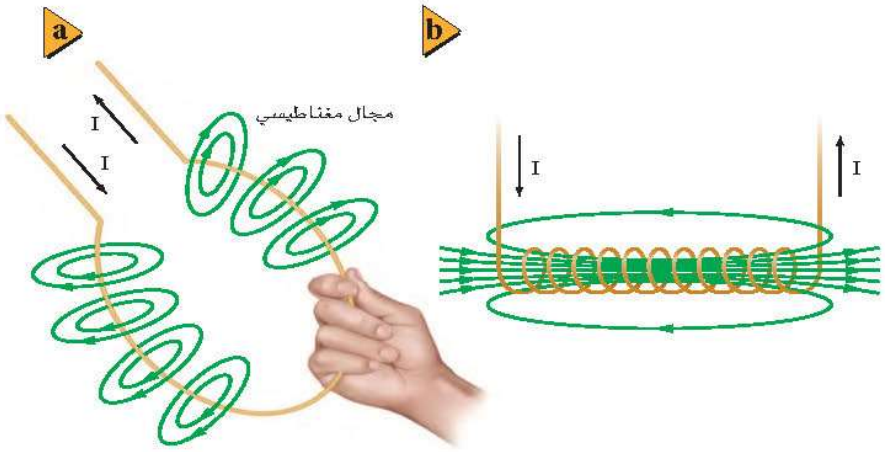
المجال المغناطيسي لسلك مستقيم: إذا انحرفت إبرة البوصلة عند وضعها بالقرب من سلك يحمل تيارًا وجب أن يكون ذلك ناتجًا عن مجال مغناطيسي ولّده التيار الكهربائي. ويمكنك بسهولة ملاحظة المجال المغناطيسي حول سلك يحمل تيارًا عن طريق إنفاذ سلك رأسيًّا خلال قطعة كرتون أفقية، ورشّ برادة حديد عليها. فعند مرور التيار في السلك ستلاحظ أن برادة الحديد تترتب وتشكل نمطًا في صورة دوائر متحدة المركز حول السلك، كما هو موضّح في **الشكل 9–6**.

■ **الشكل 9–6** يظهر المجال المغناطيسي حول سلك يمر فيه تيار كهربائي ويخترق قرصًا كرتونيًا في صورة دوائر متحدة المركز من برادة الحديد حول السلك.

تشير الخطوط الدائرية إلى أن خطوط المجال المغناطيسي حول السلك الطويل (لانهائي) الذي يسري فيه تيار كهربائي تشكل حلقات مغلقة بالطريقة نفسها التي تشكل بها خطوطُ المجال المغناطيسي حلقات مغلقة حول المغانط الدائمة. وتتناسب شدة المجال المغناطيسي المتولد حول سلك مستقيم وطويل طرديًّا مع مقدار التيار المار في السلك، وعكسيًّا مع البعد عنه. وتبين البوصلة اتجاه خطوط المجال. وإذا عكس اتجاه التيار فستعكس إبرة البوصلة اتجاهها أيضًا، كما هو موضّح في **الشكل 10a–6**.



■ **الشكل 10–6** ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك موصل مستقيم عندما ينعكس اتجاه التيار المار فيه (**a**). ويُحدّد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن سلك مستقيم يحمل تيارًا باستخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى (**b**).



■ **الشكل 11–6** يمكن تمثيل المجال المغناطيسي حول حلقة سلكية تحمل تيارًا باستخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى (**a**). يولد التيار المار في الملف اللولبي مجالاً مغناطيسيًّا، بحيث يضاف مجال كل لفة إلى مجالات اللفات الأخرى (**b**).

تُستخدم **القاعدة الأولى لليد اليمنى** في تحديد اتجاه المجال المغناطيسي بالنسبة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي. تخيل أنك تمسك بيدك اليمنى قطعة من سلك معزول. اجعل إبهامك في اتجاه التيار الاصطلاحي. ستشير أصابعك التي تدور حول السلك إلى اتجاه المجال المغناطيسي، كما هو موضّح في **الشكل 10b–6**.

المجال المغناطيسي لملف دائري: يولّد التيار الكهربائي المار في حلقة سلكية مجالاً مغناطيسيًّا حول جميع أجزاء الحلقة. وعند تطبيق القاعدة الأولى لليد اليمنى على أي جزء من أجزاء الحلقة السلكية ستجد أن اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقة يكون دائمًا في الاتجاه نفسه. ففي **الشكل 11a–6** يكون اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقة خارجًا من الصفحة، أما اتجاه المجال المغناطيسي خارج الحلقة فيكون دائمًا داخلاً إلى الصفحة.

المجال المغناطيسي لملف لولبي: وعند لف السلك عدة لفات لتكوين ملف لولبي، ثم تمرير تيار في الملف، يكون اتجاه المجال حول جميع اللفات في الاتجاه نفسه، كما هو موضّح في **الشكل 11b–6**. ويسمى الملف الطويل المكوّن من عدة لفات **الملف اللولبي** (**المحث**)، ويكون المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي مساويًا لمجموع المجالات الناتجة عن لفاته. وعندما يسري تيار في ملف سلكي يصبح لهذا الملف مجال مغناطيسي يشبه المجال الناتج عن مغناطيس دائم. وعند تقريب الملف الذي يسري فيه تيار من مغناطيس معلّق فإن أحد طرفي الملف سيتنافر مع القطب المماثل له من المغناطيس، وهذا يعني أن الملف الذي يسري فيه تيار يمثّل مغناطيسًا له قطبان، شمالي وجنوبي. ويسمى المغناطيس الذي ينشأ عن سريان تيار كهربائي في ملفٍ **المغناطيس الكهربائي**. وتتناسب شدة المجال المغناطيسي الناتج في ملف طرديًّا مع مقدار التيار المار فيه ومع عدد لفاته؛ ذلك لأن المجالات المغناطيسية للّفات متساوية، وتكون هذه المجالات في الاتجاه نفسه.

يُمكن زيادة قوة المغناطيس الكهربائي أيضًا عن طريق وضع قضيب حديدي (قلب) داخل الملف؛ حيث يدعم هذا القلب المجال المغناطيسي ويقويه. فيعمل القلب على زيادة المجال المغناطيسي؛ لأن مجال الملف اللولبي يولّد مجالاً مغناطيسيًّا مؤقتًا في القلب، تمامًا كما يعمل المغناطيس الدائم عند تقريبه إلى قطعة حديد.

تطبيق الفيزياء

الكهرومغناطيسية تستخدم الكهرومغناطيسية غالبًا في روافع نقل الحديد والفولاذ في مواقع الصناعات. والمغناطيس الذي يعمل بفرق جهد 230 V وتيار 156 A يمكن أن يرفع كتلة مقدارها 11300 kg.

تجربة عملية

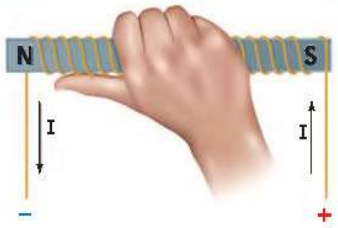
كيف يولّد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسيًّا قويًّا؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

حل a-6: المجال المغناطيسي على بعد 1cm سيكون أقوى مرتين.

حل b-6: المجال المغناطيسي على بعد 1cm سيكون أقوى ثلاث مرات.



■ الشكل 12–6 تستخدم القاعدة الثانية لليد اليمنى في تحديد قطبية المغناطيس الكهربائي.

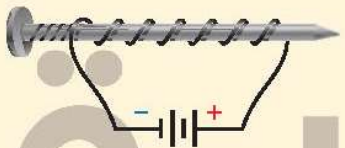
وتستخدم **القاعدة الثانية لليد اليمنى** في تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مغناطيس كهربائي بالنسبة إلى اتجاه سريان التيار الاصطلاحي. تخيل أنك تمسك بيدك اليمنى ملفًّا معزولًا، فإذا دوّرت أصابعك حول الحلقات في اتجاه سريان التيار الاصطلاحي، كما هو موضّح في **الشكل 12–6**، فسيشير إبهامك نحو القطب الشمالي للمغناطيس الكهربائي.

مسائل تدريبية

5. يسري تيار كهربائي في سلك مستقيم طويل من الشمال إلى الجنوب. أجب عما يأتي:
   a. عند وضع بوصلة فوق السلك لوحظ أن قطبها الشمالي اتجه شرقًا. ما اتجاه التيار في السلك؟ من الجنوب إلى الشمال
   b. إلى أي اتجاه تشير إبرة البوصلة إذا وضعت أسفل السلك؟ غرباً

6. ما شدة المجال المغناطيسي على بعد 1 cm من سلك يسرى فيه تيار، مقارنة بما يأتي:
   a. شدة المجال المغناطيسي على بعد 2 cm من السلك.
   b. شدة المجال المغناطيسي على بعد 3 cm من السلك. في الأعلى

7. صنع طالب مغناطيسًا بلف سلك حول مسمار، ثم وصل طرفي السلك ببطارية، كما هو موضّح في **الشكل 13–6**. أيّ طرفي المسمار (المدبب أم المسطح) سيكون قطبًا شماليًّا؟ الرأس المدبب



■ الشكل 13–6

8. إذا كان لديك بكرة سلك وقضيب زجاجي وقضيب حديدي وآخر من الألومنيوم، فأي قضيب تستخدم لعمل مغناطيس كهربائي يجذب قطعًا فولاذية؟ وضّح إجابتك. في الأسفل

9. يعمل المغناطيس الكهربائي الوارد في المسألة السابقة جيدًا، فإذا أردت أن تجعل قوته قابلة للتعديل والضبط باستخدام مقاومة متغيرة فهل ذلك ممكن؟ وضّح إجابتك. نعم، نصل المقاومة المتغيرة على التوالي مع مصدر القدرة والملف، ثم نضبط المقاومة المتغيرة ونعدلها، فالمقاومة الأكبر ستقلل مقدار المجال.

تجربة

المجالات المغناطيسية الثلاثية الأبعاد

اربط مسمارًا من منتصفه بخيط بحيث يصبح معلقًا بصورة أفقية. ضع قطعة صغيرة من الشريط اللاصق حول الخيط في موضع التفافه حول المسمار حتى لا يفلت الخيط.

أدخل المسمار داخل الملف وشغل مصدر الجهد الموصول بالملف، ثم افصل مصدر الجهد، وأخرج المسمار من داخل الملف، ثم أمسك الخيط لتعليق المسمار.

1. توقع ما سلوك المسمار مع وجود مغناطيس دائم؟
2. اختبر توقعك.

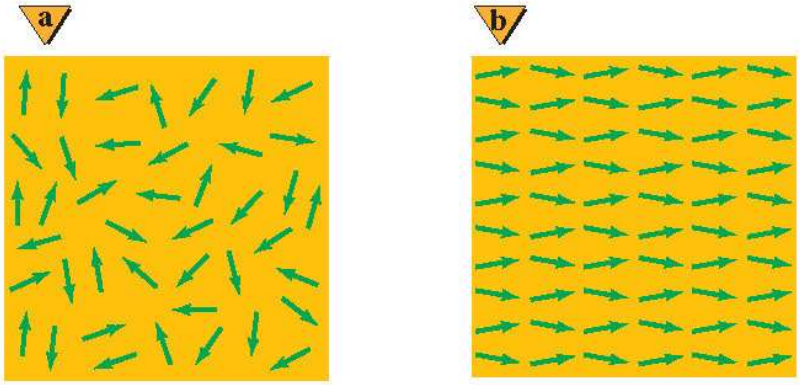
التحليل والاستنتاج

3. وضّح ما دليلك على أن المسمار أصبح ممغنطًا؟
4. ارسم شكلاً ثلاثي الأبعاد يوضّح المجال المغناطيسي حول المسمار.

الصورة المجهرية للمواد المغناطيسية
A Microscopic Picture of Magnetic Materials

تعلمت أنه عند وضع قطعة حديد أو كوبالت أو نيكل بالقرب من مغناطيس فإن العنصر يصبح مغناطيسًا أيضًا، وسيكون له قطبان، شمالي وجنوبي، إلا أن هذه المغنطة تكون مؤقتة. ويعتمد توليد هذه القطبية المؤقتة على اتجاه المجال الخارجي. ويفقد العنصر مغناطيسيته عند إبعاد المجال الخارجي. وتسلك العناصر الثلاثة (الحديد والنيكل والكوبالت) سلوك مغانط كهربائية بطرائق عديدة؛ إذ لها خاصية تسمى الفرومغناطيسية.

حل 8: استخدام قضيب الحديد. سينجذب الحديد نحو المغناطيس الدائم، وسيكتسب خصائص المغناطيس، بينما لا يكتسبها كل من الزجاج والألومنيوم.



■ **الشكل 14 – 6** قطعة الحديد (**a**) تصبح مغناطيسًا فقط عندما تترتب مناطقها المغناطيسية في اتجاه واحد (**b**).

المناطق المغناطيسية على الرغم من أن التفصيلات التي اقترحها أمبير حول منشأ مغناطيسية المغناطيس كانت غير صحيحة إلا أن فكرته الأساسية كانت صائبة؛ فكل إلكترون في الذرة يشبه مغناطيسًا كهربائيًّا صغيرًا. وعندما تترتب مجموعة المجالات المغناطيسية الخاصة بإلكترونات الذرات المتجاورة في الاتجاه نفسه تسمى هذه المجموعة **المنطقة المغناطيسية**. وعلى الرغم من أن هذه المجموعة قد تحوي 10^{20} ذرة مفردة، إلا أن المناطق المغناطيسية تبقى صغيرة جدًّا ومحدودة (غالبًا من 10 إلى 1000 ميكرون)، لذا فإن عينة صغيرة من الحديد تحتوي على عدد هائل من المناطق المغناطيسية.

عندما لا تكون قطعة الحديد داخل مجال مغناطيسي فإن المناطق المغناطيسية تكون في اتجاهات عشوائية، وتلغي مجالاتها المغناطيسية بعضها بعضًا، كما في **الشكل 14a–6**. أما عندما توضع قطعة الحديد داخل مجال مغناطيسي فإن هذه المناطق المغناطيسية تترتب بفعل المجال الخارجي لتصبح متفقة معه في الاتجاه، كما هو موضّح في **الشكل 14b–6**. وفي حالة المغناطيس المؤقت تعود المناطق إلى عشوائيتها بعد إزالة المجال المغناطيسي الخارجي. وللحصول على مغناطيس دائم يتم خلط الحديد مع مواد أخرى لإنتاج سبائك تحافظ على المناطق المغناطيسية مرتبة بعد إزالة تأثير المجال المغناطيسي الخارجي.

التسجيل في الوسائط تولد المسجلات الصوتية وأجهزة الفيديو نبضات وإشارات كهربائية في رأس التسجيل الذي يتكون من مغانط كهربائية، فيعمل على توليد مجالات مغناطيسية تمثل الصوت والصورة المراد تسجيلها. وعندما يمر شريط التسجيل المغناطيسي الذي يحتوي على قطع صغيرة جدًّا من مواد مغناطيسية فوق رأس التسجيل، تترتب المناطق المغناطيسية لهذه القطع بواسطة المجالات المغناطيسية لرأس التسجيل، وتعتمد اتجاهات ترتيب واصطفاف المناطق المغناطيسية على اتجاه التيار المار برأس التسجيل، وبذلك تصبح تلك المناطق المغناطيسية تسجيلاً مغناطيسيًّا للصوت والصورة المسجلين. وتسمح المادة المغناطيسية الموجودة على الشريط البلاستيكي للمناطق المغناطيسية بالمحافظة على ترتيبها، إلى أن يتم تطبيق مجال مغناطيسي قوي يكفي لتغييرها مرة أخرى. وعند تشغيل الشريط وإعادة قراءته تنتج إشارة بواسطة التيارات المتولّدة عند مرور رأس التسجيل فوق الجسيمات المغناطيسية على الشريط، وترسل هذه الإشارة إلى مضخم وإلى زوج من

beadaya.com

مكبرات الصوت أو سماعات الأذن. وعند استعمال شريط مسجّل عليه سابقًا لتسجيل أصوات جديدة ينتج رأس المسح مجالاً مغناطيسياً متناوبًا بصورة سريعة يعمل على بعثرة اتجاهات المناطق المغناطيسية على الشريط.

التاريخ المغناطيسي للأرض تسجل الصخور التي تحتوي على الحديد تاريخ اختلاف اتجاهات المجال المغناطيسي الأرضي؛ فصخور قاع البحر نتجت عن اندفاع صخور منصهرة من شقوق في قاع المحيط، وعندما بردت تمغنطت في اتجاه المجال المغناطيسي الأرضي في ذلك الزمن. ونتيجة للتوسع في قاع البحر فإن الصخور الأبعد عن الشقوق تعدّ أقدم من الصخور القريبة من الشقوق. وقد تفاجأ العلماء الأوائل الذين فحصوا صخور قاع البحر عندما وجدوا أن اتجاه المغنطة في الصخور المختلفة متغير ومتنوع، وخلصوا من خلال بياناتهم إلى أن القطبين المغناطيسيين للأرض قد تبادلا موقعيهما عدة مرات على مر العصور في تاريخ الأرض. وأصل المجال المغناطيسي للأرض ومنشؤه غير مفهوم بصورة جيدة حتى الآن، كما تعدّ كيفية انعكاس اتجاه هذا المجال لغزًا حتى يومنا هذا.

حل 10:

خطوط المجال ليست حقيقة. أما المجال فهو حقيقي

حل 11:

المغانط الموجودة على أبواب الثلاجة، والعجال المغناطيسي الأرضي. ويمكن عرض تأثير هذه القوى عن طريق إحضار مغناطيس آخر أو مادة يمكن مغنطتها بالقرب منها

1–6 مراجعة

في الأعلى

0. **المجالات المغناطيسية** هل المجال المغناطيسي حقيقي أم مجرد وسيلة من النمذجة العلمية؟

في الأعلى

. **القوى المغناطيسية** اذكر بعض القوى المغناطيسية الموجودة حولك. كيف يمكنك عرض تأثيرات هذه القوى؟

2. **اتجاه المجال المغناطيسي** صف قاعدة اليد اليمنى المستخدمة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يمر فيه تيار كهربائي.

3. **المغانط الكهربائية** وضعت قطعة زجاج رقيقة وشفافة فوق مغناطيس كهربائي نشط، ورش فوقها برادة الحديد فترتبت بنمط معين. إذا أعيدت التجربة بعد عكس قطبية مصدر الجهد فما الاختلافات التي ستلاحظها؟ وضّح إجابتك.

حل 12:

إذا قبضت على السلك بيدك اليمنى وجعلت إبهامك يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي فسيشير انحناء أصابعك نحو اتجاه المجال

حل 13:

لا شيء، برادة الحديد ستبين شكل المجال نفسه، ولكن البوصلة ستبين انعكاس القطبية المغناطيسية

4. **التفكير الناقد** تخيل لعبة داخلها قضيبان فلزيان متوازيان وضعا بصورة أفقية أحدهما فوق الآخر، وكان القضيب العلوي حر الحركة إلى أعلى وإلى أسفل.

a. إذا كان القضيب العلوي يطفو فوق السفلي، وعكس اتجاهه فإنه يسقط نحو القضيب السفلي. وضّح لماذا قد يسلك القضيبان هذا السلوك؟

b. افترض أن القضيب العلوي قد فُقد وحل محله قضيب آخر. في هذه الحالة يسقط القضيب العلوي نحو القضيب السفلي مهما كان اتجاهه. فما نوع القضيب الذي استعمل؟

حل 14-a:

سيصبح القضيبان الفلزيان مغناطيسيين لهما محاور متوازية، وإذا وضع القضيب العلوي بحيث يكون قطباه الشمالي N والجنوبي S للقضيب السفلي، فسيتنافر القضيب العلوي وسيكون معلقا أو طافيا فوق السفلي، وإذا عكس طرفا المغناطيس العلوي فسيحدث تجاذب مع المغناطيس السفلي

حل 14-b:

إذا وضع أي قضيب من الحديد العادي في الأعلى، فسينجذب إلى المغناطيس السفلي بأي اتجاه

6–2 القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية
Forces Caused by Magnetic Fields

الأهداف
- **تربط** بين اتجاه القوى المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار كهربائي والمجال المغناطيسي الموضوع فيه.
- **تحلّ** مسائل على القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي في أسلاك يسري فيها تيارات كهربائية أو في جسيمات مشحونة متحركة في مجال مغناطيسي.
- **تصف** تصميم المحرك الكهربائي ومبدأ عمله.

المفردات
القاعدة الثالثة لليد اليمنى
الجلفانومتر
المحرك الكهربائي
الملف ذو القلب الحديدي

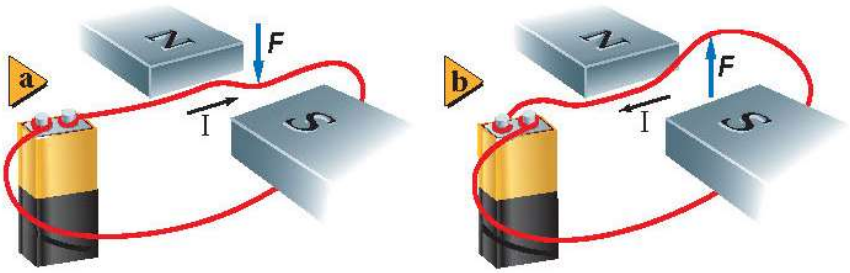
بينما كان أمبير يدرس سلوك المغانط لاحظ أن التيار الكهربائي يولد مجالاً مغناطيسيًّا مشابهًا للمجال المغناطيسي الناتج عن مغناطيس دائم. ولأن المجال المغناطيسي يؤثر بقوة في المغانط الدائمة فقد افترض أمبير أنه توجد قوة تؤثر في السلك الذي يسري فيه تيار عند وضعه في المجال المغناطيسي.

القوى المؤثرة في التيارات الكهربائية المارة في مجالات مغناطيسية
Forces on Currents in Magnetic Fields

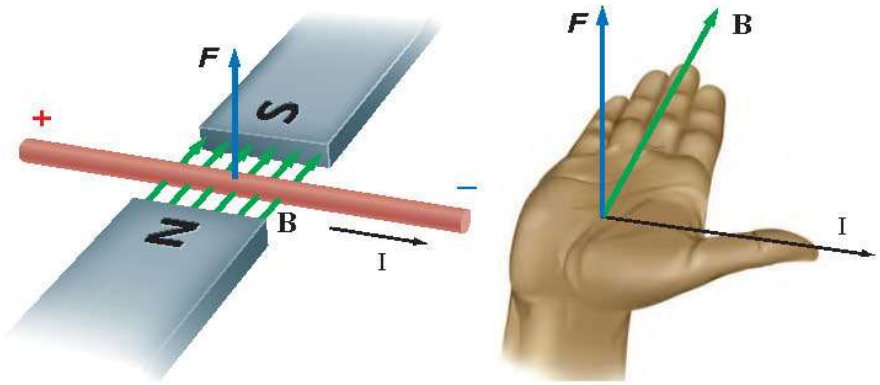
يمكن توضيح القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار وضع في مجال مغناطيسي باستعمال الأدوات الموضّحة في **الشكل 15–6**. فالبطارية تولّد تيارًا كهربائيًّا يسري في السلك الموضوع بين قضيبين مغناطيسيين. تذكر أن اتجاه المجال المغناطيسي بين المغناطيسين يكون من القطب الشمالي لأحدهما إلى القطب الجنوبي للآخر. وعندما يسري تيار كهربائي في السلك تتولد قوة مغناطيسية تؤثر فيه، ويكون اتجاه تلك القوة نحو الأسفل، كما هو موضّح في **الشكل 15a–6**، أو نحو الأعلى، كما في **الشكل 15b–6**، وذلك يعتمد على اتجاه التيار المار في السلك. اكتشف مايكل فاراداي أن القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك تكون عمودية على اتجاه كل من التيار الكهربائي والمجال المغناطيسي.

تحديد اتجاه القوة لم يكن وصف فاراداي لاتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك الذي يسري فيه تيار وصفا كافيًا؛ لأن القوة قد تكون إلى أعلى أو إلى أسفل. ويمكن تحديد اتجاه

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com



الشكل 15–6 تتأثر الأسلاك التي يسري فيها تيارات كهربائية بقوى عند وضعها في مجالات مغناطيسية. وفي هذه الحالة يمكن أن تكون القوة إلى أسفل (**a**) أو إلى أعلى (**b**)، وهذا يعتمد على اتجاه التيار الكهربائي.

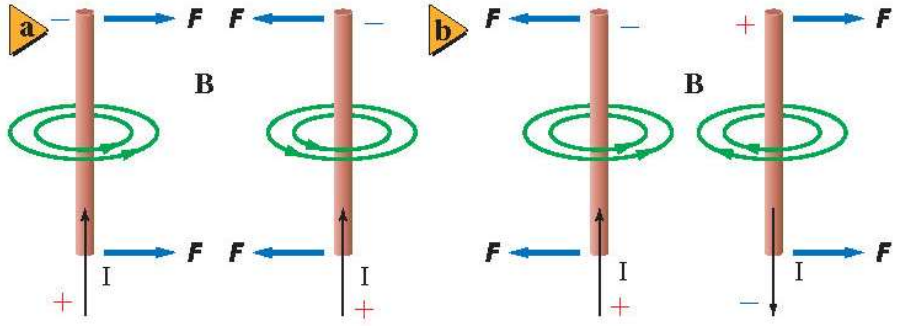


الشكل 16–6 يمكن استعمال القاعدة الثالثة لليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة عند معرفة اتجاه كل من التيار الكهربائي والمجال المغناطيسي.

القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار وموضوع في مجال مغناطيسي باستخدام **القاعدة الثالثة لليد اليمنى**، الموضّحة في **الشكل 16–6**؛ حيث يمثِّل الرمز **B** المجال المغناطيسي، ويحدّد اتجاهه بواسطة مجموعة أسهم. ولاستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى اجعل أصابع يدك اليمنى في اتجاه المجال المغناطيسي، واجعل إبهامك يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي في السلك، فيكون اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك في اتجاه العمودي على باطن الكف نحو الخارج. ولرسم الأسهم المتجهة إلى داخل الورقة أو خارجها يستخدم الرمز (×) للإشارة إلى أن السهم داخل في الورقة، والرمز (●) للإشارة إلى أنه خارج من الورقة.

بعد فترة وجيزة من إعلان أورستد عن اكتشافه الذي ينص على أن اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في سلك يكون متعامدًا مع اتجاه سريان التيار فيه، استطاع أمبير أن يبين أن الأسلاك التي يسري فيها تيارات كهربائية يؤثر بعضها في بعض بقوى. يوضّح **الشكل 17a–6** اتجاه المجال المغناطيسي حول كلٍّ من السلكين، حيث يحدّد هذا الاتجاه بالقاعدة الأولى لليد اليمنى. وبتطبيق القاعدة الثالثة لليد اليمنى على كلٍّ من السلكين يمكن أن تتبين لماذا يجذب السلكان كل منهما الآخر. ويبين **الشكل 17b–6** الحالة المعاكسة؛ فعندما يكون التياران في اتجاهين متعاكسين تنشأ قوة تنافر بينهما.

القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في سلك يمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار عند وضعه عموديًّا على مجال مغناطيسي؛ حيث دلت التجارب على



الشكل 17–6 يتجاذب الموصلان عندما يسري التياران فيهما في الاتجاه نفسه (a)، ويتنافران عندما يسري التياران فيهما في اتجاهين متعاكسين (b).

أن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك F تتناسب طرديا مع كل من مقدار المجال المغناطيسي B، ومقدار التيار I، وطول السلك L الموضوع داخل المجال المغناطيسي. وتكون العلاقة بين هذه المتغيرات الأربعة على النحو الآتي:

القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي

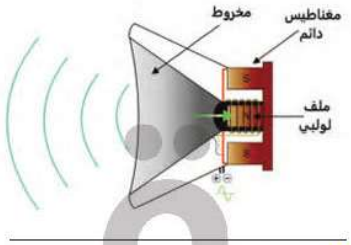
$$F = ILB(\sin\theta)$$

تساوي حاصل ضرب شدة المجال المغناطيسي في مقدار التيار وطول السلك.

يُقاس مقدار المجال المغناطيسي B بوحدة تسلا T؛ وهي تساوي 1 N/A.m.

لاحظ أنه إذا كان المجال المغناطيسي غير متعامد مع السلك فستظهر المركبة العمودية للمجال المغناطيسي في المعادلة السابقة لتصبح كما يأتي: $F=ILB\sin\theta$. فإذا أصبح السلك موازيًا للمجال المغناطيسي تصبح $\theta = 0^\circ$، وستؤول القوة إلى الصفر. أما عندما تكون الزاوية $\theta=90^\circ$ فستصبح المعادلة مرة أخرى على الصورة الآتية: $F=ILB$.

مُكبِّرات الصوت Loudspeakers



الشكل 18–6 تعمل السماعة على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية.

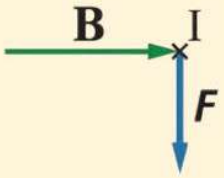
تعد مكبرات الصوت إحدى التطبيقات العملية على القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي. تعمل السماعة على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة صوتية باستخدام ملف من سلك رفيع مثبت على مخروط ورقي، وهذا المخروط موضوع في مجال مغناطيسي. يرسل المضخم الذي يشغل السماعة تيارًا كهربائيًا خلال الملف كما هو موضح في الشكل **18–6**، ويتغير اتجاه هذا التيار بين 20 و 20000 مرة في الثانية، وذلك وفقًا لحدة الصوت التي يمثلها. وعندها يتأثر الملف الخفيف بقوة تدفعه نحو الداخل أو الخارج؛ لأنه موجود في مجال مغناطيسي، وذلك اعتمادًا على اتجاه التيار المرسل من المضخم. وحركة الملف هذه تجعل المخروط الورقي يهتز محدثًا موجات صوتية في الهواء.

beadaya.com

مثال 1

حساب شدة المجال المغناطيسي يسري تيار كهربائي مقداره 5.0 A في سلك مستقيم موضوع عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم، فإذا كانت القوة المغناطيسية المؤثرة في جزء طوله 0.10 m من السلك تساوي 0.20 N فاحسب شدة المجال المغناطيسي B.

1 تحليل المسألة ورسمها



- ارسم رسمًا تخطيطيًا للسلك، مبينًا اتجاه التيار الكهربائي بواسطة سهم، وارسم خطوط المجال المغناطيسي B والقوة المؤثرة في السلك F.
- حدّد اتجاه القوة المؤثرة في السلك باستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى. واعلم أن السلك والمجال والقوة جميعها متعامدة بعضها على بعض.

المعلوم		المجهول
$L = 0.10\ m$	$I = 5.0\ A$	$B=?$
	$F = 0.20\ N$	

2 إيجاد الكمية المجهولة

دليل الرياضيات
إجراء العمليات الحسابية باستعمال الأرقام المعنوية

إن المجال المغناطيسي B منتظم، ولأن I وB متعامدان

$$F = ILB$$

$$B = \frac{F}{IL}$$

بالتعويض $F = 0.20\ N$ ، $I = 5.0\ A$ ، $L = 0.10\ m$

$$B = \frac{0.20\ N}{(5.0\ A)(0.10\ m)}$$

$$= 0.40\ N/A.m$$

$$= 0.40\ T$$

B تساوي 0.40 T من اليسار إلى اليمين عموديًا على كل من F وI

3 تقويم الجواب

- **هل الوحدات صحيحة؟** نعم، المجال مقيس بوحدة تسلا T، وهي الوحدة الصحيحة للمجال المغناطيسي.
- **هل الجواب منطقي؟** نعم، مقدار التيار والطول يجعلان مقدار المجال المغناطيسي كبيرًا، وهذا منطقي.

مسائل تدريبية

15. ما اسم القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار كهربائي متعامد مع المجال المغناطيسي؟ حدّد ما يجب معرفته لاستخدام هذه القاعدة.
16. يسري تيار مقداره 8.0 A في سلك طوله 0.50 m، موضوع عموديًا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.40 T. ما مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك؟
17. سلك طوله 75 cm يسري فيه تيار مقداره 6.0 A موضوع عموديًا في مجال مغناطيسي منتظم، فتأثر بقوة مغناطيسية مقدارها 0.60 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟
18. سلك نحاسي طوله 40.0 cm، ووزنه 0.35 N. فإذا كان السلك يمر فيه تيار مقداره 6.0 A فما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يؤثر فيه رأسيًا بحيث يكون كافيًا لموازنة قوة الجاذبية المؤثرة في السلك (وزن السلك)؟
19. ما مقدار التيار الذي يجب أن يسري في سلك طوله 10.0 cm وموضوع عموديًا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.49 T ليتأثر بقوة مغناطيسية مقدارها 0.38 N؟

حل 15 :

القاعدة الثالثة لليد اليمنى، يجب أن يكون كل من اتجاه التيار الكهربائي واتجاه المجال المناطيسي معلومين.

حل 16 :

$$F = BIL = 1.6\ N$$

حل 17:

$$F = BIL$$

$$B = \frac{F}{IL}$$

$$= 0.13\ T$$

حل 18:

$$F = BIL$$

$$B = \frac{F}{IL}$$

$$= 0.15\ T$$

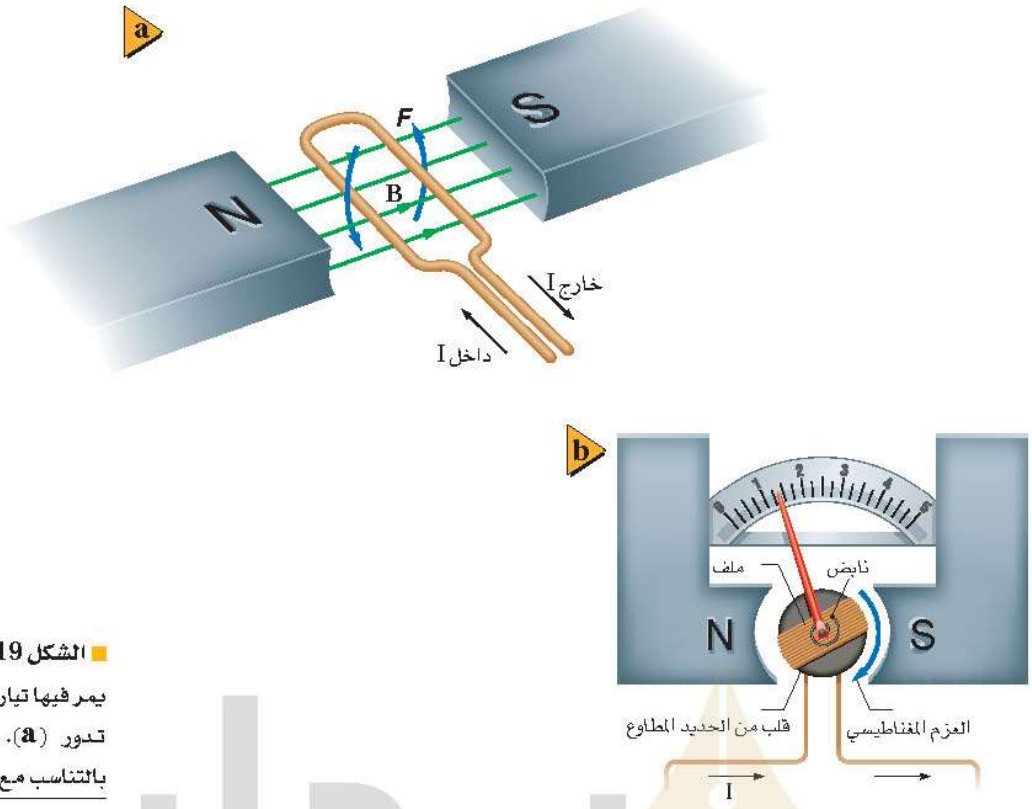
حل 19:

$$F = BIL$$

$$I = \frac{F}{BL}$$

$$= 7.8\ A$$

بداية موقع بداية للتعليم | beadaya.com



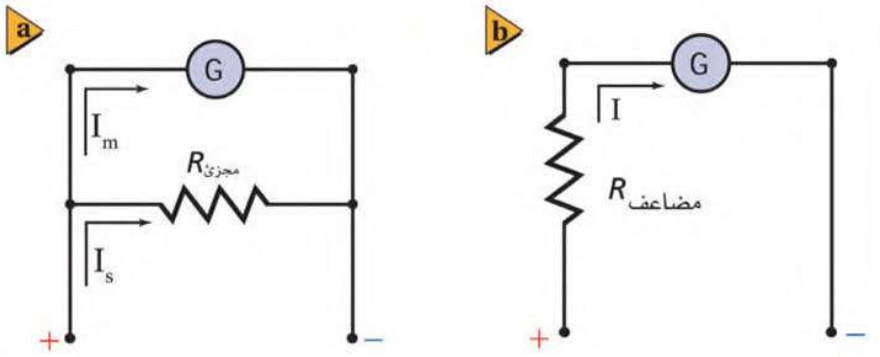
■ **الشكل 19–6** إذا وضعت حلقة سلكية يمر فيها تيار في مجال مغناطيسي فسوف تدور (**a**). يدور ملف الجلفانومتر بالتناسب مع مقدار التيار (**b**).

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

الجلفانومترات Galvanometers

يمكن استخدام القوة المؤثرة في حلقة سلكية موضوعة في مجال مغناطيسي لقياس شدة التيار. فإذا وضعت حلقة سلكية صغيرة يسري فيها تيار كهربائي في مجال مغناطيسي قوي لمغناطيس دائم، كما في **الشكل 19a–6** فإنه يمكن استخدام دورانها لقياس تيارات كهربائية صغيرة جدًّا، حيث يدخل التيار المار خلال الحلقة من أحد طرفيها، ويخرج من طرفها الآخر. وبتطبيق القاعدة الثالثة لليد اليمنى على جانبي الحلقة ستلاحظ أن أحد جانبيها يتأثر بقوة إلى أعلى، بينما يتأثر الجانب الآخر بقوة إلى أسفل. لذا ستعمل محصلة العزم على تدوير الحلقة؛ حيث يتناسب العزم المؤثر في الحلقة طرديًّا مع مقدار التيار. وهذا هو المبدأ المستخدم في الجلفانومتر. و**الجلفانومتر** جهاز يستخدم لقياس التيارات الكهربائية الصغيرة جدًّا، ويمكن تحويله إلى أميتر أو فولتمتر.

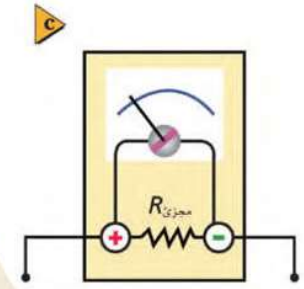
يؤثر النابض الصغير في الجلفانومتر بعزم في اتجاه معاكس لاتجاه العزم الناتج عن سريان التيار في الحلقة السلكية، لذا فإن مقدار دورانها يتناسب طرديًّا مع التيار. يُدرّج الجلفانومتر ويعاير بمعرفة مقدار الدوران عند مرور تيار معلوم فيه، كما هو موضّح في **الشكل 19b–6**. ويمكن بعد ذلك استخدام الجلفانومتر لقياس تيارات صغيرة غير معلومة.



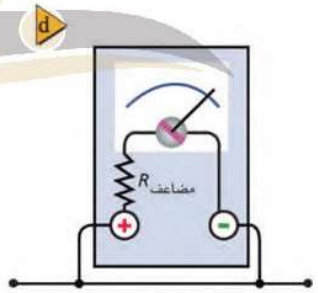
الشكل 20–6 تم توصيل الجلفانومتر بهذه الطريقة لاستخدامه كأميتر (**a**)، وتم توصيل الجلفانومتر بهذه الطريقة لاستخدامه كفولتمتر (**b**)، يوصل الأميتر في الدائرة على التوالي (**c**)، يوصل الفولتميتر في الدائره على التوازي(**d**).

تنحرف مؤشرات العديد من الجلفانومترات إلى أقصى تدريج عند مرور تيارات صغيرة مثل $50\ \mu A (50 \times 10^{-6}\ A)$. ومقاومة ملف الجلفانومتر الحساس تساوي $1000\ \Omega$ تقريبًا.

الأميتر ولقياس تيارات أكبر يمكن تحويل الجلفانومتر إلى أميتر بتوصيل مقاومة صغيرة جدا على التوازي مع الجلفانومتر كما في **الشكل 20a–6**. لتصبح المقاومة الكلية للأميتر صغيرة جدا ولا تؤثر على مرور التيار عند توصيل الأميتر في الدائرة على التوالي كما في **الشكل 20c–6**. وبهذا يمر معظم التيار I_s خلال المقاومة التي تسمّى مجزئ التيار؛ لأن مرور التيار يتناسب عكسيًّا مع المقاومة، في حين يمر تيار I_m صغير (بضعة ميكروأمبيرات) في الجلفانومتر. ويمكن اختيار مقاومة مجزئ التيار وفق تدريج الانحراف المطلوب.



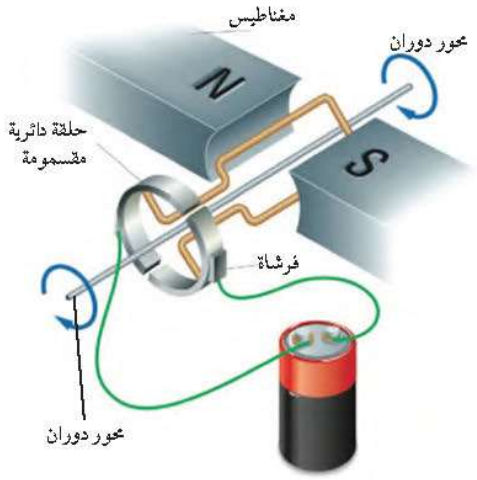
الفولتميتر ويمكن تحويل الجلفانومتر إلى فولتمتر بتوصيله بمقاومة كبيرة على التوالي يسمى مجزئ الجهد (المضاعف)، كما في **الشكل 20b–6**. حيث يقيس الجلفانومتر التيار المار في المقاومة الكبيرة الذي تمت إضافته. لتصبح المقاومة الكلية للفولتميتر كبيرة جدا ولا تؤثر على مرور التيار عند توصيل الفولتميتر في الدائرة على التوازي كما في **الشكل 20d–6**. ويحسب التيار بالعلاقة $I=V/R$؛ حيث V فرق الجهد الكهربائي خلال الفولتمتر، بينما R المقاومة الكلية للجلفانومتر وللمقاومة التي أضيفت. افترض الآن أنك تريد جعل مؤشر الفولتمتر ينحرف إلى أقصى تدريج عند تطبيق فرق جهد مقداره 10 V بين طرفيه، فعليك أن تختار مقاومة مناسبة؛ بحيث يتحقق ذلك الانحراف عندما يمر تيار في الجلفانومتر والمقاومة.



المحركات الكهربائية تَبيّن لك أن الحلقة السلكية البسيطة المستخدمة في الجلفانومتر لا يمكن أن تدور أكثر من 180°؛ حيث تدفع القوى الجانب الأيمن من الحلقة إلى أعلى، بينما تدفع جانبها الأيسر إلى أسفل، حتى تصبح الحلقة في وضع رأسي. ولن تتمكن الحلقة من الاستمرار في الدوران؛ لأن القوى تبقى إلى أعلى وإلى أسفل، أي موازية لمستوى الحلقة، فلا تعود قادرة على إحداث أي دوران فيها.

كيف يمكنك السماح للحلقة بمواصلة دورانها؟ يجب أن ينعكس اتجاه التيار المار في الحلقة عندما تصبح في وضع رأسي. وهذا الانعكاس يسمح للحلقة بمواصلة دورانها، كما هو موضّح في **الشكل 21–6**. ولعكس اتجاه التيار يجب المحافظة على استمرار التوصيلات الكهربائية بين نقطتي تلامس تُسمّيان الفرشاتين، وحلقة مقسومة إلى نصفين تسمى عاكس التيار. وتصنع الفرشاتان في العادة من الجرافيت، وتثبتان بطريقة ما بحيث تلامسان عاكس التيار

bedaya.com | بداية



■ **الشكل 21–6** يسمح عاكس التيار (حلقة فلزية مشقوقة) في المحرك الكهربائي بتغيير اتجاه التيار المار في الحلقات السلكية، وبذلك تتمكن الحلقات في المحرك من الدوران °360.

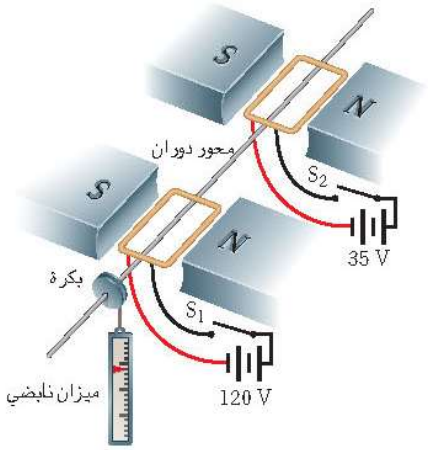
لتسمحا للتيار بالمرور خلال الحلقة السلكية. عند دوران الحلقة السلكية يدور عاكس التيار أيضًا، ويترتب نصفا عاكس التيار بحيث تتغير الفرشاة الملامسة لكل نصف منهما عندما تصل الحلقة السلكية إلى وضعها الرأسي. ويؤدي تغير تلامس الفرشاتين إلى عكس اتجاه التيار المار في الحلقة السلكية، مما يؤدي إلى عكس اتجاه القوة المؤثر في جانبي الحلقة السلكية، فتُواصل دورانها. ويتكرر ذلك كل نصف دورة، مما يجعل الحلقة تستمر في دورانها في المجال المغناطيسي. والناتج هو **المحرك الكهربائي**، وهو جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية دورانية.

على الرغم من أن **الشكل 21–6** محدد بحلقة سلكية واحدة إلا أن المحرك الكهربائي يتكون من لفات عديدة تثبت على محور دوران وتسمى **الملف ذا القلب الحديدي**. والقوة الكلية المؤثرة فيه تتناسب طرديًا مع nILB؛ حيث تمثل n عدد لفات الملف، وB المجال المغناطيسي، وI التيار الكهربائي، بينما تمثل L طول السلك في كل لفة تتحرك في المجال المغناطيسي. ويتم إنتاج المجال المغناطيسي إما بمغناطيس دائم، أو بمغناطيس كهربائي. ويتم التحكم في العزم المؤثر في الملف، ومن ثم التحكم في سرعة المحرك، بتغيير التيار المار في المحرك.

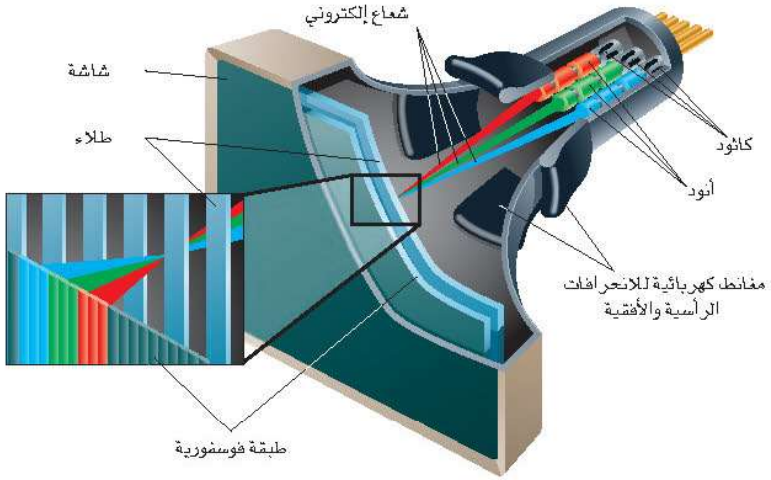
beadaya.com

مسألة تحفيز

يبين الشكل المجاور محركين كهربائيين متماثلين مستطيلي الشكل طول كل منهما 35 cm وعرضه 17 cm، ومقاومته 12 Ω، وعدد لفاته 48 لفة، على محور دوران واحد في مجال مغناطيسي شدته 0.21 T. (لتبسيط الرسم لم يرسم عاكسا التيار). وُصل السلك الأحمر بأقصى يسار الضلع الذي يمثل عرض الملف، ثم عاد إلى مؤخرة المحرك على الضلع الذي يمثل طول الملف. ولتعمل جاذبية الأرض على منع محور المحرك من الدوران تم تثبيت بكرة قطرها 7.2 cm على المحور، ومُرِّر عليها حبل كما في الشكل.



1. اشتق علاقة للعزم المؤثر في الملف وفق الوضع المبين باستخدام $F=ILB$.
2. أوجد مقدار العزم المؤثر في المحور عند إغلاق المفتاح S_1 وفتح المفتاح S_2، وأوجد مقدار القوة المؤثرة في الميزان النابضي.
3. أوجد مقدار العزم المؤثر في المحور عند إغلاق المفتاحين، ومقدار القوة المؤثرة في الميزان النابضي.
4. ماذا يحدث للعزم عند دوران الملف؟



الشكل 22–6 تعمل أزواج من المغانط على انحراف حزمة الإلكترونات رأسيًا وأفقيًا لتشكيل صور للعرض.

القوة المؤثرة في جسيم مشحون
The Force on a Single Charged Particle

لا يقتصر وجود الجسيمات المشحونة في الأسلاك فقط، لكنها قد تتحرك في الفراغ أيضًا؛ حيث يتم إزالة جزيئات الهواء لمنع حدوث التصادمات. ففي أنبوب الأشعة المهبطية المستخدم في شاشات الحاسوب القديمة، وشاشات التلفاز القديمة يستخدم انحراف الإلكترونات بواسطة المجالات المغناطيسية لتشكيل صورة على الشاشة، كما في **الشكل 22–6**.

beadaya.com | مركز بداية التعليمي

تعمل المجالات الكهربائية على انتزاع الإلكترونات من الذرات في القطب السالب (الكاثود)، وتعمل مجالات كهربائية أخرى على تجميع هذه الإلكترونات وتسريعها وتركيزها في حزمة ضيقة. ثم تعمل مجالات مغناطيسية على التحكم في حركة هذه الحزمة إلى الأمام وإلى الخلف، وأفقيًا ورأسيًا على الشاشة. وتُطلى الشاشة بطبقة فوسفورية تشع عندما تصطدم الإلكترونات بها، فتنتج الصورة.

تعتمد القوة المغناطيسية الناتجة عن المجال المغناطيسي المؤثرة في الالكترون على كل من سرعة الإلكترون، وشدة المجال المغناطيسي، والزاوية المحصورة بين متجه السرعة واتجاه المجال المغناطيسي. افترض أن إلكترونًا مفردًا يتحرك داخل سلك طوله L، وأن حركة هذا الإلكترون عمودية على اتجاه مجال مغناطيسي؛ لأن التيار I يساوي الشحنة المارة في السلك لكل وحدة زمن، فإن $I=q/t$، حيث q شحنة الإلكترون، وt الزمن الذي يحتاج إليه الإلكترون لقطع المسافة L. وحيث إن الزمن الذي يستغرقه جسيم ما لقطع مسافة مقدارها L بسرعة تساوي v يحسب من معادلة الحركة $d=vt$ أو $t=L/v$؛ حيث تعد d هي نفسها L، وبتعويض قيمة $t=L/v$ في معادلة التيار $I=q/t$، نجد أن $I=qv/L$، لذا يمكن حساب القوة المغناطيسية المؤثرة في الإلكترون المتحرك عموديا على المجال المغناطيسي B عن طريق المعادلة الآتية:

القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في جسيم مشحون متحرك $F=qvB\ (\sin\theta)$

القوة المؤثرة في جسيم مشحون متحرك عموديًّا على مجال مغناطيسي تساوي حاصل ضرب شدة المجال المغناطيسي في كل من سرعة الجسيم وشحنته.

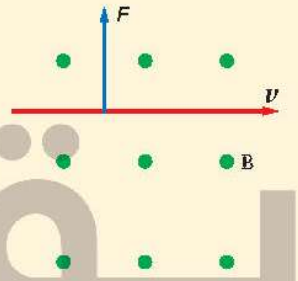
حيث شحنة الجسيم مقيسة بوحدة الكولوم C، والسرعة مقيسة بوحدة m /s، وشدة المغناطيس مقيسة بوحدة التسلا T.

ويكون اتجاه القوة دائمًا عموديًّا على كل من اتجاه سرعة الجسيم واتجاه المجال المغناطيسي. والاتجاه الذي يحدد باستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى يكون خاصًّا بالجسيمات ذات الشحنة الموجبة. أما اتجاه القوة المؤثرة في الإلكترونات فيكون معاكسًا للاتجاه الناتج.

مثال 2

القوة المؤثرة في جسيم مشحون متحرك في مجال مغناطيسي تتحرك حزمة إلكترونات بسرعة $3.0\times10^{6}\ m/s$ عموديًّا على مجال مغناطيسي منتظم مقداره $4.0\times10^{-2}\ T$. ما مقدار القوة المؤثرة في كل إلكترون؟

1 تحليل المسألة ورسمها



- ارسم حزمة الإلكترونات واتجاه حركتها، وخطوط المجال المغناطيسي B والقوة المؤثرة في حزمة الإلكترونات F. تذكر أن اتجاه القوة سيكون معاكسًا للاتجاه الناتج بواسطة القاعدة الثالثة لليد اليمنى؛ لأن شحنة الإلكترون سالبة.

المعلوم

$v=3.0\times10^{6}\ m/s$

$B=4.0\times10^{-2}\ T$

$q=-1.60\times10^{-19}\ C$

المجهول

$F=?$

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

2 إيجاد الكمية المجهولة

$F = qvB$

بالتعويض

$v=3.0\times10^{6}\ m/s$ ،$B=4.0\times10^{-2}\ T$ ،$q=-1.60\times10^{-19}\ C$

$=(-1.60\times10^{-19}\ C)(3.0\times10^{6}\ m/s)(4.0\times10^{-2}\ T)$

$=-1.9\times10^{-14}\ N$

دليل الرياضيات

إجراء العمليات الحسابية باستعمال الأرقام المعنوية

3 تقويم الجواب

- **هل الوحدات صحيحة؟** $T = N.s/(C.m)$ و $A = C/s$ و $T = N/(A.m)$

لذا فإن $T.C.m/s = N$ وهي وحدة القوة.

- **هل الاتجاه صحيح؟** استخدم القاعدة الثالثة لليد اليمنى للتأكد من أن اتجاهات القوى صحيحة. وتذكر أن القوة المؤثرة في الإلكترون تكون معاكسة للقوة الناتجة بواسطة القاعدة الثالثة لليد اليمنى.
- **هل الجواب منطقي؟** القوى المؤثرة في البروتونات والإلكترونات دائمًا تشكل جزءًا صغيرًا من النيوتن.

حل 20 :

في اتجاه معاكس لاتجاه حركة الإلكترونا ت

حل 21 :

$$F = Bqv = 3.2 \times 10^{-13}\ N$$

حل 22:

$$F = Bqv = 8.6 \times 10^{-16}\ N$$

حل 23:

$$F = Bqv = 1.7 \times 10^{-13}\ N$$

حل 24:

$$F = Bqv = 6.4 \times 10^{-16}\ N$$

مسائل تدريبية

20. إلى أي اتجاه يشير الإبهام عند استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى لإلكترون يتحرك عموديًّا على مجال مغناطيسي؟

21. يتحرك إلكترون عموديًّا على مجال مغناطيسي شدته 0.50 T بسرعة 4.0×10^{6} m /s، ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون؟

2. تتحرك حزمة من الجسيمات الثنائية التأين (فقد كل جسيم إلكترونين، لذا أصبح كل جسيم يحمل شحنتين أساسيتين) بسرعة 3.0×10^{4} m /s عموديًّا على مجال مغناطيسي شدته 9.0×10^{-2} T، ما مقدار القوة المؤثرة في كل أيون؟

23. دخلت حزمة من الجسيمات الثلاثية التأين (يحمل كل منها ثلاث شحنات أساسية موجبة) عموديًّا على مجال مغناطيسي شدته 4.0×10^{-2} T بسرعة 9.0×10^{6} m /s. احسب مقدار القوة المؤثرة في كل أيون.

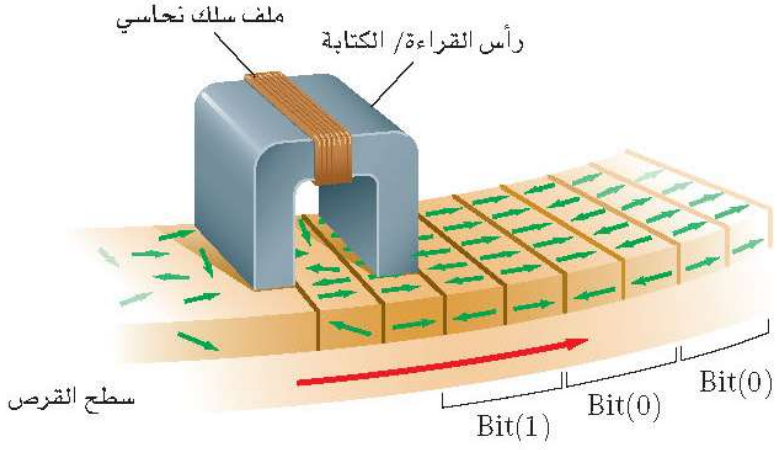
24. تتحرك ذرات هيليوم ثنائية التأين (جسيمات ألفا) بسرعة 4.0×10^{4} m /s عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 5.0×10^{-2} T، ما مقدار القوة المؤثرة في كل جسيم؟

تخزين المعلومات عن طريق الوسائط المغناطيسية

Storing Information with Magnetic Media

يتم تخزين البيانات وأوامر برمجيات أجهزة الحاسوب رقميًّا في صورة وحدات صغيرة (bits)، وكل وحدة (bit) حددت إما بـ 0 أو بـ 1. فكيف تُخزّن هذه الوحدات؟ يكون سطح قرص التخزين في الحاسوب مغطًّى بجسيمات مغناطيسية موزّعة بصورة متساوية على شريحة. ويتغير اتجاه المناطق المغناطيسية للجسيمات تبعًا للتغير في المجال المغناطيسي. وفي أثناء التسجيل على القرص يُرسل تيار كهربائي إلى رأس القراءة/ الكتابة والذي يعدّ مغناطيسًا كهربائيًّا مكونًا من سلك ملفوف على قلب حديدي، حيث يولّد التيار المار في السلك مجالاً مغناطيسيًّا في القلب الحديدي.

عندما يمر رأس القراءة/ الكتابة فوق قرص التخزين الدوّار، كما هو موضّح في **الشكل 23–6**، تترتب ذرات المناطق المغناطيسية الموجودة على الشريحة المغناطيسية في صورة حزم. وتعتمد اتجاهات المناطق المغناطيسية على اتجاه التيار.



الشكل 23–6 تكتب المعلومات على قرص الحاسوب بواسطة تغيير المجال المغناطيسي في رأس القراءة/الكتابة في أثناء مرور الوسيطة تحته. وهذا يجعل الجسيمات المغناطيسية في الوسيطة تترتب بنمط يمثل المعلومات المخزّنة.

وتمثل شـفرة كل حزمتين وحدة صغـيرة (bit) واحدة من المعلومـات. وتمثل الحزمتان الممغنطتان اللتان تشـير أقطابهما إلى الاتجاه نفسـه الرمز 0. أما الحزمتان الممغنطتان اللتان تشير أقطابهما إلى اتجاهين متعاكسين فتمثلان الرمز 1. وينعكس تيار التسجيل دائمًا عندما يبدأ رأس القراءة/ الكتابة بتسجيل وحدة المعلومة اللاحقة.

لاسـترجاع المعلومات لا يتم إرسـال أي تيار إلى رأس القراءة/ الكتابة، وبدلاً من ذلك تعمل الحزم الممغنطة الموجودة عـلى القرص على توليد تيار في الملف بطريقة الحث عندما يـدور القرص تحت الـرأس. وتغيرات اتجاه التيار المتولد بالحث تُستشـعر بالحاسـوب باستعمال النظام الثنائي في العد (صفر، واحد).

6–2 مراجعة

25. **القوى المغناطيسية** تخيل أن سـلكًا يمتد شرق – غـرب متعامدًا مـع المجـال المغناطيسي الأرضي، ويسري فيه تيار إلى الشرق، فما اتجاه القوة المؤثرة في السلك؟ إلى أعلى من سطح الأرض

26. **الانحـراف** تقترب حزمـة إلكترونـات في أنبوب الأشـعة المهبطية من المغانط التي تحرفها. فإذا كان القطب الشـمالي في أعلى الأنبوب والقطب الجنوبي في أسفله، وكنت تنظر إلى الأنبوب من جهة الشاشة الفوسفورية، ففي أي اتجاه تنحرف الإلكترونات؟ نحو الجانب الأيسر من الشاشة

27. **الجلفانومتر** قارن بين مخطـط الجلفانومتر الموضّح في الشـكل 19-6 ومخطـط المحـرك الموضّـح في الشكل 21-6. ما أوجه التشابه والاختلاف بينهما؟

28. **المحـركات الكهربائية** عندما يتعامد مسـتوى ملف المحرك مع المجـال المغناطيسي لا تنتج القوى عزمًا على الملف، فهل هذا يعني أن الملف لا يدور؟ وضّح إجابتك.

29. **المقاومة الكهربائية** يحتاج جلفانومتر إلى $80\ \mu A$ لكـي ينحرف مؤشره إلى أقصى تدريـج. ما مقدار المقاومـة الكلية (مقاومـة الجلفانومـتر ومقاومة المجزئ) اللازمـة للحصول عـلى فولتمتر أقصى تدريج يقيسه 5.0 V؟

30. **التفكير الناقد** كيف يمكنك معرفة أن القوتين بين سلكين متوازيين يمر فيهما تياران ناتجتان عن الجذب المغناطيـسي بينهما وليسـتا ناتجتين عـن الكهرباء السكونية؟ *تنبيه: فكر في نوع الشحنات عندما تكون القوة تجاذبًا، ثم فكر في القـوى عندما يكون هناك ثلاثة أسلاك متوازية تحمل تيارات في الاتجاه نفسه.*

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

حل 27 :

كلاهما يحتوي على ملف موضوع بين قطبي مغناطيس دائم، ولا يدور ملف الجلفانومتر أكثر من 180°، أما ملف المحرك فيدور عدة دورات كل منها 360°. يقيس الجلفانومتر تيارات مجهولة بينما يستخدم المحرك لتحويل الطاقة الكهربائية إلى حركة دورانية .

حل 28 :

إذا كان الملف متحركا فسوف يعمل القصور الذاتي الدوراني على استمرار تحريكه ليتجاوز النقطة التي يصبح عندها مقدار العزم عندها صفرا، وتسارع الملف هو الذي يصبح صفرا وليست سرعته.

حل 29:

$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 28\text{k}\Omega$$

حل 28:

إذا كانت التيارات في اتجاه واحد فستكون القوة قوة تجاذب. ووفق الكهرباء الساكنة إذا كانت الشحنات متشابهة فإنها ستتنافر كما ستتجاذب الأسلاك الثلاثة وهذا لا يمكن أن يحدث إذا كان سبب القوى هو الشحنات الكهربائية الساكنة

مختبر الفيزياء

صنع مغناطيس كهربائي

يستخدم المغناطيس الكهربائي المجال المغناطيسي الناتج عن التيار الكهربائي لمغنطة قطعة فلزية. ستقوم في هذه التجربة بصنع مغناطيس كهربائي، وتختبر أحد المتغيرات التي تعتقد أنها قد تؤثر في قوة المغناطيس.

سؤال التجربة

ما العوامل التي تحدّد قوة مغناطيس كهربائي؟

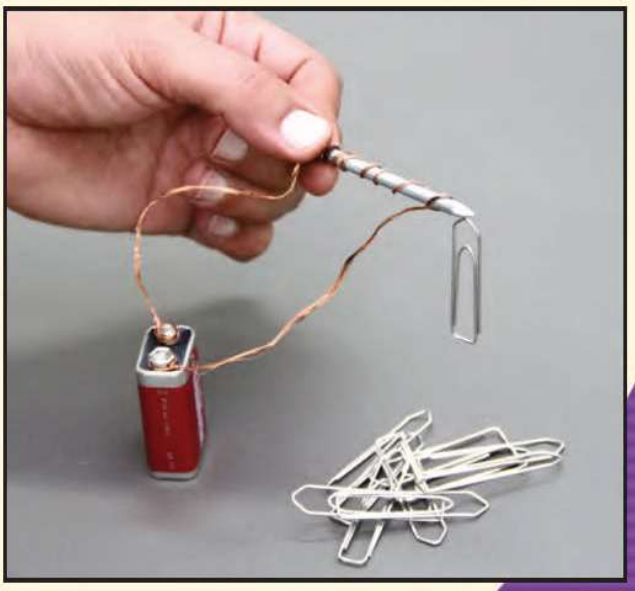
الأهداف

- **تكوِّن فرضية** لتحديد المتغيرات التي قد تؤثر في قوة المغناطيس الكهربائي.
- **تلاحظ** التأثيرات في قوة المغناطيس الكهربائي.
- **تجمع وتنظم البيانات** المتعلقة بمقارنة المتغير الذي اخترته مع قوة المغناطيس.
- **تنشئ رسومًا بيانية وتستخدمها** للمساعدة على تحديد العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع.
- **تحلل وتستنتج** تأثير المتغير الذي اخترته في قوة المغناطيس.

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

مشابك ورق كبيرة	مشابك ورق صغيرة
قطع فولاذية صغيرة	مسمار فولاذي
سلك معزول	بطارية 6 V
بطارية 9 V	مصدر قدرة مستمر DC



الخطوات

1. أعدّ قائمة بالمواد التي ستستخدمها في صنع المغناطيس الكهربائي.
2. أعدّ قائمة بجميع المتغيرات المحتملة التي تعتقد أنها يمكن أن تؤثر في قوة المغناطيس الكهربائي.
3. اختر أحد المتغيرات، واعمل على تغييره لتحديد تأثيره في قوة المغناطيس الكهربائي.
4. حدّد الطريقة التي تختبر بها شدة المجال المغناطيسي الناتج عن المغناطيس الكهربائي.
5. أطلع المعلم على القوائم التي أعددتها، واحصل على موافقته قبل متابعة العمل.
6. اكتب ملخصًا يوضح خطوات تجربتك. وتأكد من تضمين جميع القيم للمتغيرات التي ستجعلها ثابتة.
7. أنشئ جدول بيانات مماثلًا للجدول في الصفحة التالية، والذي يبين الكميتين اللتين ستقيسهما.
8. ركّب المغناطيس الكهربائي باستخدام المسمار وجزء من السلك، بلف السلك حول المسمار. وتأكد من ترك بضعة سنتمترات من السلك خارجة من الملف لتصله بالبطارية (مصدر القدرة). ***تحذير: قد يكون طرف المسمار أو السلك حادًا. لذا كن حذرًا عند استعمال هذه المواد لتجنب حدوث جروح.***
9. اطلب إلى معلمك أن يتفحص مغناطيسك قبل المتابعة.
10. نفذ تجربتك ودوّن بياناتك. ***تحذير: إذا استعملت قطع الفولاذ الصغيرة فتجنب الإصابة بالجروح عند التقاط القطع في أثناء سقوطها على الأرض.***

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

جدول البيانات	
عدد.....	عدد.....

التحليل

1. **أنشئ الرسوم البيانية واستخدمها** ارسم رسمًا بيانيًّا يوضّح العلاقة بين متغيرين في تجربتك.
2. ما المتغيرات التي تحاول التحكم فيها في هذه التجربة؟ وهل هناك متغيرات لا تستطيع التحكم فيها؟
3. إذا قدّرت قوة المغناطيس الكهربائي بكمية المادة التي يستطيع التقاطها فكيف تحاول السيطرة على أي خطأ ناتج عن جذب المغناطيس لعدد صحيح من القطع؟

الاستنتاج والتطبيق

1. ما العلاقة بين المتغير الذي اخترته وقوة المغناطيس؟
2. ما المتغيرات الأخرى التي وجدها طلاب آخرون في الصف وتؤثر أيضًا في قوة المغناطيس الكهربائي؟
3. هل وجدت أي متغيرات، في أي مجموعة، لا تؤثر في قوة المغناطيس الكهربائي؟

التوسع في البحث

1. قارن بين المتغيرات المختلفة التي وجد الطلاب أنها تؤثر في قوة المغناطيس، وهل تُظهر أي من المتغيرات أنها تُحدث زيادة كبيرة في القوة المغناطيسية دون إحداث تغيير كبير في المتغير المستقل؟ وإذا كان كذلك فما هذه المتغيرات؟
2. إذا أردت زيادة قوة المغناطيس فأي الطرائق تبدو أكثر فاعلية مقارنة بالتكلفة؟ وضّح إجابتك.
3. إذا أردت تغيير قوة المغناطيس الكهربائي بسهولة فما اقتراحك لذلك؟

الفيزياء في الحياة

1. إذا أردت الحصول على مغناطيس كهربائي قوي لاستخدامه في حيز صغير، داخل حاسوب شخصي مثلاً، فما الطريقة التي يمكن من خلالها زيادة قوة المغناطيس الكهربائي خلال هذا الحيز الصغير؟
2. تحوي بعض البنايات مغانط كهربائية معلقة على الجدران تعمل على جعل أبواب الطوارئ مفتوحة عندما تكون البناية مأهولة بالسكان، وهي تشبه الأدوات التي توضع خلف الأبواب للتحكم في فتحها أو إغلاقها.
بالتفكير في نظام إنذار الحريق والإجراءات التي يحتاج إليها للسيطرة على الحريق، ما الفائدة من استخدام مثل هذا النظام في جعل الأبواب مفتوحة؟ وكيف يمكن لهذا النظام أن يكون ميزة جيدة أو سيئة في حالة حدوث كارثة طبيعية؟
3. تعمل بعض الأجراس الكهربائية عن طريق ضرب جانب جرس فلزي على شكل قبة بذراع فلزي. كيف يعمل المغناطيس الكهربائي في هذا الجرس؟ وكيف يمكن توصيل الجرس بطريقة تسمح للذراع بضرب الجرس باستمرار إلى أن ينقطع التيار الكهربائي؟

بوابة بداية التعليمي | beadaya.com

تأثير هول The Hall Effect

بعض الأشياء البسيطة ومنها انحراف الجسيمات المشحونة بواسطة المجالات المغناطيسية قادت إلى ثورة في كيفية قياس حركة الأشياء، ومنها دواليب الدراجة الهوائية، وحركة عمود الكرنك في السيارة؛ فجميعها تبدأ عند مرور تيار كهربائي خلال موصل عريض ومسطح في وجود مجال مغناطيسي.

يؤدي المجال المغناطيسي إلى مزيد من انحراف الإلكترونات نحو حافة الشريط الرقيق. وهذا يولد ما يسمى فولتية هول.

تكون خطوط القوى للمجال المغناطيسي متعامدة مع سطح الشريط العريض، وهذا يجعل الإلكترونات المتدفقة تتركّز عند جانب واحد من الشريط. وهذا يؤدي إلى أن تنتج فولتية بين طرفي عرض الشريط تسمى فولتية هول، يعتمد مقدارها على شدة المجال المغناطيسي.

اكتشف العالم إدوين هول هذا التأثير عام 1879م. وفي الآونة الأخيرة فقط اكتشفت الأهمية العلمية والصناعية لهذه الظاهرة؛ لأن فولتية هول في الأشرطة الفلزية التقليدية كانت صغيرة. أما الآن فالطبقات الرقيقة جدًّا من السليكون شبه الموصل تنتج فولتية هول كبيرة ولا يستهان بها.

يمكن استخدام تأثير هول للكشف عن موصلية أنواع مختلفة من المواد؛ حيث تزوِّدنا إشارة فولتية تأثير هول بمعلومات عن إشارة الشحنة المتحركة، ويزوِّدنا مقدار الفولتية بمعلومات عن مقدار كثافة الشحنة وسرعتها.

مجس مفيد طوّر المهندسون مجسًّا يعمل وفق تأثير هول. وتحتوي هذه الأجهزة الصغيرة البلاستيكية والسوداء على طبقة رقيقة من السليكون مع أسلاك موصولة بها، كما في الرسم التخطيطي. وترتبط أسلاك فولتية هول بمضخم صغير بحيث يمكن لأجهزة أخرى أن تكتشفها وتستشعرها.

إذا تحرك مغناطيس دائم بالقرب من المجس الذي يعمل وفق تأثير هول فسوف تزداد الفولتية الخارجة من المضخم، لذا يمكن استخدام هذا المجس للكشف عن مدى قرب المغناطيس.

يستخدم المجس الذي يعمل وفق تأثير هول في مقياس سرعة الدراجة الهوائية لقياس سرعتها.

تطبيقات يومية يستخدم مقياس السرعة في الدراجة الهوائية مغناطيسًا دائمًا يُربط مع الدولاب الأمامي. وفي كل دورة للدولاب يقترب المغناطيس من المجس. وتحصى النبضات الناتجة، كما يتم حساب زمنها. وتُستخدم هذه المجسات أيضًا في توقيت إنتاج الشرارة في محركات السيارات؛ فعندما يتحرك المغناطيس المثبت على عمود الكرنك بالقرب من المجس تنتج نبضة جهد، فيطلق نظام الإشعال فورًا شرارة الاشتعال.

التوسع

1. **حلل** لماذا يوضع قطبا فولتية هول بحيث يكونان متقابلين؟ وماذا يحدث إذا لم يوضعا كذلك؟
2. **التفكير الناقد** هل يمكن لمجال مغناطيسي قوي يؤثر في شريط فلزي موصل أن يغير من مقاومة ذلك الشريط بسبب تأثير هول؟

بداية
beaday

الفصل 6
دليل مراجعة الفصل

6–1 المغانط: الدائمة والمؤقتة Magnets: Permanent and Temporary

المفردات

- المستقطب
- المجال المغناطيسي
- التدفق المغناطيسي
- القاعدة الأولى لليد اليمنى
- الملف اللولبي
- المغناطيس الكهربائي
- القاعدة الثانية لليد اليمنى
- المنطقة المغناطيسية

المفاهيم الرئيسة

- الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر، والأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب.
- تخرج المجالات المغناطيسية من القطب الشمالي للمغناطيس وتدخل في قطبه الجنوبي.
- تشكل خطوط المجال المغناطيسي دائمًا حلقات مقفلة.
- يوجد مجال مغناطيسي حول أي سلك يسري فيه تيار كهربائي.
- للملف اللولبي الذي يسري فيه تيار كهربائي مجال مغناطيسي، وهذا المجال يشبه المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم.

6–2 القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية Forces Caused by Magnetic Fields

المفردات

- القاعدة الثالثة لليد اليمنى
- الجلفانومتر
- المحرك الكهربائي
- ملف ذو قلب حديدي

المفاهيم الرئيسة

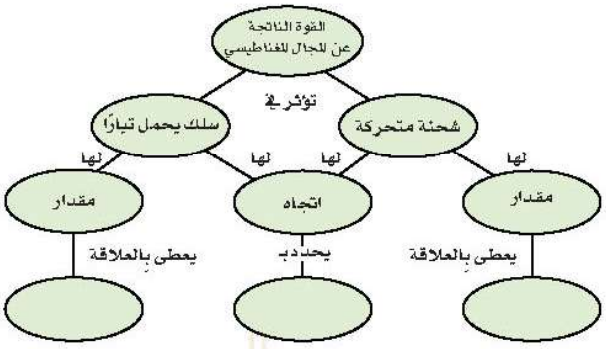
- تقاس شدة المجال المغناطيسي بوحدة التسلا.
- عند وضع سلك يسري فيه تيار في مجال مغناطيسي فإنه يتأثر بقوة عمودية على اتجاه كل من المجال والسلك.
- القوة المؤثرة في سلك يسري فيه تيار موضوع في مجال مغناطيسي تتناسب طرديًّا مع كل من مقدار التيار المار في السلك وطوله وشدة المجال المغناطيسي. $F = ILB$
- يستخدم الجلفانومتر في قياس التيارات الصغيرة، ويحتوي على ملف موضوع في مجال مغناطيسي، وعند مرور تيار كهربائي في الملف يتأثر الملف بقوة تعمل على انحرافه.
- يمكن تحويل الجلفانومتر إلى أميتر بتوصيل ملفه مع مقاومة تسمى مجزئ التيار على التوازي.
- يمكن تحويل الجلفانومتر إلى فولتمتر بتوصيل ملفه مع مقاومة تسمى المضاعف على التوالي.
- يعمل مكبر الصوت أو السماعة عن طريق تغيير التيار المار في ملف موضوع في مجال مغناطيسي. ويتصل الملف بمخروط ورقي يتحرك عندما يتحرك الملف. وعندما يتغير التيار يهتز المخروط محدثًا صوتًا.
- يحتوي المحرك الكهربائي على ملف سلكي موضوع في مجال مغناطيسي، وعندما يمر تيار كهربائي في هذا الملف يدور بتأثير القوة المغناطيسية المؤثرة فيه. ولإكمال دورة كاملة $360°$ يستخدم عاكس يغيّر اتجاه التيار في الملف كل نصف دورة في أثناء دورانه.
- تعتمد القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في جسيم مشحون على ثلاثة عوامل: سرعة الجسيم وشحنته ومقدار المجال المغناطيسي. ويكون اتجاه القوة متعامدًا مع كل من اتجاه المجال وسرعة الجسيم. $F = qvB$
- في شاشات الحاسوب والتلفاز تستخدم المغانط في توجيه وتركيز الجسيمات المشحونة على شاشات مفسفرة؛ حيث ينبعث ضوء عند اصطدام تلك الجسيمات بالشاشة، فتتكون الصورة.

bedaya.com

الفصل 6
التقويم

خريطة المفاهيم

31. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: قاعدة اليد اليمنى، $F=qvB$، $F=ILB$.



إتقان المفاهيم

32. اكتب قاعدة التنافر والتجاذب المغناطيسي. (1– 6)

33. صف كيف يختلف المغناطيس الدائم عن المغناطيس المؤقت. (1– 6)

34. سمِّ العناصر المغناطيسية الثلاثة الأكثر شيوعًا. (1– 6)

35. ارسم قضيبًا مغناطيسيًّا صغيرًا، وبيّن خطوط المجال المغناطيسي التي تظهر حوله، واستخدم الأسهم لتحديد اتجاه خطوط المجال. (1– 6)

36. ارسم المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسيين متشابهين وبين قطبين مغناطيسيين مختلفين مبينًا اتجاهات المجال. (1– 6)

37. إذا كسرت مغناطيسًا جزأين فهل تحصل على قطبين منفصلين شمالي وجنوبي؟ وضّح إجابتك. (1– 6)

38. صف كيفية استخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يسري فيه تيار كهربائي. (1– 6)

39. إذا مرّ تيار كهربائي في سلك على شكل حلقة يسري فيه تيار كهربائي فلماذا يكون المجال المغناطيسي داخل الحلقة أكبر من خارجها؟ (1– 6)

40. صف كيفية استخدام القاعدة الثانية لليد اليمنى لتحديد قطبي مغناطيس كهربائي. (1– 6)

41. كل إلكترون في قطعة حديد يشبه مغناطيسًا صغيرًا جدًّا، إلا أن قطعة الحديد قد لا تكون مغناطيسًا. لماذا؟ وضّح إجابتك. (1– 6)

42. لماذا يضعف المغناطيس عند طرقه أو تسخينه؟ (1– 6)

43. صف كيفية استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار موضوع في مجال مغناطيسي. (2– 6)

44. مر تيار كهربائي كبير في سلك فجأة، ومع ذلك لم يتأثر بأي قوة، فهل تستنتج أنه لا يوجد مجال مغناطيسي في موقع السلك؟ وضّح إجابتك. (2– 6)

45. ما جهاز القياس الكهربائي الناتج عن توصيل مجزئ تيار مع الجلفانومتر؟ (2– 6)

تطبيق المفاهيم

46. أُخفِي مغناطيس صغير في موقع محدّد داخل كرة تنس. صف تجربة يمكنك من خلالها تحديد موقع كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي للمغناطيس.

47. انجذبت قطعة فلزية إلى أحد قطبي مغناطيس كبير. صف كيف يمكنك معرفة ما إذا كانت القطعة الفلزية مغناطيسًا مؤقتًا أم مغناطيسًا دائمًا؟

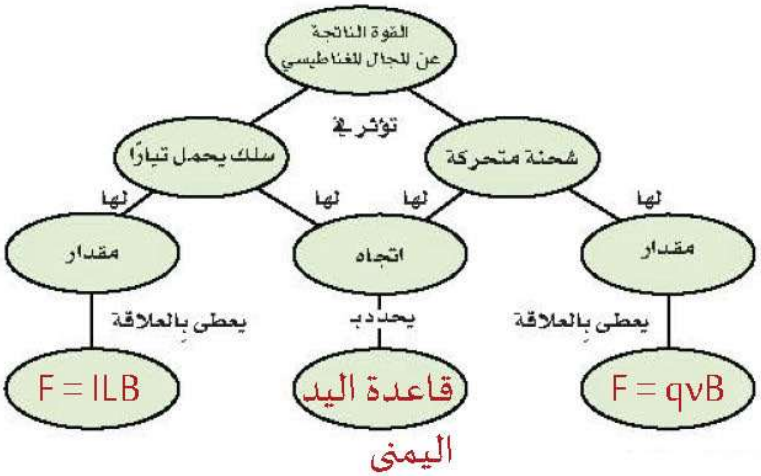
48. هل القوة المغناطيسية التي تؤثر بها الأرض في الإبرة المغناطيسية للبوصلة أقل أو تساوي أو أكبر من القوة التي تؤثر بها إبرة البوصلة في الأرض؟ وضّح إجابتك.

49. **البوصلة** افترض أنك تهت في غابة ولكنك تحمل بوصلة ولسوء الحظ كان اللون الأحمر المحدد للقطب الشمالي غير واضح، وكان معك مصباح يدوي وبطارية وسلك. كيف يمكنك تحديد القطب الشمالي للبوصلة؟

beadaya.com | موقع بداية للتعليم
وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

الإجابات في الصفحة التالية

31. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: قاعدة اليد اليمنى، $F=qvB$، $F=ILB$.



32. اكتب قاعدة التنافر والتجاذب المغناطيسي. (1– 6)

الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب

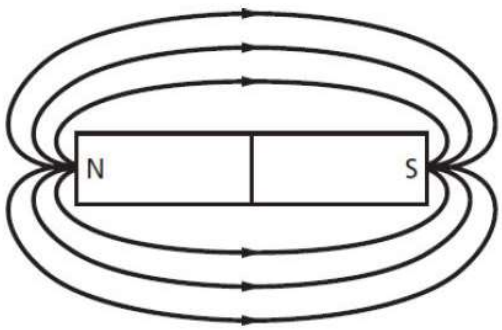
33. صف كيف يختلف المغناطيس الدائم عن المغناطيس المؤقت. (1– 6)

المغناطيس المؤقت يشبه المغناطيس الدائم فقط إذا كان تحت تأثير مغناطيس آخر، والمغناطيس الدائم لا يحتاج إلى مؤثرات خارجية ليجذب الأجسام.

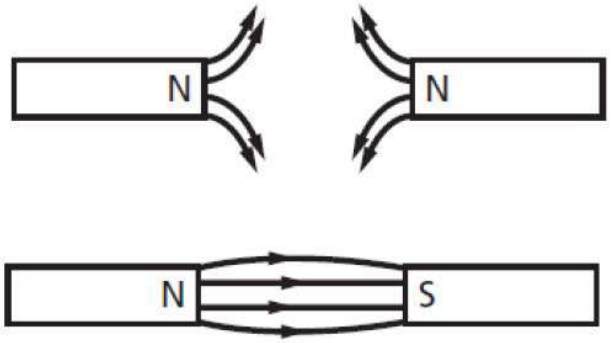
34. سمِّ العناصر المغناطيسية الثلاثة الأكثر شيوعًا. (1– 6)

الحديد والكوبالت والنيكل

35. ارسم قضيبًا مغناطيسيًّا صغيرًا، وبيّن خطوط المجال المغناطيسي التي تظهر حوله، واستخدم الأسهم لتحديد اتجاه خطوط المجال. (1– 6)



36. ارسم المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسيين متشابهين وبين قطبين مغناطيسيين مختلفين مبينًا اتجاهات المجال. (1– 6)



37. إذا كسرت مغناطيسًا جزأين فهل تحصل على قطبين منفصلين شمالي وجنوبي؟ وضّح إجابتك. (1– 6)

لا، ستتكون أقطاب جديدة على كل طرف من الأطراف المكسورة.

38. صف كيفية استخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يسري فيه تيار كهربائي. (1– 6)

اقبض على السلك باليد اليمني، واجعل الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي في السلك، وستطوق الأصابع السلك مشيرة إلى اتجاه المجال المغناطيسي

39. إذا مرّ تيار كهربائي في سلك على شكل حلقة يسري فيه تيار كهربائي فلماذا يكون المجال المغناطيسي داخل الحلقة أكبر من خارجها؟ (1– 6)

تتركز خطوط المجال المغناطيسي داخل الحلقة.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

تابع إلى الصفحة التالية

40. صف كيفية استخدام القاعدة الثانية لليد اليمنى لتحديد قطبي مغناطيس كهربائي. (1– 6)

اقبض على الملف باليد اليمني، ستطوق الأصابع الملف وتدور مشيرة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي فيه، وسيشير إبهام اليد اليمني إلى القطب الشمالي للمغناطيس الكهربي.

41. كل إلكترون في قطعة حديد يشبه مغناطيسًا صغيرًا جدًّا، إلا أن قطعة الحديد قد لا تكون مغناطيسًا. لماذا؟ وضّح إجابتك. (1– 6)

لا تكون الإلكترونات في الاتجاه نفسه ولا تتحرك في الاتجاه نفسه، ولذلك ستكون مجالاتها المغناطيسية عشوائية.

42. لماذا يضعف المغناطيس عند طرقه أو تسخينه؟ (1– 6)

ستتبعثر المناطق المغناطيسية مقارنة بالنسق الذي كانت عليه.

43. صف كيفية استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار موضوع في مجال مغناطيسي. (2– 6)

اجعل أصابع اليد اليمنى تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي، واجعل الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي المتدفق في السلك. سيكون العمود الخارج من باطن الكف في اتجاه القوة المؤثرة في السلك.

44. مر تيار كهربائي كبير في سلك فجأة، ومع ذلك لم يتأثر بأي قوة، فهل تستنتج أنه لا يوجد مجال مغناطيسي في موقع السلك؟ وضّح إجابتك.

لا، إذا كان المجال موازيا للسلك فلا توجد قوة مؤثرة.

45. ما جهاز القياس الكهربائي الناتج عن توصيل مجزئ تيار مع الجلفانومتر؟ (2– 6) الأميتر

46. أُخفِي مغناطيس صغير في موقع محدّد داخل كرة تنس. صف تجربة يمكنك من خلالها تحديد موقع كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي للمغناطيس.

استخدم البوصلة، سينجذب القطب الشمالي لإبرة البوصلة إلى القطب الجنوبي، والعكس صحيح.

47. انجذبت قطعة فلزية إلى أحد قطبي مغناطيس كبير. صف كيف يمكنك معرفة ما إذا كانت القطعة الفلزية مغناطيسًا مؤقتًا أم مغناطيسًا دائمًا؟

انقلها إلى القطب الآخر، إذا انجذب الطرف نفسه فستصبح مغناطيسا موقتا، وإذا تنافر الطرف نفسه مع المناطيس فستصبح مغناطيسا دائما.

48. هل القوة المغناطيسية التي تؤثر بها الأرض في الإبرة المغناطيسية للبوصلة أقل أو تساوي أو أكبر من القوة التي تؤثر بها إبرة البوصلة في الأرض؟ وضّح إجابتك.

القوى متساوية وفق القانون الثالث لنيوتن

49. **البوصلة** افترض أنك تهت في غابة ولسوء الحظ كان اللون الأحمر المحدد للقطب الشمالي غير واضح، وكان معك مصباح يدوي وبطارية وسلك. كيف يمكنك تحديد القطب الشمالي للبوصلة؟

صل السلك مع غطاء البطارية بحيث يكون التيار دائما مبتعدا عنك في احد الفروع، ثم احمل البوصلة فوق السلك مباشرة وقريبا من ذلك الفرع من السلك، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى سيكون طرف إبرة البوصلة المشير نحو الشرق قطبا شماليا.

بداية
موقع بداية التعليمي | Bedaya.com
وزارة التعليم
Education

الفصل 6
التقويم

50. يمكن للمغناطيس جذب قطعة حديد ليست مغناطيسًا دائمًا، كما يمكن لقضيب مطاط مشحون جذب عازل متعادل. صف العمليات المجهرية المختلفة التي تُنتج هذه الظواهر المتشابهة.

51. سلك موضوع على طول طاولة المختبر، يسري فيه تيار. صف طريقتين على الأقل يمكنك بهما تحديد اتجاه التيار المار فيه.

52. في أي اتجاه بالنسبة للمجال المغناطيسي يمكنك إمرار تيار كهربائي في سلك بحيث تكون القوة المؤثرة فيه صغيرة جدًّا أو صفرًا؟

53. سلكان متوازيان يسري فيهما تياران متساويان.

a. إذا كان التياران متعاكسين فأين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين أكبر من المجال الناتج عن أي منهما منفردًا؟

b. أين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين مساويًا ضعف المجال الناتج عن سلك منفرد؟

c. إذا كان التياران في الاتجاه نفسه فأين يكون المجال الكلي صفرًا؟

54. كيف يتغير أقصى تدريج للفولتمتر إذا زادت قيمة المقاومة؟

55. يمكن للمجال المغناطيسي أن يؤثر بقوة في جسيم مشحون، فهل يمكن للمجال أن يغير الطاقة الحركية للجسيم؟ وضّح إجابتك.

56. تتحرك حزمة بروتونات من الخلف إلى الأمام في غرفة، فانحرفت إلى أعلى عندما أثر فيها مجال مغناطيسي. ما اتجاه المجال المغناطيسي المسبب لانحرافها؟

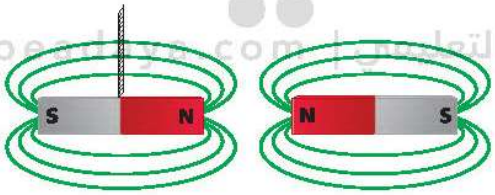
57. انظر خطوط المجال المغناطيسي الأرضي الموضحة في **الشكل 24–6**. أين يكون المجال المغناطيسي أكبر: عند القطبين أم عند خط الاستواء؟ وضّح إجابتك.

الشكل 24–6

إتقان حل المسائل

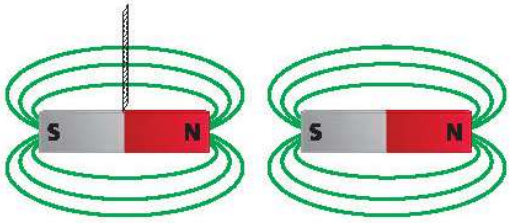
6–1 المغانط: الدائمة والمؤقتة

58. ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط عند تقريب المغناطيس الموضّح في **الشكل 25–6** منه؟



الشكل 25–6

59. ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط عند تقريب المغناطيس الموضّح في **الشكل 26–6** منه؟



الشكل 26–6

الإجابات في الصفحة التالية

50. يمكن للمغناطيس جذب قطعة حديد ليست مغناطيسًا دائمًا، كما يمكن لقضيب مطاط مشحون جذب عازل متعادل. صف العمليات المجهرية المختلفة التي تُنتج هذه الظواهر المتشابهة.

يجبر المغناطيس جميع المناطق المغناطيسية في الحديد على أن تشير إلى الاتجاه نفسه، وتفصل ساق المطاط المشحونة الشحنات الموجبة عن السابلة في العازل

51. سلك موضوع على طول طاولة المختبر، يسري فيه تيار. صف طريقتين على الأقل يمكنك بهما تحديد اتجاه التيار المار فيه.

استخدم البوصلة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي، ثم أحضر مغناطيسا قويا وحدد اتجاه القوة المؤثرة في السلك ثم استخدم قاعدة اليد اليمنى.

52. في أي اتجاه بالنسبة للمجال المغناطيسي يمكنك إمرار تيار كهربائي في سلك بحيث تكون القوة المؤثرة فيه صغيرة جدًّا أو صفرًا؟

اجعل السلك موازياً للمجال المغناطيسي

53. سلكان متوازيان يسري فيهما تياران متساويان.

a. إذا كان التياران متعاكسين فأين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين أكبر من المجال الناتج عن أي منهما منفردًا؟

سيكون المجال المغناطيسي أكبر في أي نقطة بين السلكين.

b. أين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين مساويًا ضعف المجال الناتج عن سلك منفرد؟

يكون المجال المغناطيسي مساويا لمثلي المجال الناتج عن أحد السلكين على الخط المنصف للمسافة بين السلكين

c. إذا كان التياران في الاتجاه نفسه فأين يكون المجال الكلي صفرًا؟

يكون المجال المغناطيسي صفرا على الخط المنصف للمسافة بين السلكين.

54. كيف يتغير أقصى تدريج للفولتمتر إذا زادت قيمة المقاومة؟

سيزداد أقصى تدريج للفولتمتر

55. يمكن للمجال المغناطيسي أن يؤثر بقوة في جسيم مشحون، فهل يمكن للمجال أن يغير الطاقة الحركية للجسيم؟ وضّح إجابتك.

لا، القوة دائما متعامدة مع اتجاه السرعة، فلا يبذل شغل، ولذلك لا تتغير الطاقة الحركية.

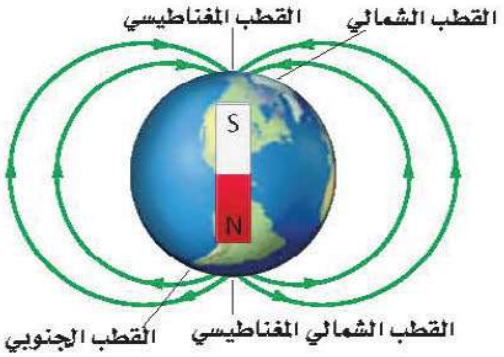
56. تتحرك حزمة بروتونات من الخلف إلى الأمام في غرفة، فانحرفت إلى أعلى عندما أثر فيها مجال مغناطيسي. ما اتجاه المجال المغناطيسي المسبب لانحرافها؟

بمواجهة مقدمة الغرفة، تكون السرعة إلى الأمام، وتكون القوة إلى أعلى، وباستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى يكون المجال المغناطيسي B نحو اليسار.

موقع بدايات

تابع إلى الصفحة التالية

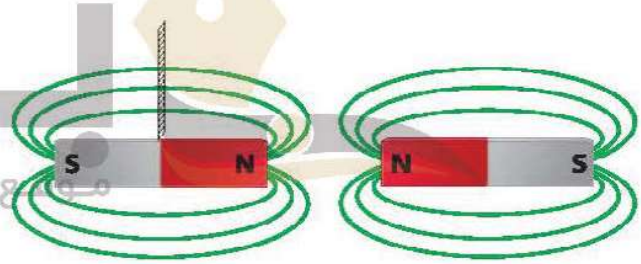
57. انظر خطوط المجال المغناطيسي الأرضي الموضحة في الشكل **24–6**. أين يكون المجال المغناطيسي أكبر: عند القطبين أم عند خط الاستواء؟ وضّح إجابتك.



الشكل **24–6**

يكون مقدار المجال المغقاطيسي الأرضي أكبر عند القطبين لأن الخطوط تكون متقاربة عند القطبين

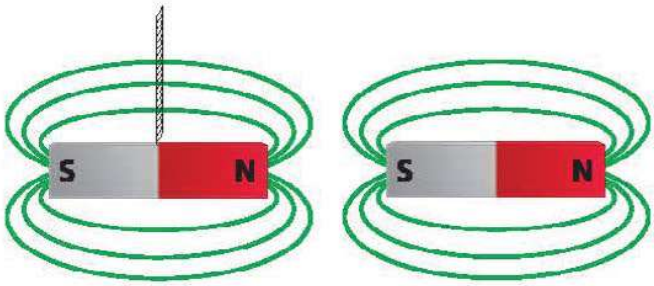
58. ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط عند تقريب المغناطيس الموضّح في الشكل **25–6** منه؟



الشكل **25–6**

يتحرك نحو اليسار أو يبدا في الدوران، الأقطاب المتشابهة تتنافر.

59. ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط عند تقريب المغناطيس الموضّح في الشكل **26–6** منه؟



الشكل **26–6**

يتحرك إلى اليمين، الأقطاب المختلفة تتجاذب.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

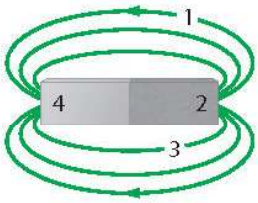
تقويم الفصل 6

60. ارجع إلى **الشكل 27–6** للإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. أين يقع القطبان؟

b. أين يقع القطب الشمالي؟

c. أين يقع القطب الجنوبي؟



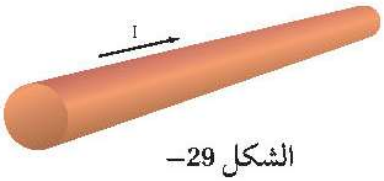
الشكل 27–6

61. يمثل **الشكل 28–6** استجابة البوصلة في موقعين مختلفين بالقرب من مغناطيس. أين يقع القطب الجنوبي للمغناطيس؟

الشكل 28–6

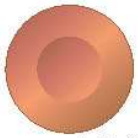
62. سلك طوله 1.50 m يسري فيه تيار مقداره 10.0 A، وضع عموديًّا في مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.60 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

63. يسري تيار اصطلاحي في سلك، كما هو موضّح في **الشكل 29–6**. ارسم قطعة السلك في دفترك، ثم ارسم خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.



الشكل 29–6

64. إذا كان التيار الاصطلاحي في **الشكل 30–6** خارجًا من مستوى الورقة فارسم الشكل في دفترك، ثم ارسم المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.

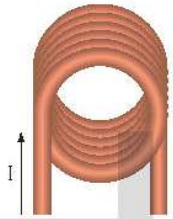


الشكل 30–6

65. يبين **الشكل 31–6** طرف مغناطيس كهربائي يسري خلاله تيار كهربائي.

a. ما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقات؟

b. ما اتجاه المجال المغناطيسي خارج الحلقات؟



الشكل 31–6

66. المغانط الخزفية قيست قوى التنافر بين مغناطيسين خزفيين، ووجد أنها تعتمد على المسافة، كما هو موضّح في **الجدول 1–6**.

a. مثّل بيانيًّا القوة كدالة مع المسافة.

b. هل تخضع هذه القوة لقانون التربيع العكسي؟

الجدول 1–

المسافة d (cm)	القوة F (N)
1.0	3.93
1.2	0.40
1.4	0.13
1.6	0.057
1.8	0.030
2.0	0.018
2.2	0.011
2.4	0.0076
2.6	0.0053
2.8	0.0038
3.0	0.0028

بداية
موقع بداية التعليم
bedaya.com

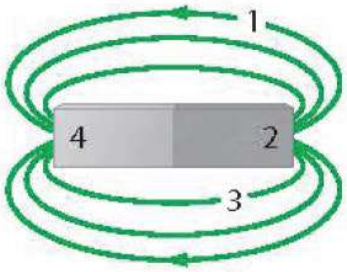
الإجابات في الصفحة التالية

60. ارجع إلى **الشكل 27–6** للإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. أين يقع القطبان؟ 2 و 4 من التعريف

b. أين يقع القطب الشمالي؟

c. أين يقع القطب الجنوبي؟

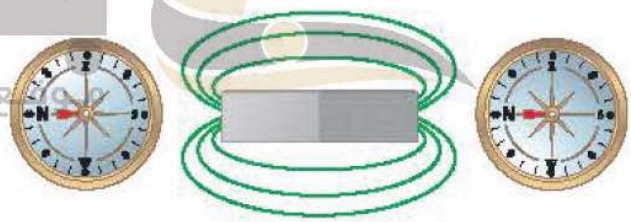


الشكل 27–6

حل b : 2 من التعريف واتجاه المجال

حل c: 4 من التعريف واتجاه المجال

61. يمثل **الشكل 28–6** استجابة البوصلة في موقعين مختلفين بالقرب من مغناطيس. أين يقع القطب الجنوبي للمغناطيس؟



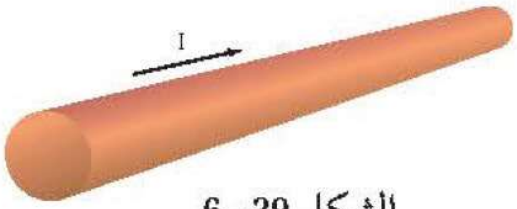
الشكل 28–6

على الطرف الأيسر لأن الأقطاب المختلفة تتجاذب.

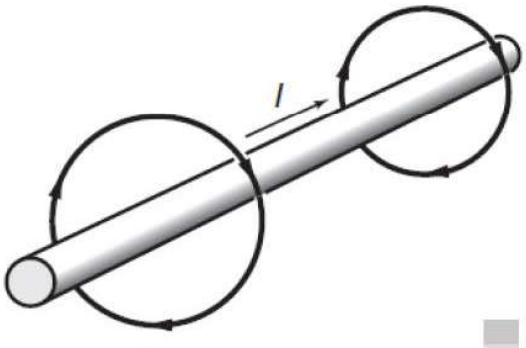
62. سلك طوله 1.50 m يسري فيه تيار مقداره 10.0 A، وضع عموديًّا في مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.60 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

0.040 T

63. يسري تيار اصطلاحي في سلك، كما هو موضّح في **الشكل 29–6**. ارسم قطعة السلك في دفترك، ثم ارسم خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.

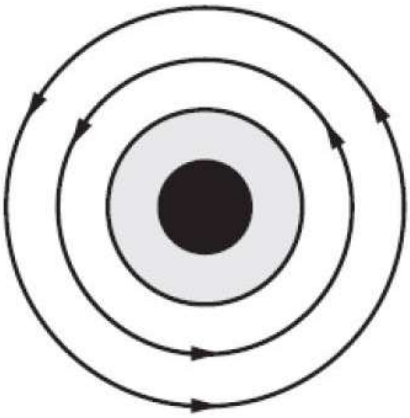


الشكل 29–6



64. إذا كان التيار الاصطلاحي في **الشكل 30–6** خارجًا من مستوى الورقة فارسم الشكل في دفترك، ثم ارسم المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.

الشكل 30–6



بداية
beadaya.com موقع بداية التعليم

تابع إلى الصفحة التالية

65. يبين الشكل **31–6** طرف مغناطيس كهربائي يسري خلاله تيار كهربائي.

a. ما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقات؟

إلى أسفل (داخل الصفحة).

b. ما اتجاه المجال المغناطيسي خارج الحلقات؟

إلى أعلى (داخل الصفحة)

66. **المغانط الخزفية** قيست قوى التنافر بين مغناطيسين خزفيين، ووجد أنها تعتمد على المسافة، كما هو موضّح في الجدول **1–6**.

a. مثّل بيانيًّا القوة كدالة مع المسافة.

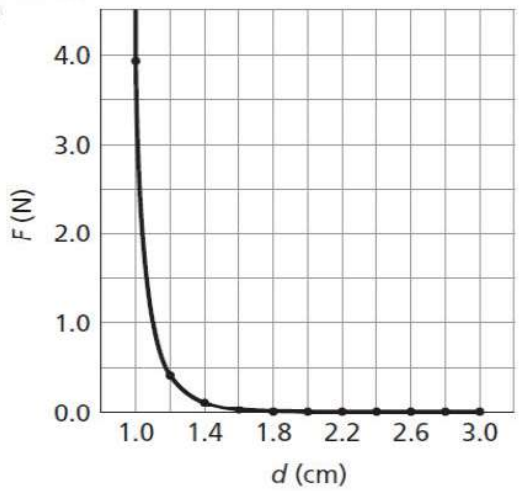
b. هل تخضع هذه القوة لقانون التربيع العكسي؟

الجدول 1–6

المسافة d (cm)	القوة F (N)
1.0	3.93
1.2	0.40
1.4	0.13
1.6	0.057
1.8	0.030
2.0	0.018
2.2	0.011
2.4	0.0076
2.6	0.0053
2.8	0.0038
3.0	0.0028

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

حل a

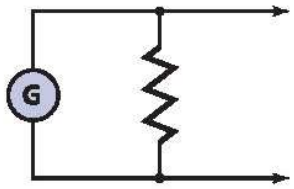


حل b: لا

تقويم الفصل 6

6– القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

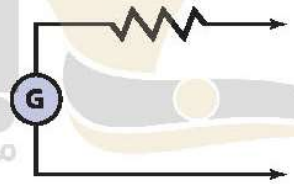
67. يستخدم المخطط الموضّح في الشكل 32–6 لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



الشكل 32–6

68. ماذا تسمّى المقاومة في الشكل 32–6؟

69. يستخدم المخطط الموضّح في الشكل 33–6 لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



الشكل 33–6

70. ماذا تسمّى المقاومة في الشكل 33–6؟

71. سلك طوله 0.50 m، يسري فيه تيار مقداره 8.0 A، وضع عموديًّا على مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.40 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

72. يسري تيار مقداره 5.0 A في سلك طوله 0.80 m، وضع عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T. ما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

73. يسري تيار مقداره 6.0 A في سلك طوله 25 cm، فإذا كان السلك موضوعًا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.30 T عموديًّا عليه فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

74. يسري تيار مقداره 4.5 A في سلك طوله 35 cm، فإذا كان السلك موضوعًا في مجال مغناطيسي مقداره 0.53 T وموازيًا له فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

75. سلك طوله 625 m متعامد مع مجال مغناطيسي مقداره 0.40 T، تأثر بقوة مقدارها 1.8 N، ما مقدار التيار المار فيه؟

76. يؤثر المجال المغناطيسي الأرضي بقوة مقدارها 0.12 N في سلك عمودي عليه طوله 0.80 m. ما مقدار التيار المار في السلك؟ استعمل المقدار 5.0×10^{-5} T للمجال المغناطيسي للأرض.

77. إذا كانت القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي مقداره 0.80 T في سلك يسري فيه تيار 7.5 A متعامد معه تساوي 3.6 N فما طول السلك؟

78. سلك لنقل القدرة الكهربائية يسري فيه تيار مقداره 225 A من الشرق إلى الغرب، وهو موازٍ لسطح الأرض.

a. ما القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي الأرضي في كل متر منه؟ استعمل:
$B_{\text{أرض}} = 5.0 \times 10^{-5}$ T

b. ما اتجاه هذه القوة؟

c. تُرى، هل تعدّ هذه القوة مهمة في تصميم البرج الحامل للسلك؟ وضّح إجابتك.

79. **الجلفانومتر** ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره 0.0 μA

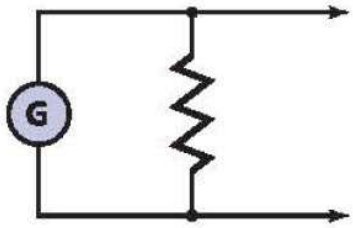
a. ما مقدار المقاومة الكلية للجلفانومتر ليصبح أقصى تدريج له 10.0 V عند انحرافه بالكامل؟

b. إذا كانت مقاومة الجلفانومتر 1.0 kΩ فما مقدار المقاومة الموصولة على التوالي (المضاعف)؟

بداية
موقع بداية التعليم
bedaya.com

الإجابات في الصفحة التالية

67. يستخدم المخطط الموضّح في الشكل 32–6 لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



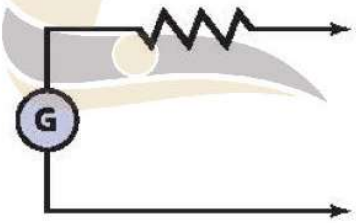
الشكل 32–6

أميتر، يمر معظم التيار خلال المقاومة وبذلك يسمح بقياس تيارات كبيرة.

68. ماذا تسمّى المقاومة في الشكل 32–6؟

مجزئ التيار، ووفق التعريف يعد مجزئ التيار صيغة أخرى لتوصيل التوازي.

69. يستخدم المخطط الموضّح في الشكل 33–6 لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



الشكل 33–6

فولتمتر، تقلل المقاومة المضافة التيار إلى أي جهد معطى

70. ماذا تسمّى المقاومة في الشكل 33–6؟

المضاعف، وفق التعريف تضاعف مقدار الجهد المقيس.

71. سلك طوله 0.50 m، يسري فيه تيار مقداره 8.0 A، وضع عموديًّا على مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.40 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

$$F = BIL$$

$$B = \frac{F}{IL}$$

$$= 0.1\ T$$

72. يسري تيار مقداره 5.0 A في سلك طوله 0.80 m، وضع عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T. ما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$F = ILB = 2.4\ N$$

73. يسري تيار مقداره 6.0 A في سلك طوله 25 cm، فإذا كان السلك موضوعًا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.30 T عموديًّا عليه فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$F = ILB = 0.45\ N$$

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

74. يسري تيار مقداره 4.5 A في سلك طوله 35 cm، فإذا كان السلك موضوعًا في مجال مغناطيسي مقداره 0.53 T وموازيًا له فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

إذا كان السلك موازيا للمجال فلا يوجد أي تأثير ولذلك لا توجد قوة مؤثرة.

75. سلك طوله 625 m متعامد مع مجال مغناطيسي مقداره 0.40 T، تأثر بقوة مقدارها 1.8 N، ما مقدار التيار المار فيه؟

$$F = BIL$$

$$I = \frac{F}{BL}$$

$$= 7.2\ mA$$

تابع إلى الصفحة التالية

76. يؤثر المجال المغناطيسي الأرضي بقوة مقدارها $0.12\,N$ في سلك عمودي عليه طوله $0.80\,m$. ما مقدار التيار المار في السلك؟ استعمل المقدار $5.0\times10^{-5}\,T$ للمجال المغناطيسي للأرض.

$$F = BIL$$
$$I = \frac{F}{BL}$$
$$= 3kA$$

77. إذا كانت القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي مقداره $0.80\,T$ في سلك يسري فيه تيار $7.5A$ متعامدمعه تساوي $3.6N$ فما طول السلك؟

$$F = BIL$$
$$L = \frac{F}{BI}$$
$$= 0.60\,m$$

78. سلك لنقل القدرة الكهربائية يسري فيه تيار مقداره $225\,A$ من الشرق إلى الغرب، وهو موازٍ لسطح الأرض.

a. ما القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي الأرضي في كل متر منه؟ استعمل:
$B_{\text{أرض}} = 5.0 \times 10^{-5}\,T$

$$F = BIL$$
$$\frac{F}{L} = IB = 0.011\,N/m$$

b. ما اتجاه هذه القوة؟

ستكون القوة إلى أسفل

c. تُرى، هل تعدّ هذه القوة مهمة في تصميم البرج الحامل للسلك؟ وضّح إجابتك.

لا ، تكون القوة أقل كثيراً من وزن الأسلاك.

79. **الجلفانومتر** ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره $50.0\,\mu A$

a. ما مقدار المقاومة الكلية للجلفانومتر ليصبح أقصى تدريج له $10.0\,V$ عند انحرافه بالكامل؟

$$V = IR$$
$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 2 \times 10^2 k\Omega$$

b. إذا كانت مقاومة الجلفانومتر $1.0\,k\Omega$ فما مقدار المقاومة الموصولة على التوالي (المضاعف)؟

$$R = 199k\Omega$$

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تقويم الفصل 6

80. استُخدم الجلفانومتر في المسألة السابقة لصنع أميتر أقصى تدريج له 10 mA، فما مقدار:

a. فرق الجهد خلال الجلفانومتر إذا مر فيه تيار 50 μA، علمًا بأن مقاومة الجلفانومتر تساوي 1.0 kΩ؟

b. المقاومة المكافئة للأميتر الناتج إذا كان التيار الذي يقيسه 10 mA؟

c. المقاومة الموصولة بالجلفانومتر على التوازي للحصول على المقاومة المكافئة الناتجة في الفرع b؟

81. تتحرك حزمة إلكترونات عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 6.0×10^{-2} T، وبسرعة 2.5×10^{6} m/s. ما مقدار القوة المؤثرة في كل إلكترون؟

82. **الجسيم الأولي** تحرك ميون (جسيم له شحنة مماثلة لشحنة الإلكترون) بسرعة 4.21×10^{7} m/s عموديًا على مجال مغناطيسي، فتأثر بقوة 5.00×10^{-12} N، ما مقدار:

a. المجال المغناطيسي؟

b. التسارع الذي يكتسبه الجسيم إذا كانت كتلته 1.88×10^{-28} kg؟

83. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم أحادي التأين 4.1×10^{-13} N عندما تحرك عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 0.61 T، فما مقدار سرعة هذا الجسيم؟

84. يسري تيار كهربائي في حلقة سلكية موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم قوي داخل غرفة. افترض أنك أدرت الحلقة بحيث لم يعد هناك أي ميل لها للدوران نتيجة للمجال المغناطيسي، فما اتجاه المجال المغناطيسي بالنسبة إلى مستوى الحلقة؟

85. أثرت قوة 5.78×10^{-16} N في جسيم مجهول الشحنة، ومتحرك بسرعة 5.65×10^{4} m/s عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 3.20×10^{-2} T، ما عدد الشحنات الأساسية التي يحملها الجسيم؟

مراجعة عامة

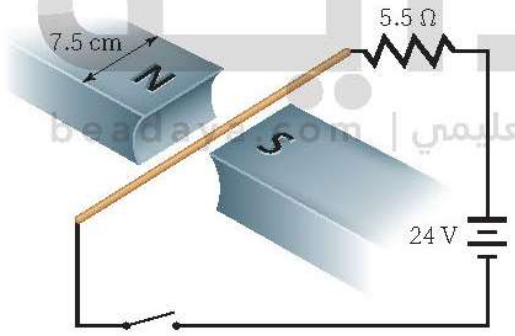
86. وضع سلك نحاسي مهمل المقاومة في الحيز بين مغناطيسين، كما في **الشكل 34–6**. فإذا كان وجود المجال المغناطيسي مقتصرًا على هذا الحيز، وكان مقداره 1.9 T فأوجد مقدار القوة المؤثرة في السلك، واتجاهها في كل من الحالات التالية:

a. عندما يكون المفتاح مفتوحًا.

b. عند إغلاق المفتاح.

c. عند إغلاق المفتاح وعكس البطارية.

d. عند إغلاق المفتاح وتبديل السلك بقطعة مختلفة مقاومتها 5.5 Ω



الشكل 34–6

87. لديك جلفانومتران، أقصى تدريج لأحدهما 50.0 μA، وللآخر 500.0 μA، ولملفيهما المقاومة نفسها 855 Ω، والمطلوب تحويلهما إلى أميترين، على أن يكون أقصى تدريج لكل منهما 100.0 mA.

a. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الأول؟

b. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الثاني؟

c. حدّد أيهما يعطي قراءات أدق؟ وضّح إجابتك.

بداية | موقع بداية التعليمي

الإجابات في الصفحة التالية

80. استُخدم الجلفانومتر في المسألة السابقة لصنع أميتر أقصى تدريج له 10 mA، فما مقدار:

a. فرق الجهد خلال الجلفانومتر إذا مر فيه تيار 50 μA، علمًا بأن مقاومة الجلفانومتر تساوي 1.0 kΩ؟

$$V = IR = 0.05\ V$$

b. المقاومة المكافئة للأميتر الناتج إذا كان التيار الذي يقيسه 10 mA؟

$$V = IR$$
$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 5\Omega$$

c. المقاومة الموصولة بالجلفانومتر على التوازي للحصول على المقاومة المكافئة الناتجة في الفرع b؟

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$
$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_2}$$
$$R_1 = 5\Omega$$

81. تتحرك حزمة إلكترونات عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 6.0×10^{-2} T، وبسرعة 2.5×10^{6} m/s. ما مقدار القوة المؤثرة في كل إلكترون؟

$$F = Bqv = 2.4 \times 10^{-14}\ N$$

82. **الجسيم الأولي** تحرك ميون (جسيم له شحنة مماثلة لشحنة الإلكترون) بسرعة 4.21×10^{7} m/s عموديًا على مجال مغناطيسي، فتأثر بقوة 5.00×10^{-12} N، ما مقدار:

a. المجال المغناطيسي؟

$$F = Bqv$$
$$B = \frac{F}{qv}$$
$$= 0.742\ T$$

b. التسارع الذي يكتسبه الجسيم إذا كانت كتلته 1.88×10^{-28} kg؟

$$F = ma$$
$$a = \frac{F}{M}$$
$$= 2.66 \times 10^{16}\ m/s^2$$

83. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم أحادي التأين 4.1×10^{-13} N عندما تحرك عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 0.61 T، فما مقدار سرعة هذا الجسيم؟

$$F = qvB$$
$$V = \frac{F}{Bq}$$
$$= 4.2 \times 10^{6}\ m/s$$

84. يسري تيار كهربائي في حلقة سلكية موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم قوي داخل غرفة. افترض أنك أدرت الحلقة بحيث لم يعد هناك أي ميل لها للدوران نتيجة للمجال المغناطيسي، فما اتجاه المجال المغناطيسي بالنسبة إلى مستوى الحلقة؟

المجال المغناطيسي عمودي على مستوى الحلقة. تستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال الناتج من الحلقة، ويكون المجال المغناطيسي داخل الغرفة في اتجاه مجال الحلقة نفسه.

85. أثرت قوة 5.78×10^{-16}N في جسيم مجهول الشحنة، ومتحرك بسرعة 5.65×10^{4} m/s عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 3.20×10^{-2} T، ما عدد الشحنات الأساسية التي يحملها الجسيم؟

شحنتان

بداية التعلم | beadaya.com

تابع إلى الصفحة التالية

. وضع سلك نحاسي مهمل المقاومة في الحيز بين مغناطيسين، كما في **الشكل 34–6**. فإذا كان وجود المجال المغناطيسي مقتصرًا على هذا الحيز، وكان مقداره 1.9T فأوجد مقدار القوة المؤثرة في السلك، واتجاهها في كل من الحالات التالية:

a. عندما يكون المفتاح مفتوحًا.

الاتجاه صفر، المقدار صفر، لا يوجد تيار، لذلك لا يوجد مجال مغناطيسي من السلك، وأيضا النحاس مادة غير مغناطيسية.

b. عند إغلاق المفتاح.

الاتجاه إلى أعلى، القوة 0.62 N اتجاه القوة يحدد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى

c. عند إغلاق المفتاح وعكس البطارية.

الاتجاه إلى أسفل، القوة 0.62 N اتجاه القوة يحدد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى

d. عند إغلاق المفتاح وتبديل السلك بقطعة مختلفة مقاومتها 5.5 Ω

الاتجاه إلى أعلى، القوة 0.31 N، اتجاه القوة يحدد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

87. لديك جلفانومتران، أقصى تدريج لأحدهما 50.0 μA، وللآخر 500.0 μA، ولملفيهما المقاومة نفسها 855 Ω، والمطلوب تحويلهما إلى أميترين، على أن يكون أقصى تدريج لكل منهما 100.0 mA.

a. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الأول؟

$$V = IR = 0.0428\ V$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= 0.428\Omega$$

b. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الثاني؟

$$V = IR = 0.428\ V$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= 4.3\Omega$$

c. حدّد أيهما يعطي قراءات أدق؟ وضّح إجابتك.

الجلفتومتر الأول 50μA أفضل. لمجزئ التيار مقاومة أقل، لذلك تكون المقاومة الكلية أصغر، تكون مقاومة الأميتر المثالي صفر أوم تقريبا.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تقويم الفصل 6

. **الجسيم الأولي** يتحرك جسيم بيتا (إلكترون له سرعة كبيرة) عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T بسرعة 2.5×10^{7} m/s. ما مقدار القوة المؤثرة في الجسيم؟

89. إذا كانت كتلة الإلكترون 9.11×10^{-31} kg فما مقدار التسارع الذي يكتسبه جسيم بيتا الوارد في المسألة السابقة؟

90. يتحرك إلكترون بسرعة 8.1×10^{5} m/s نحو الجنوب في مجال مغناطيسي مقداره 16 T نحو الغرب. ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون، واتجاهها؟

91. **مكبر الصوت** إذا كان المجال المغناطيسي في سماعة عدد لفات ملفها 250 لفة يساوي 0.15 T، وقطر الملف 2.5 cm فما مقدار القوة المؤثرة في الملف إذا كانت مقاومته 8.0 Ω، وفرق الجهد بين طرفيه 15 V؟

92. يسري تيار مقداره 15 A في سلك طوله 25 cm موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.85 T. فإذا كانت القوة المؤثرة في السلك تعطى بالعلاقة $F=ILB\sin\theta$ فاحسب القوة المؤثرة في السلك عندما يصنع مع المجال المغناطيسي الزوايا التالية:

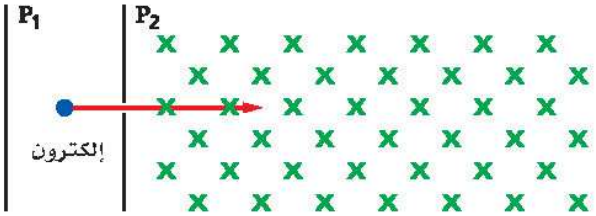
a. 90° **b.** 45° **c.** 0°

93. **مسرّع نووي** سُرّع إلكترون من السكون خلال فرق جهد مقداره 20000 V بين اللوحين P_1 و P_2، كما هو موضح في **الشكل 35–6**. ثم خرج من فتحة صغيرة، ودخل مجالاً مغناطيسيًا منتظمًا مقداره B إلى داخل الصفحة.

a. حدّد اتجاه المجال الكهربائي بين اللوحين (من P_1 إلى P_2 أو العكس).

b. احسب سرعة الإلكترون عند P_2 بالاستعانة بالمعلومات المعطاة.

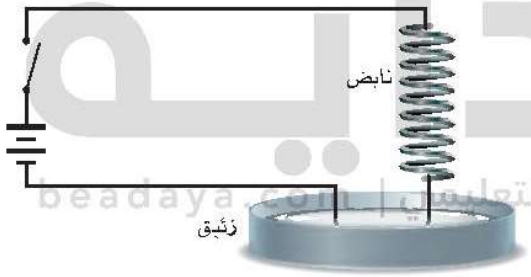
c. صف حركة الإلكترون داخل المجال المغناطيسي.



الشكل 35–6

التفكير الناقد

94. **تطبيق المفاهيم** ماذا يحدث إذا مر تيار خلال نابض رأسي، كما هو موضّح في **الشكل 36–6** وكانت نهاية النابض موضوعة داخل كأس مملوءة بالزئبق؟ ولماذا؟



الشكل 36–6

95. **تطبيق المفاهيم** يُعطى المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك طويل بالعلاقة $B=(2\times10^{-7}\ T\cdot m/A)(I/d)$؛ حيث تمثل B مقدار المجال بوحدة T (تسلا)، و I التيار بوحدة A(أمبير)، و d البعد عن السلك بوحدة m. استخدم هذه العلاقة لحساب المجالات المغناطيسية التي تتعرض لها في الحياة اليومية:

a. نادرًا ما يمر في أسلاك التمديدات المنزلية تيار أكبر من 10 A. ما مقدار المجال المغناطيسي على بُعد 0.5 m من سلك مماثل لهذه الأسلاك مقارنة بالمجال المغناطيسي الأرضي.

بداية beadaya.com مجموعة بداية التعليمية

الإجابات في الصفحة التالية

88. **الجسيم الأولي** يتحرك جسيم بيتا (إلكترون له سرعة كبيرة) عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T بسرعة 2.5×10^{7} m/s. ما مقدار القوة المؤثرة في الجسيم؟

$$F = Bqv = 2.4 \times 10^{-12}\ N$$

89. إذا كانت كتلة الإلكترون 9.11×10^{-31} kg فما مقدار التسارع الذي يكتسبه جسيم بيتا الوارد في المسألة السابقة؟

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$= 2.6 \times 10^{18}\ m/s^2$$

90. يتحرك إلكترون بسرعة 8.1×10^{5} m/s نحو الجنوب في مجال مغناطيسي مقداره 16 T نحو الغرب. ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون، واتجاهها؟

$$F = Bqv = 2.1 \times 10^{-12}\ N$$

إلى أعلى (قاعدة اليد اليمنى)، تذكر أن حركة الإلكترون عكس اتجاه التيار.

91. **مكبر الصوت** إذا كان المجال المغناطيسي في ساعة عدد لفات ملفها 250 لفة يساوي 0.15 T، وقطر الملف 2.5 cm فما مقدار القوة المؤثرة في الملف إذا كانت مقاومته 8.0 Ω، وفرق الجهد بين طرفيه 15 V؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$L = nJd$$

$$F=BIL = \frac{BVn\pi d}{R}$$

$$= 5.5\ N$$

92. يسري تيار مقداره 15 A في سلك طوله 25 cm موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.85 T. فإذا كانت القوة المؤثرة في السلك تعطى بالعلاقة $F=ILB\sin\theta$ فاحسب القوة المؤثرة في السلك عندما يصنع مع المجال المغناطيسي الزوايا التالية:

a. 90° b. 45° c. 0°

حل a

$$F = BIL\sin\theta = 3.2\ N$$

حل b

$$F = BIL\sin\theta = 2.3\ N$$

حل c

$$r\sin\theta^\circ = 0$$

$$F = BIL\sin\theta = 0\ N$$

93. **مسرّع نووي** سُرّع إلكترون من السكون خلال فرق جهد مقداره 20000 V بين اللوحين P_1 و P_2، كما هو موضح في الشكل 35-6. ثم خرج من فتحة صغيرة، ودخل مجالاً مغناطيسيًّا منتظمًا مقداره B إلى داخل الصفحة.

a. حدّد اتجاه المجال الكهربائي بين اللوحين (من P_1 إلى P_2 أو العكس).

من P_2 إلى P_1

b. احسب سرعة الإلكترون عند P_2 بالاستعانة بالمعلومات المعطاة.

$$KE = q\Delta V = 3.2 \times 10^{-15}\ J$$

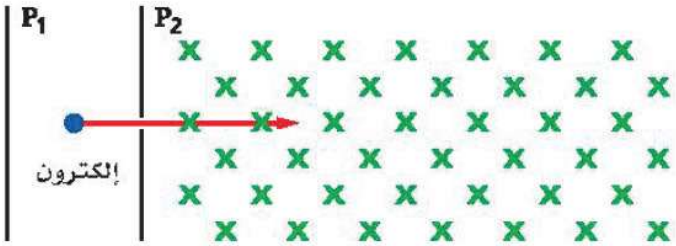
$$KE = 0.5mv^2$$

$$V = 8 \times 10^{7}\ m/s$$

بداية
سوسع بداية التعليمي | beadaya.com

تابع إلى الصفحة التالية

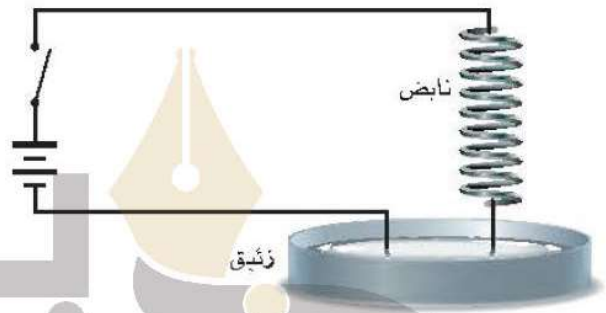
c. صف حركة الإلكترون داخل المجال المغناطيسي.



الشكل 35–6

في اتجاه حركة عقارب الساعة

94. تطبيق المفاهيم ماذا يحدث إذا مر تيار خلال نابض رأسي، كما هو موضّح في الشكل 36–6 وكانت نهاية النابض موضوعة داخل كأس مملوءة بالزئبق؟ ولماذا؟



الشكل 36–6

عند مرور التيار خلال الملف يزداد المجال المغناطيسي، فتعمل القوة على ضغط النابض، ولذلك يخرج طرف السلك من الزئبق وتفتح الدائرة فيقل المجال المغاطيسي وينزل النابض إلى أسفل، ويتذبذب النابض إلى أعلى وإلى أسفل.

95. تطبيق المفاهيم يُعطى المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك طويل بالعلاقة $B=(2\times10^{-7}\ T.m/A)(I/d)$؛ حيث تمثل B مقدار المجال بوحدة T (تسلا)، و I التيار بوحدة A(أمبير)، و d البعد عن السلك بوحدة m. استخدم هذه العلاقة لحساب المجالات المغناطيسية التي تتعرض لها في الحياة اليومية:

a. نادرًا ما يمر في أسلاك التمديدات المنزلية تيار أكبر من 10 A. ما مقدار المجال المغناطيسي على بُعد 0.5 m من سلك مماثل لهذه الأسلاك؟ قارنه بالمجال المغناطيسي الأرضي.

4×10^{-6} T المجال المغناطيسي الأرضي 5×10^{-5} ، لذلك يكون المجال المغناطيسي الأرضي أقوى من المجال المغناطيسي للسلك 12 مرة تقريباً

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تقويم الفصل 6

b. يسري في أسلاك نقل القدرة الكهربائية الكبيرة غالبًا تيار 200 A بجهد أكبر من 765 kV. ما مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن سلك من هذه الأسلاك على سطح الأرض على افتراض أنه يرتفع عن سطحها 20 m؟ وما مقدار المجال مقارنة بالمجال في المنزل؟

c. تنصح بعض المجموعات الاستهلاكية المرأة الحامل بعدم استخدام البطانية الكهربائية؛ لأن المجال المغناطيسي يسبب مشاكل صحية. قدِّر المسافة التي يمكن أن يكون فيها الجنين بعيدًا عن السلك، موضحًا فرضيتك. إذا كانت البطانية تعمل على تيار 1 A فأوجد المجال المغناطيسي عند موقع الجنين. وقارن بين هذا المجال والمجال المغناطيسي الأرضي.

96. جمع المتجهات في جميع الحالات الموصوفة في المسألة السابقة هناك سلك آخر يحمل التيار نفسه في الاتجاه المعاكس. أوجد المجال المغناطيسي المحصل على بُعد 0.10 m من السلك الذي يسري فيه تيار 10 A. إذا كانت المسافة بين السلكين 0.01 m فارسم شكلاً يوضّح هذا الوضع. احسب مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن كل سلك، واستخدم القاعدة الأولى لليد اليمنى لرسم متجهات توضّح المجالات. واحسب أيضًا حاصل الجمع الاتجاهي للمجالين مقدارًا واتجاهًا.

الكتابة في الفيزياء

97. ابحث في المغانط الفائقة التوصيل، واكتب ملخصًا من صفحة واحدة للاستخدامات المحتملة لهذه المغانط. وتأكد من وصف أي عقبات تقف في طريق التطبيقات العملية لهذه المغانط.

مراجعة تراكمية

98. احسب الشغل الذي يتطلبه نقل شحنة مقدارها 6.40×10^{-3} C خلال فرق جهد مقداره 2500 V. (الفصل 3)

99. إذا تغير التيار المار في دائرة جهدها 120 V من 1.3 A إلى 2.3 A فاحسب التغير في القدرة. (الفصل 4)

100. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها 55 Ω على التوازي، ثم وصلت المقاومات السابقة على التوالي بمقاومتين تتصلان على التوالي، مقدار كل منهما 55 Ω، ما مقدار المقاومة المكافئة للمجموعة؟ (الفصل 5)

beadaya.com | منصة البداية التعليمي

الإجابات في الصفحة التالية

b. يسري في أسلاك نقل القدرة الكهربائية الكبيرة غالبًا تيار 200 A بجهد أكبر من 765 kV. ما مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن سلك من هذه الأسلاك على سطح الأرض على افتراض أنه يرتفع عن سطحها 20 m؟ وما مقدار المجال مقارنة بالمجال في المنزل؟

2×10^{-6} T هذا يمثل نصف المجال في الفرع a

c. تنصح بعض المجموعات الاستهلاكية المرأة الحامل بعدم استخدام البطانية الكهربائية؛ لأن المجال المغناطيسي يسبب مشاكل صحية. قدِّر المسافة التي يمكن أن يكون فيها الجنين بعيدًا عن السلك، موضحًا فرضيتك. إذا كانت البطانية تعمل على تيار 1 A فأوجد المجال المغناطيسي عند موقع الجنين. وقارن بين هذا المجال والمجال المغناطيسي الأرضي.

افترض أن هناك سلكا واحدا فقط يحمل التيار فوق الجنين، واستخدم مركز الجنين (حيث توجد الأعضاء الحية) بوصفه نقطة مرجعية. في المرحلة البدائية من الحمل يمكن أن يكون الجنين على بعد 5cm من البطانية، وفي المراحل المتأخرة من الحمل يكون مركز الجنين على ب 10cm. لذلك

$$I = 1\ A,\ d = 0.05\ m$$

$$B = 4 \times 10^{-6}\ T$$

المجال الأرضي حوالي 5×10^{-5} T وأقوى 12 مرة

96. جمع المتجهات في جميع الحالات الموصوفة في المسألة السابقة هناك سلك آخر يحمل التيار نفسه في الاتجاه المعاكس. أوجد المجال المغناطيسي المحصل على بُعد 0.10 m من السلك الذي يسري فيه تيار 10 A. إذا كانت المسافة بين السلكين 0.01 m فارسم شكلاً يوضّح هذا الوضع. احسب مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن كل سلك، واستخدم القاعدة الأولى لليد اليمنى لرسم متجهات توضّح المجالات. واحسب أيضًا حاصل الجمع الاتجاهي للمجالين مقدارًا واتجاهًا.

لكل سلك $d = 0.1\ m, I = 10\ A$ لذلك

$$B = 2 \times 10^{-5}\ T$$

من الشكل، فقط المركبات الموازية للخط المنصف بين الأسلاك تساهم في محصلة المجال، المركبة من كل سلك.

$$B_1 = B \sin\theta = 1 \times 10^{-6}\ T$$

لكن كل سلك يساهم بالمقدار نفسه من المجال أي أن المحصلة

$$B = 2 \times 10^{-6}\ T$$

وتعادل 1/25 من المجال الأرضي.

97. ابحث في المغانط الفائقة التوصيل، واكتب ملخصًا من صفحة واحدة للاستخدامات المحتملة لهذه المغانط. وتأكد من وصف أي عقبات تقف في طريق التطبيقات العملية لهذه المغانط.

تستخدم المغانط الفاتقة التوصيل في التصوير بالرنين المغناطيسي MRI وقطارات الرفع المغناطيسية، وتحتاج المغناط الفائقة التوصيل إلى درجة حرارة منخفضة. يحاول العلماء تطوير مواد فائقة التوصيل عند درجات حرارة مرتفعة.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تابع إلى الصفحة التالية

98. احسب الشغل الذي يتطلبه نقل شحنة مقدارها $6.40\times10^{-3}\ \text{C}$ خلال فرق جهد مقداره $2500\ \text{V}$. (الفصل 3)

$$W = qV = 16J$$

99. إذا تغير التيار المار في دائرة جهدها $120\ \text{V}$ من $1.3\ \text{A}$ إلى $2.3\ \text{A}$ فاحسب التغير في القدرة. (الفصل 4)

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 120\ \text{W}$$

100. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها $55\ \Omega$ على التوازي، ثم وصلت المقاومات السابقة على التوالي بمقاومتين تتصلان على التوالي، مقدار كل منهما $55\ \Omega$، ما مقدار المقاومة المكافئة للمجموعة؟

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \underline{1} + \frac{1}{R}$$

$$R_P = 18\Omega$$

$$R_{\text{total}} = R_P + R + R = 128\Omega$$

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. يسري تيار مقداره 7.2 A في سلك مستقيم موضوع في مجال مغناطيسي منتظم 8.9×10^{-3} T وعمودي عليه. ما طول جزء السلك الموجود في المجال الذي يتأثر بقوة مقدارها 2.1 N؟

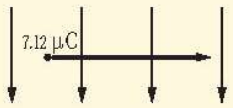
(A) 2.6×10^{-3} m
(B) 3.1×10^{-2} m
(C) 1.3×10^{-1} m
(D) 3.3×10^{1} m

2. افترض أن جزءًا طوله 19 cm من سلك يسري فيه تيار متعامد مع مجال مغناطيسي مقداره 4.1 T، ويتأثر بقوة مقدارها 7.6 mN، ما مقدار التيار المار في السلك؟

(A) 3.4×10^{-7} A
(B) 9.8×10^{-3} A
(C) 1.0×10^{-2} A
(D) 9.8 A

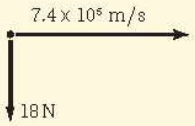
3. تتحرك شحنة مقدارها 7.12 μC بسرعة الضوء في مجال مغناطيس مقداره 4.02 mT. ما مقدار القوة المؤثرة فيها؟

(A) 8.59 N
(B) 2.90×10^{1} N
(C) 8.59×10^{12} N
(D) 1.00×10^{16} N



4. إذا تحرك إلكترون بسرعة 7.4×10^{5} m/s عموديًّا على مجال مغناطيسي، وتأثر بقوة مقدارها 18 N فما شدة المجال المغناطيسي المؤثر؟

(A) 6.5×10^{-15} T
(B) 2.4×10^{-5} T
(C) 1.3×10^{7} T
(D) 1.5×10^{14} T



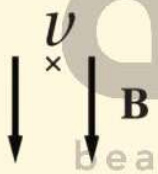
5. أي العوامل التالية لا يؤثر في مقدار المجال المغناطيسي لملف لولبي؟

(A) عدد اللفات
(B) مقدار التيار
(C) مساحة مقطع السلك
(D) نوع قلب الملف

6. أي العبارات التالية المتعلقة بالأقطاب المغناطيسية المفردة غير صحيحة؟

(A) القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي شمالي مفرد.
(B) استخدمها علماء البحث في تطبيقات التشخيص الطبي الداخلي.
(C) القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي جنوبي مفرد.
(D) غير موجودة.

7. مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.25 T يتجه رأسيًّا إلى أسفل، دخل فيه بروتون بسرعة أفقية مقدارها 4.0×10^{6} m/s. ما مقدار القوة المؤثرة في البروتون واتجاهها لحظة دخوله المجال؟



(A) 1.6×10^{-13} N إلى اليسار
(B) 1.6×10^{-13} N إلى أسفل
(C) 1.0×10^{6} N إلى أعلى
(D) 1.0×10^{6} N إلى اليمين

الأسئلة الممتدة

8. وصل سلك ببطارية جهدها 5.8 V في دائرة تحتوي على مقاومة مقدارها 18 Ω. فإذا كان 14 cm من السلك داخل مجال مغناطيسي مقداره 0.85 T، وكان مقدار القوة المؤثرة في السلك تساوي 22 mN فما مقدار الزاوية بين السلك والمجال المغناطيسي المؤثر، إذا علمت أن العلاقة الخاصة بالقوة المؤثرة في السلك هي $F=ILB\sin\theta$؟

✓ إرشاد

قراءة التوجيهات

لا يهم كم مرة أديت اختبارًا خاصًّا أو امتحانًا. أما الأهم فهو أن تقرأ التوجيهات أو التعليمات التي تزود بها في بداية كل جزء؛ فهي لا تستغرق سوى لحظات، إلا أنها تحول دون ارتكاب أخطاء بسيطة قد تجعلك تؤدي الاختبار بصورة سيئة.

Beadaya.com | بداية التعليم

مصادر تعليمية للطالب

- دليل الرياضيات
- الجداول
- المصطلحات

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

دليل الرياضيات

يمكنك الإطلاع على الدليل من خلال
زيارة الرابط التالي:

بداية
beadaya.com | موقع تعليمي

الجداول

الوحدات الأساسية SI		
الكمية	الاسم	الرمز
الطول	meter	m
الكتلة	kilogram	kg
الزمن	second	s
درجة الحرارة	kelvin	K
مقدار المادة	mole	mol
التيار الكهربائي	ampere	A
شدة الإضاءة	candela	cd

وحدات SI المشتقة				
القياس	الوحدة	الرمز	معبرة بالوحدات الأساسية	معبرة بوحدات SI أخرى
التسارع		m/s^2	m/s^2	
المساحة		m^2	m^2	
الكثافة		kg/m^3	kg/m^3	
الشغل، الطاقة	joul	J	$kg.m^2/s^2$	N.m
القوة	newton	N	$kg.m/s^2$	
القدرة	watt	W	$kg.m^2/s^3$	J/s
الضغط	pascal	Pa	$kg/m.s^2$	N/m^2
السرعة		m/s	m/s	
الحجم		m^3	m^3	

بدايه
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تحويلات مفيدة		
1 in = 2.54 cm	$1kg = 6.02 \times 10^{26}$ u	1 atm = 101 kPa
1 mi = 1.61 km	1 oz ↔ 28.4 g	1 cal = 4.184 J
	1 kg ↔ 2.21 lb	$1ev = 1.60 \times 10^{-19}$ J
1 gal = 3.79 L	1 lb = 4.45 N	1kwh = 3.60 MJ
$1 m^3 = 264$ gal	1 atm = 14.7 lb/in^2	1 hp = 746 W
	$1atm = 1.01 \times 10^5 N/m^2$	$1 mol = 6.022 \times 10^{23}$

الجداول

ثوابت فيزيائية			
الكمية	الرمز	المقدار	القيمة التقريبية
وحدة كتلة الذرة	u	$1.66053886\times 10^{-27}$ kg	1.66×10^{-27} kg
عدد أفوجادرو	N_A	6.0221415×10^{23} mol^{-1}	6.022×10^{23} mol^{-1}
ثابت بولتزمان	k	1.3806505×10^{-23} $Pa.m^3/K$	1.38×10^{-23} $Pa.m^3/K$
ثابت الغاز	R	8.314472 $Pa.m^3/mol.K$	8.31 $Pa.m^3/mol.K$
ثابت الجاذبية	G	6.6742×10^{-11} $N.m^2/kg^2$	6.67×10^{-11} $N.m^2/kg^2$

البادئات		
البادئة	الرمز	الدلالة العلمية
femto	f	10^{-15}
pico	p	10^{-12}
nano	n	10^{-9}
micro	μ	10^{-6}
milli	m	10^{-3}
centi	c	10^{-2}
deci	d	10^{-1}
deka	da	10^{1}
hecto	h	10^{2}
kilo	k	10^{3}
mega	M	10^{6}
giga	G	10^{9}
terra	T	10^{12}
peta	P	10^{15}

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

الجداول

كثافة بعض المواد الشائعة	
المادة	الكثافة (g/cm^3)
ألومنيوم	2.702
كادميوم	8.642
نحاس	8.92
جرمانيوم	5.35
ذهب	19.31
هيدروجين	8.99×10^{-5}
إنديوم	7.30
حديد	7.86
رصاص	11.34
زئبق	13.546
أكسجين	1.429×10^{-3}
سليكون	2.33
فضة	10.5
ماء (4 C°)	1.000
خارصين	7.14

درجات الانصهار والغليان لبعض المواد		
المادة	درجة الذوبان (C°)	درجة الغليان (C°)
ألومنيوم	660.37	2467
نحاس	1083	2567
جرمانيوم	937.4	2830
ذهب	1064.43	2808
إنديوم	156.61	2080
حديد	1535	2750
رصاص	327.5	1740
سيليكون	1410	2355
فضة	961.93	2212
ماء	0.000	100.000
خارصين	419.58	907

الحرارة النوعية لبعض المواد الشائعة			
	الحرارة النوعية (J/kg.K)	المادة	الحرارة النوعية (J/kg.K)
ألومنيوم	897	رصاص	130
نحاس أصفر	376	ميثانول	2450
كربون	710	فضة	235
نحاس	385	بخار	2020
زجاج	840	ماء	4180
جليد	2060	خارصين	388
حديد	450		

الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتبخر لبعض المواد الشائعة		
المادة	الحرارة الكامنة للانصهار (J/kg)	الحرارة الكامنة للتبخر (J/kg)
نحاس	2.05×10^5	5.07×10^6
ذهب	6.30×10^4	1.64×10^6
حديد	2.66×10^5	6.29×10^6
رصاص	2.04×10^4	8.64×10^5
زئبق	1.15×10^4	2.72×10^5
ميثانول	1.09×10^5	8.78×10^5
فضة	1.04×10^5	2.36×10^6
ماء (جليد)	3.34×10^5	2.26×10^6

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

الجداول

الأطوال الموجية للضوء المرئي	
الطول الموجي (nm) بالنانومتر	اللون
430–380	الضوء البنفسجي
450–430	الضوء النيلي
500–450	الضوء الأزرق
520–500	الضوء الأزرق الداكن
565–520	الضوء الأخضر
590–565	الضوء الأصفر
625–590	الضوء البرتقالي
740–625	الضوء الأحمر

سرعة الصوت في أوساط مختلفة	
m/s	الوسط
331	هواء (0°)
343	هواء (20°)
972	هيليوم (0°)
1286	هيدروجين (0°)
1493	ماء (25°)
1533	ماء البحر (0°)
1600	مطاط
3560	نحاس (25°)
5130	حديد (25°)
5640	زجاج التنور
12000	ألماس

بداية
موقع بداية التعليمي | beaday.com

المصطلحات

أ

الأمبير Ampere تدفق الشحنة الكهربائية أو التيار الكهربائي، وهو يساوي واحد كولوم لكل ثانية (1C/s).

الأميتر Ammeter جهاز مقاومته قليلة جدًّا، يوصل على التوالي، ويستخدم لقياس التيار الكهربائي المار في أيّ جزء من من أجزاء الدائرة.

أهداب التداخل fringes interference نمط من حزم مضيئة ومعتمة يتكوّن على شاشة، نتيجة التداخل الهدّام والتداخل البنّاء لموجات الضوء المارة خلال شقين – في حاجز – متقاربين.

ب

البطارية Battery جهاز مصنوع من عدة خلايا جلفانية متصل بعضها ببعض، تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

ت

التأريض Grounding عملية التخلص من الشحنة الكهربائية الفائضة على الجسم بتوصيله بالأرض.

التداخل في الأغشية الرقيقة thin-film interference: الظاهرة التي ينتج عنها طيف الألوان بسبب التداخل البنّاء والتداخل الهدّام.

التدفق المغناطيسي Magnetic flux عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تمر خلال السطح.

التوصيل على التوازي Parallel connection نوع من التوصيل يكون فيه عنصر الدائرة والفولتمتر مُصطفّين متوازيين في الدائرة، ويكون فرق الجهد عبر الفولتمتر مساويًا لفرق الجهد عبر عنصر الدائرة، كما يكون هناك أكثر من مسار للتيار في الدائرة الكهربائية.

التوصيل على التوالي Series connection نوع من التوصيل يكون فيه مسار واحد للتيار فقط في الدائرة الكهربائية.

التيار الاصطلاحي Conventional current مرور للشحنات الموجبة من منطقة الجهد المرتفع إلى منطقة الجهد المنخفض.

التيار الكهربائي Electric current تدفق جسيمات مشحونة.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

المصطلحات

ج

الجلفانومتر Galvanometer جهاز يستخدم لقياس التيارات الكهربائية الصغيرة جدًّا، ويمكن تحويله إلى أميتر أو فولتمتر.

ح

حفظ الشحنة Save charge: الشحنات لا تفنى ولا تستحدث، ولكن يمكن فصلها؛ لذا فإن الكمية الكلية للشحنة- عدد الألكترونات السالبة والأيونات الموجبة- في الدائرة لا تتغير.

خ

خط المجال الكهربائي Electric field lines الخطوط التي تكوِّن صورة لمجال كهربائي، وتشير إلى شدة المجال الكهربائي من خلال المسافات بينها، وهي لا تتقاطع، كما أنها تخرج دائمًا من الشحنات الموجبة وتدخل إلى الشحنات السالبة.

د

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

دائرة التوازي Parallel circuit أحد أنواع الدوائر الكهربائية، تحتوي على مسارات متعددة للتيار الكهربائي، بحيث يكون مجموع التيارات في هذه المسارات مساويًا للتيار الرئيس، وإذا فُتحت دائرة أيّ مسار للتيار لا تتأثر تيارات المسارات الأخرى.

دائرة التوالي Series circuit أحد أنواع الدوائر الكهربائية، يمر في كل جهاز فيها التيار نفسه، ويكون للتيار القيمة نفسها عند كلِّ جزء من أجزائها، وهو يساوي فرق الجهد مقسومًا على المقاومة المكافئة للدائرة.

دائرة القصر Short circuit تحدث عند تشكّل دائرة كهربائية ذات مقاومة صغيرة جدًّا، ممّا يؤدي إلى تدفق تيار كهربائي كبير جدًّا، قد يسبب حدوث حريق بسهولة؛ نتيجة ارتفاع درجة حرارة الأسلاك.

الدائرة الكهربائية Electric circuit حلقة مغلقة أو مسار موصل يسمح بتدفق الشحنات الكهربائية.

الدائرة الكهربائية المركبة Combination series - parallel circuit دائرة كهربائية معقدة تتضمن توصيلات على التوالي وعلى التوازي معًا.

المصطلحات

ذ

الذرة المتعادلة Neutral الذرة التي تساوي الشحنة الموجبة لنواتها الشحنة السالبة للإلكترونات التي تدور حول هذه النواة.

س

سطح تساوي الجهد Equipotential موضعان أو أكثر داخل المجال الكهربائي يكون فرق الجهد الكهربائي بينها صفرًا.

السعة الكهربائية Capacitance النسبة بين الشحنة المُخزّنة على جسم وفرق جهده الكهربائي.

ش

الشحن بالتوصيل Charging by conduction عملية شحن جسم متعادل بملامسته لجسم آخر مشحون.

الشحن بالحث Charging by induction عملية شحن جسم متعادل دون ملامسته، وتتم هذه العملية بتقريب جسم مشحون إليه، فيؤدي ذلك إلى فصل شحنات الجسم المتعادل، ليصبح الجسم نفسه مشحونًا بشحنتين مختلفتين ومتساويتين.

الشحنة الأساسية (الأولية) Elementary charge مقدار الشحنة الكهربائية لإلكترون واحد.

شحنة الاختبار Test charge: شحنة موجبة موجودة على جسيم صغير وتستعمل لاختبار المجال؛ بحيث لا تؤثر في الشحنات الأخرى.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

ض

الضوء الأحادي اللون monochromatic light: الضوء الذي له طول موجي واحد فقط.

الضوء غير المترابط incoherent light: ضوء بمقدمات موجية غير متزامنة تضيء الأجسام بضوء أبيض منتظم، أو هو ضوء يتكون من موجات مختلفة في الطور؛ قِممُها وقيعانها غير متوافقة.

الضوء المترابط coherent light: ضوء من مصدرين أو أكثر، يولّد تراكبه موجة ذات مقدمات منتظمة، أو هو موجات ضوء تكون في درجات متطابقة في القمم والقيعان.

المصطلحات

ف

فرق الجهد الكهربائي Electric potential difference التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة داخل مجال كهربائي.

الفولت Volt وحدة تساوي واحد جول لكل كولوم 1 C/J.

الفولتمتر Voltmeter جهاز ذو مقاومة كبيرة، يستخدم في قياس الهبوط في الجهد خلال أيّ جزء من أجزاء الدائرة الكهربائية، ويوصل على التوازي مع الجزء المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه.

ق

القاعدة الأولى لليد اليمنى First right – hand rule طريقة مستخدمة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي نسبة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي.

القاعدة الثانية لليد اليمنى second right– hand rule طريقة مستخدمة في تحديد اتجاه المجال المتولد بواسطة مغناطيس كهربائي بالنسبة إلى اتجاه تدفق التيار الاصطلاحي.

القاعدة الثالثة لليد اليمنى Third right– hand rule طريقة يمكن استخدامها لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يحمل تيارًا والسلك موجود داخل مجال مغناطيسي.

قاطع التفريغ الأرضي الخاطئ Ground – fault interrupter جهاز يحتوي دائرة إلكترونية تستشعر الفروقات البسيطة في التيار الكهربائي الناجمة عن مسار إضافي للتيار، فيعمل القاطع على فتح الدائرة الكهربائية، فيمنع حدوث الصعقات الكهربائية، ويستخدم عادة في تأمين الحماية في الحمام والمطبخ والمنافذ الكهربائية الخارجية.

قانون كولوم Coulomb's law ينص على أن القوة الكهربائية بين شحنتين تتناسب طرديًّا مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين وعكسيًّا مع مربع المسافة بينهما.

قاطع الدائرة الكهربائية Circuit breaker مفتاح آلي يعمل كجهاز حماية في الدائرة الكهربائية؛ حيث يفتح الدائرة ويوقف مرور التيار فيها عندما تصبح قيمته أكبر من القيمة المسموح بها.

ك

الكشّاف الكهربائي Electroscope جهاز يستعمل للكشف عن الشحنات الكهربائية، ويتركب من قرص فلزي مثبت على ساق فلزية متصلة بقطعتين فلزيتين خفيفتين رقيقتين، تسميان الورقتين.

الكهرباء الساكنة (الكهرسكونية) Electrostatics شحنات كهربائية تتجمع وتُحتجز في مكان ما.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

المصطلحات

الكولوم Coulomb وحدة قياس الشحنة الكهربائية حسب النظام الدولي للوحدات SI، وهو يساوي مقدار شحنة إلكترون أو بروتون.

الكيلوواط.ساعة Kilowatt–hour وحدة طاقة تستخدمها شركات الكهرباء لقياس الطاقة المُستهلكة؛ 1 kWh يساوي 1000 W تصل بشكل مستمر لمدة 3600 s (1 h).

المادة العازلة Insulator مادة، مثل الزجاج، لا تنتقل خلالها الشحنات بسهولة.

المادة الموصلة Conductor مادة، مثل النحاس، تسمح بانتقال الشحنات خلالها بسهولة.

المجال الكهربائي Electric field المجال الموجود حول أي جسم مشحون؛ حيث يولّد قوة كهربائية يمكنها أن تنجز شغلاً، مما يؤدي إلى نقل طاقة من المجال إلى أي جسم آخر مشحون.

المجالات المغناطيسية Magnetic field منطقة محيطة بالمغناطيس أو حول سلك أو ملف سلكي يتدفق فيه تيار؛ حيث توجد قوة مغناطيسية.

المكثف الكهربائي the capacitor: جهاز يعمل على تخزين الشحنات الكهربائية.

مجزئ الجهد Voltage divider دائرة توالٍ، تستخدم لإنتاج مصدر جهد بالمقدار المطلوب من بطارية ذات جهد كبير، ويستخدم عادة بوصفه مجسًّا حساسًا كما في المقاومات الضوئية.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

محزوز الحيود diffraction grating أداة تتكوّن من عدد كبير من الشقوق المفردة المتقاربة جدًّا. ويؤدي المحزوز إلى حيود الضوء، وتكوين نمط الحيود الذي يتكوّن نتيجة تراكب أنماط حيود الشق المفرد، ويستخدم الحيود في قياس الطول الموجي للضوء بدقة أو لفصل الضوء وفق الأطوال الموجبة المختلفة.

المحرك الكهربائي Electric motor جهاز يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية دورانية.

معيار ريليه Rayleigh criterion ينصّ على أنه إذا سقطت البقعة المركزية المضيئة للصورة على الحلقة المعتمة الأولى للصورة الثانية تكون الصور في حدود التحليل (التمييز).

المستقطب Polarization تصف خاصية امتلاك جسم ما منطقتين مختلفتين عند نهايتيه، إحداهما تُسمّى الباحثة عن القطب الشمالي، وتسمى الأخرى الباحثة عن القطب الجنوبي.

المغناطيس الكهربائي Electromagnet مغناطيس ناتج عن مرور التيار الكهربائي بملف سلكي.

المقاوم الكهربائي resistor جهاز ذو مقاومة محددة، قد يكون مصنوعًا من أسلاك رفيعة وطويلة أو من الجرافيت أو من مادة شبه موصلة، ويستخدم عادة للتحكم في التيار المار في الدوائر الكهربائية أو في أجزاء منها.

المقاومة الكهربائية resistance خاصية تحدد مقدار التيار المتدفق، وتساوي فرق الجهد مقسومًا على التيار.

المصطلحات

المقاومة المكافئة Equivalent resistance مقاومة مفردة تحل محل مجموعة مقاومات (موصولة على التوالي أو التوازي أو كليهما معًا)، بحيث يكون لهذه المقاومة نفس التيار والجهد الذي لمجموعة المقاوِمات؛ أي يمر فيها نفس التيار المار في مجموعة المقاوِمات، ويكون لها نفس هبوط الجهد على طرفي مجموعة المقاومات.

الملف اللولبي Solenoid ملف سلكي طويل يتكون من عدة لفات، ويضاف المجال الناتج عن كل لفة إلى مجال اللفة الأخرى بحيث يولّد مجالًا مغناطيسيًّا كليًّا قويًّا.

الملف ذو القلب الحديدي Armature ملف سلكي لمحرك كهربائي، مصنوع من عدة لفات حول محور أو أسطوانة حديدية؛ العزم على المتحرض ومحصلة سرعة المحرك تضبط بواسطة تغيّر التيار في المحرك.

المنصهر الكهربائي Fuse قطعة صغيرة من فلز تعمل بوصفها جهاز حماية في الدائرة الكهربائية؛ حيث تنصهر، فيتوقف مرور التيار إذا مرّ في الدائرة تيار كهربائي كبير قد يُشكّل خطرًا عليها.

المنطقة المغناطيسية Domain مجموعة صغيرة جدًّا في حدود $10\mu m$–$1000\mu m$ تتشكل عندما تترتب خطوط المجال المغناطيسي للإلكترونات في مجموعة الذرات المتجاورة في الاتجاه نفسه.

الموصل الفائق التوصيل Superconductor مادة مقاومتها صفر، وتوصل الكهرباء دون فقدان أو ضياع في الطاقة.

ن

نمط الحيود diffraction pattern: نمط يتكوّن على الشاشة، ينتج عن التداخل البنّاء والتداخل الهدّام لموجات هويجنز.

بداية
توزيع بدايـة للمطبوعات
Bedaya.com

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي