كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

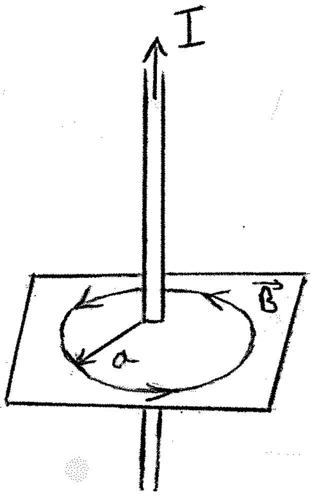
السنة : **الاولى**

المادة : فيزياء عامة٢

المحاضرة الثامنة /نظري/

• قانون أمبير   Ampère's Law :

• الحقل المغناطيسي المحيط بسلك طويل يمر فيه تيار فإن خطوط المجال المغناطيسي تكون على شكل دوائر متحدة المركز وذلك بسبب تناظر السلك وتقطع هذه الدوائر مستوى عمودي على السلك كما في الشكل (1):



الشكل (1)

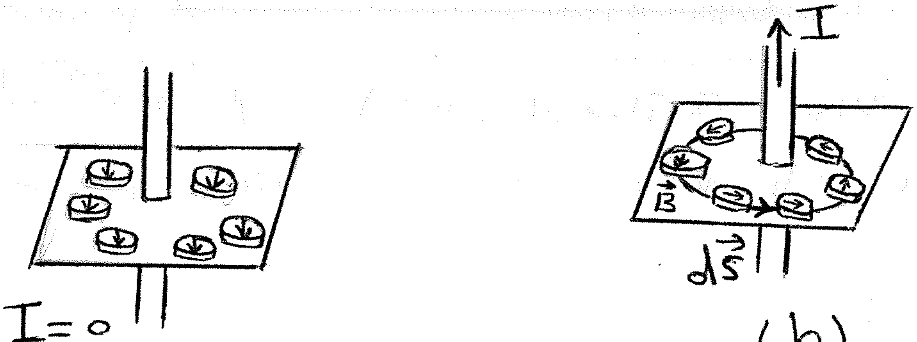
• بتطبيق قاعدة اليد اليمنى يتم تحديد جهة المجال المغناطيسي المحيط بسلك طويل يمر فيه تيار كهربائي.

• نلاحظ أن خطوط المجال المغناطيسي تشكل دوائر محيطة بالسلك.

• المجال المغناطيسي $\vec{B}$ يأخذ قيم ثابتة عند كل حلقة التي نصف قطرها (a) وقيمة يحسب من العلاقة:

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi a}} \quad (1)$$

• الشكل (1) يظهر أن خطوط المجال المغناطيسي ليس لها بداية أو نهاية، وإنما على شكل دوائر مغلقة. هذا هو الاختلاف الرئيسي عن خطوط المجال الكهربائي.



(a)   (b)

الشكل (2)

• الشكل $(2,a)$: عندما لا يمر (لا يوجد) تيار موجود في السلك، تكون كل ابر البوصلة في نفس الاتجاه لا نحو القطب الشمالي الأرضي ،،

• الشكل $(2,b)$: عندما يمر تيار كهربائي بالسلك، كل ابر البوصلة ستنتظم على شكل دائرة وستتجه باتجاه المجال المغناطيسي المتولد من مرور التيار الكهربائي بالسلك.

• لندرس الحد $\vec{B} \times d\vec{s}$ من أجل مسافة صغيرة على محيط الدائرة $d\vec{s}$ على طول المسار. الشعاع $d\vec{s}$ والشعاع $\vec{B}$ متوازيان بشكل تام.

وبالتالي :

$$\boxed{\vec{B} \times d\vec{s} = B \cdot ds}$$

• إن قيمة $\vec{B}$ تبقى ثابتة على كل هذه الدائرة وتعطى بالعلاقة (1)، لذلك إن مجموع الحدود $B \cdot ds$ على المسار المغلق تكافئ تكامل $\vec{B} \times d\vec{s}$

$$\oint \vec{B} \times d\vec{s} = B \oint ds = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi r} (2\pi r) = \mu_0 \cdot I$$

ملاحظة: عوضنا عن B بقيمتها وتكامل المسافة على محيط الدائرة يعطينا محيط الدائرة.

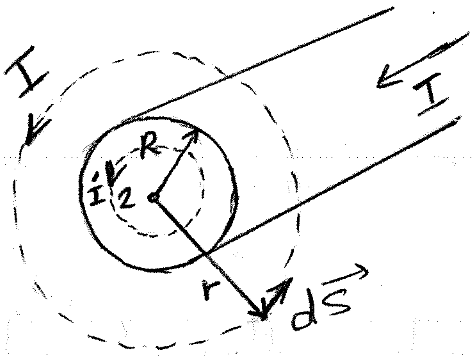
$$\boxed{\oint \vec{B} \times d\vec{s} = \mu_0 I} \quad (2)$$

• تكامل الخطوط $\vec{B} \cdot d\vec{s}$ حول أي مسار مغلق تساوي إلى $\mu_0 \cdot I$.

حيث I شدة التيار الثابت المار في سطح السلك المحدد بمسار مغلق.

تطبيق (1): المجال المغناطيسي المتولد عن مرور تيار كهربائي بالسلك.

• يمثل الشكل (3) سلك طويل مستقيم نصف قطره R يمر فيه تيار ثابت I خلال سطح مقطع السلك.



الشكل (3)

• المجال المغناطيسي عند أي نقطة يمكن أن يحسب من قانون أمبير باستخدام مسار دائري نصف قطره r مركزها في السلك.

• بملاحظة أن التيار الكلي الذي يمر خلال سطح الدائرة I بتطبيق قانون أمبير

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = B\oint ds = B(2\pi r) = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \text{و} \quad r \geq R$$

• لنفترض داخل السلك، $r < R$ التيار I' المار بمستوى الدائرة 2 أقل من قيمة التيار الكلي.

• لنوجد النسبة بين التيار I' المتضمن في الدائرة 2 إلى التيار الداخل I الذي يساوي النسبة مساحة الدائرة 2 المتضمنة بالدائرة (πr^2) إلى مساحة مقطع السلك (πR^2):

$$\frac{I'}{I} = \frac{\pi r^2}{\pi R^2}$$

لنوجد I' :

$$\boxed{I' = \frac{r^2}{R^2} . I}$$

• لنطبق قانون أمبير على الدائرة 2 :

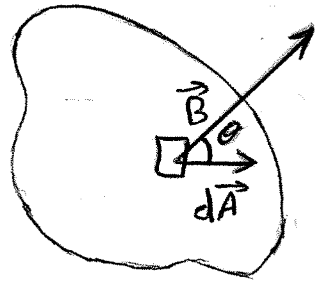
$$\oint \vec{B} \times d\vec{S} = B(2\pi r) = \mu_0 I' = \mu_0 \left(\frac{r^2}{R^2} . I\right)$$

$$B = \frac{\mu_0 . I'}{2\pi r} = \frac{\mu_0 . I}{2\pi R^2 . r} . r^2$$ و

$$\boxed{B = \left(\frac{\mu_0 . I}{2\pi R^2}\right) r}$$

من أجل $(r < R)$

• قانون غوص في المغناطيسية : Gauss's Law in Magnetism



الشكل «4»

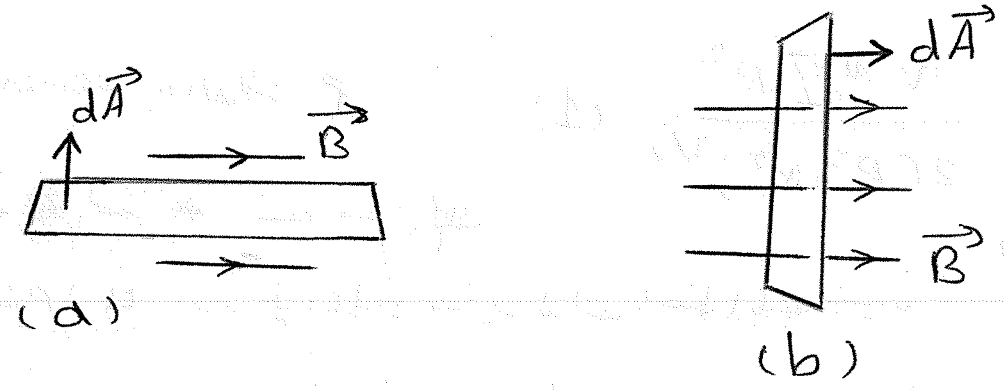
• التدفق المغناطيسي من خلال مساحة صغيرة $\vec{dA}$ تعطى بالعلاقة

$$\vec{B}\cdot d\vec{A} = B\cdot dA\cdot\cos\theta$$

حيث الشعاع $d\vec{A}$ عمودي على السطح.

$$\boxed{\phi_B = \int \vec{B}\cdot d\vec{A}}$$

$$\phi_B = B\,A\cos\theta$$



• الشكل (a) التدفق المغناطيسي خلال سطح يساوي الصفر عندما يكون الحقل المغناطيسي موازي السطح.

• الشكل (b) التدفق المغناطيسي يصل للقيمة العظمى عندما يكون المجال المغناطيسي عمودي على السطح.

• واحدة التدفق المغناطيسي $T\cdot m^2$ وتعرف بالويبر (Wb).

تطبيق (2) :

ملفان متطابقان لهما نصف قطر 1,2 cm والمسافة بينهما 2,2 cm . بجسين لفة من سلك ناقل. a) ما هي قيمة شدة التيار من أجل توليد حقل مغناطيسي بشدة ($4,5 \times 10^{-5}$ T) . بمنتصف المسافة بينهم ؟

b) اذا كانت مقاومة كل ملف 210 Ω ما هي فرق الجهد الذي يجب تطبيقه على هذا الملف ؟ وما هي الطاقة المقدمة لكل ملف ؟ .

الحل : a) كل ملف بشكل منفصل يولد حقل مغناطيسي بالعلاقة :

$$B = \frac{N \mu_0 I R^2}{2(R^2+X^2)^{3/2}} \quad (1) ;$$

X : ~~المسافة بين النقطة~~ ~~المدروسة على المحور وبين مركز الحلقة~~.

• عند منتصف المسافة بين الملفين معاً يولدان الحقل المغناطيسي :

المسافة بينهما 2.2 cm أي أن منتصف المسافة هي : $X = \frac{2.2}{2} = 1.2$ cm

نصف القطر $R = 1,2$ cm $= 0,012$ m

عدد اللفات $N = 50$

بالتعويض في (1) :

$$2B = \frac{N . \mu_0 . I . R^2}{(R^2+X^2)^{3/2}} = 4,5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$2B = \frac{50\,(4\pi \times 10^{-7}).I.(0{,}012)^2}{\left[(0{,}012)^2 + (0{,}011)^2\right]^{3/2}}$$

$$4{,}5 \times 10^{-5} = \frac{9{,}05 \times 10^{-9}}{4{,}31 \times 10^{-6}} I \Rightarrow I = \frac{4{,}5 \times 10^{-5}}{2{,}1 \times 10^{-3}} = 21{,}5\,A$$

b) $\Delta V = I R = (\cancel{}\,21{,}5)(210) = \cancel{}\ 4515\ V$

c) $P = \Delta V . I = (4515)(\cancel{}\,21{,}5) = \cancel{96{,}7}\ W$

$97072{,}5\ W$

تمرين (3) :

احسب الحقل المغناطيسي عند النقطة 25 cm من سلك طويل ، يمر فيه تيار شدته 2 A .

الحل:

$$B = \frac{\mu_0 . I}{2\pi r} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(2)}{2\pi\,(0{,}250)} = 1{,}6 \times 10^{-6}\ T$$

تمرين (4) :

معدن النوبيوم يصبح فائق الناقلية عندما يبرد لدرجة الحرارة 9K . ويتم تدمير الموصلية الفائقة عندما الحقل المغناطيسي على السطح يتجاوز القيمة 0,1 T . في غياب أي حقل كهربائي خارجي ، أوجد شدة التيار الأعظمي لسلك أبعاده 2 mm لسلك من معدن النوبيوم وليبقى بمجال الناقلية الفائقة .

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I \;\;\text{و}\;\; I = \frac{2\pi r B}{\mu_0} = \frac{2\pi(1\times10^{-3})(0.1)}{4\pi\times10^{-7}}$$

$$\Rightarrow I = 500\ A$$

• المجال المغناطيسي عن ملف حلقي (لولبي)

The Magnetic Field of a Solenoid

$$B = \mu_0 \frac{N}{l}\cdot I = \mu_0 \cdot n \cdot I$$

N : عدد اللفات في الطول l.

$$n = \frac{N}{l}$$

عدد اللفات في وحدة الطول.

تمرين 4 : ملف حلقي لولبي يتألف من (1000) لفة موزعة بشكل موحد على طول الملف الذي طوله $0,4\ m$ ينتج عنه مجال مغناطيسي بشدة $1\times10^{-4}\ T$ في المركز. ما هي قيمة التيار المناسبة للحصول على قيمة الحقل هذه؟

الحل:

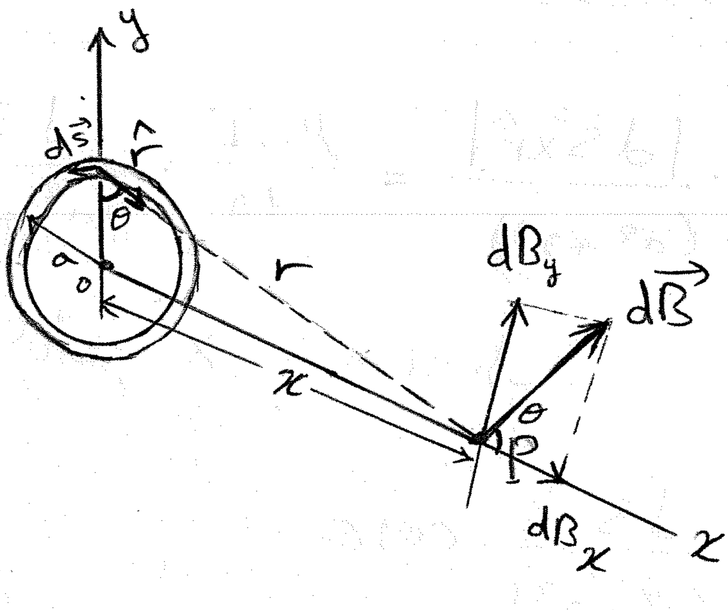
$$B = \mu_0 \frac{N}{l} \cdot I \Longrightarrow I = \frac{B \cdot l}{\mu_0 \cdot N} =$$

$$\Longrightarrow I = \frac{(1 \times 10^{-4})(0,4)}{(4\pi \times 10^{-7})(1000)} = 31,8\ (A)$$

• المجال المغناطيسي على محور حلقة على شكل دائرة.

• لنفترض أنه لدينا حلقة على شكل دائرة نصف قطرها (a) تقع في المستوي YZ يمر فيها تيار ثابت الشدة I كما في الشكل التالي (5).

• احسب المجال المغناطيسي عند النقطة P التي تقع على المحور OX وتبعد مسافة X عن مركز الحلقة.



الشكل (5)

يمثل الشكل (5) الشكل الهندسي للمجال المغناطيسي عند النقطة P تقع على محور الحلقة نصف قطرها a يمر بها تيار. المجال المغناطيسي $\vec{B}$ الكلي يقع على هذا المحور.

• في هذه الحالة ، عند كل مسافة انتقال $d\vec{S}$ تكون متعامدة مع شعاع الواحدة $\hat{r}$ عند مكان هذه المسافة. لذلك من أجل أي مسافة انتقال :

$$d\vec{S} \times \hat{r} = (dS)(1)\sin(90) = dS$$

بالإضافة لذلك من أجل كل مسافات الانتقال التي هي على محيط الحلقة تبعد مسافة متساوية r عن النقطة P . حيث : $r^2 = a^2 + x^2$

باستخدام العلاقة

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I . d\vec{S} \times \hat{r}}{r^2}$$

لإيجاد قيمة $d\vec{B}$ المتولد عن مرور التيار خلال مسافة $d\vec{S}$.

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} . \frac{|d\vec{S} \times \hat{r}|}{(a^2 + x^2)} = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} . \frac{dS}{(a^2 + x^2)}$$

لنوجد المركبة على المحور ox المجال المغناطيسي

$$dB_x = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} . \frac{dS}{(a^2 + x^2)} . \cos\theta$$

لنكامل على محيط الحلقة:

$$B_x = \oint dB_x = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint \frac{dS . \cos\theta}{a^2 + x^2}$$

من الشكل الهندسي نوجد قيمة $\cos\theta$:

$$\cos\theta = \frac{a}{(a^2+x^2)^{1/2}}$$

نعوض :

$$\Rightarrow B_x = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \oint \frac{ds}{a^2+x^2} . \left[\frac{a}{(a^2+x^2)^{1/2}}\right]$$

$$= \frac{\mu_0 . I}{4\pi} . \frac{a}{(a^2+x^2)^{3/2}} \oint ds$$

بالتكامل على محيط الدائرة .

$$\Rightarrow B_x = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} . \frac{a}{(a^2+x^2)^{3/2}} . (2\pi a)$$

$$\Rightarrow \boxed{B_x = \frac{\mu_0 . I . a^2}{2(a^2+x^2)^{3/2}}}$$

• التيار المتناوب :

1- منابع التيار المتناوب :

تتألف دارة التيار المتناوب من عناصر الدارة ومنبع القدرة الذي يزود بالكمون المتناوب . يتم وصف الكمون المتغير مع الزمن على الشكل التالي:

$$\Delta V = \Delta V_{max} \cdot \sin \omega_{max}$$

حيث ΔV_{max} سعة الكمون.

يعطى التردد الزاوي لكمون AC:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

حيث f تردد المنبع و T الدور .

2- دارة RLC تسلسلية:

تحتوي على مقاومة ووشيعة ومكثفة موصولة على التسلسل عبر منبع كمون متناوب
نعبر عن الكمونات اللحظية عبر عناصر الدارة الثلاث على النحو التالي:

$$\Delta v_R = iR = I_{max} \cdot R \sin \omega t = \Delta V_R \sin \omega t$$

$$\Delta v_L = L \frac{di}{dt} = I_{max} \cdot L.\omega \cos \omega t$$

$$= I_{max} \cdot X_L \cdot \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = \Delta V_L \cdot \cos \omega t$$

حيث أن: $X_L = \omega L$

$$\Delta V_c = \frac{q}{c} = \int \frac{i\,dt}{c} = -\frac{I_{max}}{\omega c} \cdot \cos \omega t$$

$$= I_{max} X_c \cdot \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = -\Delta V_c \cos \omega t$$

حيث

$$X_c = \frac{1}{\omega c}$$

تعطى الممانعة Z للدارة:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$$

والتيار الأعظمي:

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{Z}$$

زاوية الطور φ بين التيار والجهد تعطى بالعلاقة:

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_c}{R} \right)$$

عندما $X_L > X_c$ تكون زاوية الطور موجبة والتيار يتأخر على الجهد المطبق.

و $X_L < X_c$ فإن زاوية الطور تكون سالبة مما يدل على أن التيار يتقدم على الجهد المطبق.

عندما $X_L = X_c$ فإن زاوية الطور تكون معدومة ويقال عن مثل هذه الدارة أنها في حالة تجاوب ويكون تردد التجاوب للدارة:

$$W_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$