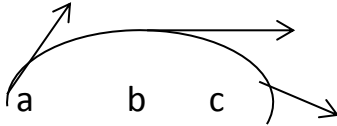


الفصل الثاني

المجال المغناطيسي

المجال المغناطيسي :

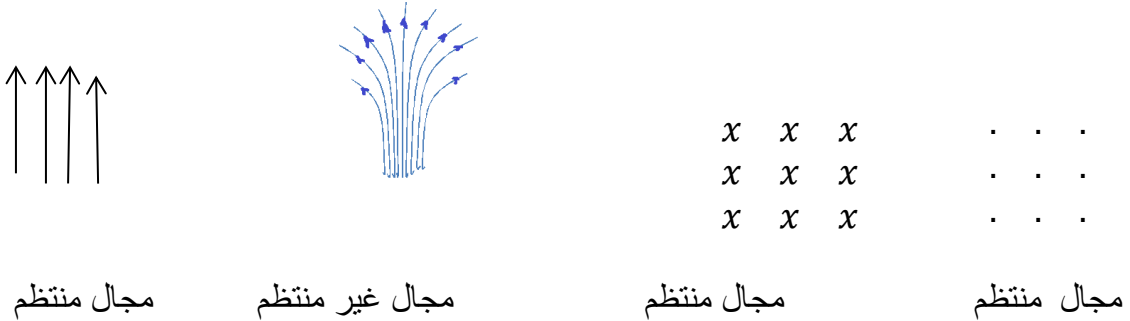
هو المنطقة التي تظهر فيها اثار القوة المغناطيسية وهي كمية متجهة ويمثل اتجاهها بخطوط افتراضية تسمى خطوط الحث المغناطيس



خطوط الحث تعطي فكرة عن طبيعة المجال المغناطيسي

الشكل المجاور يمثل خط من خطوط الحث المغناطيسي

ويمثل اتجاه الخط او المماس للخط المار في نقطة ما هو اتجاه المجال المغناطيسي في تلك النقطة



اذا كان المجال مسلطا بصورة عمودية على الصفحة ومتجها نحو القارئ يمثل بنقاط (.) اما اذا كان مبتعدا عن القارئ يمثل (x) كما في الاشكال اعلاه

يقاس خطوط الحث المغناطيسي بـ(ويبر) ويرمز لها بالرمز (w)

الحث المغناطيسي : هو عدد خطوط الحث المغناطيسي المارة بصورة عمودية بوحدة المساحة ويرمز لها بالرمز (B)

$$B = \frac{w}{m^2} = T \quad \text{تسلا} \quad \text{في نظام (m.k.g.s)}$$

ان B كمية اتجاهية اتجاهها بأنها خطوط الحث المغناطيسي

اما في نظام (cm.gm.s) يعبر عن الحث المغناطيسي بـ ($\frac{\text{ماكسويل}}{\text{cm}^2}$) ويطلق عليه اسم كاوس (gauss)

$$gauss = \frac{maxwell}{cm^2}$$

$$1T = 10^4 gauss$$

الفيض المغناطيسي :

هو عدد خطوط الحث المغناطيسي المخترقة بصورة عمودية للسطح ويرمز لها بالرمز Φ وهي كمية اتجاهية يتحدد اتجاهها باتجاه خطوط الحث المغناطيسي

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot \vec{dA}$$
 حيث B الحث المغناطيسي

$$\Phi = \int B dA \cos \theta$$
 dA جزء صغير من المساحة

θ زاوية محصورة بين اتجاهي B و dA

وان اتجاه dA يحدد بالعمود المقام على المساحة نحو الخارج ويرمز له بـ (n)

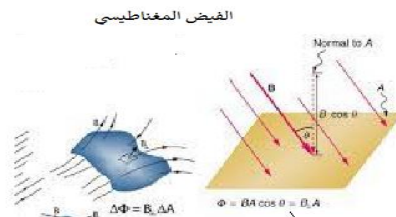
1- اذا كان المجال منتظم والزاوية θ متساوية لجميع اجزاء السطح تصبح Φ

$$\Phi = BA \cos \theta$$

2- اذا كان المجال منتظم والزاوية غير متساوية لجميع اجزاء السطح تصبح Φ

$$\Phi = B \int dA \cos \theta$$

وغالبا ما يسمى الحث المغناطيسي B بكثافة الفيض المغناطيسي.



القوة المؤثرة على شحنة كهربائية متحركة في مجال مغناطيسي

إذا تحركت شحنة كهربائية في مجال مغناطيسي ظهرت عليها قوة جانبية باتجاه عمودي على اتجاه حركة الشحنة ويتوقف مقدار القوة على مقدار الحث المغناطيسي B الذي يتحرك فيه وعلى مقدار الشحنة q وعلى سرعتها v وعلى اتجاه حركة الجسم

لقد وجد ان القوة المؤثرة على شحنة كهربائية متحركة في مجال مغناطيسي هي :

$$F = q(\vec{v} \times \vec{B}) \dots\dots (1)$$

$$F = qv B \sin \theta \dots\dots (2)$$

θ هي الزاوية المحصورة بين المتجهين (v, B)

نستنتج من العلاقة اعلاه ان $\vec{F}$ دائما عمودية على كل من $\vec{v}$, $\vec{B}$ اي عمودي على المستوي الذي يحتويهما

وحدات القوى المغناطيسية F هي (نيوتن) عندما تكون وحدات الشحنة q (كولوم) والسرعة v (m/s) والحث المغناطيسي B (تسلا)

كما يمكن تحديد اتجاه F باستخدام قاعدة اليد اليمنى

الابهام باتجاه F

السبابة B

الاصابع باتجاه v

فاذا كان الشحنة q موجبة يكون الابهام نحو الاعلى

اما اذا كان الشحنة q سالبة يكون الابهام نحو الاسفل

من المعادلة (2) يمكن التعبير عن B بالصورة التالية

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

$$T = \frac{Nt}{(coul.)(m/s)} = \frac{Nt}{(coul./s)m} = \frac{Nt}{amp.m}$$

وحدات B (نيوتن/امبير.متر)

حركة جسم مشحون بالكهربائية داخل مجال مغناطيسي

نفرض لدينا مجال مغناطيسي منتظم عموديا على مستوى الورقة كثافة فيضه B فإذا تحرك جسم مشحون بشحنة موجبة q وبانطلاق v بصورة عمودية على اتجاه المجال وكانت كتلة الجسم m فستتولد على الجسم قوة مغناطيسية مقدارها

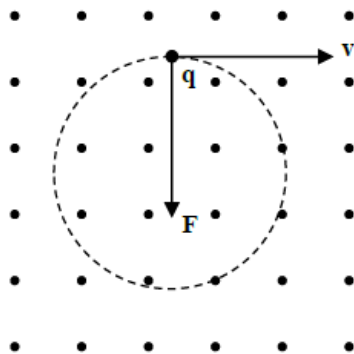
$$F = qvB \sin \theta \quad \theta = 90^\circ$$

$$F = q v B \quad \sin 90 = 1$$

ولما كانت F عمودية على كل من v , B وان B عمودي على مستوى الورقة فإن F ستقع في مستوى الورقة

هذه القوة F ستكسب الجسم تعجيلا باتجاهها

ولما كانت F عمودي على v فإن التعجيل ايضا عمودي على v فالانطلاق v سيبقى ثابت المقدار ولا يتأثر مقداره بالقوة المؤثرة لذا سيتحرك الجسم بمسار دائري في مستوى الورقة وسوف تظهر على الجسم قوة اضافية وهي القوة المركزية ومقدارها $\frac{mv^2}{R}$ وهذه القوة مساوية بالمقدار للقوة المغناطيسية المؤثرة على الجسم



$$q v B = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB} \quad \text{نصف قطر الدوران}$$

فاذا كان كل من v, R ثابت المقدار فالسرعة الزاوية w الذي يدور بها الجسم تكون ثابتة المقدار ايضا

$$w = \frac{v}{R} = \text{const}$$

$$\therefore w = \frac{qB}{m} \quad \text{ان السرعة الزاوية } w \text{ لا تعتمد على الانطلاق } v$$

اذا تحركت مجموعة من الاجسام المشحونة المتساوية بالكتل والشحنة بصورة عمودية على اتجاه المجال المغناطيسي منتظم بانطلاقات مختلفة لدارات بمدارات تختلف انصاف اقطارها ولكن بنفس السرعة الزاوية اي بنفس التردد f

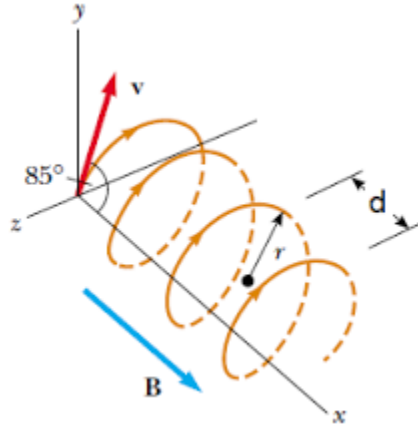
$$f = \frac{w}{2\pi}$$

$$f = \frac{qB}{2\pi m}$$

ملاحظة : ان الجسم لا يدور بمسار دائري الا اذا كان المجال B منتظما

اما اذا تحرك الجسم المشحون في مجال مغناطيسي منتظم باتجاه يصنع زاوية مقدارها α مع اتجاه B فأن مسار الجسم سيكون حلزونيا ويصبح نصف القطر للدوران

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

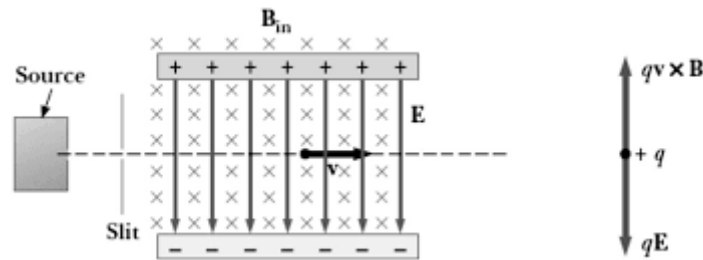


حركة جسم مشحون في مجالين كهربائي ومغناطيسي متعامدين

إذا دخلت شحنة داخل منطقة تحوي على مجالين كهربائي ومغناطيسي فإنها ستتأثر بكلا المجالين أي ستظهر على الشحنة قوة كهربائية F_E وقوة مغناطيسية F_m في ان واحد

$$F_E = qE$$

$$F_m = qvB \quad (\theta = 90^\circ)$$



ان القوة F_m عمودية على كل من B, v

إذا كانت الشحنة موجبة فإن القوة الكهربائية نفس اتجاه المجال الكهربائي، اما إذا كانت الشحنة سالبة فإن القوة الكهربائية بعكس اتجاه المجال الكهربائي

تفرض ان المجالين المتعامدين يؤثران بالاتجاهين المبين بالشكل اعلاه

فاذا كانت القوتان $F_E \neq F_m$ فإن الجسم سوف يتحرك بتعجيل وينحرف عن مساره بفعل المحصلة

اما اذا كانت القوتان $F_E = F_m$ فإن الجسم سوف يتحرك بخط مستقيم وبنفس السرعة التي دخل بها المجالين

$$\therefore qE = qvB$$

$$\therefore v = \frac{E}{B} \quad \text{سرعة الجسم المشحون}$$

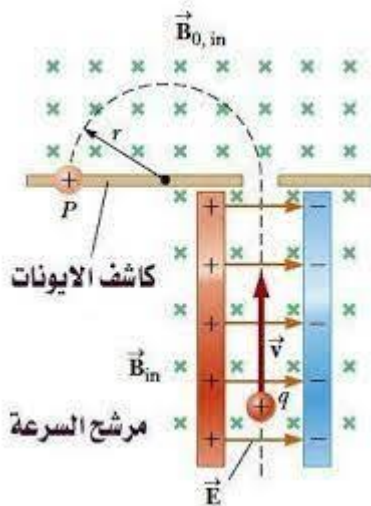
اثبت ان وحدات السرعة هي (m/s)

$$v = \frac{E}{B} = \frac{\frac{Nt}{\text{conl.}}}{\frac{Nt}{\text{anp.m}}} = \frac{\frac{Nt}{\text{conl.}}}{\frac{Nt}{\text{conl.}.m}} = m/s$$

مطياف الكتل (mass spectrograph)

هو جهاز يستخدم لدراسة نظائر العناصر

يتألف الجهاز من عنق مجوف A والجسم نصف اسطواني المتصل بالعنق وكذلك يحتوي على سطح فوتوغرافي S. كما يوجد صفيحتين متوازيتين في كل منهما شق والشقان متوازيان ومتقابلان (DD') كما يوجد جهاز لانبعاث الايونات موجبة الشحنة للعنصر المراد دراسة نظائره (z) والمفروض ان تكون شحنة كل ايون تساوي شحنة بروتون واحد. كما يوجد لوحان متوازيان p, p' في العنق للجهاز يسلط بينهما مجال كهربائي ومجال مغناطيسي متعامدان بالاتجاه.



يسلط B' مجال مغناطيسي عمودي على مستوى حركة الايونات لذا ستدور الايونات بمحيط دائرة نصف قطرها R

يسلط فرق جهد بين اللومين $D, \dot{D}$ يقدر ببضعة الاف من الفولتات وان جهد D اعلى من جهد $\dot{D}$ فأن الايونات القادمة من المصدر Z سوف تتحرك بتعجيل عند قطعها المسافة بين اللوحين وعند نفاذها من الشقين تكون حزمة منتظمة .

ان ايونات هذه الحزمة تكون مختلفة الكتل والسرع ولكنها تحمل نفس المقدار من الشحنة وعند وصول الايونات بين اللوحين $p, \dot{p}$ ستولد على كل ايون قوة كهربائية $(F_E = qE)$ نحو اليمين وقوة مغناطيسية $(F_m = quB)$ نحو اليسار .

اذا لم تتساوى هاتين القوتين بالمقدار على اي ايون سينحرف باتجاه المحصلة ولن يمر من الفتحة (G) اما اذا تساوت هاتين القوتين بالمقدار على الايونات فأنها تستمر بالسير بخط مستقيم وتنفذ من الفتحة G

(في الحجرة الاولى)

$$F_E = F_m$$

$$qE = qvB$$

$$v = \frac{E}{B}$$

كل الايونات التي سرعتها تساوي $\frac{E}{B}$ تمر خلال الشق منتخب السرع

واما الايونات التي سرعتها لا تساوي $\frac{E}{B}$ لا تمر خلال الشق منتخب السرع

(في الحجرة الثانية)

$$R = \frac{m v}{q \dot{B}} \text{ نصف قطر المسار}$$

$$\therefore v = \frac{E}{B}$$

$$\therefore R = \frac{m \frac{E}{B}}{q \dot{B}} = \frac{mE}{qB\dot{B}} = \left(\frac{E}{qB\dot{B}} \right) m$$

$$R_1 = \left(\frac{E}{qB\dot{B}} \right) m_1 \quad , \quad R_2 = \left(\frac{E}{qB\dot{B}} \right) m_2$$

ان جميع القيم المحصورة بين القوسين تعتبر قيمة ثابتة لهذا يمكن القول ان لكل m معين هناك R معين خاص بها. ومن الممكن الاستفادة من الجهاز في كشف هوية عنصر مجهول او نظير مجهول .

وبقياس R نتمكن من معرفة m وتكون m بوحدات كغم او غم

ان عدد الخطوط التي يسجلها اللوح الفوتوغرافي يساوي عدد النظائر للعنصر

اذا كانت $(B = \dot{B})$

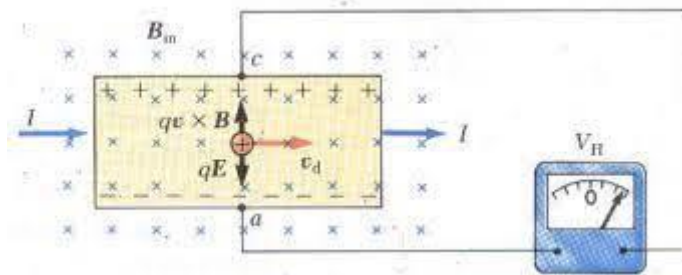
$$R = \frac{mE}{eB^2}$$

$$m = \frac{ReB^2}{E}$$

تأثير هول Hall effect

الغرض منها هو حساب سرعة انجراف الجسيمات وحساب عددها لوحدة الحجم

اخذ العالم هول شريط من الذهب وربطها بقطبي بطارية وربط النقاط الواقعة على طرفي الشريط c, a بفولتمتر حساس فلاحظ ان الفولتمتر لا يؤثر اي ان فرق الجهد c, a يساوي صفرا وعند تسليط مجال مغناطيسي بصورة عمودية على سطح الشريط سوف ينحرف مؤشر الفولتمتر وسبب ذلك



عند ربط الشريط بقطبي بطارية والذهب موصل يتولد مجال كهربائي وعند تسليط مجال مغناطيسي عمودي على الشريط سوف يؤثر بقوة qvB وحسب قاعدة اليد اليمنى سوف يكون اتجاهها نحو الاسفل اي سوف تتراكم الشحنات نحو الحافة السفلى والمخالفة لها نحو الحافة العليا اي سوف يتولد مجال كهربائي E_H وبالتالي

سوف يتولد فرق جهد هول V_H الذي سوف يسجله الفولتميتر فأذن الشحنات المتحركة داخل الشريط تتأثر بثلاث قوى

1- قوة كهربائية باستقامة المجال E الناتجة عن البطارية

2- قوة مغناطيسية F_m مقدارها qvB

3- قوة كهربائية F_E ناتجة عن مجال هول qE_H

القوتان F_m, F_E تؤثران على خط مستقيم واحد وباتجاهين متعاكسين ان القوة $qvB = F_m$ ثابتة المقدار لان قيم B, a, q ثابتة ويستمر انحراف الشحنات المتحركة نحو الحافة السفلى والعليا للشريط وتستمر زيادة كثافة الشحنات المتحركة. ويستمر المقدار E_H بالكبر وتستمر القوة الكهربائية F_E بالزيادة حتى تصبح $F_m = F_E$ بالمقدار فتصبح المحصلة باستقامة a مساوية للصفر ويتوقف انحراف الشحنات للأسفل بل تسير باستقامة E

$$F_E = F_m$$

$$qE_H = qvB$$

$$\therefore v = \frac{E_H}{B}$$

d عرض الشريط ، V_H فرق جهد هول

$$E_H = \frac{V_H}{d}$$

ولكن شدة المجال = انحدار الجهد

v سرعة انحراف

$$\therefore v = \frac{H}{Bd}$$

لإيجاد عدد الشحنات الحرة لوحدة الحجم (n)

$$i = nevA$$

$$n = \frac{i}{evA} = \frac{i}{e \frac{V_H}{Bd} A}$$

$$n = \frac{iBd}{eV_H A}$$

V_H قراءة الفولتمتر ،

d قياس عرض الشريط

A مساحة مقطع الشريط

B معروفة

i قراءة الأميتر

e شحنة الإلكترون

أسئلة الفصل الثاني

س1/ إلكترون يتحرك بمسار دائري بنصف قطره (1.2 cm) عمودي على مجال مغناطيسي منتظم وكانت سرعة الإلكترون (10^6 m/s) ما مقدار الفيض المغناطيسي المحاط بالمدار ؟

س2/ تحرك بروتون من السكون خلال فرق جهد كهربائي مقداره ($4 \times 10^5 \text{ volt}$) ثم دخل بصورة عمودية في مجال مغناطيسي منتظم ($B=0.4 \text{ T}$) جد نصف قطر الدوران للبروتون وسرعة الزاوية ؟

س3/ جسم يمتلك كتلة مقدارها (0.5g) وتحمل شحنة كهربائية مقدارها ($2.5 \times 10^{-8} \text{ C}$) وبسرعة افقية مقدارها ($6 \times 10^4 \text{ m/s}$) ما مقدار واتجاه المجال المغناطيسي الذي يجعل الجسم يتحرك باتجاه شاقولي ؟

س4/ ما مقدار واتجاه القوة المؤثرة على إلكترون يتحرك بسرعة مقدارها ($12 \times 10^5 \text{ m/s}$) شاقوليا الى الاعلى حال دخوله مجال مغناطيسي منتظم $B=0.5 \text{ T}$ يؤثر باتجاه الجنوب ؟

س5/ شريط من النحاس عرضه (1cm) وسمكه (0.1) يمر خلاله تيار كهربائي شدته (20amp) عند تسليط مجال مغناطيسي منتظم ($B=0.12 \text{ T}$) بصورة عمودية على سطحه ظهر فرق جهد كهربائي مقداره (18,uv) بين نقطتين متقابلتين واقعيتين على عرض الشريط جد سرعة الانجراف للإلكترونات وعددها في المتر المكعب الواحد ؟

س8/ سطح مستوي مساحته (600 cm^2) يخترقه مجال مغناطيسي منتظم ($B=0.4 \text{ T}$) جد مقدار الفيض المغناطيسي المخترق للسطح

- (1) اذا كان المجال يؤثر بصورة عمودية على السطح
- (2) اذا كان اتجاه المجال يضع زاوية مقدارها 60° مع اتجاه السطح

س7/ استخدام عنصر الاوكسجين نظائره O^{16}_8 O^{17}_8 O^{18}_8 تحمل كل منها شحنة مساوية لشحنة بروتون واحد في مطياف الكتلة شدة المجال الكهربائي بين اللوحين في العنق (180 volt/cm) والمجال المغناطيسي (B=0.6T) الحث المغناطيسي المسلط على الجسم الاسطوانى (B=0.4T) جد نصف قطر دوران كل نظير .