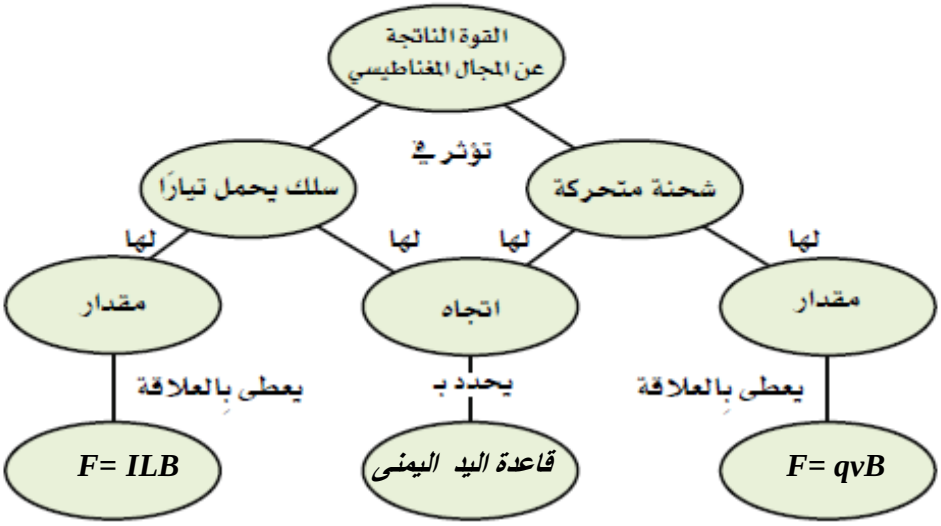
خريطة المفاهيم

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



إتقان المفاهيم

32. اكتب قاعدة التنافر والتجاذب المغناطيسي.

32. الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب.

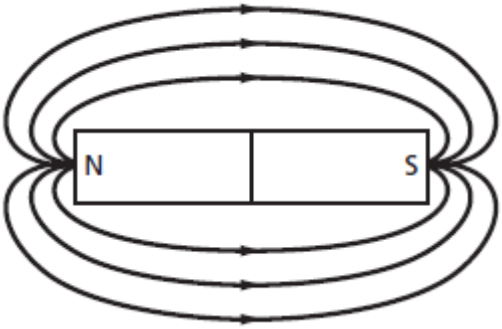
33. صف كيف يختلف المغناطيس الدائم عن المغناطيس المؤقت.

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

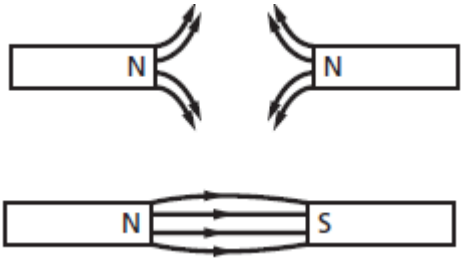
34. سمِّ العناصر المغناطيسية الثلاثة الأكثر شيوعًا

34. الحديد والكوبالت والنيكل.

35. ارسم قضيبًا مغناطيسيًّا صغيرًا، وبيّن خطوط المجال المغناطيسي التي تظهر حوله، واستخدم الأسهم لتحديد اتجاه خطوط المجال.



36. ارسم المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسيين متشابهين وبين قطبين مغناطيسيين مختلفين مبينًا اتجاهات المجال.



37. إذا كسرت مغناطيسًا إلى جزأين فهل تحصل على قطبين منفصلين شمالي وجنوبي؟ وضّح إجابتك.

37. 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 يحمل تيارًا كهربائيًّا.

38. اقبض على السلك باليد اليمنى، واجعل الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي في السلك، وستطوّق الأصابع السلك مشيرة إلى اتجاه المجال المغناطيسي.

39. إذا ثني سلك يحمل تيارًا ليصبح في صورة حلقة فلماذا يكون المجال المغناطيسي داخل الحلقة أكبر من خارجها؟

39. تتركز خطوط المجال المغناطيسي داخل الحلقة.

40. صف كيفية استخدام القاعدة الثانية لليد اليمنى لتحديد قطبي مغناطيس كهربائي.

40. اقبض على الملف باليد اليمنى، ستطوّق الأصابع الملف وتدور مشيرة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي فيه، وسيشير إبهام اليد اليمنى إلى القطب الشمالي للمغناطيس الكهربائي.

41. كل إلكترون في قطعة حديد يشبه مغناطيسًا صغيرًا جدًّا. إلا أن قطعة الحديد يمكن ألّا تكون مغناطيسًا. وضّح إجابتك.

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

42. لماذا يضعف المغناطيس عند طرقه أو تسخينه؟

42. ستتبعثر المناطق المغناطيسية مقارنة بالنسق الذي كانت عليه.

43. صف كيفية استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يحمل تيارًا، وضع في مجال مغناطيسي.

43. 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 يمكنك أن تستنتج أنه لا يوجد مجال مغناطيسي في موقع السلك؟ وضّح إجابتك.

44. لا، إذا كان المجال موازيًا للسلك فلا توجد قوة مؤثرة.

45. ما جهاز القياس الكهربائي الناتج عن توصيل مجزئ تيار مع الجلفانومتر؟

45. الأميتر.

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.

46. 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؟

47. انقلها إلى القطب الآخر، إذا انجذب الطرف نفسه فستصبح مغناطيسًا مؤقتًا، وإذا تنافر الطرف نفسه مع المغناطيس فستصبح 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.

48. القوى متساوية وفق القانون الثالث لنيوتن.

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

49. صل السلك مع غطاء البطارية بحيث يكون التيار دائمًا مبتعدًا عنك في أحد الفروع، ثم احمل البوصلة فوق السلك مباشرة وقريبًا من ذلك الفرع من السلك، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى سيكون طرف إبرة البوصلة المشير نحو الشرق قطبًا شماليًّا.

50. يمكن للمغناطيس جذب قطعة حديد ليست مغناطيسًا دائمًا، كما يمكن لساق المطاط المشحون جذب عازل متعادل. صف العمليات المجهرية المختلفة التي تُنتج هذه الظواهر المتشابهة.

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

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

51. استخدم البوصلة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي، ثم أحضر مغناطيسًا قويًا وحدّد 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؟

52. اجعل السلك موازيًا للمجال المغناطيسي.

53. سلكان متوازيان يحملان تيارين متساويين.

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

a. سيكون المجال المغناطيسي أكبر في أي نقطة بين السلكين.

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

b. يكون المجال المغناطيسي مساويًا لمثلي المجال الناتج عن أحد السلكين على الخط المنصّف للمسافة بين السلكين.

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

c. يكون المجال المغناطيسي صفرًا على الخط المنصّف للمسافة بين السلكين.

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

54. سيزداد أقصى تدريج للفولتمتر.

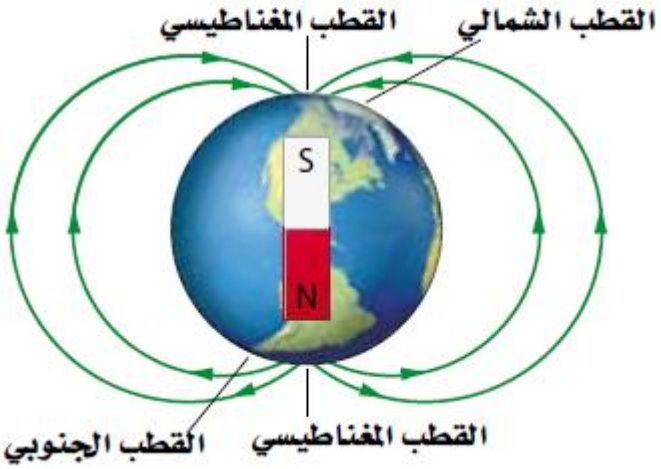
55. يمكن للمجال المغناطيسي أن يؤثر بقوة في جسيم مشحون، فهل يمكن للمجال أن يغير الطاقة الحركية للجسيم؟ وضّح إجابتك.

55. لا، القوة دائمًا متعامدة مع اتجاه السرعة، فلا يُبذل شغل، ولذلك لا تتغيّر 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؟

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

57. انظر خطوط المجال المغناطيسي الأرضي الموضحة في الشكل 23-5. أين يكون المجال المغناطيسي أكبر: عند القطبين أم عند خط الاستواء؟ وضّح إجابتك.

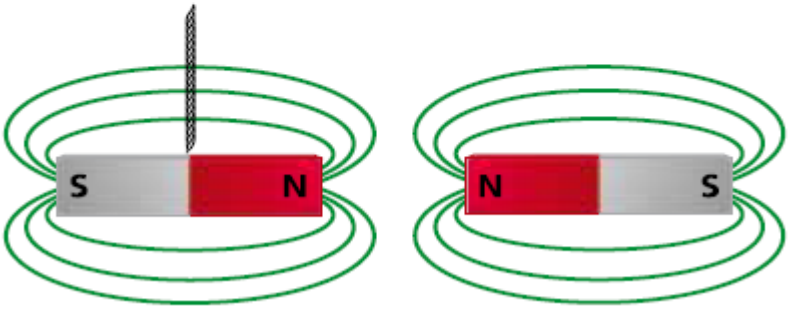


57. يكون مقدار المجال المغناطيسي الأرضي أكبر عند القطبين لأن الخطوط تكون متقاربة عند القطبين.

إتقان حل المسائل

5–1 المغانط: الدائمة والمؤقتة

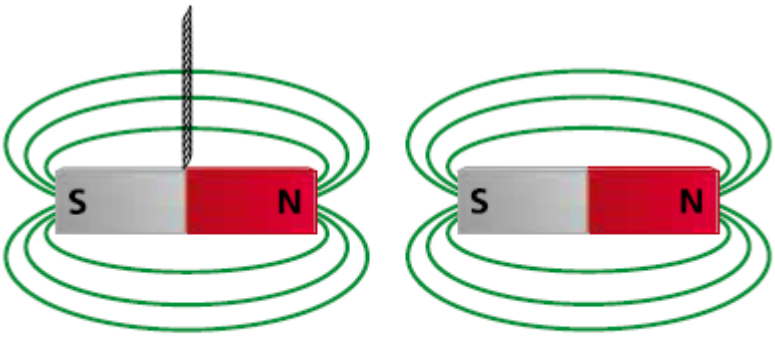
58. عند تقريب المغناطيس الموضّح في الشكل 5–24 من المغناطيس المعلق ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط؟



الشكل 5–24

58. يتحرّك نحو اليسار أو يبدأ في الدوران، الأقطاب المتشابهة تتنافر.

59. عند تقريب المغناطيس الموضّح في الشكل 5–25 من المغناطيس المعلق، ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط؟



الشكل 5–25

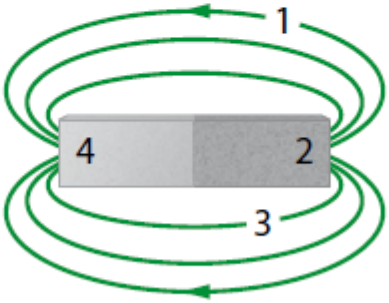
59. يتحرّك إلى اليمين، الأقطاب المختلفة تتجاذب.

60. ارجع إلى الشكل 26–5 للإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. أين يقع القطبان؟

b. أين يقع القطب الشمالي؟

c. أين يقع القطب الجنوبي؟



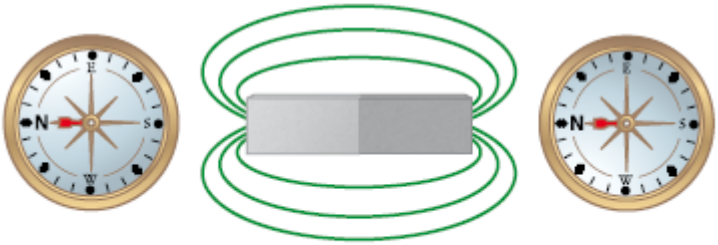
الشكل 26–5

a. 2 و 4 من التعريف

b. 2 من التعريف واتجاه المجال

c. 4 من التعريف واتجاه المجال

61. يمثل الشكل 27–5 استجابة البوصلة في موقعين مختلفين بالقرب من مغناطيس. أين يقع القطب الجنوبي للمغناطيس؟



الشكل 27–5

61. على الطرف الأيسر لأن الأقطاب المختلفة تتجاذب.

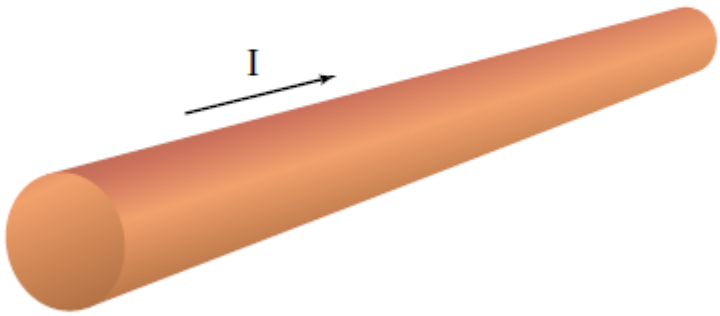
62. سلك طوله 1.50 m يحمل تيارًا مقداره 10.0 A، وضع عموديًّا في مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.60 N ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

$$F = ILB$$

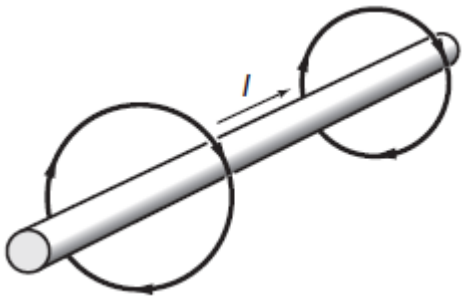
$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0.60\ \text{N}}{(10.0\ \text{A})(1.50\ \text{m})} = 0.040\ \text{N/A·m}$$

$$= 0.040\ \text{T}$$

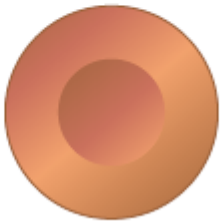
63. يسري تيار اصطلاحي في سلك، كما هو موضّح في **الشكل 28–5**. ارسم قطعة السلك في دفترك، ثم ارسم خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.



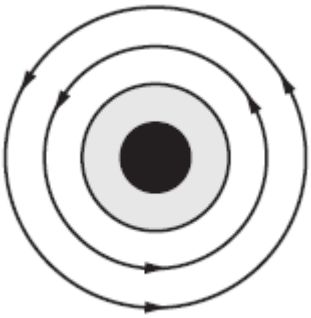
الشكل 28–5



64. إذا كان التيار الاصطلاحي في **الشكل 29–5** خارجًا من مستوى الورقة فارسم الشكل في دفترك، ثم ارسم المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.



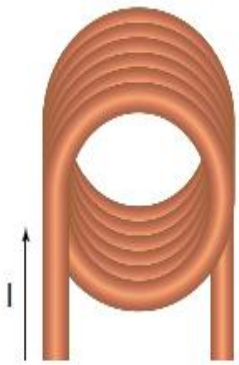
الشكل 29–5



65. يبين **الشكل 30–5** طرف مغناطيس كهربائي يسري خلاله تيار كهربائي.

a. ما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقات؟

a. إلى أسفل (داخل الصفحة)



الشكل 30–5

b. ما اتجاه المجال المغناطيسي خارج الحلقات؟

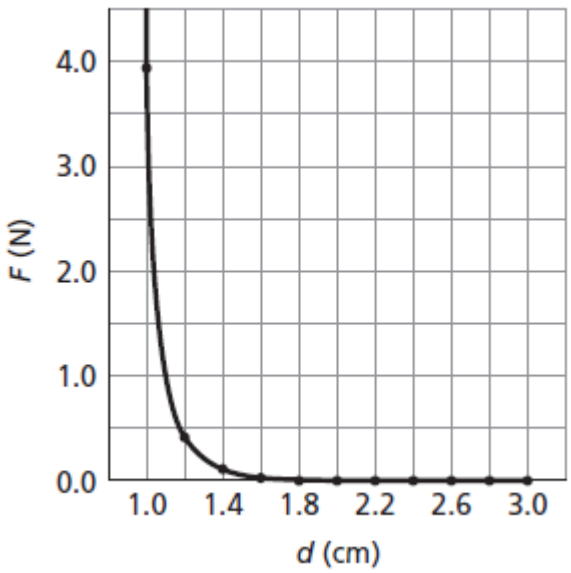
b. إلى أعلى (خارج الصفحة)

66. المغانط الخزفية قيست قوى التنافر بين مغناطيسين خزفيين، ووجد أنها تعتمد على المسافة، كما هو موضّح في **الجدول 1-5**.

الجدول 1-5

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

a. مثّل بيانيًّا القوة كدالة مع المسافة.

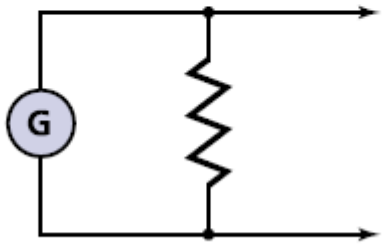


b. هل تخضع هذه القوة لقانون التربيع العكسي؟

لا

5–2 القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

67. يستخدم المخطط الموضّح في **الشكل 5–31** لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



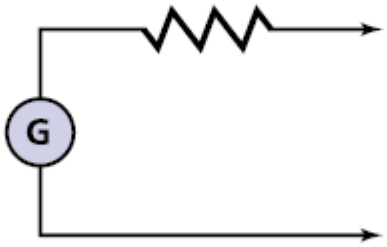
الشكل 5–31

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

68. ماذا تسمّى المقاومة في **الشكل 5–31**؟

68. مجزّئ التيار، ووفق التعريف يُعدّ مجزّئ التيار صيغة أخرى لتوصيل التوازي.

69. يستخدم المخطط الموضّح في **الشكل 32–5** لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



الشكل 32–5

69. فولتمتر، تقلّل المقاومة المضافة التيار إلى أي جهد معطى.

70. ماذا تسمّى المقاومة في **الشكل 32–5**؟

70. المضاعف، وفق التعريف تَضاعف مقدار الجهد المقيس.

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

$$F = ILB$$

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0.40\ \text{N}}{(8.0\ \text{A})(0.50\ \text{m})} = 0.10\ \text{T}$$

72. سلك طوله 0.80 m يحمل تيارًا مقداره 5.0 A، وضع عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T. ما مقدار القوة المؤثرة في السلك؟

$$F = ILB = (5.0\ \text{A})(0.80\ \text{m})(0.60\ \text{N/A·m})$$
$$= 2.4\ \text{N}$$

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

$$F = ILB = (6.0\ \text{A})(0.25\ \text{m})(0.30\ \text{N/A·m})$$
$$= 0.45\ \text{N}$$

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

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

75. سلك طوله 625 m متعامد مع مجال مغناطيسي مقداره 1.4 T، تأثر بقوة مقدارها 1.8 N، ما مقدار التيار المار فيه؟

$$F = ILB$$
$$I = \frac{F}{BL} = \frac{1.8\ \text{N}}{(0.40\ \text{T})(625\ \text{m})}$$
$$= 0.0072\ \text{A}$$
$$= 7.2\ \text{mA}$$

76. إذا كانت القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي الأرضي في سلك طوله 0.80 m، ويسري فيه تيار كهربائي عمودي عليه، ومقداره 0.12 N فما مقدار التيار المار في السلك؟ استعمل المقدار $5.0\times10^{-5}\ T$ للمجال المغناطيسي للأرض.

$$F = ILB$$

$$I = \frac{F}{BL} = \frac{0.12\ N}{(5.0\times10^{-5}\ T)(0.80\ m)}$$

$$= 3.0\times10^{3}\ A$$

$$= 3.0\ kA$$

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

$$F = ILB$$

$$L = \frac{F}{BI} = \frac{3.6\ N}{(0.80\ T)(7.5\ A)} = 0.60\ m$$

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:

$B_{\text{أرض}} = 5.0 \times 10^{-5}\ T$

$$F = ILB$$

$$\frac{F}{L} = IB = (225\ A)(5.0\times10^{-5}\ T)$$

$$= 0.011\ N/m$$

b. ما اتجاه هذه القوة؟

b. ستكون القوة إلى أسفل

c. تـرى، هل تعـدّ هـذه القوة مهمـة في تصميم البرج الحامل للسلك؟ وضّح إجابتك.

c. لا، تكون القوة أقل كثيرًا من وزن الأسلاك.

79. **الجلفانومتر** ينحرف مـؤشر الجلفانومتر إلى أقصى تدريـج عندمـا يمـر فيـه تيـار مقـداره 50.0 μA

a. ما مقدار المقاومة الكلية للجلفانومتر ليصبح أقـصى تدريج له يسـاوي 10 V عنـد انحرافه بالكامل؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10.0\ \text{V}}{50.0\times10^{-6}\ \text{A}} = 2.00\times10^{5}\ \Omega$$

$$= 2.00\times10^{2}\ \text{k}\Omega$$

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

Total resistance = 2.00×10^{2} kΩ, so the series resistor is 2.00×10^{2} kΩ − 1.0 kΩ = 199 kΩ.

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

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

$$V = IR = (50\times10^{-6}\ \text{A})(1.0\times10^{3}\ \Omega)$$
$$= 0.05\ \text{V}$$

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

$$V = IR$$
$$R = \frac{V}{I} = \frac{5\times10^{-2}\ \text{V}}{0.01\ \text{A}} = 5\ \Omega$$

c. المقاومة الموصولـة بالجلفانومتر على التوازي للحصـول عـلى المقاومـة المكافئـة الناتجـة في الفرع b؟

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\ \text{so}$$
$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_2} = \frac{1}{5\ \Omega} - \frac{1}{1.0\times10^{3}\ \Omega}$$
$$\text{so } R_1 = 5\ \Omega$$

81. تتحرك حزمة إلكترونات عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره $6.0\times10^{-2}\text{T}$، وبسرعة $2.5\times10^{6}\ \text{m/s}$. ما مقدار القوة المؤثرة في كل إلكترون؟

$$F = Bqv$$
$$= (6.0\times10^{-2}\ \text{T})(1.6\times10^{-19}\ \text{C})$$
$$(2.5\times10^{6}\ \text{m/s})$$
$$= 2.4\times10^{-14}\ \text{N}$$

82. **الجسيم دون الذري** يتحرك ميون (جسيم له شحنة مماثلة لشحنة الإلكترون) بسرعة $4.21\times10^{7}\ \text{m/s}$ عموديًّا على مجال مغناطيسي، فتأثر بقوة $5.00\times10^{-12}\ \text{N}$، ما مقدار:

a. المجال المغناطيسي؟

$$F = qvB$$

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

$$= \frac{5.00\times10^{-12}\ \text{N}}{(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(4.21\times10^{7}\ \text{m/s})}$$

$$= 0.742\ \text{T}$$

b. التسارع الذي يكتسبه الجسيم إذا كانت كتلته $1.88\times10^{-28}\ \text{kg}$؟

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5.00\times10^{-12}\ \text{N}}{1.88\times10^{-28}\ \text{kg}}$$

$$= 2.66\times10^{16}\ \text{m/s}^2$$

83. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم أحادي التأين تساوي $4.1\times10^{-13}\ \text{N}$ عندما تحرك عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره $0.61\ \text{T}$ فما مقدار سرعة هذا الجسيم؟

$$F = qvB$$

$$v = \frac{F}{Bq} = \frac{4.1\times10^{-13}\ \text{N}}{(0.61\ \text{T})(1.60\times10^{-19}\ \text{C})}$$

$$= 4.2\times10^{6}\ \text{m/s}$$

84. حلقة سلكية تحمل تيارًا كهربائيًّا، ومغمورة في مجال مغناطيسي منتظم قوي داخل غرفة. افترض أنك أدرت الحلقة بحيث لم يعد هناك أي ميل للحلقة ناتج عن المجال المغناطيسي، فما اتجاه المجال المغناطيسي بالنسبة لمستوى الحلقة؟

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

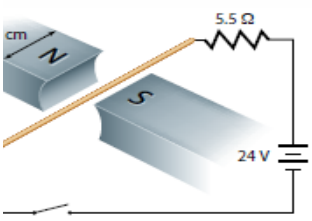
85. أثرت قوة $5.78\times10^{-16}\ N$ في جسيم مجهول الشحنة، ومتحرك بسرعة $5.65\times10^{4}\ m/s$ عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره $3.20\times10^{-2}T$، ما عدد الشحنات الأساسية التي يحملها الجسيم؟

85. شحنتان

مراجعة عامة

86. سلك نحاسي مهمل المقاومة، وضع في الحيز بين مغناطيسين، كما في **الشكل 33–5**. 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.



الشكل 33–5

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

b. عند إغلاق المفتاح.

b. الاتجاه إلى أعلى، القوة 0.62 N اتجاه القوة يحدّد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

c. عند إغلاق المفتاح وعكس البطارية.

c. الاتجاه إلى أسفل، القوة 0.62 N اتجاه القوة يحدّد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

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

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

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

a. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الأول؟

$$V = IR = (50.0\ \mu A)(855\ \Omega) = 0.0428\ V$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.0428\ V}{100.0\ mA - 50.0\ \mu A}$$

$$= 0.428\ \Omega$$

b. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الثاني؟

$$V = IR = (500.0\ \mu A)(855\ \Omega) = 0.428\ V$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.428\ V}{100.0\ mA - 500.0\ \mu A}$$
$$= 4.30\ \Omega$$

c. حدّد أيهما أفضل للقياس الحقيقي؟ وضّح إجابتك.

c. الجلفانومتر الأول 50 μA أفضل. لمجزئ التيار مقاومة أقلّ، لذلك تكون المقاومة الكلية أصغر، تكون مقاومة الأميتر المثالي صفر أوم تقريبًا.

88. **الجسيم دون الذري** يتحرك جسيم بيتا (إلكترون له سرعة كبيرة) عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T بسرعة $2.5\times10^7\ m/s$. ما مقدار القوة المؤثرة في الجسيم؟

$$F = Bqv$$
$$= (0.60\ T)(1.6\times10^{-19}\ C)(2.5\times10^{7}\ m/s)$$
$$= 2.4\times10^{-12}\ N$$

89. إذا كانت كتلة الإلكترون $9.11\times10^{-31}\ kg$ فما مقدار التسارع الذي يكتسبه جسيم بيتا الوارد في المسألة السابقة؟

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2.4\times10^{-12}\ \text{N}}{9.11\times10^{-31}\ \text{kg}}$$

$$= 2.6\times10^{18}\ \text{m/s}^2$$

90. يتحرك إلكترون بسرعة $8.1\times10^{5}\ \text{m/s}$ نحو الجنوب في مجال مغناطيسي مقداره 16 T نحو الغرب. ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون واتجاهها؟

$$F = Bqv$$

$$= (16\ \text{T})(1.6\times10^{-19}\ \text{C})(8.1\times10^{5}\ \text{m/s})$$

$$= 2.1\times10^{-12}\ \text{N}$$

$2.1\times10^{-12}\ \text{N}$ إلى أعلى (قاعدة اليد اليمنى)، تذكّر أن حركة الإلكترون عكس اتجاه التيار.

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 Ω، وفرق الجهد بين طرفيه 15 V؟

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

$$L = (\#\ \text{of turns})(\text{circumference}) = n\pi d$$

$$F = BIL$$

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

$$= \frac{(0.15\ \text{T})(15\ \text{V})(250)(\pi)(0.025\ \text{m})}{8.0\ \Omega}$$

$$= 5.5\ \text{N}$$

92. سلك طوله 25 cm يحمل تيارًا مقداره 15 A وضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.85 T، فإذا كانت القوة المؤثرة في السلك تعطى بواسطة العلاقة $F=ILB\sin\theta$ فاحسب القوة المؤثرة في السلك عندما يصنع مع المجال المغناطيسي الزوايا الآتية:

a. 90°

$$F = ILB\sin\theta$$
$$= (15\text{ A})(0.25\text{ m})(0.85\text{ T})(\sin 90°)$$
$$= 3.2\text{ N}$$

b. 45°

$$F = ILB\sin\theta$$
$$= (15\text{ A})(0.25\text{ m})(0.85\text{ T})(\sin 45°)$$
$$= 2.3\text{ N}$$

c. 0°

$$\sin 0° = 0$$
$$\text{so } F = 0\text{ N}$$

93. سُرّع إلكترون من السكون خلال فرق جهد مقداره 20000 V بين الصفيحتين P_1 و P_2، كما هو موضح في **الشكل 34–5**. ثم خرج من فتحة صغيرة، ودخل مجالاً مغناطيسيًّا منتظما مقداره B إلى داخل الصفحة:

الشكل 34–5

a. حـدّد اتجاه المجال الكهربائـي بين الصفيحتين (من P_1 إلى P_2 أو العكس).

a. من P_2 إلى P_1

b. احسـب سرعة الإلكترون عنـد P_2 من خلال المعلومات المعطاة.

$$KE = q\Delta V = (1.6\times10^{-19}\ \text{C})(20{,}000\ \text{J/C})$$
$$= 3.2\times10^{-15}\ \text{J}$$
$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$
$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{(2)(3.2\times10^{-15}\ \text{J})}{9.11\times10^{-31}\ \text{kg}}}$$
$$= 8\times10^{7}\ \text{m/s}$$

c. صف حركة الإلكترون داخل المجال المغناطيسي.

c. في اتجاه حركة عقارب الساعة.

التفكير الناقد

94. **تطبيـق المفاهيـم** إذا مـر تيار خـلال نابض رأسي، كـما هو موضّـح في **الشـكل 35–5**. وكانـت نهاية النابـض موضوعـة داخـل كأس مملـوءة بالزئبق، فماذا يحدث؟ ولماذا؟

الشكل 35–5

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

95. **تطبيق المفاهيم** المجال المغناطيسي الناتج عن سلك طويل يحمل تيارًا يعطى بواسطة العلاقة $B=(2\times10^{-7}\ \text{T.m/A})(I/d)$، حيث تمثل B مقدار المجال (تسلا)، وتمثل I التيار (أمبير)، و d البعد عن السلك (متر)، استخدم هذه العلاقة لحساب المجالات المغناطيسية التي تتعرض لها في الحياة اليومية:

a. نادرًا ما تحمل أسلاك التمديدات المنزلية تيارًا أكبر من 10 A. ما مقدار المجال المغناطيسي على بعد 0.5 m من الأسلاك مقارنة بالمجال المغناطيسي الأرضي.

a. $4\times10^{-6}\text{T}$ المجال المغناطيسي الأرضي $5\times10^{-5}\text{T}$، لذلك يكون المجال المغناطيسي الأرضي أقوى من المجال المغناطيسي للسلك 12 مرة تقريبًا.

b. تحمل أسلاك نقل القدرة الكهربائية الكبيرة غالبًا تيارًا يساوي 200 A بجهد أكبر من 765 kV. ما مقدار المجال المغناطيسي على الأرض على بعد 20 m من السلك؟ وما مقدار المجال مقارنة بالمجال في المنزل؟

b. $2\times10^{-6}\text{T}$ 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.

c. افترض أن هناك سلكًا واحدًا 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 5 cm من البطانية، وفي المراحل المتأخرة من الحمل يكون مركز الجنين على بعد 10 cm.

لذلك $I = 1\text{A}$ $d = 0.05\text{ m}$

$$B = \frac{(2\times10^{-7}\text{ T.m/A})(I)}{d}$$

$$B = \frac{(2\times10^{-7}\text{ T.m/A})(1\text{ A})}{(0.5\text{ m})}$$

$$B = 4\times10^{-6}\text{ T}$$

المجال الأرضي حوالي 5×10^{-5} T أي أقوى 12 مرة.

96. جمع المتجهات في جميع الحالات الموصوفة في المسألة السابقة يوجد سلك آخر يحمل التيار نفسه في الاتجاه المعاكس. أوجد المجال المغناطيسي المحصل على بعد 0.1 m من السلك الذي يحمل تياراً 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 ايضاً حاصل الجمع الاتجاهي للمجالين مقدارًا واتجاهًا.

96. لكل سلك $I=10\ A$، $d=0.10\ m$ لذلك

$$B=\frac{(2\times10^{-7}\ T.m/A)(0.10\ A)}{(0.10\ m)}$$
$$=2\times10^{-5}\ T$$

من الشكل، فقط المركبات الموازية للخط المنصف بين الأسلاك تساهم في محصلة المجال، المركبة من كل سلك $B_1=B\sin\theta$ حيث $\sin\theta=\frac{0.005m}{0.10m}$ لذلك

$$B_1=2\times10^{-5}\ T\times0.05$$
$$B=1\times10^{-6}\ T$$

لكن كل سلك يساهم بالمقدار نفسه من المجال أي أن المحصلة $B=2\times10^{-6}\ T$ وتعادل $\frac{1}{25}$ من المجال الأرضي.

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.

97. قد تختلف إجابات الطلاب، تستخدم المغانط الفائقة التوصيل في التصوير بالرنين المغناطيسي MRI وقطارات الرفع المغناطيسية، وتحتاج المغانط الفائقة التوصيل إلى درجة حرارة منخفضة. يحاول العلماء تطوير مواد فائقة التوصيل عند درجات حرارة مرتفعة.

مراجعة تراكمية

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

$$W = qV = (6.40\times10^{-3}\ \text{C})(2500\ \text{V}) = 16\ \text{J}$$

99. إذا تغير التيار المتدفق خلال دائرة جهدها $120\ \text{V}$ من $1.3\ \text{A}$ إلى $2.3\ \text{A}$ فاحسب التغير في القدرة.

$$\begin{aligned} P &= IV \\ P_1 &= I_1V,\ P_2 = I_2V \\ \Delta P &= P_2 - P_1 = I_2V - I_1V \\ &= V(I_2 - I_1) \\ &= (120\ \text{V})(2.3\ \text{A} - 1.3\ \text{A}) \\ &= 120\ \text{W} \end{aligned}$$

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؟

$$\frac{1}{R_{parallel}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{55\ \Omega} + \frac{1}{55\ \Omega} + \frac{1}{55\ \Omega} = \frac{3}{55\ \Omega}$$

$$R_{parallel} = 18\ \Omega$$

$$R_{equiv} = R_{parallel} + R + R$$

$$= 18\ \Omega + 55\ \Omega + 55\ \Omega$$

$$= 128\ \Omega$$

اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. سلك مستقيم يحمل تيارًا مقداره 7.2 A، 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

$$F = I\,B\,L$$

$$L = \frac{F}{I\,B} = \frac{2.1}{(7.2 \times 8.9 \times 10^{-3})} = 32.7 \approx 33 \approx 3.3 \times 10^{1}$$

2. افترض أن جزءًا طوله 19 cm من سلك يحمل تيارًا متعامدًا 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

$$L = 19\text{ cm} = \frac{19\text{ m}}{100} = 0.19\text{ m}$$

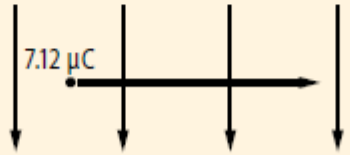
$$F = 7.6 \times 10^{-3}\text{ N}$$

$$I = \frac{F}{B\,L} = \frac{7.6 \times 10^{-3}}{(4.1 \times 0.19)} = 9.75 \times 10^{-3} \approx 9.8 \times 10^{-3}\text{ A}$$

3. شحنة مقدارها $7.12\ \mu C$ تتحرك بسرعة الضوء في مجال مغناطيس مقداره $4.02\ mT$. ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة؟

(A) $8.59\ N$ (C) $8.59\times10^{12}\ N$

(B) $2.90\times10^{1}\ N$ (D) $1.00\times10^{16}\ N$



تحويل من MC ← C $\quad q = 7.2 \times 10^{-6}\ C$

سرعة الضوء $\quad V = 3 \times 10^{8}\ m/s$

$$F = q\,V\,B = 7.2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{8} \times 4.02 \times 10^{-3} = 8.68$$

$$q\,(e^{-}) = 1.6 \times 10^{-19}\ C$$

$$F = q\,V\,B$$

$$B = \frac{F}{q\,V} = \frac{18}{(1.6 \times 10^{-19} \times 7.4 \times 10^{5})} = 1.5 \times 10^{14}\ T$$

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

(A) عدد اللفات (C) مساحة مقطع السلك

(B) مقدار التيار (D) نوع قلب الملف

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

(A) القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي شمالي منفرد.

(B) استخدمها علماء البحث في تطبيقات التشخيص الطبي الداخلي.

(C) القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي جنوبي منفرد.

(D) غير موجودة .

7. مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.25 T يتجه رأسيًّا إلى أسفل، دخل فيه بروتون بسرعة أفقية مقدارها $4.0\times10^{6}\ m/s$. ما مقدار القوة المؤثرة في البروتون واتجاهها لحظة دخوله المجال؟

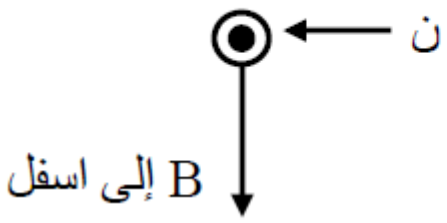
(A) $1.6\times10^{-13}\ N$ إلى اليسار

(B) $1.6\times10^{-13}\ N$ إلى أسفل

(C) $1.0\times10^{6}\ N$ إلى أعلى

(D) $1.0\times10^{6}\ N$ إلى اليمين

لتحديد الاتجاه أولاً نحاول الرسم للتخيل :



بتطبيق قاعدة اليد اليمنى ، الشحنات داخلة (الإبهام) و المجال المغناطيسي لأسفل (بقية أصابع اليد) ، فتكون F نحو اليسار .

$$q\,(P^{+}) = 1.6 \times 10^{-19}\ \ C$$

$$F = q\ V\ b = 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^{6} \times 0.25 = 1.6 \times 10^{-13}\ \ N$$

و اتجاهه إلى اليسار