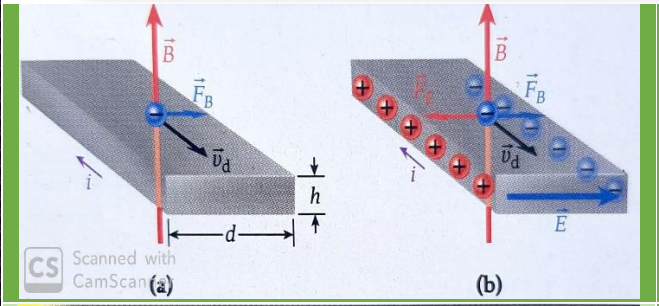
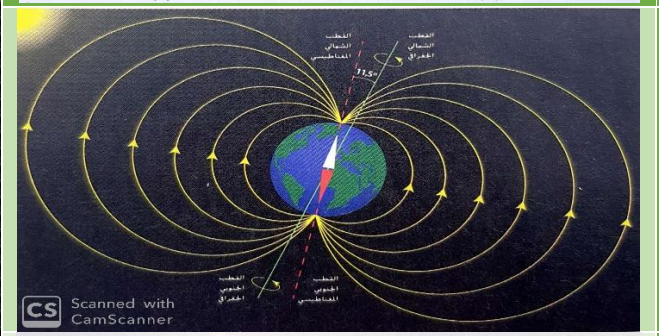
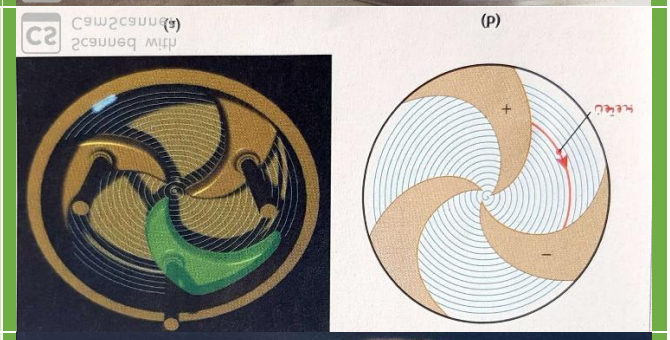
0502171456

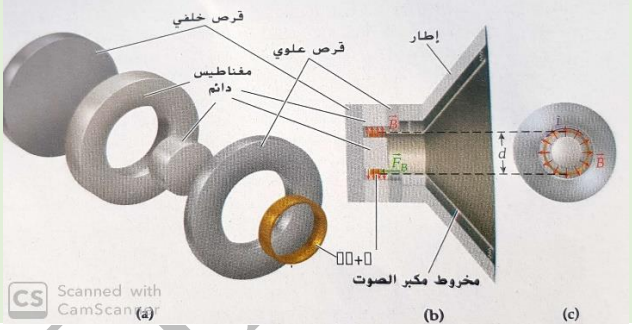
# الفصل الدراسي الثاني ... الوحدة السابعة

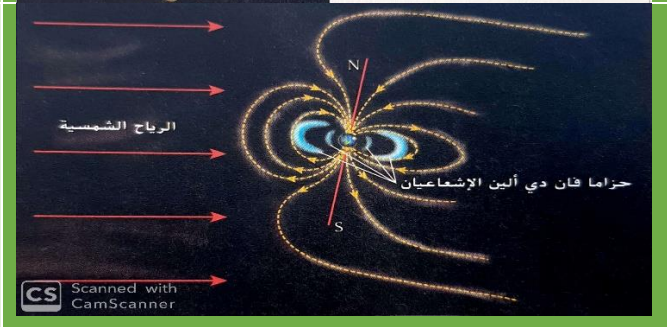
# المغناطيسية MAGNETISM








العام الدراسي 2019/2020

فيزياء 12 متقدم

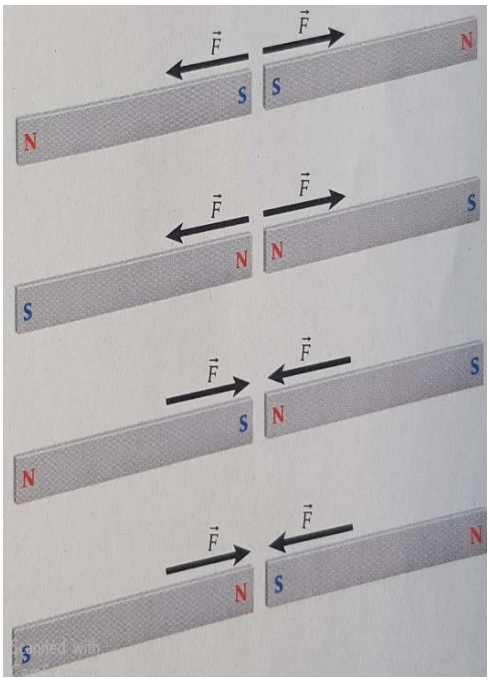
إعداد: الأستاذ

فكري محمود محمد

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

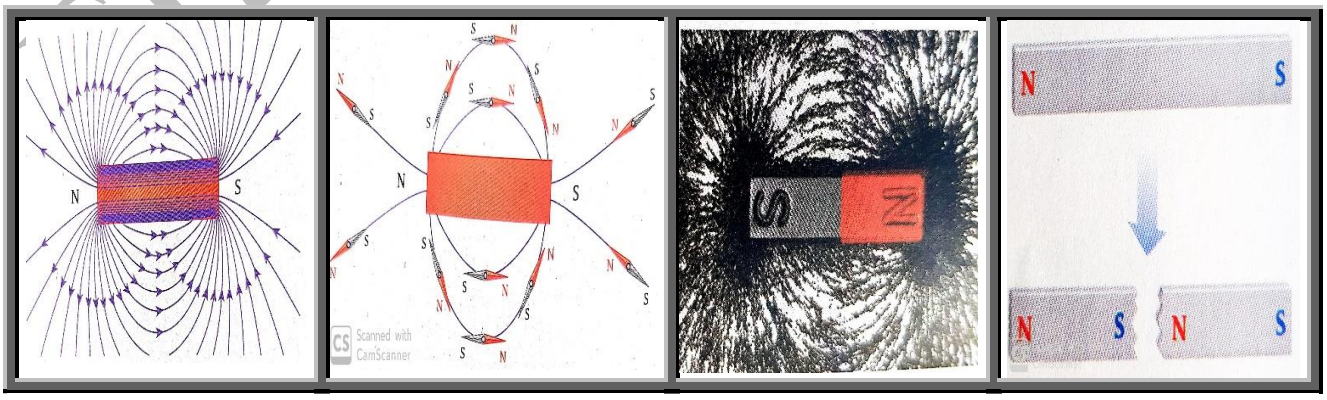
## 7.1 مغناطيس دائم



- المغناطيس مستقطب أى له قطبان أحدهما شمالي والآخر جنوبي
- إذا تم تعليق مغناطيس من منتصفه تعليقاً حراً فإنه سينحرف ويتخذ اتجاه ( الشمال – الجنوب ) وهذا يفسر أن الأرض عبارة عن مغناطيس كبير.
- يشير القطب الشمالي لإبرة البوصلة نحو الشمال الجغرافي للأرض حيث يوجد القطب المغناطيس الجنوبي للأرض بينما يشير القطب الجنوبي لإبرة البوصلة نحو الجنوب الجغرافي للأرض حيث يوجد القطب المغناطيس الشمالي للأرض
- الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب
- إذا شطر المغناطيس من منتصفة إلى قسمين فسينتج مغناطيسيان جديدان كل منهما له قطبان أى أنه لا يوجد مغناطيس منفرد القطب.

### خواص خطوط المجال المغناطيسى

- خطوط المجال **خطوط وهمية** يمكن الاستدال عليها من خلال الشكل الذي تتخذه برادة الحديد عند تعرضها لمجال مغناطيسي لمغناطيس.
- **لا تتقاطع** لأنه إذا تقاطعت لكان هناك أكثر من اتجاه وهذا لا يمكن حدوثه.
- تكون على **هيئة مسارات مغلقة** حيث تخرج من القطب الشمالي N متجهة إلى القطب الجنوبي S.
- **تزداد كثافة خطوط المجال** بالقرب من الأقطاب **وتقل** كلما اتجهنا نحو المنتصف وتنعدم عند المنتصف ( نقطة الخمود ) .
- خطوط المجال المغناطيسي عبارة عن **خطوط مشدودة مرنة** تحاول تقصير طولها بأن تتجه لأقرب قطب جنوبى وهذا يفسر التجاذب بين القطبين الشمالى والجنوبى .



FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

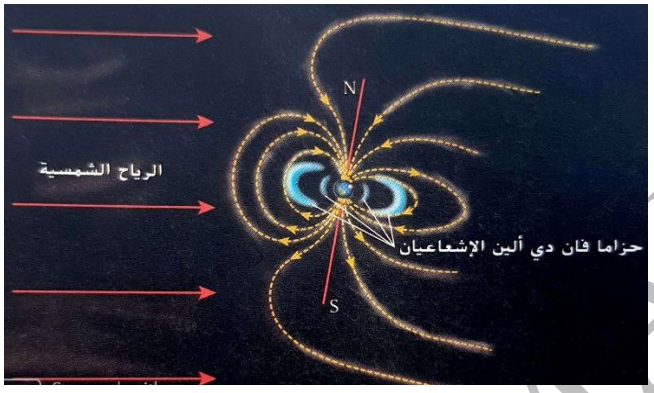
0502171456

## أنواع المجال المغناطيسي

| مجال مغناطيسي منتظم | مجال مغناطيسي غير منتظم |
|---|---|
| - ثابت الشدة ثابت الاتجاه<br>- خطوطه مستقيمة متوازية | - متغير الشدة والاتجاه<br>- خطوطه غير متوازية |
| - **مثال :** المجال المتولد بين قطبي حذاء الفرس | - **مثال** :المجال المتولد خارج ساق مغناطيسية |

## المجال المغناطيسي للأرض

المجال المغناطيسي للأرض يقي الأرض من خطر الإشعاعات عالية الطاقة المنبعثة من الفضاء والتي تعرف **بالأشعة الكونية**




**الأشعة الكونية** : عبارة عن جسيمات مشحونة ( **بروتونات** ) تنحرف مبتعدة عن الأرض بسبب المجال المغناطيسي للأرض والذي يتشوه بسبب الرياح الشمسية.
**تحاط الأرض** بحزمتان من الأشعة الكونية تسمى **حزاما فان دي ألين الإشعاعيان** حيث يكونا قريبان من القطبين المغناطيسين الشمالي والجنوبي.
حيث غالباً ما تتصادم الجسيمات المشحونة المحصورة داخل الحزامين مع الذرات الموجودة بالغلاف الجوي فتستثار وتنبعث منها أضواء مختلفة الألوان حيث **تنتج ظاهرتي الشفق القطبي الشمالي والجنوبي** ذات الألوان **الأحمر** و**الأخضر** والتي تعتمد على أنواع الغاز الموجودة مثل الأكسجين 21% أو النيتروجين 78% .

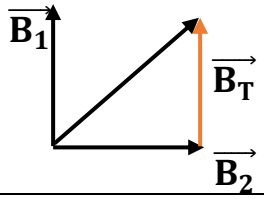
وحيث أن القطب الجغرافي الجنوبي والقطب الشمالي المغناطيسي لا يقعان في الموقع نفسه فإن إبرة البوصلة لا تشير إلى القطب الجغرافي الشمالي بصورة دقيقة وهذا ما يعرف **بالإنحراف المغناطيسي**.

- يكون **الانحراف المغناطيسي موجب** إذا كان الشمال المغناطيسي **شرق** الشمال الحقيقي.
- يكون **الانحراف المغناطيسي سالب** إذا كان الشمال المغناطيسي **غرب** الشمال الحقيقي.

## تراكب المجالات المغناطيسية

مبدأ تراكب المجالات المغناطيسية يشبه مبدأ تراكب المجالات الكهربائية

$$\overrightarrow{B_T} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2} + \cdots$$




prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

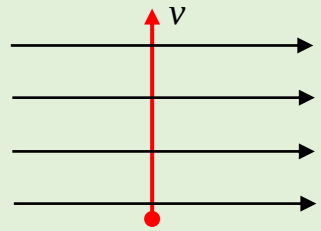
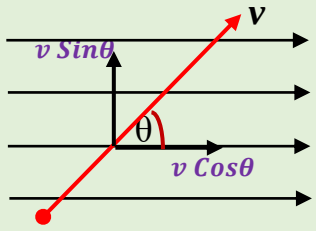
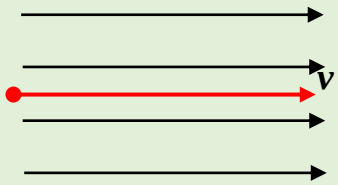
FIKRI MAHMOUD

0502171456

## 7.2 القوة المغناطيسية

| ✪ الرموز التالية لتحديد إتجاه كل من التيار والمجال والقوة والسرعة | | | |
|---|---|---|---|
| عمودي على مستوى الصفحة للداخل | × | عمودي على مستوى الصفحة للخارج | ● |
| في مستوى الصفحة لليسار | ← | في مستوى الصفحة لليمين | → |
| في مستوى الصفحة للأعلى | ↑ | في مستوى الصفحة للأسفل | ↓ |

### ✪ القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون متحرك في مجال مغناطيسي

| الجسيم المشحون يتحرك عموديا على اتجاه المجال | الجسيم المشحون يتحرك مائلاً على اتجاه المجال | الجسيم المشحون يتحرك في اتجاه مواز للمجال |
|---|---|---|
|   |   |   |
| $\theta = 90^\circ$ <br> $\mathbf{Sin\ 90 = 1}$ | $0 < \theta < 90^\circ$ | $\theta = 0^\circ$ <br> $\mathbf{Sin\ 0 = 0}$ |
| $F_B = \lvert q \rvert . v . B$ | $F_B = \lvert q \rvert . v . B . Sin\theta$ | $F_B = 0$ |

**حيث** θ : هى الزاوية المحصورة بين اتجاه السرعة $v$ واتجاه المجال المغناطيسي B

q : هى مقدار الشحنة المتحركة في المجال

☜ **ملحوظة :**

**1-** **يشترط أن** يكون اتجاه (F) عمودياً على كلا من B ، $v$ **وليس شرطاً** أن تكون B عمودياً على اتجاه السرعة $v$

**2-** تنعدم القوة المغناطيسية المؤثرةعلى الجسم المشحون الموجود في المجال المغناطيسي في الحالات التالية:

a- الجسيم غير مشحون b- الجسيم ساكن

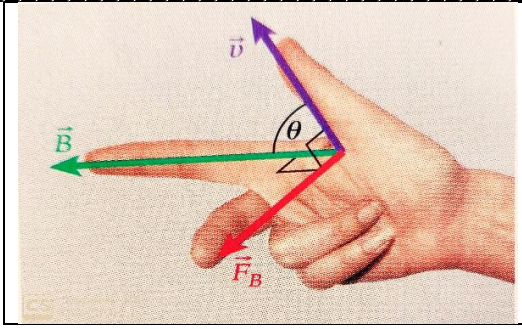
c- الزاوية بين اتجاه السرعة واتجاه المجال ( 0 ، 180)

**3-** تكون القوة المغناطيسية أكبر ما يمكن عندما اتجاه السرعة عمودياً على اتجاه المجال

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456




### تحديد اتجاه القوة:

يمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون باستخدام **القاعدة الأولى لليد اليمنى** حيث يشير **أصبع الإبهام** لاتجاه السرعة ، **وإصبع السبابة** لاتجاه المجال المغناطيسي ، **وأصبع الوسطى** يشير إلى اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة

### القوة المغناطيسية والشغل

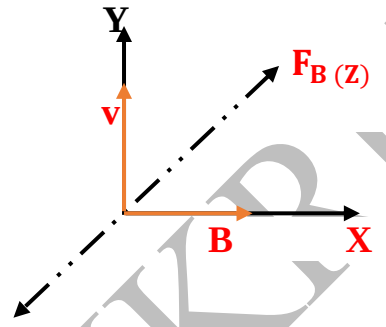
حيث أن القوة دائماً تكون **عمودية** على اتجاه السرعة لذا **فإنها لا تبذل شغلاً** على الجسيم المشحون أثناء حركته في المجال لأنها غير قادرة على تغيير السرعة وبالتالي **الطاقة الحركية** ستبقى ثابتة ويكون تغيرها $= 0$

**بمعنى أن .. طاقة حركة وسرعة الجسيمات المشحونة ثابتة** عند تحركها في المجال المغناطيسي لأن $F_B$ دائماً تكون **عمودية** على اتجاه $v$ وبالتالي ينعدم الشغل ومن ثم يكون $W = \Delta K = 0$

### وحدات قياس شدة المجال المغناطيسي

$$B = \frac{F_B}{q.v} = \frac{N}{C.m/s} = \frac{N.s}{C.m} = \frac{N}{A.m} = T$$

**7.24** يتحرك بروتون بسرعة $4 \times 10^5 m/s$ في اتجاه **Y** الموجب فدخل مجالاً مغناطيسياً منتظماً مقداره 4 T ويؤثر في اتجاه **X** الموجب . احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون.




**الحل:** $F_B = |q|.v.B.Sin\theta$

$F_B = 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^5 \times 0.4.Sin90$

$F_B = 2.56 \times 10^{-14} N$ باتجاه محور Z

**7.25** مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في جسيم مشحون شحنته -2e ويتحرك بسرعة $1 \times 10^5 m/s$ هو $3 \times 10^{-18} N$ ما مقدار مركبة المجال المغناطيسي العمودية على اتجاه حركة الجسم؟

**الحل:** $F_B = |q|.v.B.Sin\theta$

$$B = \frac{F_B}{|q|.v.Sin\theta} = \frac{3\times10^{-18}}{2\times1.6\times10^{-19}\times1\times10^5}$$

$B = 2.56 \times 10^{21} T$

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

**7.26** يتحرك جسيم مشحون شحنته $+10\mu C$ بسرعة $3m/s$ في اتجاه **Z** الموجب

**a-** أوجد أقل مقدار للمجال المغناطيسي اللازم للحفاظ على حركة الجسيم في مسار مستقيم بسرعة ثابتة إذا كان هناك مجال كهربائي منتظم قدره 100V/m يؤثر في اتجاه Y الموجب.

**b-** أوجد أقل مقدار للمجال المغناطيسي اللازم للحفاظ على حركة الجسيم في مسار مستقيم بسرعة ثابتة إذا كان هناك مجال كهربائي منتظم قدره 100V/m يؤثر في اتجاه **Z** الموجب.

**الحل:** لكي يتحرك الجسيم المشحون في خط مستقيم وبسرعة ثابتة **(a= 0)** يجب أن يكون تأثير $F_e$ الناتجة عن المجال الكهربائي = $F_B$ الناتجة عن المجال المغناطيسي

$$a - F_e = F_B$$
$$q.e = q.v.B$$
$$B = \frac{E}{v} = \frac{100}{300} = 0.33T$$

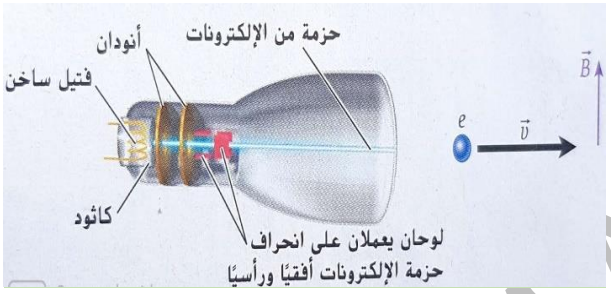
$b - \quad F_B \;//\; v$

نجد أن اتجاه $F_e$ معاكسة $F_B$

وبالتالي يكون $F_B$ على محور Z لذا يبقى الجسم متحركاً بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم

**مسألة محلولة 7.1 أنبوب أشعة الكاثود**

افترض أنبوب أشعة الكاثود مماثلاً للشكل المقابل في هذا الأنبوب يعمل فرق الجهد $\Delta V = 111v$ على اكساب الالكترونات عجلة أفقية ( بدءاً من السكون ) في مدفع الكترونات كما هو موضح بالشكل ، يحتوي مدفع الالكترونات على فتيل مطلي بمادة خاصة تنبعث منه الكترونات عند تسخينه ويتحكم الكاثود سالب الشحنة في عدد الإلكترونات المنبعثة ثم يقوم الأنودان موجبا الشحنة بتركيز الالكترونات واكسابها عجلة لتتحرك في شكل حزمة من الالكترونات فتتحرك هذه الحزمة من الأنودين في اتجاه لوحين يعملان على انحراف حزمة الالكترونات أفقياً ورأسياً . فإذا كان أمام مدفع الالكترونات مجال مغناطيسي منتظم شدته $B = 3.4 \times 10^{-4}T$ يتجه إلى أعلى عمودياً على السرعة المتجهة الابتدائية للإلكترونات . فما مقدار العجلة التي تكتسبها الالكترونات بسبب تأثير المجال المغناطيسي؟ علماً بأن كتلة الالكترونات $9.11 \times 10^{-31}Kg$




$$\Delta K = q.\Delta V$$
$$^1/_2\, m.v^2 = q.\Delta V$$
$$v = \sqrt{\frac{2q.\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 111}{9.11 \times 10^{-31}}}$$
$$= 6.24 \times 10^{-19} m/s$$

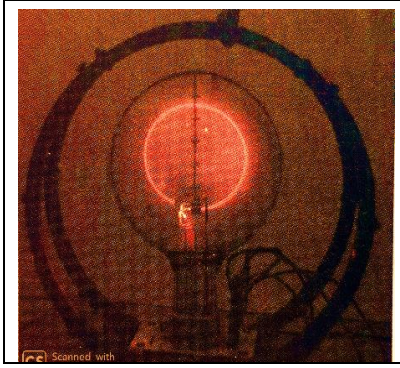
$$F_B = |q|.v.B.Sin\theta = m.a$$
$$a = \frac{|q|.v.B}{m}$$
$$= \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 6.24 \times 10^{6} \times 3.4 \times 10^{-19}}{9.11 \times 10^{-19}}$$
$$a = 6.24 \times 10^{-19} m/s^2$$

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed
0502171456

0502171456

# 7.3 حركة الجسيمات المشحونة في مجال مغناطيسي



❶ **إذا تحرك جسيم مشحون بسرعة متجهة ثابتة عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم** فانه ينحرف على شكل مسار دائري حيث أنه يقع تحت تأثير قوة مغناطيسية عمودية على اتجاه سرعته تعمل كقوة جاذبة مركزية

$$F_B = F_C$$

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

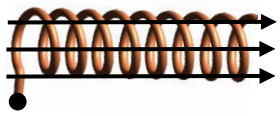
$$r = \frac{m.v}{|q|B}$$

وكما درسنا سابقاً أن $P = m.v$ الزخم لذا يمكن كتابة المعادلة بالصيغة التالية :

$$r = \frac{P}{|q|B}$$

✪ **العوامل التي يتوقف عليها نصف قطر المسار الدائري:**

| كتلة الجسيم | سرعة الجسيم | شحنة الجسيم | شدة المجال المغناطيسي |
|---|---|---|---|
| $r \propto m$ | $r \propto v$ | $r \propto \frac{1}{q}$ | $r \propto \frac{1}{B}$ |

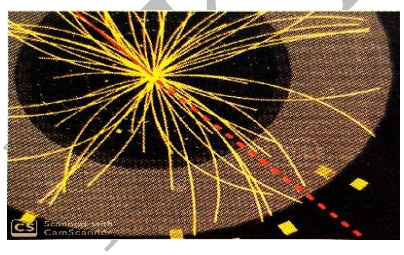



❷ **إذا كان اتجاه سرعة الجسيم المشحون يميل بزاوية على اتجاه المجال المغناطيسي** فإن مسار الشحنة سيكون لولبياً وذلك لأنه سيكون للسرعة مركبتان

- **المركبة الأفقية** منها توازي المجال وهي تحرك الجسيم في مسار مستقيم
- **المركبة الرأسية** عمودية على المجال وهي تحرك الجسيم في مسار دائري.

❸ **إذا كان اتجاه سرعة الجسيم المشحون موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي** فإن مسار الشحنة يكون مستقيماً.

**مثال 7.1 كمية الحركة المستعرضة للجسيم المشحون كما تم رصدها بجهاز الكشف ( أطلس )**



يوضح الشكل المقابل مسار حركة أحد الجسيمات المشحونة نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه هذا الجسيم هو $r = 2.3m$ وشدة المجال المغناطيسي في حجرة الاسقاط الزمني هي $B = 0.5T$ وسنفترض أن شحنة الجسيم $|q| = 1.602177 \times 10^{-19}C$ ما هي مركبة كمية حركة الجسيم العمودية على المجال المغناطيسي؟

**الحل:**

$$r = \frac{P}{|q|B}$$

$$P = B.r.q = 2.3 \times 0.5 \times 1.602177 \times 10^{-19} = 1.8 \times 10^{-19} Kg.m/s$$

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

## مثال 7.1 الرياح الشمسية والمجال المغناطيسي للأرض

**ناقشنا في القسم 7.1** حزامي فان ألين الاشعاعين اللذين يحصران الجسيمات المنبعثة من الشمس. حيث تطلق الشمس ما يقرب من مليون طن من المادة إلى الفضاء كل ثانية. وتتكون هذه المادة في معظمها من بروتونات تتحرك بسرعة 400km/s تقريباً. فإذا كانت البروتونات المنبعثة من الشمس تسقط عمودياً على المجال المغناطيسي للأرض ( الذي يبلغ مقداره $50\mu T$ عند خط الاستواء ) فما نصف قطر مدار البروتونات؟ علماً بأن كتلة البروتون تساوي $1.67 \times 10^{-27}$ kg

**الحل:**

$$\mathbf{r} = \frac{\mathbf{m}.v}{|\mathbf{q}|\,\mathbf{B}} = \frac{1.67\times10^{-27}\times400\times10^{3}}{1.6\times10^{-19}\times50\times10^{-6}} = 83.5\text{m}$$

## ✪ تردد المسرع الدوراني:

إذا أكمل الجسيم دورة كاملة حول محيط دائرة داخل مجال مغناطيسي منتظم فإن الزمن الدوري اللازم لإتمام دورة كاملة هو $T = \frac{2\pi r}{v}$ حيث أن $t = \frac{x}{v}$ وبالتعويض عن قيمة $\mathbf{r}$ في العلاقة $\mathbf{r} = \frac{\mathbf{m}.v}{|\mathbf{q}|\,\mathbf{B}}$ نحصل على قانون الزمن الدوري للمسرع الدوراني : $\mathbf{T} = \frac{2\pi\mathbf{m}}{|\mathbf{q}|\,\mathbf{B}}$

وحيث أن التردد هو معكوس الزمن الدوري فإن **تردد المسرع الدوراني**:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{|q|\,B}{2\pi m}$$

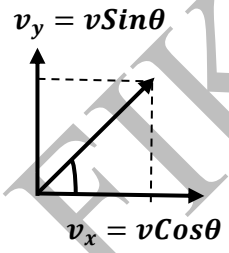
وحيث أن السرعة الزاوية $\omega$ هي معدل تغير الزاوية مع الزمن فإن **السرعة الزاوية للمسرع الدوراني**:

$$\omega = 2\pi f = \frac{|q|\,B}{m}$$

☜ **ملحوظة**: التردد والسرعة الزاوية لا يرتبطان بسرعة الجسيم حيث لا يرتبطان بالطاقة الحركية للجسيم.

**تدريب 7.30**

الكترون سرعته $4 \times 10^{5}\ \frac{m}{s}$ دخل مجالاً مغناطيسياً منتظماً مقداره $B = 0.04T$ بزاوية $35^{\circ}$ بالنسبة لخطوط المجال المغناطيسي. أجب عما يلي:




❶ صف شكل المسار ؟ برر إجابتك ؟

**الاجابة**: لولبي ، لأن القوة ستؤثر على المركبة الرأسية للسرعة فتحركها بمسار دائري أما السرعة الأفقية فتحركها بخط مستقيم لذلك تنتج المسار اللولبي

❷ احسب نصف قطر المسار ؟

$$\mathbf{r} = \frac{\mathbf{m}.v}{|\mathbf{q}|\,\mathbf{B}} = \frac{9.1\times10^{-31}\times4\times10^{5}\times\text{Sin }35}{1.6\times10^{-19}\times0.04} = 3.2\times10^{-5}\text{m}$$

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

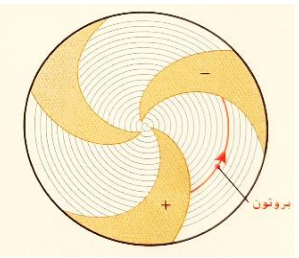
❸ احسب المسافة التي سيتحركها الالكترون إلى الأمام بعد إكمال دورة واحدة؟

$$T = \frac{2\pi m}{|q|\,B} = \frac{2\pi \times 9.1 \times 10^{-31}}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.04} = 8.9 \times 10^{-10}\text{s}$$

$$X = v_x . t$$
$$X = v_x \text{Cos}\theta . T$$
$$= 4 \times 10^5 \times \text{Cos}\ 35 \times 8.9 \times 10^{-10}$$
$$= 2.93 \times 10^{-4}\text{m}$$

## مثال 7.3 طاقة المسرع الدوراني

ما الطاقة الحركية بوحدة الميجا إلكترون فولت (MeV) لبروتون يخرج من مسرع دوراني نصف قطره r=1.81m إذا كان المجال المغناطيسي للمسرع الدوراني مجالاً منتظماً مقداره B=0.851 T ، كتلة البروتون تساوي $1.67 \times 10^{-27}$Kg.




$$r = \frac{m.v}{|q|\,B}$$

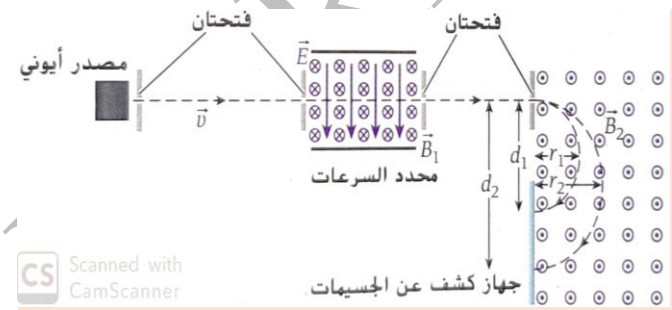
$$v = \frac{|q|.B.r}{m} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 0.851 \times 1.81}{1.67 \times 10^{-27}} = 1.48 \times 10^8 \text{m/s}$$

$$K_E = \frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2} \times 1.6 \times 10^{-27} \times (1.48 \times 10^8)^2 = 1.48 \times 10^{-11} J$$

وللتحويل من j إلى eV نقسم على $1.6 \times 10^{-19}$ ثم للتحويل إلى MeV نقسم على $10^6$

$$K_E = 112.5\text{MeV}$$

## ✪ مطياف الكتلة




**هو أحد تطبيقات حركة الجسيمات المشحونة في المجال المغناطيسي**

**استخداماته:**

1-يسمح بتحديد الكتل الذرية والجزيئية للمواد بشكل دقيق.

2-مفيد في عملية التأريخ الكربوني.

3-تحليل المركبات الكيميائية غير المعروفة

## ☯ عمله

❶ تأيين الذرات أو الجزيئات لدراستها وتسريع حركتها عبر جهد كهربائي.

❷ تمرر الايونات من خلال محدد السرعة ( يحتوي على مجالين كهربائي ، مغناطيسي) يسمح بمرور أيونات ذات سرعات محددة فقط بحيث تكون القوتان $F_B=F_E$ ويمنع مرور باقي الأيونات.

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

FI MAHMOUD

❸ العلاقة بين المجال الكهربائي والمغناطيسي في مطياف الكتلة وسرعة الأيونات فيه هي $v = \frac{E}{B}$.

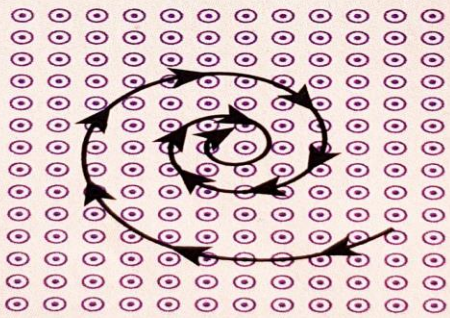
❹ تدخل الأيونات بعد ذلك إلى منطقة مجال مغناطيسي منتظم وفيه يتم تحديد نصف قطر انحناء مدار كل أيون من خلال العلاقة:

$$r = \frac{m.v}{|q|\,B}$$

☜ **ملحوظة**: إذا كانت الأيونات أحادية الشحنة فإن نصف قطرها سيتناسب طردياً مع كتلة الأيون.

**سؤال الاختبار الذاتي 7.2**

مجال مغناطيسي منتظم موجّه إلى خارج الصفحة (الترميز القياسي لأي نقطة داخل دائرة يمثل طرف رأس السهم نحط المجال). ويتحرك جسيم مشحون في مستوى الصفحة. كما توضح الأسهم في الشكل.



a) هل شحنة الجسيم موجبة أم سالبة؟

b) هل تقل سرعة الجسيم. أم تزيد. أم تظل ثابتةً؟

c) هل يبذل المجال المغناطيسي شغلًا على الجسيم؟

**الاجابة**:

a- موجبة طبقاً لقاعدة اليد اليمنى

b- تقل

c- لا .. لأن القوة عمودية على اتجاه الحركة

✪ **تدريبات** :

يظهر الشكل جسيم مشحون كتلته $2.67 \times 10^{-26}$Kg يدور في مسار دائري نصف قطره 0.03m وبسرعة $2.15 \times 10^{4}$m/s باتجاه عقارب الساعة بتأثير مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.06T احسب:

1- مقدار شحنة الجسيم وحدد نوعها

2- بأى اتجاه يقذف الجسيم بحيث يتحرك في مسار مستقيم داخل المجال.

3- ما شكل المسار الذي سيتحرك عليه الجسيم إذا قذف باتجاه يصنع زاوية مع المجال.

**الحل**: $r = \frac{m.v}{|q|\,B} == \frac{2.67\times10^{-26}\times2.15\times10^{4}}{0.03\times0.06} = 3.189 \times 10^{-19}$C

2- داخل أو خارج مستوى الصفحة

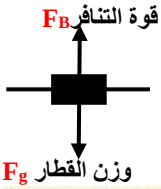
3- يتحرك في مسار حلزوني

FIKRI M

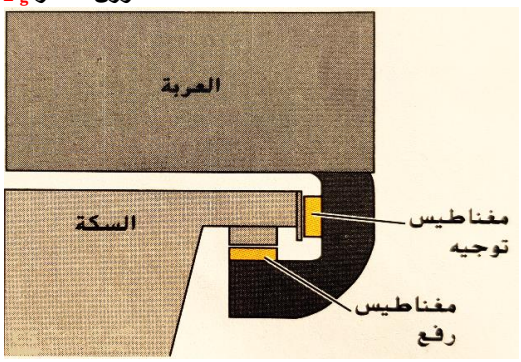
0502171456
prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

## ✪ الرفع المغناطيسي:




يعتبر من أحد تطبيقات القوة المغناطيسية وفيه يحدث التوازن بين القوة المؤثرة في جسم لأعلى وقوة الجاذبية المؤثرة لأسفل (مما ينتج عنه اتزان سكوني دون الحاجة إلى ملامسة الأسطح لبعضها بشكل مباشر).
حيث تشكل قوة التنافر بين الأقطاب المتشابهة قوة هائلة يمكن استخدامها في رفع الأجسام الثقيلة.

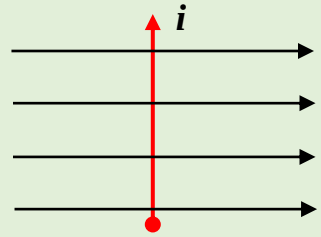
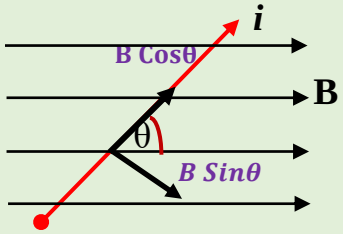
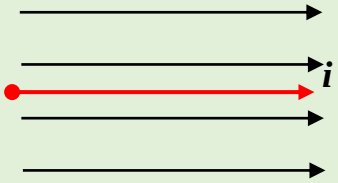



**استخدام هذا المبدأ:**

1- عمل ممرات مغناطيسية في الورش والمصانع خاصة للنقل وتحريك المعدات الثقيلة بسهولة تامة.
2- تسير القطارات فائقة السرعة تسبح في الهواء حيث يوجد في هذه القطارات مغناطيسيات متساوية القوى المغناطيسية على السكة وعلى جانبي أسفل القطار تؤدي إلى احداث قوة تنافر بينهما تستطيع رفع القطار وابقائه معلقاً في الهواء فوق قضبان السكة الحديدية أثناء السير بحوالي 15cm .

# 7.4 القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يمر فيه تيار كهربائي مستمر

## ✪ حالات السلك المار فيه تيار كهربائي مستمر والموضوع في المجال مغناطيسي

| اتجاه التيار في السلك عمودياً على اتجاه المجال | اتجاه التيار في السلك مائلاً على اتجاه المجال | اتجاه التيار في السلك في اتجاه موازٍ للمجال |
|---|---|---|
|  |  |  |
| $\theta = 90^\circ$<br>$\sin 90 = 1$ | $0 < \theta < 90^\circ$ | $\theta = 0^\circ, 180^\circ$<br>$\sin \theta = 0$ |
| $F_B = B.i.L$ | $F_B = B.i.L.\sin\theta$ | $F_B = 0$ |



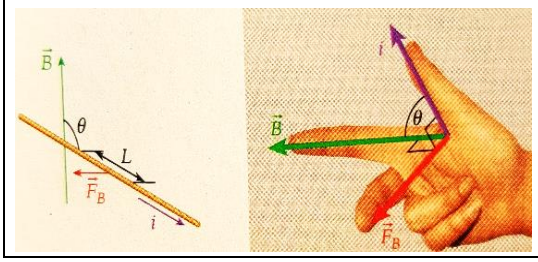
**حيث :**

$i$ : هى التيار المار في السلك .
$L$ : طول الجزء من السلك المعرض للمجال المغناطيسي .
$B$ : شدة المجال المغناطيسي بوحدة التسلا T وهى تعادل 1N/A.m .
$\theta$ : الزاوية المحصورة بين اتجاه التيار $i$ واتجاه المجال المغناطيسي B.

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

## ✪ تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربائي

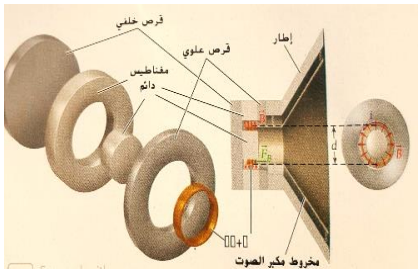



**باستخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى**

اجعل الثلاث أصابع ( الابهام ، والسبابة والوسطى) متعامدة على بعضها كما بالشكل المقابل.

بحيث يشير **الإبهام** لاتجاه التيار ***i*** ، وإصبع **السبابة** لاتجاه المجال المغناطيسي **B** حينئذٍ يشير إصبع **الوسطى** لاتجاه القوة المغناطيسية $F_B$ .

### مثال 7.4 القوة المؤثرة في ملف مكبر الصوت




ينتج مكبر الصوت صوتاً عن طريق بذل قوة مغناطيسية على ملف صوت في مجال مغناطيسي كما هو موضح بالشكل حيث يتصل الملف المتحرك بمخروط مكبر الصوت المسؤول عن انتاج الأصوات ويتم انتاج المجال المغناطيسي من خلال المغناطيسين الدائمين كما هو موضح مقدار المجال المغناطيسي هو $B=1.5T$ ويتكون الملف n من 100 لفة من السلك ويسري فيه تيار $i=1\ A$ وقطر الملف هو $d=2.5\ cm$.

ما هى مقدار القوة المغناطيسية التي يبذلها المجال المغناطيسي على الملف في مكبر الصوت

**الحل :**

$$L = (\text{محيط الملف } 2\pi r) \times (\text{عدد اللفات } N)$$

$$L = (2\pi \times 1.2510^{-2}) \times (100) = 7.85m$$

$$F_B = B.i.L.Sin90$$

$$F_B = (1 \times 10^{-3}) \times (7.85) \times (1.5)$$

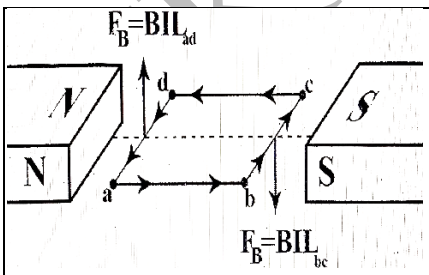
$$F_B = 0.12\ N$$

**7.40** وضع سلك مستقيم طوله 2m يسري فيه تيار 24A على سطح طاولة أفقي في مجال مغناطيسي منتظم ويصنع السلك زاوية مقدارها $30^{\circ}$ مع خطوط المجال المغناطيسي إذا كان مقدار القوة المؤثرة في السلك 0.5 N فما مقدار المجال المغناطيسي؟

$$B = \frac{F_B}{i.L.Sin\theta}$$

$$B = \frac{0.5}{24 \times 2 \times Sin30} = 0.02T$$

## 7.5 العزم المؤثر في حلقة يمر بها تيار مستمر




نفرض مغناطيس قوى قطباه متقابلان ثم وضع بين قطبيه حلقة مستطيلة الشكل طولها **bc, da** وعرضها **ab, cd** بالتالي يكون مساحتها **A= (ad . ab)** ويمر فيها تيار شدته ***i*** فى الاتجاه المبين بالرسم

### أولاً .. تأثير المجال المغناطيسى على الضلعين الطويلين

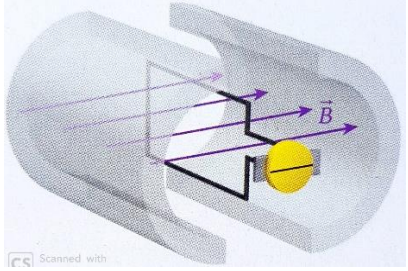
❶- مهما كان وضع الحلقة بين قطبى المغناطيس يكون اتجاه المجال المغناطيسى عمودياً على هذين الضلعين الطويلين وعلى ذلك يؤثر المجال المغناطيسى على كل منهما بقوة تحسب بالقانون :

$F_B = B.i.L_{bc,da}$ حيث $L_{bc,da}$ طول الجانب الأيمن للملف

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

FIKRI MAHMOUD

0502171456




❷- بتطبيق **القاعدة الأولى لليد اليمنى** على كل ضلع من الضلعين الطويلين نجد أن اتجاه القوة المؤثرة على أحدهما يكون إلى أعلى بينما يكون اتجاه القوة المؤثرة على الآخر إلى أسفل .. لذا تقع الحلقة تحت تأثير قوتين متساويتين مقداراً ومتضادتين اتجاهاً ومتوازيتين وخط عملهما ليس على استقامة واحدة لذا يحدثان ازدواجاً يسبب دوران الحلقة .

## ثانياً : القوتان المغناطيسيتان المؤثرتان على الضلعين القصيرين لا تأثير لهما على الحلقة فى جميع أوضاعه وحالاته للأسباب الآتية :

❶- إذا كان اتجاه المجال المغناطيسى يوازى مستوى الحلقة أصبح الضلعان موازيان للمجال المغناطيسى أيضاً فلا يتأثر أى منهما بقوة مغناطيسية .

❷- إذا كان اتجاه المجال المغناطيسى عمودياً على مستوى الملف يتأثر كل من الضلعان بقوة مغناطيسية تحسب بالقانون : $\mathbf{F_B = B.i.L_{ab,cd}}$ حيث $\mathbf{L_{ab,cd}}$ طول الجانبان الأفقيان للملف وبتحديد اتجاه القوتين بتطبيق القاعدة الأولى لليد اليمنى نجد أن هذين الضلعين يقعان تحت تأثير قوتان متساويتان مقداراً ومتضادتان اتجاهاً ونظراً لأن خط عملهما واحد فإن محصلتهما $= \mathbf{0}$ .

❸- إذا كان اتجاه المجال المغناطيسى يصنع زاوية $\theta$ مع مستوى الملف وقع الملف تحت تأثير قوتين متساويتين ، مقداراً كل منهما $\mathbf{F_B = B.i.L_{ab,cd}}$ ومتضادتين اتجاهاً وخط عملهما واحد فتكون محصلتهما $= 0$ .

### ✪ حساب عزم الازدواج المؤثر على حلقة $\tau$ عندما يكون مستوى الحلقة موازياً للمجال المغناطيسى

$\tau =$ إحدى القوتين $\times$ البعد العمودى بينهما

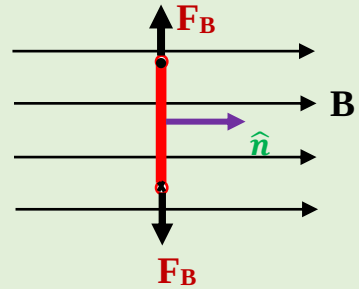
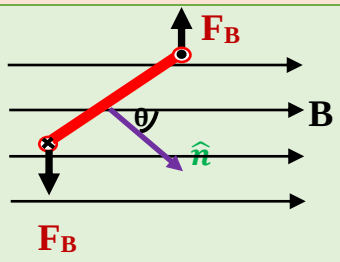
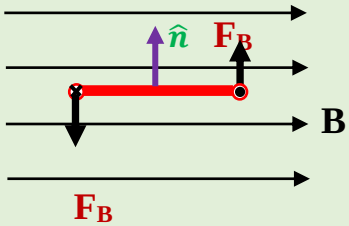
$\tau = \mathrm{F.b} \longrightarrow \tau = \mathrm{B}.i.(\mathbf{L_{ab} \times L_{bc}})$

وحيث أن [ $\mathbf{A = L_{bc} \cdot L_{ab}}$ ] : $\tau = \mathrm{B}.i.\mathrm{A}$

فإذا كان الحلقة مكونة من عدد من اللفات N فإن : $\boldsymbol{\tau = B.i.A.N}$

ويكون عزم الازدواج فى هذه الحالة نهاية عظمى لأن البعد العمودى بين القوتين هو عرض الملف وهو أكبر بعد عمودى .

### ✪ حالات الملف المار فيها تيار مستمر بالنسبة للمجال المغناطيسى

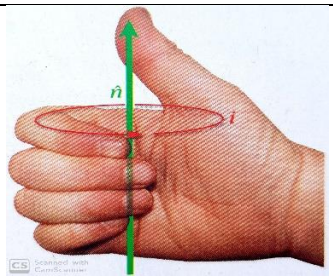
| الزاوية بين العمودي على مستوى الملف والمجال $= 0$ | الزاوية بين العمودي على مستوى الملف والمجال $90 > \theta > 0$ | الزاوية بين العمودي على مستوى الملف والمجال $= 90^\circ$ |
|---|---|---|
|  |  |  |
| $\theta = 0$ | $90 > \theta > 0$ | $\theta = 90^\circ$ |
| $\tau = 0$ | $\tau = \mathbf{B.i.A.N.Sin\theta}$ | $\tau = \mathbf{B.i.A.N}$ |



prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

## ✪ تحديد اتجاه العزم المغناطيسي للحلقة




باستخدام **القاعدة الثانية لليد اليمنى** فعند إدارة أصابع التيار في اتجاه سريان التيار في الحلقة فيشير إصبع الابهام إلى اتجاه متجه الوحدة العمودي $(\hat{n})$

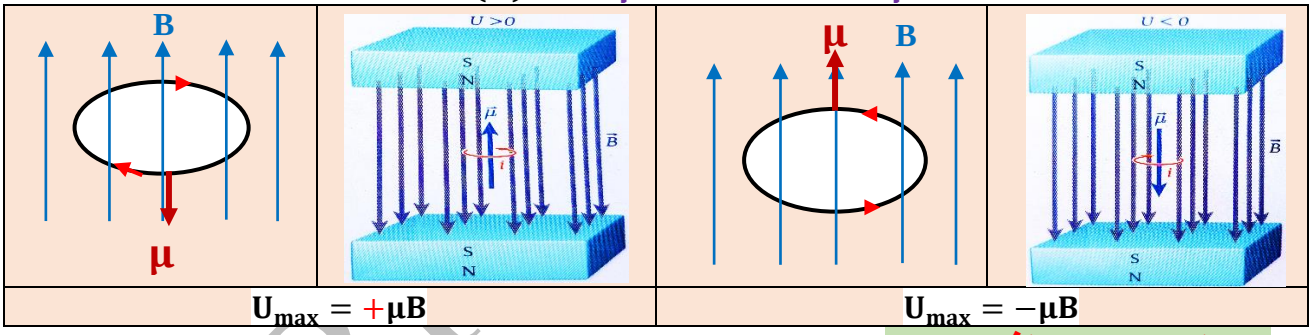
**معادلة عزم القوة المغناطيسية:**

$$\tau = (NiA).B.Sin\theta = \mu.B.Sin\theta$$

**حيث:** يمكن إيجاد عزم القوة المغناطيسية بدلالة عزم ثنائي القطب المغناطيسي

### ☜ ملاحظات هامة جداً:

- عند **وضع ثنائي القطب المغناطيسي في مجال مغناطيسي خارجي** سيكون له طاقة وضع **(U)** .
- تكون طاقة الوضع المغناطيسية لثنائي القطب المغناطيسي في المجال الخارجي **أكبر ما يمكن** **$(+\mu.B)$** وذلك عندما يكون المتجهان متعاكسان.
- تكون طاقة الوضع المغناطيسية لثنائي القطب المغناطيسي في المجال الخارجي **أقل ما يمكن** **$(-\mu.B)$** وذلك عندما يكون المتجهان متوازيان بنفس الاتجاه.
- طاقة الوضع المغناطيسي **(U)** لثنائي القطب المغناطيسي في مجال مغناطيسي خارجي **B** تتعين من العلاقة : $U(\theta) = -\mu.B.Gos\theta = -\vec{\mu}.\vec{B}$




| $U_{max} = -\mu B$ | $U_{max} = +\mu B$ |
|---|---|

## سؤال الاختبار الذاتي 7.3

❶ ما أقصى فرق في طاقة الوضع المغناطيسية بين اتجاهين مختلفين لحلقة مساحتها $0.1m^2$ يمر بها تيار شدته $2A$ وموضوعة في مجال مغناطيسي مقداره $0.56\ T$؟

**الحل :**

$$\Delta U = U_{max} - U_{min} = +\mu.B - (-\mu.B)$$

$$\Delta U = 2\mu.B = 2(N.i.A)B = 2 \times 1 \times 2 \times 0.1 \times 0.5 = 0.2\ J$$

❷ عزم ثنائي القطب المغناطيسي الناتج عن الحركة المغزلية للإلكترون $9.29 \times 10^{-24} A.m^2$ فإذا كان الفرق بين طاقة وضع الكترون يلف بشكل مغزلي لأعلى وطاقة الكترون آخر يلف بشكل مغزلي لأسفل في نفس المجال المغناطيسي يساوي $9.46 \times 10^{-25} J$ احسب مقدار المجال المغناطيسي المؤثر على الالكترون.

**الحل :**

$$\Delta U = 2\mu.B = +\mu.B - (-\mu.B)$$

$$9.46 \times 10^{-25} = 2 \times 9.29 \times 10^{-24} \times B$$

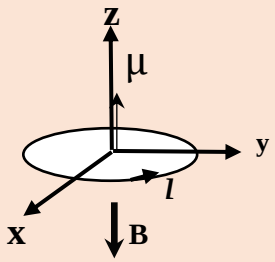
$$B = 0.05\ T$$

FIKRI MOHAMED

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

❸ يبلغ نصف قطر حلقة سلك دائرية 0.12 وتحمل تياراً شدته 0.1A ، توضع الحلقة في المستوى (XY) في مجال مغناطيسي منتظم شدته $\vec{B} = -1.5\hat{z}T$ كما بالشكل المقابل احسب :




1- مقدار العزم المغناطيسي للحلقة وحدد اتجاهه.

2- طاقة الوضع المغناطيسية للحلقة.

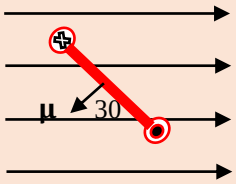
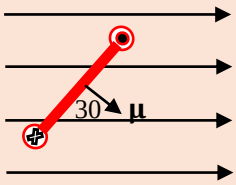
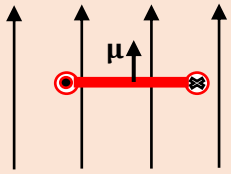
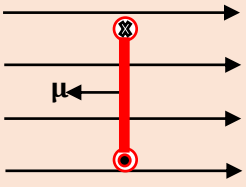
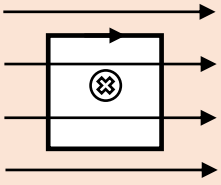
3- إذا كانت الحلقة تتحرك بحرية ، كيف ستوجه نفسها لتقليل طاقة وضعها إلى أقل مقدار.

1- $\mu = N.i.A = 1 \times 0.1 \times \pi(0.12)^2 = 4.5 \times 10^{-3} A.m^2 \quad + z_{axis}$

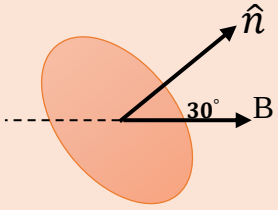
2- $U = -\mu.BCos\theta = -4.5 \times 10^{-3} \times 1.5 \times Cos180 = 6.786 \times 10^{-3} J$

3- تنقلب فيصبح مقدار الزاوية $= 0$

❹ وضعت حلقة مستطيلة في مجال مغناطيسي خارجي مقداره 0.4T وإذا كان عزم ثنائي القطب المغناطيسي للحلقة $0.5A.m^2$ فاحسب طاقة الوضع المغناطيسية ومقدار عزم الدوران المؤثر على الحلقة في الحالات التالية:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |  |
| $U = -\mu.B.Cos120$ $U = \frac{1}{10} J$ $\tau = \frac{\sqrt{3}}{10}$ N.m | $U = -\mu.B.Cos60$ $U = -\frac{1}{10} J$ $\tau = \frac{\sqrt{3}}{10}$ N.m | $U = -\mu.B$ $U = -\frac{1}{5} J$ $\tau = 0$ | $U = \mu.B$ $U = \frac{1}{5} J$ $\tau = 0$ | $U = 0$ $\tau = \mu.B$ $\tau = \frac{1}{5}$ N.m |

❺ ملف دائري نصف قطره 10cm يتكون من 100 لفة يسري تيار شدته 0.1A ، يدور الملف بحرية في منطقة مجال مغناطيسي أفقي ثابت يعطى بالعلاقة $\vec{B} = 0.01T\ \hat{x}$ وإذا كان متجه الوحدة العمودي على سطح الملف يصنع زاوية $30^\circ$ مع المستوى الأفقي كما في الشكل احسب:




1- مقدار عزم الدوران المؤثر في الملف وحدد اتجاه الدوران

$\tau = \mu.B.Sin\theta = 100 \times 0.1 \times \pi(0.1)^2 \times 0.01 \times Sin30$

$\tau = 1.57 \times 10^{-3} N.m$

2- مقدار طاقة الوضع المغناطيسية للملف

$\mathbf{U = -\mu.BCos\theta} = -100 \times 0.1 \times \pi(0.1)^2 \times 0.01 \times Cos30$

$= -2.72 \times 10^{-3} J$

3- متى يكون العزم المؤثر أكبر ما يمكن ثم أوجد أكبر عزم دوران يؤثر على الملف.

$\tau = \mu.B.Sin\theta = 100 \times 0.1 \times \pi(0.1)^2 \times 0.01 \times Sin90$

$\tau = 3.14 \times 10^{-3} N.m$

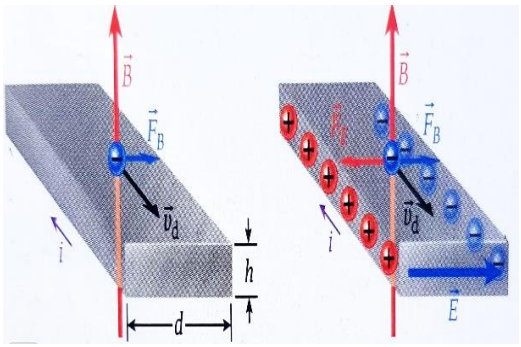
prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

## 7.7 تأثير هول

هو ميل حاملات الشحنة ( الموجبة أو السالبة ) للانزياح نحو أطراف الموصلات الكهربائية بسبب تعرضها لمجال مغناطيسي عمودي على حركتها.

**تفسير تأثير هول:**




الشكل المقابل يمثل موصلاً يمر به تيار كهربائي عمودي على المجال المغناطيسي حيث نلاحظ ما يلي:

1. تتحرك الالكترونات بالموصل بسرعة انسياق $\vec{v}_d$ باتجاه معاكس لاتجاه التيار الاصطلاحي.
2. تتأثر الالكترونات بقوة مغناطيسية متعامدة على سرعتها مما يؤدي إلى دفع الالكترونات باتجاه حافة الموصل إلى اليمين ( **قاعدة اليد اليمنى** ).
3. تتراكم الالكترونات ( السالبة )عند أحدى الحافتين (والموجبة) أيضاً تتراكم عند الحافة الأخرى.
4. ينتج عن اختلاف الجهد على جانبي الموصل مجال كهربائي **E** يبذل قوة كهربائية على الالكترونات في اتجاه معاكس لاتجاه القوة التي بذلتها القوة الناتجة عن المجال المغناطيسي ( كونها سالبة الشحنة $F_E = q.E$ ).
5. عندما تكون القوة الناتجة عن المجال المغناطيسي $F_E = F_B$ القوة الكهربائية الناتجة عن المجال الكهربائي فإن العدد الكلي للالكترونات على حواف الموصل لا يتغير مع الزمن وتسمى تلك الحالة بحالة الإتزان.
6. ينتج فرق جهد بين اللوحين يسمى فرق جهد هول: $\Delta V_d = E.d$
7. إذا كان جهد هول **سالب** فإن حاملات الشحنة الكهربائية تكون فجوات موجبة بينما إذا كان جهد هول **موجب** فإن حاملات الشحنة الكهربائية تكون إلكترونات.

**استخدامات تأثير هول:**

- إثبات أن حاملات الشحنة في الفلزات تكون سالبة.
- إثبات أن في أشباه الموصلات تكون حاملات الشحنة عبارة عن فجوات (الكترونات مفقودة) موجبة
- إيجاد مقدار شدة المجال المغناطيسي عن طريق قياس شدة التيار المتدفق في الموصل وفرق الجهد الناتج ( عند حالة الاتزان ).

$$B = \frac{E}{v_d} = \frac{\Delta V_H}{v_d.d}$$

$$J = \frac{i}{A} = n.e.v_d$$

**حيث n**: عدد الالكترونات في وحدة الحجوم ، **A=dh** حيث **d**: عرض الموصل، **h**: سمك الموصل

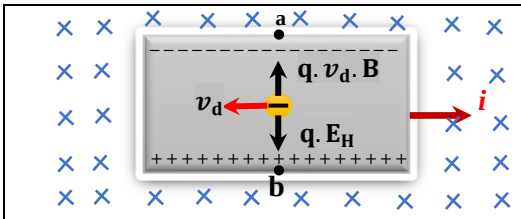
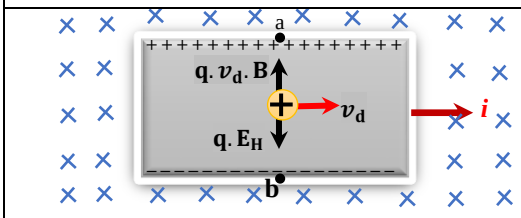
$$\because v_d = \frac{i}{A.n.e} = \frac{i}{h.d.n.e}$$

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

$$B = \frac{E}{v_d} = \frac{\Delta V_H}{v_d . d} = \frac{\Delta V_H . d . h . n . e}{i . d} = \frac{\Delta V_H . h . n . e}{i}$$

$$\Delta V_H = \frac{i . B}{h . n . e}$$

| | |
|---|---|
|  | **الشكل (1)**<br>إذا كانت حاملات الشحنة (**سالبة**) فإن الحافة العلوية تتراكم عليها الشحنات السالبة والنقطة (a) يكون جهدها أقل من جهد النقطة (b) |
|  | **الشكل (2)**<br>إذا كانت حاملات الشحنة (**موجبة**) فإن الحافة العلوية تتراكم عليها الشحنات الموجبة والنقطة (a) يكون جهدها أعلى من جهد النقطة (b) |

❻ ملف دائري يتكون من 120 لفة نصف قطره 5cm ويمر فيه تيار 0.49A يدور بحرية متعرضاً لمجال مغناطيسي منتظم فإذا علمت أن أكبر قوة بامكانها منع الملف من الدوران تساوي 1.24N فاحسب شدة المجال المغناطيسي المؤثر على الملف.

**الحل:** $\tau$ = إحدى القوتين × البعد العمودي بينهما

$$\tau = r . F_{max} = 0.05 \times 1.24 = 0.062\ N . m$$

$$\tau = B . i . A . N$$

$$0.062 = 120 \times 0.49 \times \pi \times 0.05^2 \times B = 0.062\ N . m$$

$$B = 0.13\ T$$

❼ ملف مستطيل الشكل يتكون من **40** لفة طولها **30cm** وعرضها **16cm** ويمر فيه تيار **0.2A** وموضوع في مجال مغناطيسي مقداره **1.2 T** باتجاه يصنع زاوية $50^\circ$ مع محور **x** احسب:

1- مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك الضلعين القصيرين وحدد اتجاهها.

$$F_B = B . i . L . Sin50 = 1.2 \times 0.2 \times 0.16 \times 0.766 = 0.03\ N$$

2- مقدار العزم الذي يبذله المجال **B** على الملف وحدد اتجاهه.

$$\tau = B . i . A . N . Sin40 = 1.2 \times 0.2 \times 0.16 \times 0.3 \times 40 \times 0.643 = 0.4 N . m$$

3- في أى اتجاه سيدور الملف حول محور **y**.

يدور في عكس عقارب الساعة

❽ لديك مسبار هول يحوي شريط نحاسي سمكه **2mm** وجد أنه عند مرور تيار شدته **1.25A** في الشريط النحاسي كان فرق الجهد المقاس $2.5 \times 10^{-7} v$ ما مقدار المجال المغناطيسي في المسبار علماً بأن كثافة حاملات الشحنة في النحاس $8.49 \times 10^{28}\ electron/m^3$ .

**الحل :**

$$\Delta V_H = \frac{i . B}{h . n . e}$$

$$B = \frac{2.5 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-3} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 8.49 \times 10^{28}}{1.25} = 5.43\ T$$

FIKRI MAHMOUD

0502171456
prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

**7.58** يستخدم مسرع دوراني موضوع في مجال مغناطيسي مقداره 9 T لزيادة سرعة البروتونات إلى 50% من سرعة الضوء [ $q = 1.6 \times 10^{-19}c$ ، $m_p = 1.67 \times 10^{-27}kg$ ، $c = 3 \times 10^8 m/s$ ] والمجال المغناطيسي للأرض $B_E = 5\ G$ .

**1-** ما تردد المسرع الدوراني للبروتونات؟

$$r = \frac{m.v}{|q|\,B} = \frac{m \times 2\pi r \times 1}{|q| \times B \times T}$$

حيث أن ... ... $v = \frac{2\pi r}{T}$

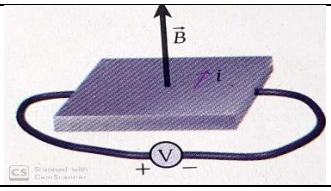
$$f = \frac{|q|\,B}{2\pi \times m_p} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 9}{2\pi \times 1.67 \times 10^{-27}} = 1.4 \times 10^8 Hz$$

2- ما نصف قطر مسار البروتونات في المسرع الدوراني؟

$$r = \frac{m.v}{|q|\,B} = \frac{1.67 \times 10^{-27} \times (0.5 \times 3 \times 10^8)}{9 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 0.17\ m$$

3- ما ترد المسرع الدوراني للبروتونات؟

$$f = \frac{|q|\,B}{2\pi \times m_p} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times (0.5 \times 10^{-4})}{2\pi \times 1.67 \times 10^{-27}} = 763\ Hz$$




**7.57** يوضح الشكل رسماً تخطيطياً لتركيب معد لقياس تأثير هول باستخدام طبقة رقيقة من أكسيد الزنك سمكه $1.5\mu m$ وتبلغ شدة التيار الماره بها $12.3mA$ ويصل فرق جهد هول إلى $-20.1mv$ عندما يؤثر مجال مغناطيسي مقداره $0.9T$ عمودياً على التيار المتدفق

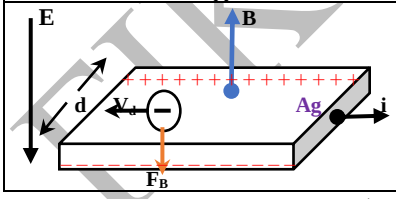
1- ما ناقلات الشحنة في الطبقة الرقيقة.

حاملات الشحنة موجبة (فجوات) لأن جهد هول سالب

2- احسب كثافة ناقلات الشحنة في الطبقة الرقيقة.

$$\Delta V_H = \frac{i.B}{h.n.e}$$

$$n = \frac{i.B}{h.\Delta V_H.e} = \frac{12.3 \times 10^{-3} \times 0.9}{20 \times 10^{-3} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.5 \times 10^{-6}} = 2.3 \times 10^{-19}\ \frac{\text{ثقب}}{m^3}$$




❽ قطعة من الفضة سمكها $0.2mm$ استخدم في قياس تأثير هول فوضعت بمجال مغناطيسي اتجاهه كما بالشكل فإذا كانت كثافة حاملات الشحنة بالفضة $12.3 \times 10^{-28} m^{-3}$ ويمر بها تيار كهربائي شدته $20A$ وناتج من جهد هول مقداره $15\mu v$.

- احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي التي تخضع لها قطعة الفضة؟

$$\Delta V_H = \frac{i.B}{h.n.e}$$

$$B = \frac{h.\Delta V_H.e.n}{i} = \frac{15 \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 7.44 \times 10^{28} \times 0.2 \times 10^{-3}}{20} = 1.79T$$

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

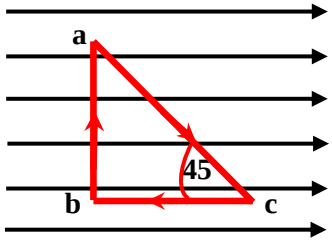
- حدد على الشكل الشحنات الموجبة والالكترونات على حواف القطعة مبيناً اتجاه المجال الكهربائي واحسب مقداره إذا علمت أن عرض القطعة الفضية d=12cm.

$$\Delta V_d = E.d$$

$$\mathbf{E} = \frac{\Delta V_H}{d} = \frac{15 \times 10^{-6}}{0.12} = 1.25 \times 10^{-4} v/m$$

9- مجال مغناطيسي منتظم مقداره 1.8T نحو اليمين وضع فيه سلك مثلث الشكل مستواه موازي للمجال المغناطيسي كما في الشكل ، ومر فيه تيار كهربائي شدته 4.7A .

- احسب القوة المغناطيسية المؤثرة في كل ضلع.
- ما القوة المؤثرة في السلك؟ هل يتزن السلك؟
- صف حركة المثلث.




الحل :

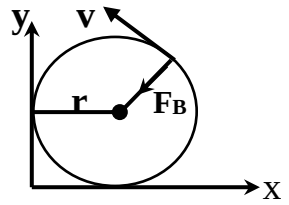
$$F_{B_{ab}} = B.i.L_{ab}.Sin90 = 4.7 \times 2 \times 1.8 \times 1 = 16.9\ N$$

$$F_{B_{bc}} = 0$$

$$F_{B_{ac}} = B.i.L_{ac}.Sin45 = 4.7 \times 2 \times 1.8 \times 0.707 = 16.9\ N$$

- القوة المحصلة = 0 والسلك غير متزن.
- سيتحرك السلك حركة دورانية لأن $F_{B_{ac}} = F_{B_{ab}}$ وتعاكسها في الاتجاه وخط عملها ليس على استقامة واحدة لذلك ينتج عزم دوران يعمل على دورانه.

**7.33** يتحرك الكترون في مجال مغناطيسي عكس عقارب الساعة في دائرة على المستوى XY فإذا كان تردد المسرع الدوراني $\omega = 1.2 \times 10^{12} Hz$ فما مقدار واتجاه المجال المغناطيسي B؟




**الحل :**

$$\omega = \frac{|q|\,B}{m}$$

$$B = \frac{m.\omega}{q} = \frac{9.11 \times 10^{-31} \times 1.2 \times 10^{12}}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.8\ T$$

**7.34** الكترون طاقته تساوي $4 \times 10^2 eV$ و الكترون طاقته تساوي $2 \times 10^2 eV$ محصوران في مجال مغناطيسي منتظم ويتحركان في مسارين دائريين في مستوى عمودي على المجال المغناطيسي. ما النسبة بين نصفي قطري مداريهما؟

**الحل:**

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{m.v_1}{q.B} \times \frac{q.B}{m.v_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\sqrt{\frac{2k_1}{m}}}{\sqrt{\frac{2k_2}{m}}} = \frac{\sqrt{k_1}}{\sqrt{k_2}}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{4 \times 10^2}}{\sqrt{4 \times 10^2}} = 1.41$$

FIKRI AHMED

0502171456
prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

**7.35** بروتون سرعته المتجهة الأولية $v = (1\hat{x} + 2\hat{y} + 3\hat{z})(10^5 \text{m/s})$ دخل مجالاً مغناطيسياً مقداره $B = (5T)\hat{z}$ صف حركة البروتون.

**الحل :**

$$r = \sqrt{\langle 1 \times 10^5 \rangle^2 + \langle 2 \times 10^5 \rangle^2}$$

$$r = \frac{m.v}{q.B} = \frac{1.67 \times 10^{-27} \times 2.2 \times 10^5}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.5} = 4.7 \text{ m}$$

حيث أن الجسم يتحرك بالفضاء فلن تغير المركبة **(z)** من مساره لأنه موازي لها فيتبقي **(x,y)** فتسبب حركة دائرية له . على حسب نصف قطرها

**7.36** كرة نحاسية صغيرة كتلتها $3 \times 10^{-6}$kg وشحنتها $5 \times 10^{-4}$c تسارعت بدءاً من السكون عبر فرق جهد 7000v قبل دخولها مجالاً مغناطيسياً مقداره 4T موجهاً بشكل عمودي على سرعتها المتجهة . ما نصف قطر انحناء حركة الكرة في المجال المغناطيسي؟

**الحل :**

$$\Delta K = q.\Delta V$$

$$\frac{1}{2}m.v^2 = q.\Delta V$$

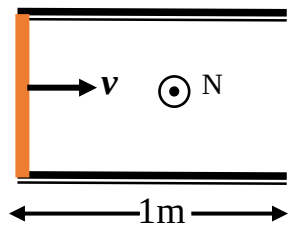
$$v = \sqrt{\frac{2q.\Delta V}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 5 \times 10^{-4} \times 7000}{3 \times 10^{-6}}} = 1527.5 \text{ m/s}$$

$$r = \frac{m.v}{q.B}$$

$$= \frac{3 \times 10^{-6} \times 1527.5}{5 \times 10^{-4} \times 4} = 2.29 \text{ m}$$

**7.46** مدفع كهرومغناطيسي يسرع مقذوفاً من وضع السكون باستخدام القوة المغناطيسية المبذولة على سلك يسري فيه تيار كهربائي وللسلك نصف قطر $5.1 \times 10^{-4}m$ وهو مصنوع من النحاس الذي كثافته $8960\text{kg/m}^3$ ويتكون المدفع من ساقين طول كل منهما 1m موضوعين في مجال مغناطيسي ثابت مقداره 2T وموجه عمودياً على مستوى الساقين وينشئ السلك توصيلاً كهربياً عبر الساقين عند طرفيهما وعند الاصلاق يتدفق تيار كهربائي مقداره $1 \times 10^4$A عبر السلك . ما يسرع حركة السلك على امتداد الساقين احسب السرعة النهائية للسلك لحظة مغادرته للساقين ( تجاهل الاحتكاك)




**الحل :**

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$$

$$v_f^2 = 0 + 2aL = 2 \times 2.73 \times 10^6 \times 1$$

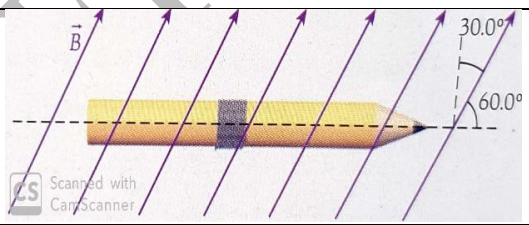
$$v_f^2 = 5.46 \times 10^6$$

$$v_f = 2337 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{i.L.B}{\rho\langle \pi r^2 \rangle.L} = \frac{i.B}{\rho\langle \pi r^2 \rangle}$$

$$= \frac{1 \times 10^4 \times 2}{8960 \times \pi\langle 5.1 \times 10^{-4} \rangle^2} = 2.73 \times 10^6 \text{ m/s}$$

**7.51** تم لف 20 لفة سلكية بقوة حول قلم رصاص قطره 6mm ثم وضع القلم في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 5 T كما هو موضح بالشكل إذا مرتيار كهربائي شدته 3A في حلقات السلك فما مقدار العزم المبذول على القلم الرصاص .




**الحل:**

$$A = \pi r^2 = \pi \times \langle 3 \times 10^{-3} \rangle^2 = 2.83 \times 10^{-5} m^2$$

$$\tau = B.i.A.N.\text{Sin}\theta$$

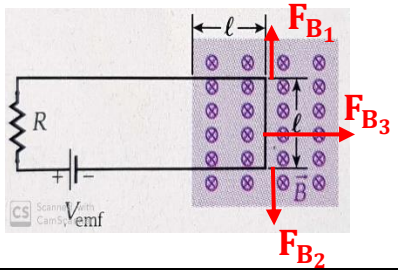
$$\tau = 5 \times 3 \times 2.83 \times 10^{-5} \times 20 \times \text{Sin}60 = 7.35 \times 10^{-3} \text{N.m}$$

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

FIKRI MAHMOUD

0502171456

**7.64** بطارية جهدها الكهربائي 12v موصلة بمقاوم 3Ω في حلقة سلكية مستطيلة أبعادها (L=3m,w=1m) كما هو موضح بالشكل ، يوجد جزء صغير من السلك طوله 1m في نهاية الحلقة يمتد داخل منطقة ذات مجال مغناطيسي مقداره 5T موجه إلى داخل الصفحة - ما محصلة القوة المؤثرة في الحلقة؟




**الحل:** $F_{B_1}$ ستلغي تأثير $F_{B_2}$ لأنهما متعاكستان اتجاهاً بسبب تعاكس التيار وبالتالي المحصلة ستكون $\mathbf{F_{B_3}}$ فقط

$$i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{12}{3} = 4\ A$$

$$F_{net} = F_{B_3} = i.B.L = 4 \times 1 \times 5 = 20\ N$$ نحو اليمين

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed