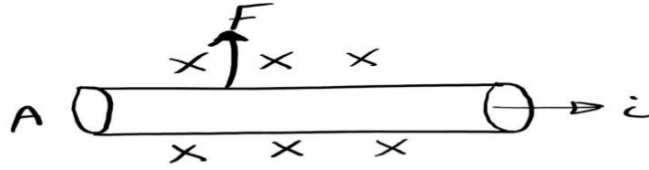


الفصل الثالث

القوة المؤثرة على موصل يسري خلاله تيار كهربائي في مجال مغناطيسي

• ان القوة المؤثرة على شحنة متحركة داخل مجال مغناطيسي ($F = qvB \sin \theta$)

لدينا سلك موصل طوله L يسري فيه تيار كهربائي i موضوع في مجال مغناطيسي B يضع زاوية θ مع السلك



وان التيار الكهربائي ما هو الا سيل من الشحنات المتحركة وفي المراد الموصلة يكون السيل من الالكترونات الحرة فاذا سلط مجال مغناطيسي على موصل يسري فيه تيار كهربائي تولدت قوة على كل شحنة متحركة خلاله ولما كانت عدد الشحنات في السلك (nAL)

∴ محصلة القوى المغناطيسية على الموصل

$$F = qvB \sin \theta \, nAL$$

$$F = nqAvLB \sin \theta$$

$$i = nevA \quad \text{حيث}$$

وان v : سرعة الانجراف للالكترون n : مساحة مقطع السلك A :

$$\therefore F = iLB \sin \theta \quad \dots (1)$$

$$\vec{F} = i(\vec{L} \times \vec{B}) \quad \text{معادلة اتجاهية}$$

المعادلة (1) تمثل القوة المؤثرة في سلك يسري فيه تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي منتظم يضع زاوية θ مع السلك

حيث التيار المار في السلك i ، طول السلك L =

الزاوية المحصورة بين اتجاهي B, L $\theta =$

اما اتجاه L يتحدد باتجاه التيار المار بالسلك ووحدات F هي النيوتن

ان اعظم قوة مغناطيسية مؤثرة على السلك عندما $\theta = 90^\circ$ اي عندما B تكون عمودية على السلك $B \perp L$ حيث $\sin \theta = 1$

$\therefore F$ عمودية على كل من L, B

• يمكن تعيين اتجاه F باستخدام قاعدة اليد اليمنى

الابهام يمثل القوة F

السبابة تمثل L

الوسطى تمثل B

المعادلة (1) تصح استخدامها عندما B, θ ثابتين الشدة والاتجاه والسلك مستقيم

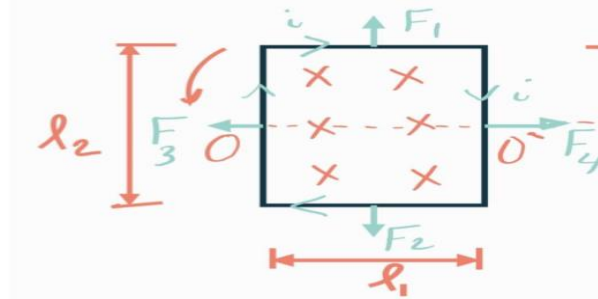
اما اذا كان السلك غير مستقيم او B, θ غير ثابت الشدة والاتجاه يقسم السلك الى اجزاء صغيرة طول كل منها dL فالقوة المؤثرة على كل جزء هي dF

$$\therefore dF = idLB \sin \theta$$

$$\overline{dF} = i(\overline{dL} \times \overline{B})$$

عزم الازدواج على ملف يمر خلاله تيار كهربائي موجود في مجال مغناطيسي

ملف مستطيل يسري خلاله تيار شدته i في الاتجاه المبين



قابل للدوران حول المحور OO'

نفرض ان الملف مكون من لفة واحدة

- 1- عند تسليط مجال مغناطيسي منتظم بصورة عمودية على سطح الملف تتولد قوة مغناطيسية F على كل ضلع مقدارها $(F=iBL)$ تؤثر بصورة عمودية على كل ضلع
ان كل قوتين $(F_1 = -F_2 = iBL_1)$
 $(F_3 = -F_4 = iBL_2)$

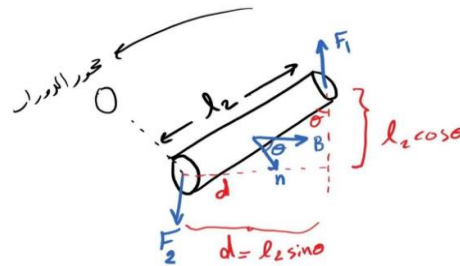
ولما كانت هذه القوى واقعة في مستوى واحد فليس لها تأثير دوراتي

- 2- عندما يؤثر المجال على السطح باتجاه يضع زاوية مقدارها θ مع اتجاه السطح يتولد عزم ازدواج مقداره τ

$$\tau = F_1 d = F_1 L_1 \sin\theta$$

$$\tau = iBL_1L_2 \sin \theta \text{ العزم}$$

$$\tau = iBA \sin \theta \dots \dots (1)$$



حيث A مساحة الملف $\theta = 90^\circ$, τ_{max}

τ : مقدار اتجاهي

المعادلة (1) تعطي قيمة العزم فقط اما تعيين العزم مقدارا واتجاهها تكتب بالمعادلة

$$\tau = i(\bar{B} \times \bar{A})$$

• يعتبر السطح مقدار اتجاهي واتجاهه هو اتجاه العمود المقام عليه

يمكن تعيين اتجاه العمود على السطح نستخدم قاعدة اليد اليمنى ببسط راحة اليد ووضع الابهام عمودي على اليد فيكون اتجاه الابهام باتجاه العمود ولف الاصابع باتجاه التيار .

اما اذا كان الملف يتكون من N من اللفات

$$\therefore \tau = NiAB \sin \theta$$

$$\bar{\tau} = Ni(\bar{A} \times \bar{B})$$

المقدار (NiA) يطلق عليه عزم ثنائي القطب المغناطيسي ويرمز لهما بالرمز μ

$$\tau = \mu B \sin \theta$$

$$\tau = (\mu \times \bar{B})$$

ان المعادلات اعلاه تصبح استخدامها فقط عندما يكون B منتظم و B متساوية لجميع الاجزاء وكذلك تستخدم لجميع السطوح المستوية المنتظمة والغير منتظمة

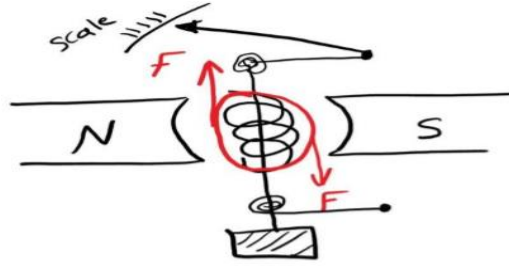
اما في حالة كون B غير منتظمة او B غير متساوية لجميع الاجزاء بالمعادلات تكتب بالشكل الاتي

$$d\tau = NiB dA \sin \theta$$

$$\bar{d\tau} = Ni(\bar{B} \times \bar{dA}) \text{ في حالة } \theta \text{ متغير و } B \text{ ثابت}$$

$$\bar{d\tau} = (\bar{dB} \times \bar{A}) \text{ في حالة } B \text{ غير منتظم و } \theta \text{ متساوية}$$

الكلفانومتر ذو الملف المتحرك



هو جهاز يستخدم لقياس شدة التيارات الكهربائية الضعيفة او يستخدم للتحسس بوجودها وان الامتيرات والفولتمترات هي كلفانومترات محورة .جميع الاجهزة تعمل على اساس ملف من الاسلاك معلقة في مجال مغناطيسي ثابت فعند مرور تيار كهربائي خلال الملف يتولد عليه عزم ازدواج فيدور حول محور التعليق فيدور معه مؤشر متصل به ويتحرك طرفه على قرص مدرج وان مقدار انحراف المؤشر يتناسب مع شدة التيار المار خلال الجهاز وكذلك يتناسب مع فرق الجهد بين قطبي الجهاز يتكون الملف من اسلاك نحاسية معزولة ملفوفة على اسطوانة من الحديد المطاوع ويعلق بين فكي مغناطيسي N,S ثابت ويرتكز على مضامع محورية فعند مرور تيار كهربائي خلال الملف يتولد عليه عزم ازدواج من قبل المغناطيس الثابت مقداره

$$\tau = NiAB \sin\theta \quad \theta=90$$

$$\therefore \tau = NiAB$$

ونتيجة لهذا العزم يدور الملف ويبرم سلك التعليق فيتولد عزم لي مضاد مقداره $(\tau = k\phi)$ حيث k ثابت اللي و ϕ زاوية البرم

ويتوقف دوران الملف عندما يتساوى هذان العزمان بالمقدار فيكون $k\phi = NiAB$

$$i = \left(\frac{k}{NAB} \right) \phi$$

داخل القوس كلها ثوابت للكلفانومتر الواحد

∴ التيار المار يتناسب طرديا مع زاوية البرم ϕ رمزه بدورها تتناسب مع حركة المؤشر على القرص المدرج $i \propto \phi$

وكذلك يمكن تدريج الجهاز وذلك بأمرار تيار معلوم خلال الجهاز وتعين مقدار انحراف المؤشر

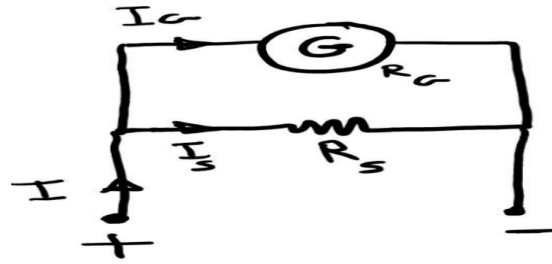
الاميترات للتيار المستمر

ان اكثر انواع الاميترات المستعملة لقياس التيار المستمر مستمدة من الكفافومتر فاذا ما تمت معايرة الكفافومتر اصبح الجهاز صالحا لقياس مدى محدود من التيارات الضعيفة لان الانحراف يتناسب مع التيار المار ($i \propto \emptyset$) ولكن الكفافومتر قراءة لا تتجاوز بضع ملي امبيرات كذلك ان مقاومة G ليست قليلة وان وصل على التوالي بالدائرة سوف يعطي تيار اقل من قيمته الحقيقية فيجب اجراء تحويل فيه قبل ربطه

• اما الجهاز الثاني لقياس التيار هو الذي تكون مقاومته صفرا

يمكن الحصول على جهاز ذي مقاومة داخلية صغيرة جدا وصالح لقياس التيارات الكبيرة وذلك بربط مقاومة ذات قيمة منخفضة جدا على التوازي مع ملف G ومدى هذه المقاومة بالمجزئ (R_S) فسوف يسمح للجزء الاعظم من التيار بالمرور خلاله ويترك الجزء الضئيل ليمر في ملف G

فاذا اردنا تحويل الكفافومتر الى اميتر يبلغ مدى التيار الذي يقيسه I من الامبيرات فيجب ان نحصل على صيغة يمكن بواسطتها حساب مقاومة المجزئ اللازم



$$V_G = V_S$$

$$I_G R_G = I_S R_S$$

$$\therefore I_S = I - I_G$$

$$\therefore R_S = \frac{I_G R_G}{I - I_G}$$

فولطميتر التيار المستمر

هو جهاز يقيس فرق الجهد بين نقطتين في دائرة كهربائية وعند استعمال G بوصفه الاعتيادي لقياس فرق الجهد سوف يسحب تيار كبير من الدائرة لان مقاومة ملف G قليلة مما يجعل القيمة المقاسة لفرق الجهد اقل بكثير من القيمة الحقيقية.

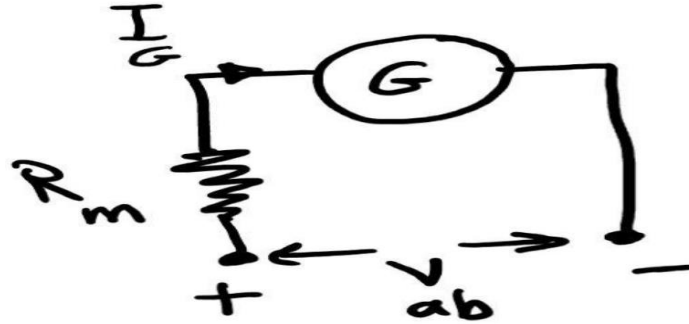
كما ان قياسه محددا بقيم صغيرة لفروق الجهد لا تتجاوز بضعة ملي فولطات ان مقاومة الجهاز الذي يقيس الفولطية يجب ان يكون اكبر ما يمكن

- اذا اردنا جهازا مثاليا فيجب ان تقترب مقاومته من المالا نهائية لهذا يجب ان نحور G بتوصيل مقاومة ذات قيمة عالية على التوالي مع ملفه وتسمى بالمضاعف R_m وتحدد R_m على ضوء المدى المرغوب للجهاز والان يمكن ان نجد صيغة رياضية لحساب مقاومة المضاعف

$$V_{ab} = I_G R_G + I_G R_m$$

$$V_{ab} - I_G R_G = I_G R_m$$

$$\therefore R_m = \frac{V_{ab} - I_G R_G}{I_G}$$

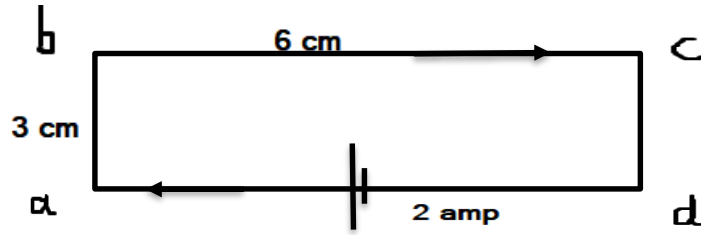


اسئلة الفصل الثالث

س1/ سلك مستقيم طويل يمتد بصورة افقية باتجاه شمال – جنوب يمر خلاله تيار شدته (60 amp) نحو الشمال فاذا كان الحث المغناطيسي الارضي في تلك المنطقة تساوي ($10^{-4} T$) وكانت زاوية الميل (53°) فما مقدار واتجاه القوة المسلطة على (8m) من ذلك السلك؟

س2/ في الشكل يمثل ملف سلكي على شكل مستطيل يمر خلاله تيار شدته (2amp) بالاتجاه المبين جد مقدار واتجاه القوة على كل ضلع عند تسليط مجال مغناطيسي منتظم ($B=0.5T$)

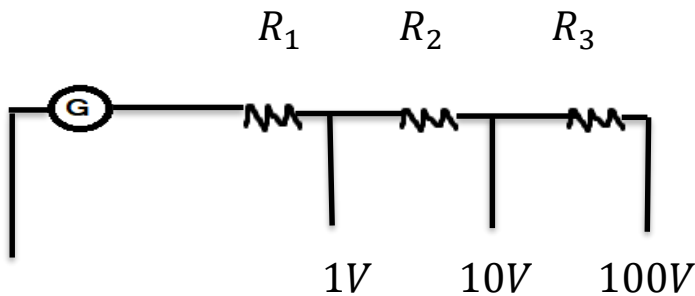
- (1) باتجاه عمودي على السطح
- (2) باتجاه يوازي سطح المستطيل ويوازي الضلع
- (3) جد عزم الازدواج في كل حالة



س3/ كلفانومتر مقاومته (20Ω) وينحرف مؤشره انحرافا كاملا عندما يمر خلاله تيار شدته (20 mA) جد مقدار المقاومة الواجب ربطها مع الكلفانومتر وبين كيفية الربط لتحويله الى

- (1) اميتر مدى قياسه (4 amp)
- (2) فولطميتر مدى قياسه (20 volt)

س4/ في الشكل الذي يمثل فولطميتر ذو اربعة مدى للقياس المقاومة الداخلية للكلفانوميتر (12Ω) وينحرف مؤشره انحرافا كاملا اذا مر خلاله تيار شدته (10mA) جد قيمة كل من المقاومات R_1, R_2, R_3



س5/ الشكل يمثل أميتر ذو اربعة مدى للقياس المقاومة الداخلية للكلفانومتر (20Ω)
 وينحرف مؤشره انحرافا كاملا اذا مر تيار شدته ($6mA$) جد مقدار كل من
 المقاومات R_1, R_2, R_3

