



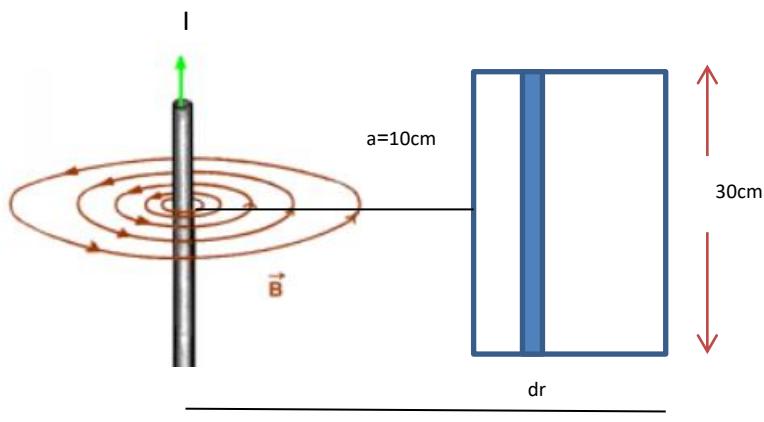
ph203 مقرر

الكهربائية والمغناطيسية 2

الفصل الاول محاضرة رقم 2

مثال : سلك موصل مستقيم يحمل تيارا كهربائيا مقداره $I=1A$ يقع في مستوى مسار مغلق على شكل مستطيل و يوازي ضلعين من اضلاعه الاربعة. احسب الفيصل المغناطيسي الكلي الذي يمر من السطح المحاط بالمسار المغلق اذا كان الحث المغناطيسي B الناتج من السلك في اي نقطة

على المستطيل يعتمد على بعد النقطة عن السلك و حسب العلاقة التالية $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ اذا كان بعد الضلع الاول للمستطيل عن السلك 10cm وبعد الضلع الثاني عن السلك 20cm والارتفاع 30cm



$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

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

د- بعد عن السلك

نقسم المستطيل الى شرائح ضيقه طولها 30cm وعرضها dr

$$\therefore \text{مساحة الشرحة الواحدة} = 30dr$$

الفیض الذي يقطع الشريحة هو

$$d\phi_B = BdA \cos\theta$$

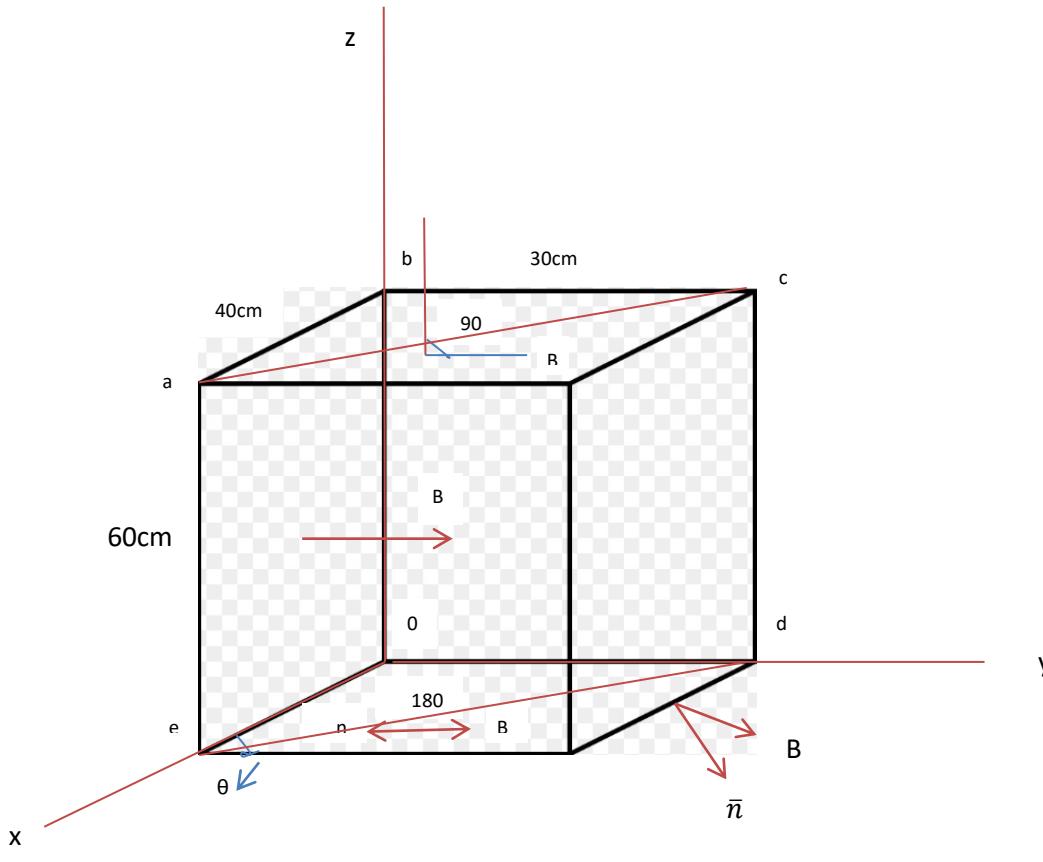
$$\therefore \phi_B = \int_a^b BdA \cos\theta$$

$$\phi_B = \int_{0.1}^{0.2} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \times 0.3 \times 10^{-2} \times dr \times \cos 0 \quad \cos 0 = 1 \text{ و } \theta = 0$$

$$\phi_B = 0.3 \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_{0.1}^{0.2} \frac{dr}{r}$$

$$\phi_B = 0.3 \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{0.2}{0.1}$$

مثال : مجال مغناطيسي منتظم كثافته $B=0.2\text{T}$ بموازاة المستوى xy و بالاتجاه الموجب لمحور y يقطع الشكل أدناه فإذا كان $ea=60\text{cm}, ab=40\text{cm}, bc=30\text{cm}$, جد مقدار الفیض ϕ_B ثم جد الفیض الكلی الذي يقطع الشكل .



الحل /

المساحة = الطول * العرض

طول الصلع

$$ac = ed = \sqrt{(40)^2 + (30)^2} = 50$$

بما ان المجال منظم اي B ثابتة لكل السطوح و الزاوية θ ثابتة ايضا لكل سطح لذا نستخدم العلاقة $\phi_B = BA \cos\theta$ لإيجاد الفيصل

(أ) بما ان $\theta = 90^\circ$ لكل من السطوح eod , $bcdo$, abc لذا تكون

$$\phi_1 = BA \cos 90^\circ = 0$$

ب) العمود المقام على السطح $acde$ كأنه يصنع الزاوية θ والتي يكون $\cos \frac{40}{50}$
.: الفيصل الخارج من السطح $acde$ هو

$$\phi_{acde} = BA \cos \theta$$

$$\phi_{acde} = 0.2 * (60 * 10^{-2} * 50 * 10^{-2}) \cos \frac{40}{50}$$

$$\phi_{acde} = 0.059w$$

ج) يتبيّن من العمود المقام على السطح $aboe$ انه يصنع زاوية مقدارها 180° لذا فان الفيصل الخارج الذي يخترق السطح $aboe$ هو

$$\phi_{aboe} = BA \cos \theta$$

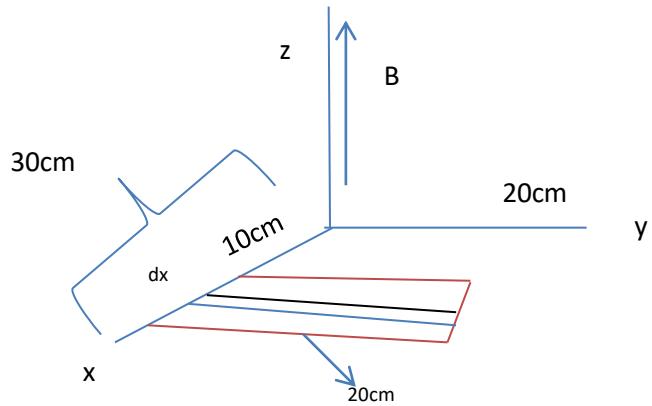
$$\phi_{aboe} = 0.2 * (60 * 10^{-2} * 40 * 10^{-2}) \cos 180^\circ$$

$$\phi_{aboe} = -0.59w$$

وهنا الفيصل سالب لأن داخلي السطح.

مثال جد مقدار الفيصل المخترق المستطيل المبين في الشكل اذا كان المجال المغناطيسي يوازي

$$B = (2x^2 + 3y - 1) T \quad \text{او} \quad T = (3x^2 + 2)$$



الحل / نجزء السطح إلى شرائح مستطيلة عرضها dx وطولها 20cm

$$dA = 20 * 10^{-2} dx$$

$$d\phi_B = B dA \cos \theta$$

$$\phi_B = \int B (20 * 10^{-2}) dx$$

$$\phi_B = (20 * 10^{-2}) \int_{0.1}^{0.3} (3X^2 + 2) dx$$

$$= 20 * 10^{-2} (X^3 + 2X) \Big|_{0.1}^{0.3}$$

$$\phi_B = 0.085 W$$

الطريقة الثانية

نجزء السطح إلى عناصر تفاضلية عرضها dy وطولها

$$\therefore dA = dx dy$$

$$\therefore \phi_B = \int B dA \cos \theta$$

$$\theta = 0$$

$$\phi_B = \int_{0.1}^{0.3} \int_0^{0.2} (2x^2 + 2) dy dx$$

$$\phi_B = \int_{0.1}^{0.3} \left[\int_0^{0.2} dy \right] (3x^2 + 2) dx$$

$$\emptyset_B = 0.2 \int_{0.1}^{0.3} (3x^2 + 2) dx$$

$$\emptyset_B = 0.085W$$

2) نجأ السطح الى عناصر تفاضلية

$$\emptyset_B = BdA \cos \theta$$

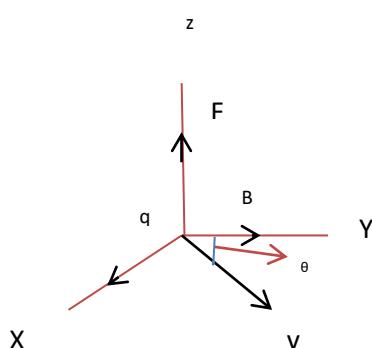
$$\emptyset_B = \int_{0.1}^{0.3} \int_0^{0.2} (2X^2 + 3Y - 1) 10^{-3} dy dx$$

$$\emptyset_B = \int_{0.1}^{0.3} \left[2x^2 Y + \frac{3}{2} y^2 - y \right]_0^{0.2} 10^{-3} dx$$

$$\emptyset_B = 0.085w$$

4-1 الفيصل المغناطيسي على شحنة كهربائية نقطية متحركة:

اذا تحركت شحنة كهربائية نقطية في مجال مغناطيسي ظهرت عليها قوة جانبية اتجاهها عمودي على اتجاه حركة الشحنة و مقدارها يعتمد على مقدار الشحنة q وعلى مقدار الحث المغناطيسي B وكذلك على سرعتها v ، وتعتمد ايضا على اتجاه حركة الشحنة حتى وان بقي كل من v , q , B ثابتة.



وقد وجد تجريبيا ان هذه القوة تعطى بالعلاقة:-

$$\therefore \overline{F} = q(\overline{v} * \overline{B}) \dots\dots 6$$

$$F = qvB \sin\theta \dots\dots 7$$

θ = الزاوية المحصورة بين السرعة v واتجاه المجال B

من المعادلة (6) نلاحظ ان القوة \bar{F} تكون عمودية على المستوى الذي يضم المتجهين \bar{a}, \bar{B} ولتعيين اتجاه \bar{F} نتبع قاعدة اليد اليمنى ، حيث يكون اتجاه القوة \bar{F} باتجاه الابهام اذا كانت الشحنة موجبة . وبعكس اتجاه الابهام اذا كانت الشحنة سالبة. الرابط ادنا توضيحي انسخه وضعه على Google

https://youtu.be/dFT7-_s0jh0

إذا تحرّكت الشحنة على استقامة المجال B فإن الزاوية

$$\bar{F} = 0, \theta = 0$$

ولكن له نحر فت عن ذلك الاتجاه بنوبة

مقدارها θ ظهرت علىها قوة جانبية و تبلغ

هذه القوة قيمتها العظمى عندما تتحرك

الشحة باتجاه عمودي على المجال B،

$$E = \alpha v B$$

من هنا نجد انه من الممكن ان نعطي تعريفا لاتجاه المجال حيث اتفق على ان يكون اتجاه المجال المغناطيسي على استقامه الاتجاه الذي تتحرك به شحنة كهربائية خلال المجال بحيث تكون القوة المؤثرة عليها من قبل المجال مساوية الى الصفر.

من هذا التعريف تلاحظ اننا نعين استقامة B وليس اتجاهه، قد يكون اتجاهه باتجاه حركة الشحنة او بعكس الاتجاه ، وهذا يعتمد على نوع الشحنة ، لذا نستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد الاتجاه لـ B.

(وهي تشابه تقريباً لتعريف المجال الكهربائي)

اما وحدات فھي تسلال

$$T = \frac{nt}{(coul)(\frac{m}{sec})} = \frac{nt}{(\frac{coul}{sec})(m)}$$

$$\therefore T = \frac{nt}{(Amp)(m)}$$

$$T = \frac{k_g \cdot (\frac{m}{sec^2})}{coul \cdot (\frac{m}{sec})} = \frac{k_g}{coul \cdot sec}$$

مثال : مجال مغناطيسي منتظم فيه $B=0.12T$ باتجاه الشرق ، قذف في المجال بروتون بسرعة مقدارها $5*10^5 \text{ m/sec}$ ، جد مقدار و اتجاه القوة المسلطة على البروتون حال دخوله المجال اذا كان قد قذف:

$$m_p = 1.67 * 10^{-27} \text{ kgm}$$

$$q = 1.6 * 10^{-19} \text{ coul}$$

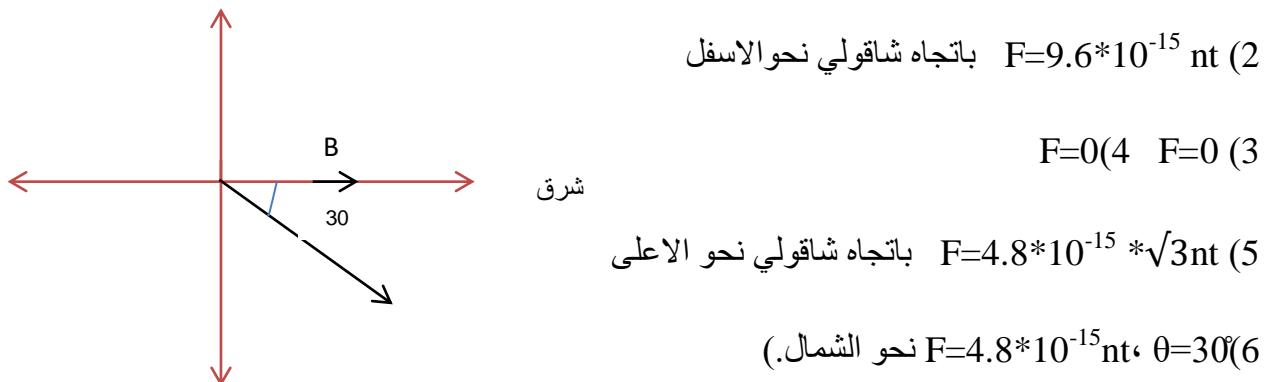
(1) باتجاه الجنوب (2) باتجاه الشمال (3) باتجاه الغرب (4) باتجاه الشرق (5) بمستوى افقي و باتجاه 60° جنوب الشرق (6) بمستوى شاقولي الى الاعلى و باتجاه يصنع زاوية مقدارها 60° مع الشاقول نحو الشرق.

باستخدام العلاقة

$$F = qvB \sin\theta$$

ج: (1) $F = 9.6 * 10^{-15} \text{ nt}$ باتجاه شاقولي نحو الاعلى

(2) $F = 9.6 * 10^{-15} \text{ nt}$ باتجاه شاقولي نحو الاسفل



(5) $F = 4.8 * 10^{-15} * \sqrt{3} \text{ nt}$ باتجاه شاقولي نحو الاعلى

(6) $F = 4.8 * 10^{-15} \text{ nt}$, $\theta = 30^\circ$ نحو الشمال.

مثال : قذف جسم كتلته $5 \times 10^{-4} \text{ kg}$ بسرعة افقية قدرها 6 m/sec فاذا كانت الشحنة التي يحملها هذا الجسم $q = 2.5 \times 10^{-8} \text{ coul}$ متحركة بالاتجاه الافقى فما مقدار واتجاه اضعف مجال مغناطيسي .

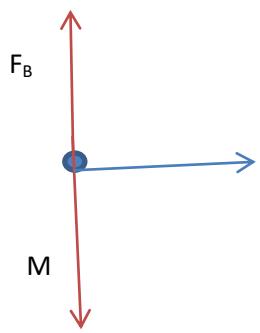
الحل //

حتى تكون محصلة القوة المؤثرة على الجسم صفر يجب ان تكون القوة المغناطيسية بعكس اتجاه mg لذا يكون اتجاه B عمودي على الورقة مبتعد عن القارئ.

ما هي القوى المؤثرة على الجسم ؟

1) قوة جذب الارض على الجسم هي :

$$F = mg \dots\dots\dots 1$$



$$g = \text{لتعجيل الارض} = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

$$m = \text{كتلة الجسم}$$

$$F_g$$

واتجاه F_g يكون نحو الاسفل

2) القوة الثانية التي تؤثر على الجسم هي القوة المغناطيسية

$$F_B = qvB \sin\theta \dots\dots\dots 2$$

بما ان الجسم استمر بالحركة بالاتجاه الافقى لذا تكون

محصلة القوى المؤثرة عليه صفر

اذن يجب ان تكون القوة F_B مساوية بالمقدار و معاكسة بالاتجاه للقوة F_g لذا يكون اتجاه F_B نحو الاعلى

$$\therefore F_g = F_B$$

$$mg = qvB \sin\theta \dots\dots\dots 3$$

: مقدار المجال الذي يولد قوة F_B نحو الاعلى هو :

و اتجاهه B يجب ان يكون عمودي على F_B داخل الى الورقة

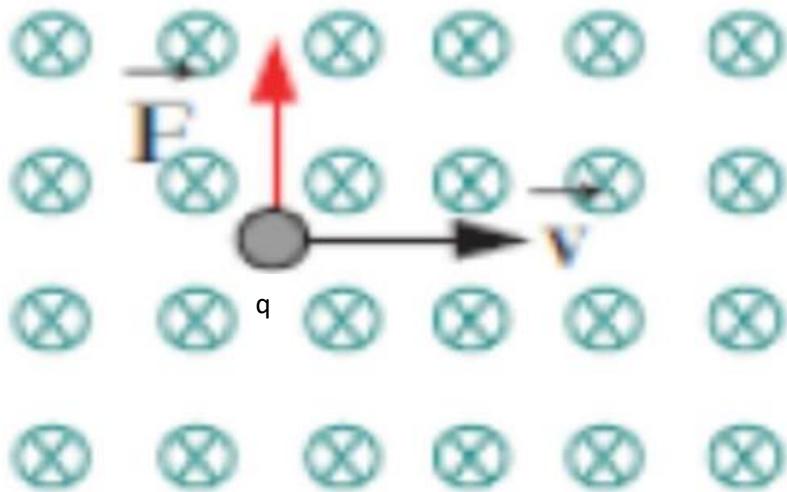
من المعادلة (4) نلاحظ ان اضعف قيمة للمجال B تكون عندما $\sin\theta=1$ اي ان $\theta=90^\circ$

اي ان المجال يكون عمودي على 7 (عمودي على الورقة) مبتعدا عن القارئ.

٥-١ حركة جسم مشحون بالكهربائية في مجال مغناطيسي:

لفرض ان جسما كتلته m ومشحون بشحنة كهربائية موجبة مقدارها q ، قذف بانطلاق مقداره

٧- بصورة عمودية على مجال مغناطيسي منتظم B اتجاهه عمودي على الورقة



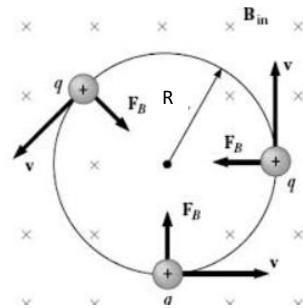
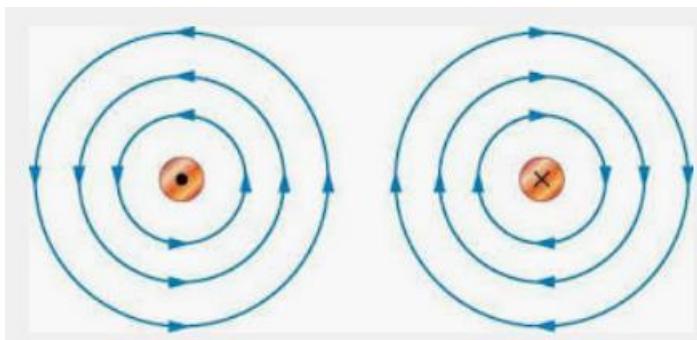
القوة المؤثرة على الجسم من قبل المجال المغناطيسي هي :-

$$F_B = qvB \sin\theta$$

بما ان $\theta = 90^\circ$

لما كانت F_B عمودية على كل من v , B , لذا فإنها تقع في مستوى الورقة وتكتسب الجسم تعجلاً باتجاهها.

بما ان $F_B \perp v$ فالتعجيل الناتج يكون باتجاه عمودي على v ايضا ، وبالتالي فان الانطلاق v يبقى ثابتا لا يتاثر مقداره بالقوة F_B . لذا سيتحرك الجسم بمسار دائري في مستوى الورقة وهذا يؤدي الى ظهور قوة اخرى تؤثر على الجسم هي و مقدارها:-



حيث R = نصف قطر المسار الدائري

$$F_B = F_C$$

هذه القوة المركزية مساوية بالمقدار لقوة المغناطيسية

$$\therefore qvB = \frac{mv^2}{R}$$

إذا كان الانطلاق v ونصف القطر R لهما قيمة ثابتة ، فان السرعة الزاوية w (التردد الزاوي)
التي سيدور بها الجسم تكون ثابتة المقدار ايضا.

من المعادلة (11) و (12) نجد ان :-

(v) لا تعتمد على w

نستنتج من هذه العلاقة أن السرعة الزاوية للجسم لا تعتمد على v . وهذا يعني أنه إذا قذفت مجموعة أجسام متساوية في الكتل والشحنة بصورة عمودية على اتجاه مجال مغناطيسي منتظم بانطلاقات مختلفة لدارت بمدارات ذات انصاف اقطار مختلفة ولكن نفس السرعة الزاوية (حسب العلاقة (11) و(13)، أي نفس التردد بما ان

$$w=2\pi f$$

HZ دورة/ثا او يقاس ب

ملاحظة:- اذا كان المجال المغناطيسي الذي يتحرك فيه الجسم المشحون بصورة عمودية غير منتظم ،في هذه الحالة ، لا يدور الجسم بمحيط دائري بل اي مسار مغلق اخر .

إذا قذف جسم بسرعة V ويصنع زاوية مقدارها α مع اتجاه B فإن الجسم يتحرك بدائرة نصف قطرها R بفعل مركبة السرعة $V \sin \alpha$

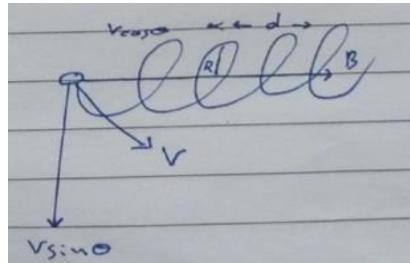
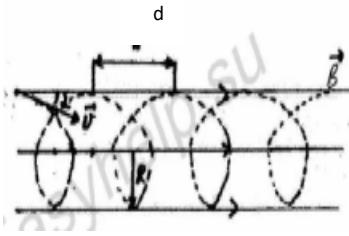
$$R = \frac{mv}{qB} \sin\alpha \dots\dots 15$$

و بنفس الوقت سيتحرك بسرعة منتظمة مقدارها $v \cos\alpha$ باتجاه المجال B بمسافة مقدارها d لكل دورة واحدة ويطلق على المقدار d بدرجة المسار اللولبي (الحركة التوليبية او درجة الالكترون)

$$T = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$$

$$T = \frac{d}{v \cos \alpha} = \frac{2\pi R}{v \sin \alpha}$$

$$\therefore R = \frac{mv}{qB} \sin\alpha \rightarrow d = \frac{2\pi mv}{qB} \cos\alpha \rightarrow d = \frac{2\pi R}{\tan\theta}$$

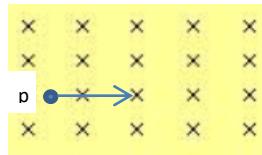


$$\text{OR} \quad T = d / \tan\theta = 1/f$$

$$R = d \tan\theta / 2\pi$$

مثال: قذف بروتون بصوره عمودية على اتجاه مجال مغناطيسي منتظم $B=0.1\text{T}$ فإذا دخل البروتون المجال بسرعة مقدارها $6 \times 10^5 \text{m/sec}$ جد نصف قطر الدوران و التردد للبروتون f .

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{coul} \quad (m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{kg})$$



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

$$= \frac{1.67 \times 10^{-27} \times 6 \times 10^5}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.1} = 6.26 \times 10^{-2} \text{m}$$

$$f = \frac{qB}{2\pi m} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 0.1}{2 \times 3.14 \times 1.67 \times 10^{-27}} = 1.52 \times 10^6 \text{Hz}$$

مثال: تحرك الكترون من السكون خلال فرق جهد كهربائي مقداره $\Delta V = 16000 \text{ volt}$ ثم دخل بصوره عمودية على اتجاه مجال مغناطيسي منتظم و اخذ يدور بمحيط دائرة نصف قطرها 20cm ، جد مقدار الحث المغناطيسي B وتردد الكترون.

الحل // الشغل المنجز على الالكترون من قبل فرق الجهد

$$\Delta V = \frac{W}{q} \rightarrow W = q\Delta V$$

بما ان الشغل W يتحول الى طاقة حركية للإلكترون

$$q\Delta V = \frac{1}{2}mv^2$$

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

$$e=1.6 \times 10^{-19} \text{ coul} \quad (m_e=9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})$$

$$\sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^4}{9.1 \times 10^{-31}}} = 75 \times 10^6 \text{ m/s}$$

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

$$20 \times 10^{-2} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 75 \times 10^6}{1.6 \times 10^{-19} \times B}$$

$$\therefore B = 2.13 \times 10^{-3} T$$

$$f = \frac{qB}{2\pi m} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.13 \times 10^{-3}}{2 \times 3.14 \times 9.1 \times 10^{-31}} = 59.7 \times 10^6 \text{ Hz}$$

