

الفيزياء العامة فيز 202

كهربية – مغناطيسية – ضوء- فيزياء حديثة

● المجالات المغناطيسية للتيار الكهربى

Magnetic Fields of Electric Current

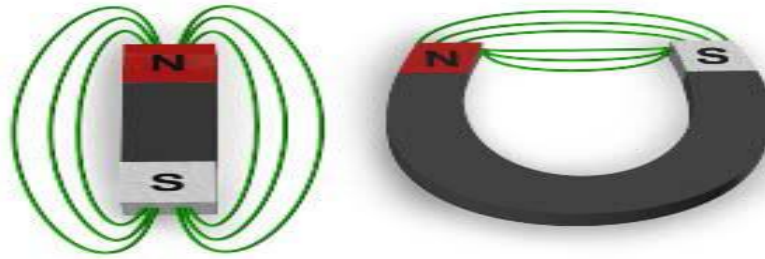
مقدمة

من المعروف أن الخاصية المغناطيسية اكتشفت في مدينة مغنيسيا في آسيا الصغرى حيث اكتشفت أجسام تجذب إليها قطع الحديد ، سميت هذه الخاصية بالخاصية المغناطيسية وسمي هذا المغناطيس بالمغناطيس الدائم.

وأیضا اكتشف العلماء أن الأرض تمثل مغناطيس كبير له قطبان بدليل انه عند تعليق مغناطيس حديدي تعليقاً حراً فإنه يأخذ وضعاً خاص بحيث يشير إلى الشمال والجنوب للأرض ولذلك استغل العلماء هذه الفكرة لصناعة البوصلة التي أصبحت وقتها الدليل لمعرفة الاتجاهات الأصلية.

معلومات خاصة بالمغناطيس الدائم:

1. له قطبان شمالي وجنوبي
2. الأقطاب المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب بقوة تبعا لقانون كولوم.
3. يحيط بالمغناطيس منطقة تسمى بالمجال المغناطيسي وتحتوي على خطوط المجال المغناطيسي
4. المجال المغناطيسي نوعان غير منتظم (مغناطيس مستقيم) ، ومنتظم.



المجال المغناطيسي (Magnetic Field):

هو المنطقة التي تحيط بالمغناطيس ويظهر فيها تأثيره المغناطيسي.

وهنا سوف نتعرف على كثافة الفيض المغناطيسي (الحث المغناطيسي) **Magnetic Induction (B)**

والذي يتخذ كدلالة على شدة المجال المغناطيسي **Magnetic Field Intensity (H)**

العلاقة التي تربط بينهما هي : (1) $B = \mu_0 H$

حيث μ_0 معامل نفاذية الفراغ (Permeability)

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$$

الفيض المغناطيسي Φ Magnetic Flux

➤ عندما يكون الحث المغناطيسي B منتظم وعمودي على سطح منتظم مساحته S فإن :

عدد خطوط القوى المغناطيسية التي تنفذ عموديا خلال هذا السطح تعرف بالفيض المغناطيسي Φ ويعطى بـ :

$$\Phi = B \cdot S \quad (2)$$

وحدات قياس B هي تسلا = Wb/m^2 (ويبر/متر²)

➤ وإذا كان العمودي على السطح يصنع زاوية مقدارها θ مع اتجاه خطوط القوى فإن المعادلة 2 تصبح :

$$\Phi = B S \cos \theta \quad (3)$$

➤ وإذا كان السطح غير منتظم الشكل فيمكن تقسيمه إلى أسطح صغيرة مساحة كل سطح ΔS والمعادلة 2 تصبح :

$$\Phi = B \cos \theta \Delta s \quad (4)$$

$$\Phi = B \cos \theta ds \quad (5)$$

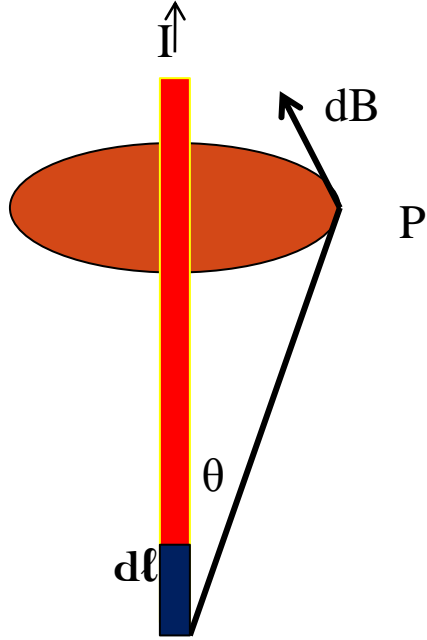
أي أن السطح قسم إلى عناصر صغيرة متناهية في الصغر ds .

استمر العلماء لسنوات طويلة يدرسون المجال المغناطيسي منفصل تماما عن المجال الكهربائي حتى استطاع العالم اورستد (1820م) أن يؤكد العلاقة الوثيقة بين المجالين الكهربائي والمغناطيسي عندما اكتشف انحراف إبرة مغناطيسية عندما تقترب من سلك يمر به تيار كهربائي.



*** الخلاصة:** المجال المغناطيسي يحدث نتيجة مرور التيار الكهربائي.

بيوت وسافارت هما عالمان استطاعا استنتاج قانون يمكن بواسطته حساب المجال المغناطيسي لأي دائرة كهربية.



➤ نتاج دراسة عملية للمجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربي مار في سلك ويؤثر على إبرة مغناطيسية موضوعة بالجوار قام العالمان بيوت وسافارت بعدة تجارب لإيجاد العلاقة بين التيار المار في سلك والمجال المغناطيسي الناتج عنه عند أية نقطة في الفراغ ، وقد توصلوا إلى :

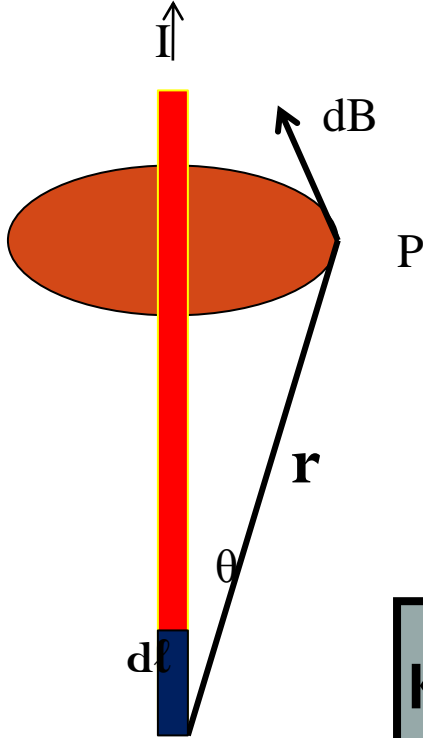
إذا كان $d\ell$ يمثل عنصراً طويلاً متناهيّاً في الصغر من سلك يحمل تياراً فإن عنصر الحث المغناطيسي dB عند النقطة p التي تبعد مسافة r من $d\ell$ يتناسب :

➤ عكسياً مع مربع المسافة r^2 .

➤ طردياً مع مقدار التيار المار في السلك I ، $\sin \theta$ ، و $d\ell$.

استنتاج القانون:

عند مرور تيار كهربائي (**I**) في سلك لإيجاد عنصر الحث المغناطيسي (**dB**) لعنصر منه طوله (**dℓ**) كما بالرسم نلاحظ أن :



$$dB \propto \frac{I \cdot d\ell \cdot \sin\theta}{r^2}$$

$$dB = K_m \frac{I \cdot d\ell \cdot \sin\theta}{r^2}$$

ومنها يكون :

$$K_m = \frac{\mu_o}{4\pi} = 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$$

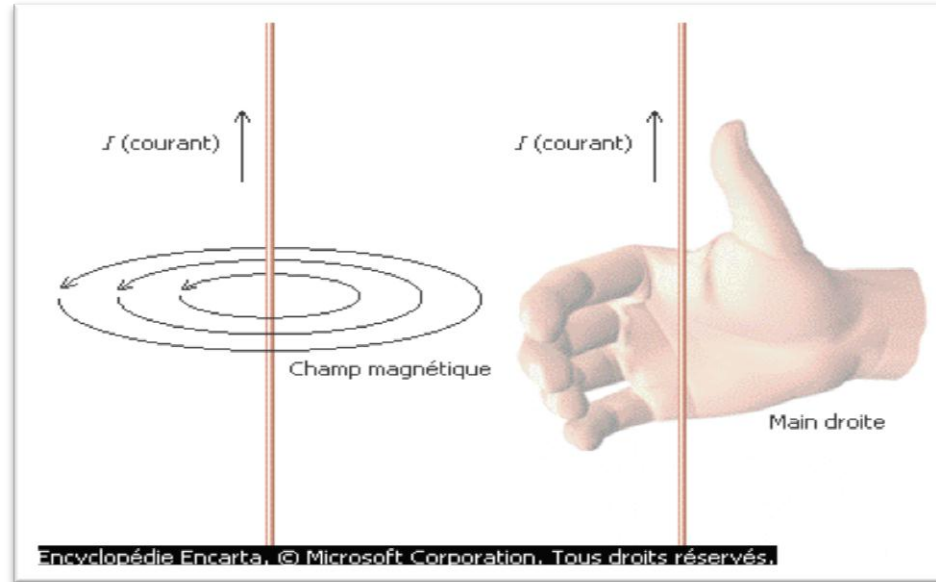
حيث (K_m) ثابت التناسب ويساوي

$$dB = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I \cdot d\ell \cdot \sin\theta}{r^2}$$

ويكون الشكل النهائي للقانون هو:

(6)

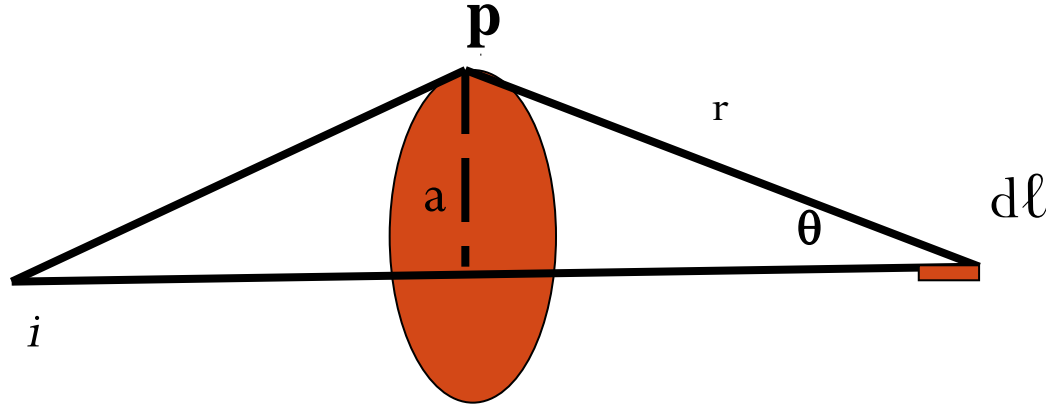
وبدراسة الحث المغناطيسي حول موصل مستقيم يمر به تيار كهربائي I بواسطة إبرة مغناطيسية صغيرة نجد أن خطوط القوى المحيطة بالموصل عبارة عن دوائر مغلقة مركزها الموصل وفي مستوى عمودي عليه واتجاهها يُعَيَّن بقاعدة اليد اليمنى بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه التيار ، والأصابع الأخرى حول السلك تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي H ، والمماس عند أي نقطة على خط القوة تشير إلى اتجاه الحث المغناطيسي B .



قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي والحث المغناطيسي

تطبيق على قانون بيوت سافارت

الحث المغناطيسي لموصل مستقيم



لحساب الحث المغناطيسي B الناتج عن مرور تيار كهربائي I في سلك رفيع مستقيم عند نقطة تقع خارجة مثل النقطة P نأخذ جزء من السلك طول كل جزء $d\ell$ فيكون الحث المغناطيسي عند النقطة P والناتج من مرور التيار الكهربائي I في هذا الجزء هو dB ويعطى بالمعادلة:

$$dB = K_m \frac{Id\ell \sin \theta}{r^2} \quad (6)$$

وعليه يكون الحث الكلى الناتج عبارة عن مجموع قيم الحث على طول السلك والذي يمكن حسابه من التكامل على طول السلك كله ومنها نحصل على :

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{a} \quad (7)$$

وبمعلومية المعادلة رقم 1 والمعادلة الأخيرة نحصل على :

$$H = \frac{1}{2\pi} \frac{I}{a} \quad (8)$$

وواضح من هذه المعادلة أن وحدة شدة المجال المغنطيسى H هي أمبير/متر. A/m .

قانون أمبير Ampere's Law

قانون أمبير هو صياغة أخرى للعلاقة بين شدة التيار والحث المغناطيسي الناشئ عنه.

وينص على : أن التكامل الخطي للحث المغناطيسي B حول مسار مغلق يساوي مجموع التيارات داخل هذا المسار مضروباً في معامل نفاذية الفراغ .

ويأخذ قانون أمبير الصورة التالية :

$$\oint B \cdot \cos \theta \cdot dl = \mu_0 \cdot \sum I \quad (13)$$

تطبيق على قانون أمبير :

إيجاد المجال المغناطيسي الناشئ عن سلك طويل:

نفترض أن لدينا سلك منطبق تماما على محور Z ويحمل تيار شدته I والمطلوب إيجاد شدة المجال المغناطيسي عند النقطة P التي تبعد مسافة a من السلك وباستخدام قانون أمبير نختار المسار المغلق على شكل دائرة تحيط بالسلك الذي يتمركز في مركزها ونصف قطرها a وبالتالي تكون B, H ثابتة على المسار المغلق وتكون الزاوية بين $d\mathbf{l}$ و \mathbf{B} مساوية للصفر .

$$\therefore \oint_C B d\ell \cos \theta = \oint_C B d\ell = \mu_o I$$

$$\therefore B \int_0^{2\pi a} d\ell = \mu_o I$$

$$\therefore B = \frac{\mu_o I}{2\pi a}$$

$$H = \frac{B}{\mu_o} \quad \text{وحيث أن}$$

$$\therefore H = \frac{I}{2\pi a} \quad \text{وهي نفس النتيجة التي حصلنا عليها من قانون بيوت- سافارت.}$$

الضوء Light

طبيعة الضوء

نبذة تاريخية

يعتبر العالم العربي المسلم الحسن بن الهيثم مؤسس علم البصريات بأكمله ، فقد ألف العديد من المراجع العلمية المهمة من بينها كتاب "المناظر" الذي اعتمدت عليه معظم جامعات أوروبا والغرب الحديثة لعدة قرون. (تعريف الضوء ، تفسير حاسة الإبصار ، قوانين انعكاس الضوء ، قانون انكسار الضوء ، سرعة الضوء).

و تجدر الإشارة إلى أن هناك علماء آخرين كتبوا في البصريات مثل ابن سينا وابن النفيس والرازي والكندي وغيرهم من العلماء العرب المسلمين الذين أسهموا في تطور هذا الفرع من العلوم. ثم كان أول ما استحدثه الأوروبيون في البصريات اختراعهم التلسكوب والميكروسكوب في القرن السابع عشر الميلادي.

الضوء

طبيعة الضوء

نبذة تاريخية

بالرغم من كل هذه الإنجازات التي تمت في البصريات إلا أن طبيعة الضوء ظلت لفترات طويلة بعد ذلك موضع للاهتمام والاختلاف بين العلماء وذلك لتعارض هذه الطبيعة في تفسير ظاهرة ضوئية معينة.

و من أهم النظريات التي وضعت لتفسير طبيعة الضوء و منها:

النظرية الجسيمية لنيوتن:- اعتقد نيوتن أن الضوء عبارة عن جسيمات دقيقة متناهية في الصغر تنتشر في الفراغ بسرعات عالية وقد نجحت هذه النظرية في تفسير ظاهرة الانتشار والانعكاس ولكنها فشلت في تفسير ظاهرة الانكسار حيث افترضت أن سرعة الضوء في الوسط الأكبر كثافة ضوئية كالماء أكبر منها في حالة الوسط الأقل كثافة ضوئية كالهواء.

الضوء

طبيعة الضوء

نبذة تاريخية

النظرية الموجية لهايجنز:- افترضت هذه النظرية أن الضوء عبارة عن موجات وأن كل نقطة على صدر الموجة تعتبر مصدر لموجات ثانوية. وأنه لا بد من وجود وسط مادي لكي تنتشر من خلاله هذه الموجات ، و قد استطاعت هذه النظرية في تفسير ظاهرة الانكسار ، و لكنها فشلت في تفسير ظاهرة الاستقطاب ولم تلاقي نجاحاً بسبب اعتقاده أن الموجة لا بد لها من وسط للانتشار في حين أن الضوء ينتشر في الفراغ.

الضوء

طبيعة الضوء

نبذة تاريخية

النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل:- حيث اعتبرت هذه النظرية أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ. و من المعروف أن الموجة الكهرومغناطيسية تتكون من مجالين متعامدين أحدهما المجال الكهربائي والآخر هو المجال المغناطيسي وكلاهما متعامد على اتجاه انتشار الموجة ، ومن المعروف أيضا أن مثل هذه الموجات هي موجات مستعرضة. و من ثم استطاعت هذه النظرية من تفسير ظاهرة الاستقطاب حيث أهملت وجود الوسط (لأن هذه الموجات تنتشر في الفراغ). و لكن ظهرت حينئذ ظاهرة فيزيائية مهمة لم تستطع هذه النظرية من تفسيرها و هي الظاهرة الكهروضوئية. سنتعرف عليها بإذن الله في الفيزياء الحديثة.

تعريف الضوء : هو عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ بسرعة $3 \times 10^8 \text{ m/sec}$. وللضوء طول موجي وتردد أما إحساسنا بالضوء فيمثل مدى محدد من ذلك الطيف الكهرومغناطيسي الذي يسمى بالطيف المرئي .

البصريات



بصريات
كمية



بصريات
موجية



بصريات
هندسية

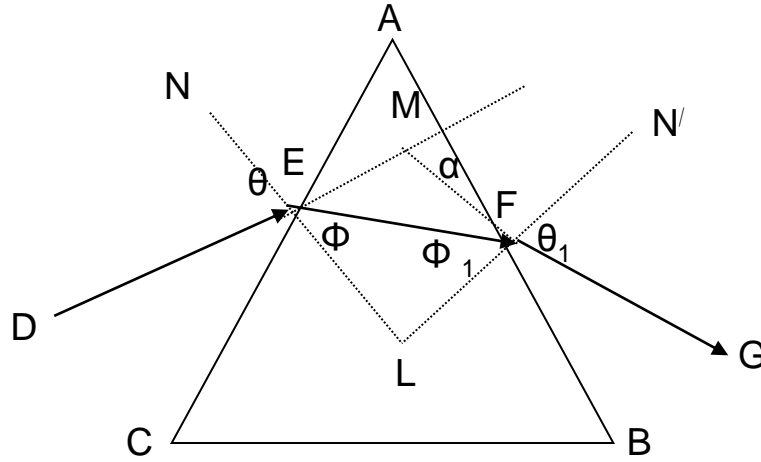
البصريات الهندسية: هو العلم الذي يهتم بطبيعة الضوء الجسيمية .

البصريات الهندسية geometrical Optics



- 1- الانتشار ويكون في خطوط مستقيمة .
- 2- تعيين سرعة الضوء .
- 3- الانعكاس ويقصد به ارتداد الموجات (المرايا) .
- 4- الانكسار ويقصد به انحراف الموجات عن مسارها (العدسات) .
- 5- المنشور الثلاثي وتحليل الضوء أو التفريق اللوني.

المنشور الثلاثي



المنشور الثلاثي : هو جزء من وسط شفاف متجانس محدود بسطحين غير متوازيين. فإذا فرضنا أن ABC يمثل المقطع الأساسي ل منشور ثلاثي من الزجاج زاوية رأسه A و أن شعاعاً ضوئياً DE يسقط على الوجه AC فانه ينكسر داخل المنشور مقترباً من العمود (EF في الاتجاه) ثم يخرج من الوجه AB في الاتجاه FG كما بالشكل.

إذن الشعاع الضوئي ينحرف عن مساره الأصلي بزاوية معينة تسمى زاوية الانحراف أي أن زاوية الانحراف : هي الزاوية المحصورة بين امتداد الشعاع الساقط على المنشور وامتداد الشعاع الخارج منه .

الزوايا θ و ϕ و ϕ_1 و θ_1 تمثل زوايا السقوط والانكسار عند النقطتين E و F

إذا كانت زاوية الانحراف α تعطى من :

المنشور الثلاثي

$$\alpha = \theta + \theta_1 - (\phi + \phi_1)$$

$$\hat{A} = \phi + \phi_1$$

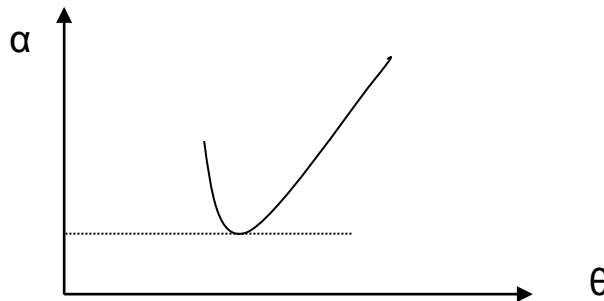
وكانت زاوية رأس المنشور A تعطى من :

$$\therefore \alpha = \theta + \theta_1 - \hat{A}$$

و حيث أن A زاوية رأس المنشور تكون ثابتة لا تتغير إلا بتغير المنشور ،
فان زاوية الانحراف α تتوقف على زاويتي السقوط والخروج ..

فإذا رسمت العلاقة بين زاوية الانحراف وزاوية السقوط فسوف يكون لها السلوك الممثل بالشكل

و نلاحظ أنه كلما زادت زاوية السقوط قلت زاوية الانحراف حتى تصل إلى أقل قيمة لها ثم تأخذ بعدها في الزيادة مرة أخرى ، ومعنى هذا أن هناك قيمة لزاوية السقوط تكون عندها زاوية الانحراف أقل ما يمكن وتسمى النهاية الصغرى لزاوية الانحراف



المنشور الثلاثي

وعند وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن زاوية السقوط = زاوية الخروج.

و بالتالي زاوية رأس المنشور تأخذ الشكل :

$$A = 2\phi$$

$$\alpha + A = 2\theta$$

وبتطبيق قانون سنل ، والتعويض عن $n_1 = 1$ للهواء ،

n_2 هي معامل انكسار المنشور .

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

$$n_p = \frac{\sin\left(\frac{\alpha + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

أما إذا كانت زاوية رأس المنشور صغيرة وكانت الأشعة الساقطة على سطح المنشور عمودية تقريبا فان زوايا الانكسار والانحراف تكون صغيرة كذلك ، ومن ثم تأخذ المعادلة السابقة الشكل الآتي :

$$n_p = \frac{\left(\frac{\alpha + A}{2}\right)}{\left(\frac{A}{2}\right)}$$

$$\therefore n_p = 1 + \frac{\alpha}{A} \therefore \alpha = A(n_p - 1)$$

البصريات الموجية :هو العلم الذي يهتم بطبيعة الضوء الموجية

البصريات الموجية Waves Optics



- 1- قاعدة هيجنز .
- 2- التداخل أي تداخل الموجات وهو بناء أو هدام .
- 3- الحيود ويقصد به تغيير الموجات من مسارها عند مرورها خلال فتحة ضيقة أو ارتطامها بالحوائل والحواجز .
- 4- الاستقطاب ويقصد به الحصول على موجات تهتز في مستو واحد .

البصريات الكمية: هو العلم الذي يهتم بطبيعة الضوء الكمية (أي طبيعة ازدواجية بين الجسيمية والموجية).

البصريات الكمية Optics Quantity



المدارات الذرية

كثافة الاحتمالات

مستويات الطاقة

الكومات

الليزر