

الفصل الرابع: المجالات المغناطيسية للتيار الكهربائي



- ١-٤ مقدمة
- ٧-٤ القوة المغناطيسية على موصل
- ٨-٤ القوة بين موصلين طويلين
- ١٠-٤ مدارات الجسيمات المشحونة في المجالات المغناطيسية

د. أشرف خاطر

٤-١ مقدمة:

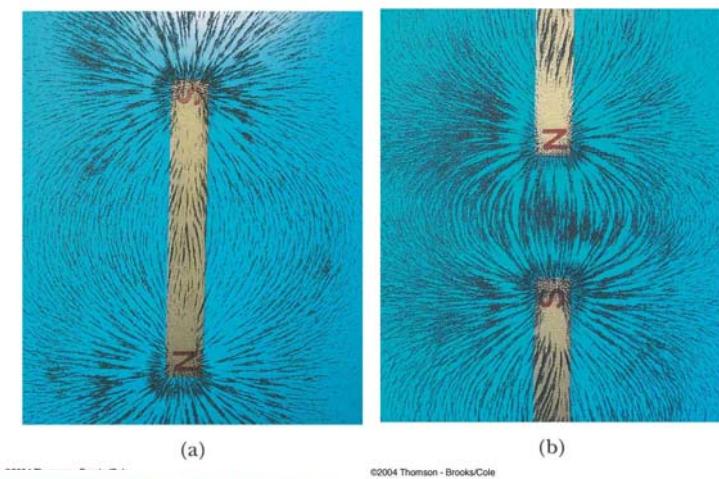
- يتميز أي مغناطيس بوجود قطب شمالي وآخر جنوبي حيث تتنافر الأقطاب المتشابهة وتتجاذب الأقطاب المختلفة.
- المجال المغناطيسي: هو الفراغ المحيط بالمغناطيس ويظهر بها التأثيرات المغناطيسية.

- خطوط المجال المغناطيسي: تعبر عن خطوط تأثيرات القوى المغناطيسية، تدل على اتجاه المجال وتدل كثافتها على شدة المجال المغناطيسي (H) وكثافة الفيض المغناطيسي (الحث المغناطيسي) (B) حيث

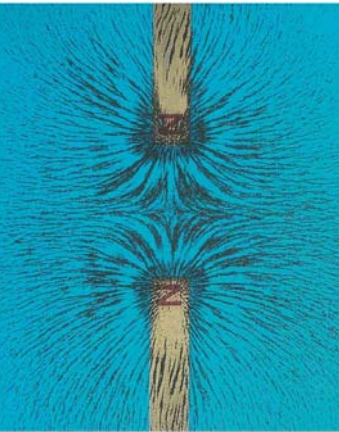
$$B = \mu_0 H$$

وحدة B (wb/m²) or (Tesla, T)

وحدة H (A/m) & μ_0 نفاذية الفراغ ووحدتها $4\pi \cdot 10^{-7}$ (wb/A.m)



©2004 Thomson - Brooks/Cole



(c)

© Thomson - Brooks/Cole

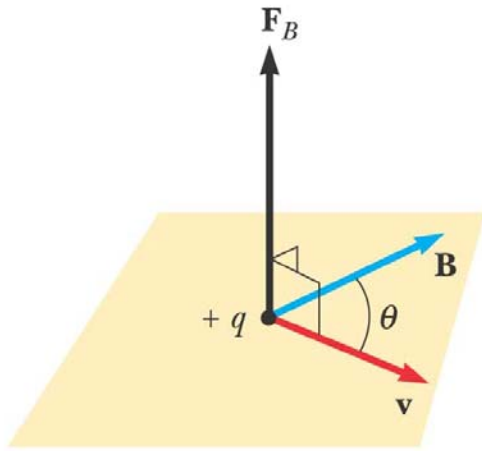
- الفيض (التدفق) المغناطيسي: Φ "عدد خطوط القوى المغناطيسي التي تنفذ عموديا من خلال سطح مساحته S والزاوية بين الخطوط والعمودي على السطح هي θ

$$\phi = B \cdot S = B S \cos \theta$$



الكمية	الرمز	الوحدة
شدة المجال المغناطيسي	H	A/m
كثافة الفيض (الحث) المغناطيسي	B	Wb/m² or T
الفيض (التدفق) المغناطيسي	Φ	Wb
النفاذية المغناطيسية	μ	Wb/A.m

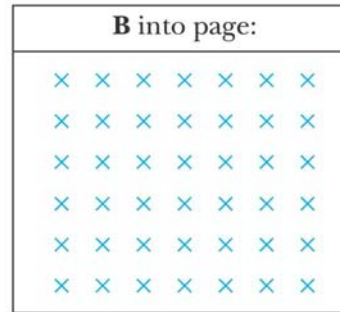
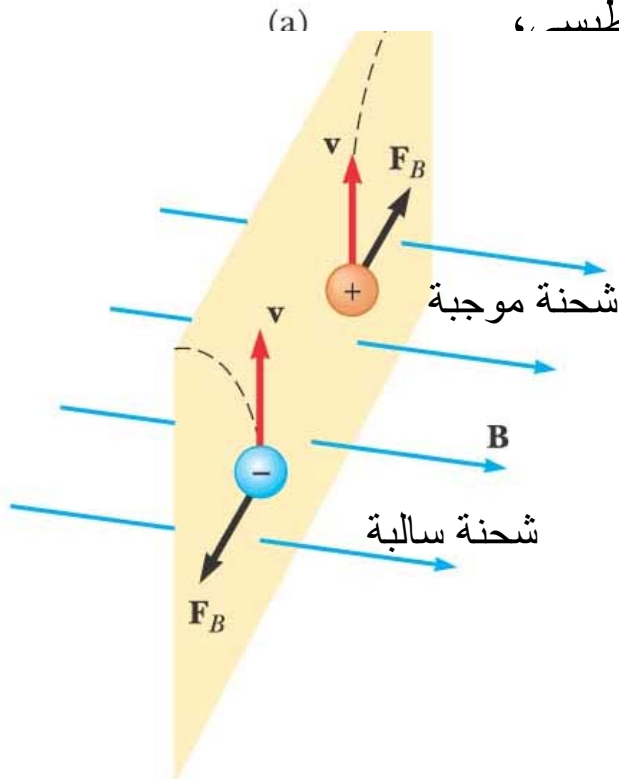
٧-٤ القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل:



- تؤثر قوة مغناطيسية على شحنة كهربائية مقدارها q وتتحرك بسرعة v خلال مجال مغناطيسي حثه B الذي يصنع زاوية θ مع اتجاه حركة الشحنة

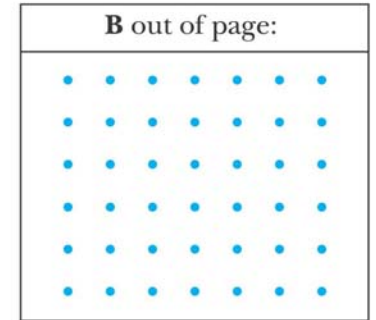
- اتجاه القوة تكون عمودية على كل من اتجاه السرعة والمجال المغناطيسي، وتحدد بواسطة قاعدة اليد اليسرى.

$$F = q v B \sin \theta$$



(b)

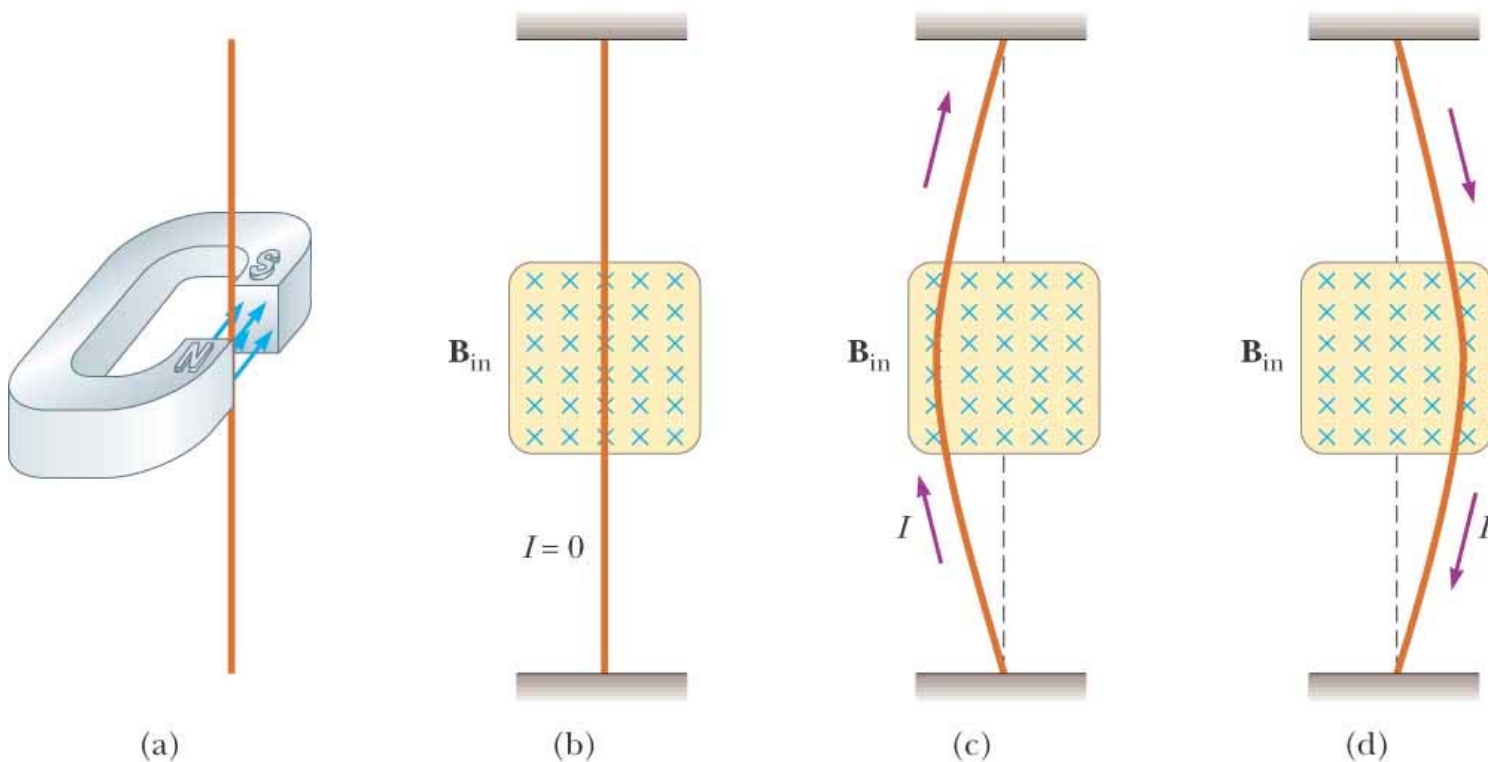
©2004 Thomson - Brooks/Cole
اتجاه المجال داخل الصفحة



(a)

©2004 Thomson - Brooks/Cole
اتجاه المجال خارج الصفحة

- عند مرور تيار كهربى شدة I فى موصل طوله l فانه يكون نتيجة حركة الشحنات بالموصل. اذا وضع موصل داخل مجال مغناطيسى حثه B ، فان الموصل يقع تحت تأثير قوة مغناطيسية، عبارة عن محصلة القوى التى تؤثر على الشحنات المارة بالموصل، يحدد اتجاهها بقاعدة اليد اليسرى ومقدارها بالمعادلة :



©2004 Thomson - Brooks/Cole

11/12/2007

$$F = q v B \sin \theta$$

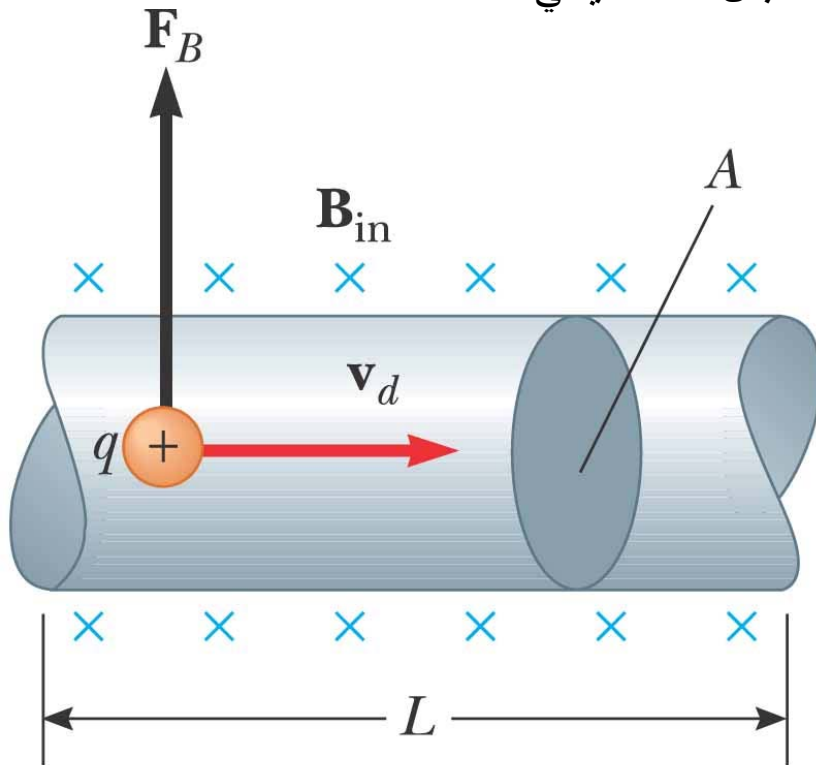
$$q = neA\ell$$

$$I = nevA$$

$$F = q v B \sin \theta = (neA v) \ell B \sin \theta$$

$$F = I \ell B \sin \theta$$

حيث θ هي الزاوية بين اتجاه التيار (متجه الطول) والمجال المغناطيسي



٤-٨ القوة المغناطيسية بين موصلين طوليين:

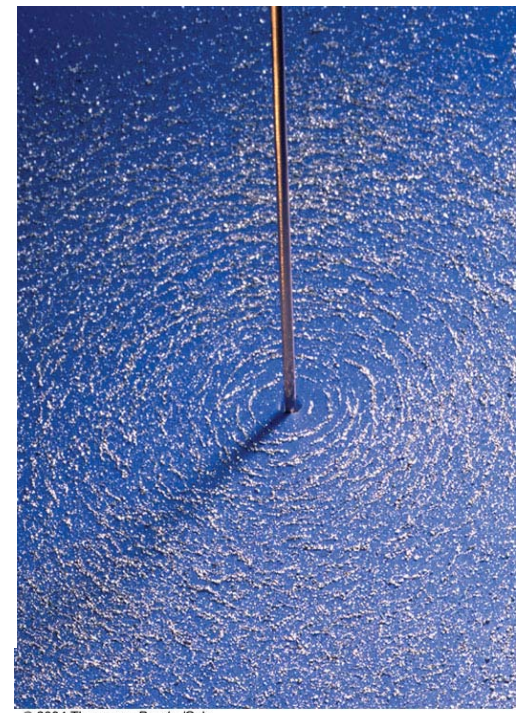
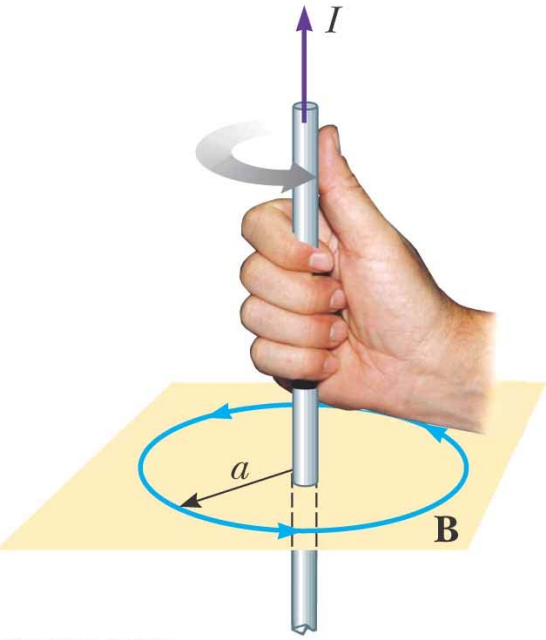
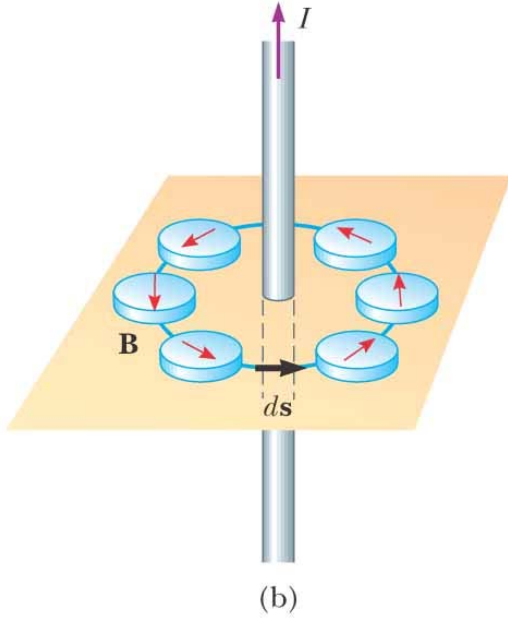
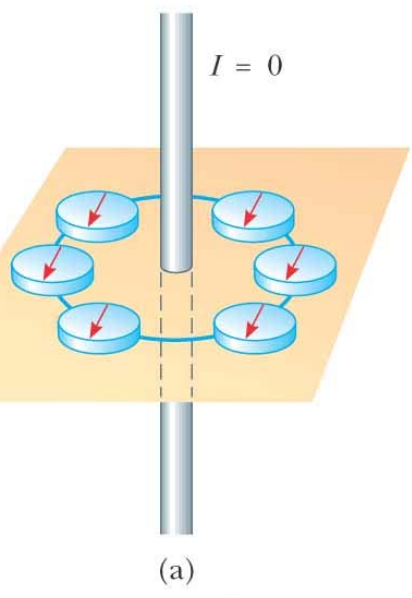
- عند مرور تيار كهربائي I بموصل فإنه ينشأ مجال مغناطيسي حثه B يحدد اتجاهه بواسطة قاعدة اليد اليمنى، وحثه بالمعادلة:

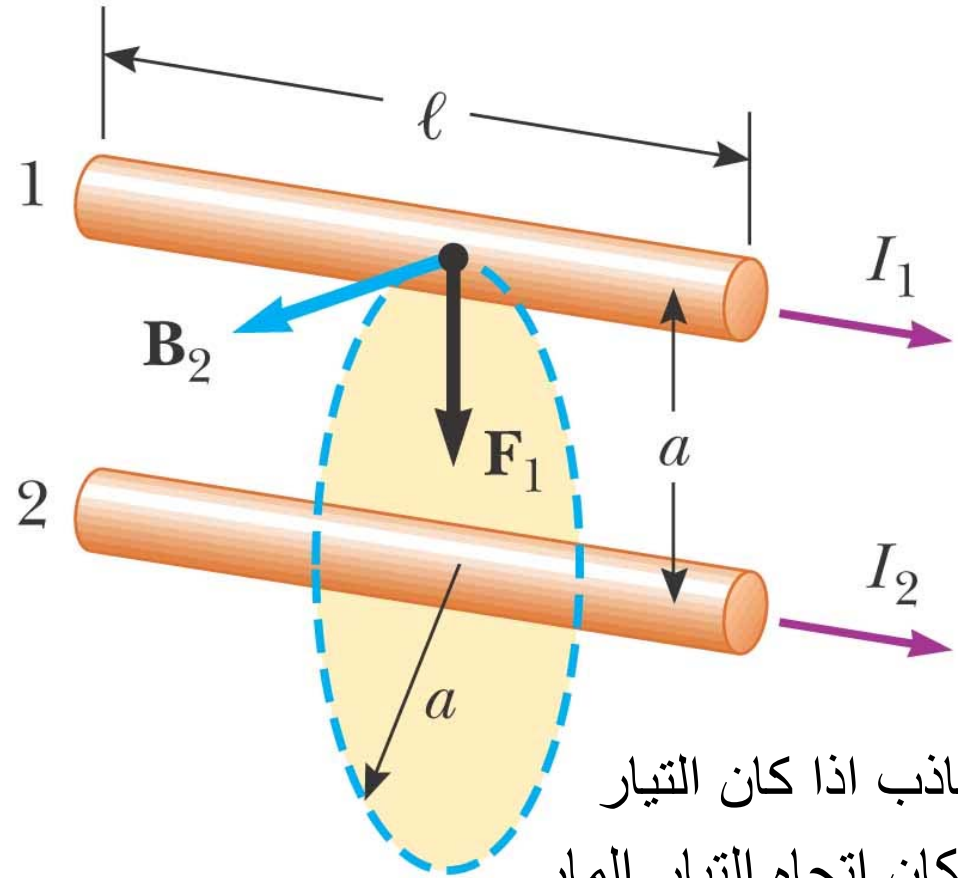
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{a} = 2k_m \frac{I}{a}$$

حيث:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (wb / A.m) } \&$$

$$k_m = 10^{-7} = \frac{\mu_0}{4\pi}$$





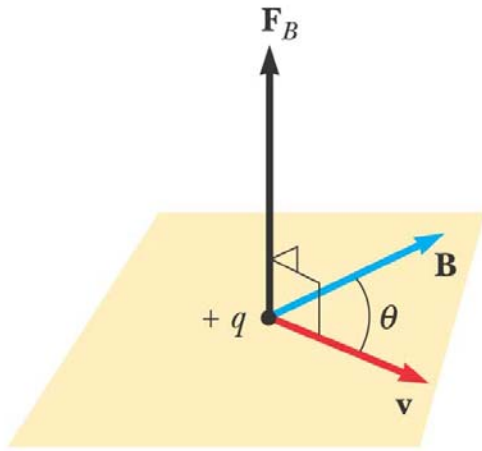
القوة لكل وحدة طول F/l

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{a}$$

تكون القوة المتبادلة بين الموصلين قوة تجاذب اذا كان التيار المار له نفس الاتجاه وتكون قوة تنافر اذا كان اتجاه التيار المار بأحد الموصلين له اتجاه مختلف عن الموصل الاخر.

©2004 Thomson - Brooks/Cole

٤-١٠ مدارات الجسيمات المشحونة في المجالات المغناطيسية:



(a)

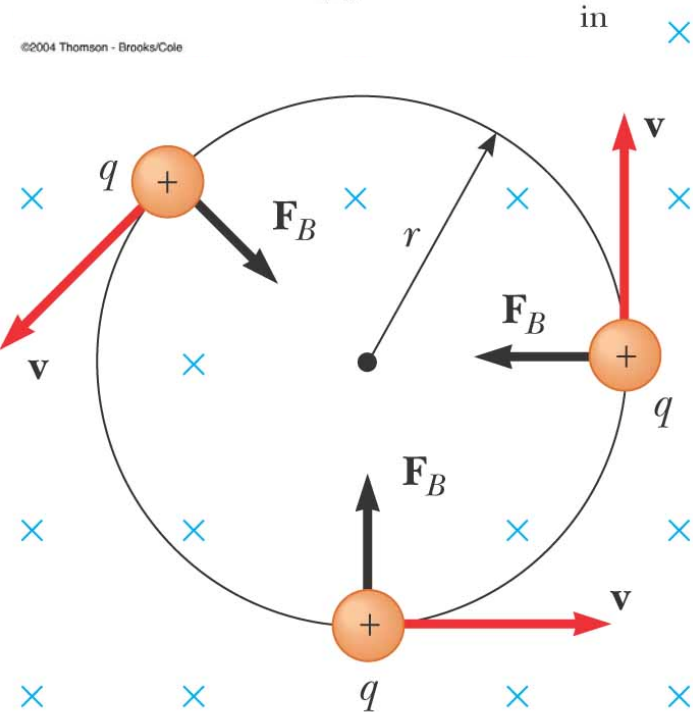
$$F = q v B \sin \theta$$

- ولما كانت القوة عمودية على السرعة فإنها لا تغير من سرعة الجسيم المشحون ولكنها تغير اتجاه حركته، وبتغير موضع الجسم فإن اتجاه السرعة والقوة يتغير بينما تظل مقدار الشحنة والسرعة والمجال ثابتة ولا تتغير.

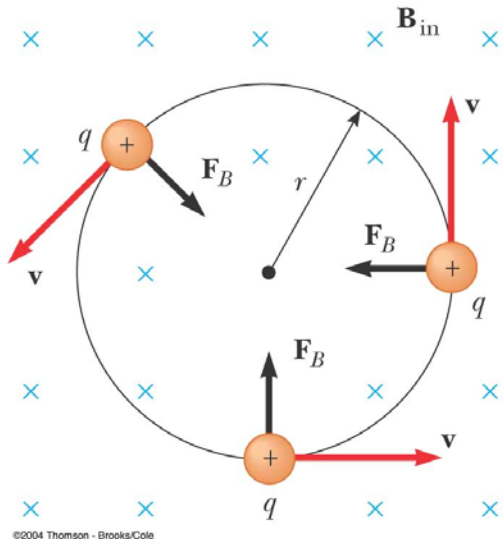
- تتحرك الشحنة بمسار دائري تحت تأثير القوة المغناطيسية F_m تتجه إلى مركز المسار الدائري وقوة الطرد المركزية F_c التي تساوي القوة المغناطيسية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

$$F_m = F_c$$

©2004 Thomson - Brooks/Cole



©2004 Thomson - Brooks/Cole



©2004 Thomson - Brooks/Cole

$$F_m = q v B \quad F_c = ma = m \frac{v^2}{r}$$

$$q v B = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow qB = m \frac{v}{r}$$

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$$\because v = \omega r \quad \therefore \omega = \frac{qB}{m}$$

- حيث r هي نصف قطر المسار الدائري، ω هي السرعة الزاوية

إذا كانت السرعة غير متعامدة على المجال فإن هناك

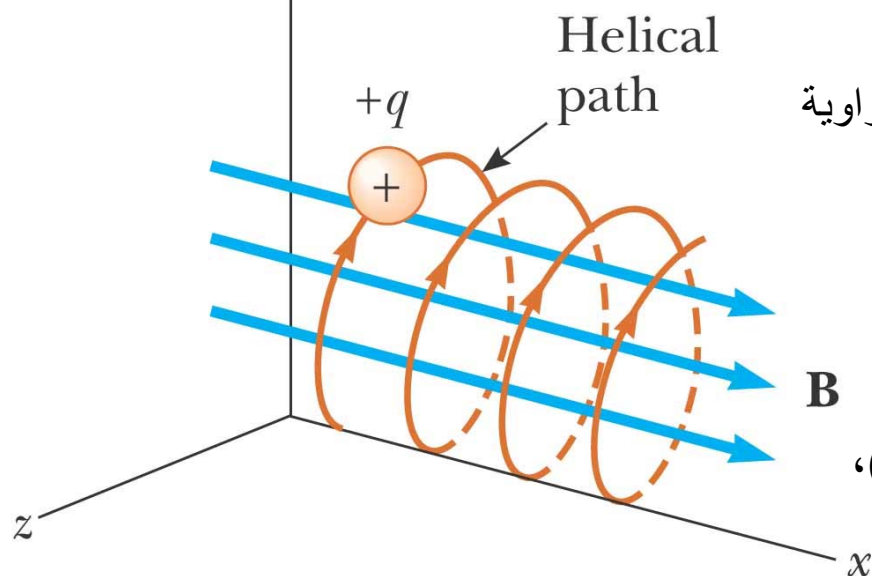
مركبتين للسرعة أحدهما عمودية على المجال - $v \sin \theta$

(تجعل الشحنة تدور في مسار دائري) وأخرى في اتجاه

المجال - $v \cos \theta$ (تجعل الشحنة تتحرك في اتجاه المجال)،

كما هو موضح بالرسم.

$$r = \frac{mv \sin \theta}{qB}$$



©2004 Thomson - Brooks/Cole

11/12/2007

سؤال ٤-١ ص ١٧٤: مجال مغناطيسي حثه 3 Wb/m^2 في اتجاه المحور z احسب التدفق Φ المار خلال سطح مربع مساحته 2 m^2 ويصنع زاوية 15° مع المحور z؟

$$\phi = B \cdot S = B S \cos \theta = 3 (\text{Wb} / \text{m}^2) \cdot 2 (\text{m}^2) \cdot \cos 15 = \quad (\text{Wb})$$

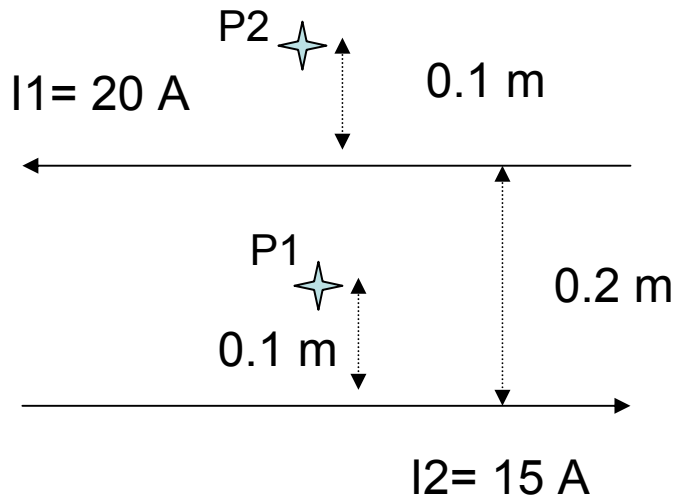
سؤال ٤-٢ ص ١٧٤: احسب قيمة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد 100 cm من موصل طويل رفيع يحمل تيار شدة 1 A ؟

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{a} = 2 k_m \frac{I}{a} = 2 \times 10^{-7} \frac{1}{1} = 2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

سؤال ٤-٣ ص ١٧٤: احسب المسافة بين سلك طويل رفيع يحمل تيار شدة 10 A ونقطة يكون عندها الحث المغناطيسي 10^{-4} T ؟

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{a} = 2 k_m \frac{I}{a} \Rightarrow a = 2 k_m \frac{I}{B} = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{10^{-4}} = \quad \text{m}$$

سؤال ٤-٤ ص ١٧٤ : احسب شدة المجال
المغناطيسي عند النقطتين P_1 & P_2



$$B = 2K_m \frac{I}{a} \Rightarrow$$

$$* P_1 : B_1(out) = 2 \times 10^{-7} \times \frac{20}{0.1} = T \quad \& \quad B_2(out) = 2 \times 10^{-7} \times \frac{15}{0.1} = T$$

$$B(P_1) = B_1 + B_2 =$$

$$* P_2 : B_1(in) = 2 \times 10^{-7} \times \frac{20}{0.1} = 4 \times 10^{-5} T \quad \& \quad B_2(out) = 2 \times 10^{-7} \times \frac{15}{0.3} = 10^{-5} T$$

$$B(P_2) = B_1 - B_2 =$$

سؤال ٤-١٢ ص ١٧٥: سلك طويل يمر به تيار كهربى شدة 10 A، وضع فى مجال مغناطيسى منتظم حثه 0.2 Wb/m² ويصنع زاوية 30° مع المجال. احسب القوة الواقعة لوحدة الطول للسلك؟

$$F = I \ell B \sin \theta$$

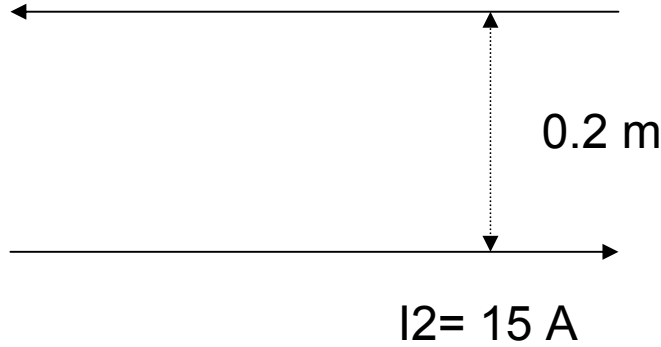
$$\frac{F}{\ell} = I B \sin \theta$$

$$\frac{F}{\ell} = 10 \times 0.2 \sin 30 = \quad (N / m)$$

سؤال ٤-١٣ ص ١٧٥: سلك طويل طوله 75 cm ويحمل تيار كهربى شدته 2.4 A ومحمول على المحور X، ووضع فى مجال مغناطيسى منتظم ويتجه مع المحور z حثه 1.6 T. احسب القوة المغناطيسية المؤثره على السلك واتجاهها؟

$$F = I \ell B \sin \theta = 2.4 \times 0.75 \times 1.6 \sin 90 = \quad N$$

$$I_1 = 20 \text{ A}$$



سؤال ٤-١٤ ص ١٧٥: احسب القوة لوحدة الطول بين الموصلين واتجاهها السلك ١ & ٢ ؟

$$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{a}$$

$$\frac{F}{\ell} = 2K_m \frac{I_1 I_2}{a} = 2 \times 10^{-7} \frac{20 \times 15}{0.2} = 3 \times 10^{-6} \text{ (N/m)}$$

سؤال ٤-١٨ ص ١٧٦: شحنة قدرها $1.6 \mu\text{C}$ تتحرك بسرعة 1500 m/s في اتجاه المحور x وفي مجال مغناطيسي منتظم حثه 80 N/A.m في المستوى xy ويصنع زاوية 30° مع x. احسب القوة المؤثرة على الشحنة؟

$$F = q v B \sin \theta$$

سؤال ٤-١٩ ص ١٧٦: يتحرك بروتون بسرعة $4 \times 10^6 \text{ m/s}$ خلال مجال مغناطيسي حثه 1.7 T ووقع تحت تأثير قوة قدرها $8.2 \times 10^{-13} \text{ N}$. احسب قيمة الزاوية بين السرعة والمجال؟

$$F = qvB \sin \theta \Rightarrow \theta = \sin^{-1} \frac{F}{qvB} = \sin^{-1} \frac{8 \times 10^{-13}}{1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^6 \times 1.7} = \quad \circ$$

سؤال ٤-١٥: اذا كانت سرعة الإلكترون 10^7 m/s عمودية على المجال المغناطيسي، ما هي شدة المجال اذا كان قطر مدار الالكترتون واحد متر؟

$$r = \frac{mv \sin \theta}{Bq} \Rightarrow B = \frac{mv}{qr} =$$

$$B = \mu_0 H \Rightarrow H = \frac{B}{\mu_0} =$$