الفصل الثانى

مصطلحات هامة

الفيض المغناطيسى .

العدد الكلى لخطوط المجال المغناطيسى الذى يمر عموديا على مساحة ما .

كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة .

عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تمر عموديا بوحدة المساحات المحيطة بنقطة .

معامل النفاذية المغناطيسية لوسط .

قابلية الوسط لأنفاذ الفيض المغناطيسى خلاله .

كثافة الفيض المغناطيسى .

مقدار القوة المغناطيسية المتولدة فى سلك طوله (1m) يمر به تيار شدته (1A) موضوع عموديا على مجال مغناطيسى .

نقطة التعادل .

النقطة التى تكون فيها محصلة كثافتى الفيض الناتجة عن السلكين تساوى صفر .

التسلا .

كثافة الفيض المغناطيسى الذى يولد قوة مقدارها (1N) على سلك طوله (1m) يمر به تيار كهربى شدته (1A) عندما يكون السلك عموديا على خطوط المجال المغناطيسى .

عزم ثنائى القطب المغناطيسى .

عزم الإزدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى عندما يكون مستواه موازيا لفيض مغناطيسى كثافته (1T).

الأجهزة التناظرية .

أجهزة تعتمد على قراءة مؤشر .

الأجهزة الرقمية .

أجهزة تعتمد على قراءة أعداد رقمية على شاشة صغيرة بدون مؤشر .

الجلفانومتر .

جهاز يستخدم للإستدلال على وجود تيارات كهربية مستمرة ضعيفة وقياس شدتها وتحديد اتجاهها .

حساسية الجلفانومتر .

مقدار زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عن وضع الصفر عند مرور تيار شدته الوحدة .

الأميتر .

جهاز يستخدم بعد معايرة تدريجه لقياس شدة التيار المار فى دائرة مباشرة .

مجزئ التيار .

مقاومة صغيرة جدا توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلى أميتر.

حساسية الأميتر .

النسبة بين أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى تيار يقيسه بعد تحويله إلى أميتر .

أو النسبة بين المقاومة الكلية للأميتر إلى مقاومة ملف الجلفانومتر .

الفولتميتر .

جهاز يستخدم لقياس فروق الجهد عبر أى نقطتين فى دائرة مباشرة .

مضاعف الجهد .

مقاومة كبيرة توصل على التوالى مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلى فولتميتر.

حساسية الفولتميتر .

النسبة بين أقصى فرق جهد يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى فرق جهد يقيسه بعد تحويله إلى فولتميتر.

أو النسبة بين مقاومة ملف الجلفانومتر إلى المقاومة الكلية للفولتميتر .

الأوميتر .

جلفانومتر حساس أو ميكروأميتر معدل لقياس مقاومة أى جزء من أجزاء الدائرة مباشرة .

ما معنى أن

الفيض المغناطيسى = 0.6 Weber

معنى ذلك أن : العدد الكلى لخطوط المجال المغناطيسى الذى يمر عموديا على مساحة ما = 0.6

كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة = 0.4 $Weber/m^2$

معنى ذلك أن : عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تمر عموديا بوحدة المساحات المحيطة بنقطة = 0.4

معامل النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi \times 10^{-7}$ Weber/A.m

معنى ذلك أن : قابلية الهواء لأنفاذ الفيض المغناطيسى خلاله = $4\pi \times 10^{-7}$ Weber/Am

كثافة الفيض المغناطيسى = 0.2 N/A.m

معنى ذلك أن : مقدار القوة المغناطيسية المتولدة فى سلك طوله (1m) يمر به تيار شدته (1A) موضوع عموديا على مجال مغناطيسى = 0.2 N

عزم ثنائى القطب المغناطيسى = 0.3 N.m/T

معنى ذلك أن : عزم الإزدواج المؤثر على ملف يقطع فيض مغناطيسى كثافته (1 T) = 0.3 N m

حساسية الجلفانومتر = 2 deg/μ.A

معنى ذلك أن : مقدار زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عن وضع الصفر عند مرور تيار شدته الوحدة = 2^{o}

حساسية الأميتر = 0.1

معنى ذلك أن : النسبة بين أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى تيار يقيسه بعد تحويله إلى أميتر = 0.1

حساسية الفولتميتر = 0.02

معنى ذلك أن : النسبة بين أقصى فرق جهد يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى فرق جهد يقيسه بعد تحويله إلى فولتميتر = 0.02

تعليلات هامة

ينصح ببناء المساكن بعيدا عن أبراج الضغط العالى .

جـ – لأن كثافة الفيض المغناطيسى تتناسب عكسيا مع المسافة مما يحافظ على البيئة .

يعمل الحديد المطاوع على تركيز الفيض المغناطيسى .

جـ– لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد المطاوع كبير .

معامل النفاذية المغناطيسية لوسط صفة مميزة للوسط .

جـ– لأنه يعتمد على نوع الوسط فقط .

تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار فى نفس الاتجاه بين السلكين .

جـ– لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أى نقطة بين السلكين لذا يلاشى كل منهما الآخر فتتكون نقطة التعادل بين السلكين .

تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار فى اتجاهين متضادين خارج السلكين .

جـ– لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أى نقطة خارج السلكين لذا يلاشى كل منهما الآخر فتتكون نقطة التعادل خارج السلكين .

لا تتكون نقطة تعادل فى سلكين متوازيين يمر بكل منهما نفس التيار فى اتجاهين متضادين .

جـ– لأن عند أى نقطة خارج السلكين تكون كثافة الفيض الناشئة عن السلك الأول لا تساوى كثافة الفيض الناشئة عن السلك الثانى لاختلاف المسافة بين السلكين وتلك النقطة .

Online الجمهورية رواية مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر

تستخدم قاعدة البريمة اليمنى فى تحديد قطبى الملف اللولبى المار به تيار كهربى .

جـ- لأن الملف اللولبى يمكن اعتباره مكون من مجموعة من لفات دائرية متحدة المحور .

قد لا يتولد مجال مغناطيسى عن تيار يمر فى ملف حلزونى أو دائرى ملفوف لفا مزدوجا .

جـ - لأن الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور التيار فى اتجاه معين يلغى الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور نفس التيار فى الاتجاه المضاد .

تزداد كثافة الفيض على محور ملف لولبى يمر به تيار عند وضع ساق حديد داخله .

جـ - لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد كبير فيعمل الحديد على تركيز الفيض المغناطيسى .

لا يتحرك سلك مستقيم يمر به تيار موضوع فى فيض مغناطيسى .

جـ - لأن السلك والمجال المغناطيسى متوازيين فإن ($\theta = 0$) وتكون ($F = 0$) .

يتحرك سلك مستقيم يمر به تيار موضوع عموديا على فيض مغناطيسى .

جـ - لاختلاف محصلة كثافة الفيض المغناطيسى الأصلى والفيض المغناطيسى الناتج عن مرور التيار فى السلك على جانبى السلك فيتحرك السلك من الموضع الأعلى فى كثافة الفيض المغناطيسى إلى الموضع الأقل فى كثافة الفيض المغناطيسى .

إذا مر تيار كهربى فى كل من ملف حلزونى وسلك مستقيم منطبق على محور الملف فإن السلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية .

جـ - لأن السلك موضوع موازى للمجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى الملف الحلزونى وتكون ($\theta = 0$) وتكون ($F = 0$) .

تولد قوة تجاذب بين سلكين يمر بهما تيار كهربى فى اتجاه واحد .

جـ - لأن لأن محصلة كثافة الفيض خارج السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض بينهما .

تولد قوة تنافر بين سلكين يمر بهما تيار كهربى فى اتجاهين متضادين .

جـ - لأن محصلة كثافة الفيض بين السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض خارجهما .

عدم تولد عزم إزدواج فى ملف يمر به تيار موضوع فى مجال مغناطيسى .

جـ - لأن مستوى الملف عموديا على خطوط المجال فإن ($\theta = 0$) و ($\tau = 0$) .

قد لا يتولد عزم ازدواج ولا يتحرك ملف قابل للحركة يمر به تيار موضوع فى مجال مغناطيسى .

جـ- لأنه عندما يكون مستوى الملف عمودى على الفيض تصبح القوتين المؤثرتين على كل ضلعين متقابلين للملف متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه وخط عملهما على استقامة واحدة فتنعدم محصلتهما ولا يتولد منهما ازدواج .

يتناقص عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار معلق بين قطبى مغناطيس أثناء دورانه ابتداء من الوضع الذى يكون فيه مستواه موازيا للمجال المغناطيسى .

جـ- لأنه بدوران الملف من الوضع الموازى للفيض المغناطيسى يقل البعد العمودى بين القوتين الناتج منهما الازدواج فيتناقص عزم الازدواج .

يوجد قلب من الحديد المطاوع فى الجلفانومتر والأميتر والفولتميتر والأوميتر .

جـ - حتى يعمل على زيادة تركيز خطوط الفيض التى تقطع الملف لأن معامل النفاذية المغناطيسية له كبير .

خطوط المجال موازية لمستوى ملف الجلفانومتر وعمودية على الضلعين الطوليين .

جـ - حتى يجعل انحراف المؤشر يتناسب مع شدة التيار المار فى الملف .

يكون القطبان المغناطيسيان الدائمان مقعرين فى الجلفانومتر والأميتر والفولتميتر والأوميتر .

جـ - حتى تكون خطوط الفيض المغناطيسى بينهما على هيئة أنصاف أقطار مما يجعل كثافة الفيض المغناطيسى ثابتة فى الحيز الذى يتحرك فيه الملف مهما كانت زاوية الملف .

يرتكز ملف الجلفانومتر على حوامل من العقيق .

جـ - لمنع الاحتكاك وسهولة دوران الملف .

تدريج الجلفانومتر والأميتر والفولتميتر منتظم .

جـ- لأن شدة التيار تتناسب طرديا مع زاوية انحراف الملف .

صفر تدريج الجلفانومتر فى المنتصف .

جـ- حتى يمكن تحديد اتجاه التيار .

توجد ملفات زنبركية (لولبية) فى الجلفانومتر .

جـ- حتى تعمل كموصلات للتيار الكهربى بالنسبة للملف و تتحكم فى حركة الملف إذ ينشأ عن اللى فى الملفين الزنبركيين إزدواج عكس اتجاه الإزدواج الناشئ عن مرور التيار فى الملف وتعمل على عودة الملف إلى وضعه الأصلى عند قطع التيار المار فى الملف .

لا يصلح الجلفانومتر فى قياس شدة التيارات الكبيرة .

جـ - لأنه يؤدى إلى اختلال نظام التعليق نتيجة للأنحراف الكبير للملف ويؤدى إلى تلف الركائز التى يستند عليها ويؤدى إلى انصهار سلك الملف نتيجة الحرارة المتولدة فيه .

يجب معايرة الجلفانومتر بعد فترة من الإستعمال .

جـ - لأن قوى اللى فى الزنبركيين وكذلك شدة قطبى المغناطيس تنقص بكثرة الاستعمال .

لا يستخدم الجلفانومتر والأميتر فى قياس شدة التيار المتردد .

جـ – لأن اتجاه عزم الازدواج يتوقف على اتجاه التيار والتيار المتردد متغير الاتجاه .

اسطوانة الحديد المطاوع فى أجهزة القياس الكهربى غير مقسمة إلى شرائح معزولة .

جـ– لأن هذه الأجهزة تعمل بالتيار المستمر ولا تعمل بالتيار المتردد ولأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد المطاوع كبير لذلك يعمل الحديد المطاوع على تركيز الفيض المغناطيسى .

حساسية الأميتر والفولتميتر ليس لها وحدة قياس .

جـ– لأنها نسبة بين كميتين متماثلتين .

يوصل الأميتر على التوالى فى الدائرة .

جـ – حتى يكون التيار المار فى الأميتر هو نفسه التيار المار فى الدائرة .

مجزئ التيار عبارة عن مقاومة صغيرة ويوصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر .

جـ – لجعل المقاومة الكلية للجهاز صغيرة حتى لايؤثر فى شدة التيار المراد قياسه ويجزئ التيار فيمر الجزء الأكبر فى المجزئ والجزء الأصغر فى الجلفانومتر وبذلك يصلح الجهاز لقياس شدة تيارات كبيرة.

النسبة بين مقاومة مجزئ التيار إلى مقاومة الأميتر ككل أكبر من الواحد .

جـ– لأن مقاومة مجزئ التيار أكبر من المقاومة الكلية للأميتر .

النسبة بين فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر إلى فرق الجهد بين طرفى المجزئ تساوى الواحد .

جـ– لأن كلا من مقاومة الجلفانومتر ومقاومة مجزئ التيار متصلين على التوازى .

يجب أن تكون المقاومة الكلية للأميتر صغيرة جدا .

جـ– لأن الأميتر يوصل فى الدائرة الكهربية على التوالى فكلما كانت مقاومته صغيرة قل التغير الذى يحدثه على شدة التيار المقاس .

عند توصيل أميتر على التوازى بين طرفى مقاومة أومية فى دائرة كهربية مغلقة يكون القياس غير دقيق .

جـ– لأن مقاومة الأميتر صغيرة جدا فيمر جزء كبير من تيار الدائرة خلاله وبالتالى يحدث خطأ كبير فى قياس فرق الجهد المقاس .

يوصل الفولتميتر على التوازى بين طرفى موصل .

جـ – حتى يكون فرق الجهد بين طرفى الفولتميتر هو نفسه فرق الجهد المراد قياسه .

مضاعف الجهد عبارة عن مقاومة كبيرة ويوصل على التوالى مع ملف الجلفانومتر .

جـ – لزيادة مقاومة الجهاز حتى لا يمر إلا جزء بسيط جدا من التيار فتبقى شدة التيار ثابتة فى الدائرة تقريبا وزيادة مقاومة الجهاز حتى لا تتغير المقاومة فى الدائرة فيبقى فرق الجهد المراد قياسه ثابت .

يجب أن تكون المقاومة الكلية للفولتميتر كبيرة جدا .

جـ- لأن الفولتميتر يوصل فى الدائرة الكهربية على التوازى بين النقطتين المراد قياس فرق الجهد بينهما وبالتالى لا يسحب تيار كبير من الدائرة فلا يؤثر على فرق الجهد المراد قياسه .

تدريج الأوميتر عكس تدريج الأميتر .

جـ - لأن شدة التيار تتناسب عكسيا مع المقاومة .

تدريج الأوميتر غير منتظم .

جـ - لأن شدة التيار تتناسب عكسيا مع المقاومة الكلية للدائرة وليس مع المقاومة المجهولة .

وجود مقاومة متغيرة (ريوستات) فى دائرة الأوميتر .

جـ - حتى تغير مقاومة الأوميتر الكلية لينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه .

يجب أن تكون القوة الدافعة الكهربية للعمود المتصل بالأوميتر ثابتة .

جـ- حتى لا تتغير شدة التيار أثناء ضبط مؤشره وأثناء استخدامه .

توصل مقاومة عيارية كبيرة فى دائرة الأوميتر .

جـ- حتى تقلل من شدة التيار المار فى الدائرة لحماية ملف الجلفانومتر وجعل مؤشر الجلفانومتر ينحرف إلى نهاية التدريج .

معلومات هامة

١- تعبر كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة عن **شدة الفيض (المجال) المغناطيسى** عند تلك النقطة .

٢- **تتزاحم** خطوط الفيض المغناطيسى بالقرب من **قطبى المغناطيس** ويقال ان كثافة الفيض المغناطيسى **كبيرة** فى تلك المنطقة أى **يزداد** شدة المجال المغناطيسى .

٣- تكون كثافة الفيض المغناطيسى **صغيرة** فى المناطق التى تقل فيها خطوط الفيض المغناطيسى أى **تقل** شدة المجال المغناطيسى .

٤- معامل النفاذية المغناطيسية لوسط صفة مميزة للوسط لأنه يعتمد على **نوع الوسط فقط** .

٥- معامل النفاذية المغناطيسية للهواء يساوى $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ Weber/A.m

٦- تقع نقطة التعادل دائما بالقرب من السلك المار به **أقل تيار** .

٧- يستدل على نقطة التعادل من **عدم انحراف ابرة بوصلة** موجودة عندها .

٨- إذا كان التيارين فى السلكين فى نفس الاتجاه فإن نقطة التعادل **تقع بين السلكين** .

٩- إذا كان التيارين فى السلكين فى اتجاهين متضادين فإن نقطة التعادل **تقع خارج السلكين** .

١٠- ملف دائرى يمر به تيار كهربى يكافئ **ثنائى قطب مغناطيسى** .

١١- طرف الملف الحلزونى الذى تخرج منه خطوط الفيض المغناطيسى هو **القطب الشمالى** للملف والطرف الآخر الذى تدخل فيه خطوط الفيض المغناطيسى هو **القطب الجنوبى** للملف .

١٢- إذا كان اتجاه التيار فى الملف الدائرى فى اتجاه **عكس** اتجاه المجال المغناطيسى يكون **للداخل** ونرمز لاتجاه المجال بالعلامة (×) .

١٣- إذا كان اتجاه التيار فى الملف الدائرى فى اتجاه **الفك** فإن اتجاه المجال المغناطيسى يكون **للخارج** ونرمز لاتجاه المجال بالعلامة (.) .

١٤- يكون اتجاه القوة التى يؤثر بها سلكين على سلك ثالث بينهما جهة السلك **الأقل تيار** .

١٥- عزم ثنائى القطب المغناطيسى كمية **متجهة** واتجاهها **عمودى على المساحة** .

ـ الجلفانومتر

١- يستخدم الجلفانومتر فى قياس **شدة التيار المستمر الضعيف** ولا يستخدم الجلفانومتر فى قياس **شدة التيار المتردد** .

٢- لا يستخدم الجلفانومتر فى قياس **شدة التيارات المستمرة الكبيرة** .

٣- صفر تدريج الجلفانومتر **فى المنتصف** .

٤- تدريج الجلفانومتر **منتظم** (**متساوى المسافات**) .

٥- إذا كان المغناطيس الثابت فى الجلفانومتر له أقطاب مستوية فإن الفيض المغناطيسى فى الحيز الذى يتحرك فيه الملف **تكون له كثافة متغيرة حسب زاوية وضع الملف** .

ـ الأميتر

١- كلما **قلت** مقاومة مجزئ التيار فى الأميتر أمكن استخدامه لقياس تيارات كهربية شدتها **أكبر** .

٢- عند توصيل مجزئ التيار مع ملف الجلفانومتر فإن مقاومة الجهاز ككل **تقل** .

٣- قيمة مقاومة مجزئ التيار **أكبر من** المقاومة الكلية للأميتر .

٤- قيمة مقاومة ملف الجلفانومتر **أكبر من** المقاومة الكلية للأميتر .

٥- قيمة مقاومة مجزئ التيار **أقل من** قيمة مقاومة ملف الجلفانومتر .

٦- شدة التيار المار فى مجزئ التيار **أكبر من** شدة التيار المار فى ملف الجلفانومتر .

٧- شدة التيار المار فى مجزئ التيار **أقل من** شدة التيار المار فى الأميتر .

٨- شدة التيار المار فى ملف الجلفانومتر **أقل من** شدة التيار المار فى الأميتر .

٩- فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر **يساوى** فرق الجهد بين طرفى مجزئ التيار .

١٠- فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر **يساوى** فرق الجهد بين طرفى الأميتر .

١١- فرق الجهد بين طرفى مجزئ التيار **يساوى** فرق الجهد بين طرفى الأميتر .

١٢- توصل المكونات الداخلية للأميتر على **التوازى** بينما يوصل الأميتر فى الدائرة على **التوالى** .

١٣- كلما **قلت** مقاومة مجزئ التيار فى الأميتر **تقل** حساسية الأميتر .

١٤- إذا قلت حساسية الأميتر إلى **النصف** فإن ($R_s = R_g$) .

١٥- إذا قلت حساسية الأميتر إلى **الثلث** فإن ($R_s = ½ R_g$) .

١٦- تدريج الأميتر يبدأ من **اليسار** (صفر التدريج) إلى **اليمين** .

١٧- تدريج الأميتر **منتظم** (**متساوى المسافات**) .

ـ الفولتميتر

١- كلما **زادت** مقاومة مضاعف الجهد فى الفولتميتر أمكن استخدامه لقياس فروق جهد **أكبر** .

٢- قيمة مقاومة مضاعف الجهد **أقل من** المقاومة الكلية للفولتميتر .

٣- قيمة مقاومة ملف الجلفانومتر **أقل من** المقاومة الكلية للفولتميتر .

٤- شدة التيار المار فى مضاعف الجهد **يساوى** شدة التيار المار فى ملف الجلفانومتر .

٥- توصل المكونات الداخلية للفولتميتر على **التوالى** بينما يوصل الفولتميتر فى الدائرة على **التوازى** .

٦- كلما **زادت** مقاومة مضاعف الجهد فى الفولتميتر **تقل** حساسية الفولتميتر .

٧- إذا قلت حساسية الفولتميتر إلى **النصف** فإن ($R_m = R_g$) .

٨- إذا قلت حساسية الفولتميتر إلى **الثلث** فإن ($R_m = 2R_g$) .

١٠- تدريج الفولتميتر يبدأ من **اليسار** (صفر التدريج) إلى **اليمين** .

١١- تدريج الفولتميتر **منتظم** (**متساوى المسافات**) .

ـ الأوميتر

١- تدريج الأوميتر غير منتظم حيث **تتباعد** فى الجهة اليمنى **وتتقارب** فى الجهة اليسرى .

٢- إذا ادخلت مقاومة تساوى المقاومة الكلية فإن المؤشر ينحرف إلى **نصف التدريج** .

٣- إذا ادخلت مقاومة تساوى ضعف المقاومة الكلية فإن المؤشر ينحرف إلى **ثلث التدريج** .

٤- إذا ادخلت مقاومة تساوى ثلاث أمثال المقاومة الكلية فإن المؤشر ينحرف إلى **ربع التدريج** .

٥- تدريج الأوميتر يبدأ من **اليمين** (صفر التدريج) إلى **اليسار** .

نسب هامة

١- النسبة بين مقاومة مجزئ التيار إلى مقاومة الأميتر ككل **أكبر من الواحد** .

٢- النسبة بين مقاومة ملف الجلفانومتر إلى مقاومة الأميتر ككل **أكبر من الواحد** .

٣- النسبة بين مقاومة ملف الجلفانومتر إلى مقاومة مجزئ التيار **أكبر من الواحد** .

٤- النسبة بين شدة التيار المار فى مجزئ التيار إلى شدة التيار المار فى الجلفانومتر **أكبر من الواحد** .

٥- النسبة بين شدة التيار المار فى مجزئ التيار إلى شدة التيار المار فى الأميتر **أقل من الواحد** .

٦- النسبة بين شدة التيار المار فى ملف الجلفانومتر إلى شدة التيار المار فى الأميتر **أقل من الواحد** .

٧- النسبة بين فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر إلى فرق الجهد بين طرفى مجزئ التيار **تساوى الواحد** .

٨- النسبة بين فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر إلى فرق الجهد بين طرفى الأميتر **تساوى الواحد** .

٩- النسبة بين فرق الجهد بين طرفى مجزئ التيار إلى فرق الجهد بين طرفى الأميتر **تساوى الواحد** .

١٠- النسبة بين مقاومة مضاعف الجهد إلى مقاومة الفولتميتر ككل **أقل من الواحد** .

١١- النسبة بين مقاومة ملف الجلفانومتر إلى مقاومة الفولتميتر ككل **أقل من الواحد** .

١٢- النسبة بين مقاومة مضاعف الجهد إلى مقاومة ملف الجلفانومتر **أكبر من الواحد** .

١٣- النسبة بين شدة التيار المار فى مضاعف الجهد إلى شدة التيار المار فى الجلفانومتر **تساوى الواحد**

١٤- النسبة بين فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر إلى فرق الجهد بين طرفى مضاعف الجهد **أقل من الواحد** .

١٥- النسبة بين فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر إلى فرق الجهد الكلى المراد قياسه **أقل من الواحد** .

١٦- النسبة بين فرق الجهد بين طرفى مضاعف الجهد إلى فرق الجهد الكلى المراد قياسه **أقل من الواحد**

وظائف هامة

البوصلة .

تحديد اتجاه المجال المغناطيسى .

برادة الحديد .

تخطيط المجال المغناطيسى .

الجلفانومتر الحساس .

الاستدلال على وجود تيارات كهربية مستمرة ضعيفة فى دائرة ما وقياس شدتها وتحديد اتجاهها .

قلب الحديد المطاوع فى الجلفانومتر .

يعمل على زيادة تركيز خطوط الفيض المغناطيسى التى تقطع الملف .

حوامل العقيق فى الجلفانومتر .

منع الاحتكاك وسهولة دوران الملف .

الملفات الزنبركية فى الجلفانومتر الحساس .

١- تعمل كموصلات للتيار الكهربى بالنسبة للملف .

٢- تولد عزم إزدواج ناتج عن اللى فتتحكم فى حركة الملف .

٣- تعمل على عودة الملف إلى وضعه الأصلى عند قطع التيار المار فى الملف .

القطبان المغناطيسيان الدائمان المقعرين فى الجلفانومتر .

جعل خطوط الفيض المغناطيسى بينهما على هيئة أنصاف أقطار مما يجعل كثافة الفيض المغناطيسى ثابتة فى الحيز الذى يتحرك فيه الملف مهما كانت زاوية الملف .

مجزئ التيار مع الجلفانومتر .

تحويل الجلفانومتر إلى أميتر يقيس شدة تيارات كبيرة .

مجزئ التيار فى الأميتر .

١- جعل المقاومة الكلية للجهاز صغيرة حتى لايؤثر فى شدة التيار المراد قياسه .

٢- يجزئ التيار فيمر الجزء الأكبر فى المجزئ والجزء الأصغر فى ملف الجلفانومتر وبذلك يصلح الجهاز لقياس شدة تيارات كبيرة .

مضاعف الجهد فى الفولتميتر .

١- زيادة مقاومة الجهاز حتى لا يمر إلا جزء بسيط جدا من التيار فتبقى شدة التيار ثابتة فى الدائرة .

٢- زيادة مقاومة الجهاز حتى لا تتغير المقاومة فى الدائرة فيبقى فرق الجهد المراد قياسه ثابت .

مضاعف الجهد مع الجلفانومتر .

تحويل الجلفانومتر إلى فولتميتر يقيس فروق الجهد .

المقاومة المتغيرة (ريوستات) فى دائرة الأوميتر .

تغير مقاومة الأوميتر الكلية لينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه .

العمود الكهربى المتصل بالأوميتر .

حتى لا تتغير شدة التيار أثناء ضبط مؤشره وأثناء استخدامه .

المقاومة العيارية الكبيرة فى دائرة الأوميتر .

تقلل من شدة التيار المار فى الدائرة لحماية ملف الجلفانومتر وجعل المؤشر ينحرف إلى نهاية التدريج .

أفكار هامة

الأجهزة التناظرية (الجلفانومتر الحساس - الأميتر - الفولتميتر – الأوميتر) .

التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى .

أو عزم الإزدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى موضوع فى مجال مغناطيسى .

الأجهزة الرقمية .

الإلكترونيات الرقمية .

مجزئ التيار في الأميتر (تحويل الجلفانومتر إلى أميتر) .

عند توصيل مقاومة صغيرة على التوازى مع ملف الجلفانومتر تؤدى إلى صغر مقاومة الأميتر فلا يسبب ضعف للتيار المراد قياسه .

مضاعف الجهد في الفولتميتر (تحويل الجلفانومتر إلى فولتميتر) .

عند توصيل مقاومة كبيرة على التوالى مع ملف الجلفانومتر تؤدى إلى زيادة مقاومة الفولتميتر ونقص للتيار المار به فلا يحدث هبوط لفرق الجهد المراد قياسه .

وحدات هامة

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	الوحدات المكافئة
الفيض المغناطيسى	Wb	$J/A = N.m/A = T.m^2 = V.s = \Omega .C$
كثافة الفيض المغناطيسى	T	$Wb/m^2 = N/A.m = V.s/m^2 = J/A.m^2$
معامل النفاذية المغناطيسية	Wb/A.m	$T.m/A = N/A^2$
عزم الإزدواج	N.m	$T.A.m^2 = Wb.A = kg.m^2/s^2$
عزم ثنائى القطب المغناطيسى	N.m/T	$A.m^2$
حساسية الجلفانومتر	deg/μA	

مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر

قواعد هامة

قاعدة أمبير لليد اليمنى .

استخدامها :

تعيين اتجاه المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم .

تفسيرها : نتخيل اننا نقبض باليد اليمنى على السلك بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه التيار الكهربى فإن اتجاه الأصابع الملتفة على السلك يحدد اتجاه المجال المغناطيسى فى السلك .

قاعدة البريمة اليمنى .

استخدامها :

تعيين اتجاه المجال المغناطيسى عند مركز ملف دائرى وعند محور الملف اللولبى الذى يمر به تيار كهربى . أو تعيين اتجاه عزم ثنائى القطب المغناطيسى .

تفسيرها : إذا كان دوران البريمة فى اليد اليمنى يشير إلى اتجاه التيار الكهربى فى الملف فإن اتجاه اندفاع البريمة يدل على اتجاه المجال المغناطيسى عند مركز الملف .

قاعدة اتجاه دوران عقارب الساعة .

استخدامها :

معرفة نوع القطب فى كل من وجهى ملف دائرى أو حلزونى يمر بهما تيار كهربى .

تفسيرها :

يكون الوجه الذى يكون فيه اتجاه التيار فى اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا جنوبيا والوجه الذى يكون فيه اتجاه التيار فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا شماليا .

قاعدة فلمنج لليد اليسرى .

استخدامها :

تعيين اتجاه القوة التى يؤثر بها المجال المغناطيسى على سلك يمر به تيار كهربى موضوع عموديا على اتجاه المجال .

أو تعيين اتجاه القوة التى يؤثر بها المجال المغناطيسى على ملف الموتور .

تفسيرها :

نجعل اصابع اليد اليسرى السبابة والوسطى والإبهام متعامدين على بعضهما بحيث تشير السبابة إلى اتجاه الفيض المغناطيسى والوسطى إلى اتجاه التيار عندئذ يشير الإبهام إلى اتجاه القوة المغناطيسية .

Online الجمهورية بوابة مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر

خواص هامة

خواص خطوط المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم .

١- عبارة عن دوائر منتظمة متحدة المركز .

٢- تتزاحم بالقرب من السلك وتتباعد بالبعد عن السلك .

٤- تتزاحم عند زيادة شدة التيار الكهربى وتتباعد عند نقص شدة التيار الكهربى .

خواص خطوط المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار كهربى فى ملف دائرى .

١- تفقد دائريتها عند مواضع الأسلاك .

٢- عند محور الملف الدائرى خطوط مستقيمة متوازية متعامدة على مستوى الملف مما يدل على أن المجال المغناطيسى فى هذه المنطقة مجال منتظم .

٣- يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسى لمغناطيس قصير (قرص مصمت) .

خواص خطوط المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار كهربى فى ملف لولبى .

١- تمثل مسارات متصلة داخل وخارج الملف أى أن كل خط بمثابة مسار مغلق .

٢- يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسى لقضيب مغناطيسى .

عوامل هامة

العامل الذى يتوقف عليه اتجاه المجال الناتج عن مرور تيار فى سلك مستقيم أو ملف دائرى أو حلزونى .

اتجاه التيار فى السلك أو الملف الدائرى أو الملف الحلزونى .

العوامل التى تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسى المتولدة فى سلك مستقيم يمر به تيار كهربى .

١- معامل النفاذية المغناطيسية لوسط (μ) حيث $B \propto \mu$

٢- شدة التيار (I) حيث $B \propto I$

٣- بعد النقطة عن السلك (d) حيث $B \propto \frac{1}{d}$

العوامل التى تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى يمر به تيار كهربى .

١- معامل النفاذية المغناطيسية لوسط (μ) حيث $B \propto \mu$

٢- شدة التيار (I) حيث $B \propto I$

٣- نصف قطر الملف (r) حيث $B \propto \frac{1}{r}$

٤- عدد لفات الملف (N) حيث $B \propto N$

العوامل التى تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسى على محور الملف اللولبى يمر به تيار كهربى .

١- معامل النفاذية المغناطيسية لوسط (μ) حيث $B \propto \mu$

٢- شدة التيار (I) حيث $B \propto I$

٣- طول الملف (ℓ) حيث $B \propto \frac{1}{\ell}$

٤- عدد لفات الملف (N) حيث $B \propto N$

العوامل التى تتوقف عليها القوة المؤثرة على سلك يحمل تيار موضوع فى مجال مغناطيسى .

١- طول السلك (ℓ) حيث $F \propto \ell$

٢- شدة التيار الكهربى (I) حيث $F \propto I$

٣- كثافة الفيض المغناطيسى (B) حيث $F \propto B$

٤- الزاوية بين السلك والمجال (θ) حيث $F \propto \sin\theta$

اتجاه القوة التى يؤثر بها مجال مغناطيسى على سلك يمر به تيار موضوع عموديا على مجال مغناطيسى .

١- اتجاه التيار المار فى السلك . ٢- اتجاه المجال المغناطيسى .

العوامل التى تتوقف عليها القوة المؤثرة على سلك يحمل تيار موضوع عموديا على مجال مغناطيسى .

Online الأمانة بوابة مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر

١- طول السلك (ℓ) حيث $F \propto \ell$

٢- شدة التيار الكهربى (I) حيث $F \propto I$

٣- كثافة الفيض المغناطيسى (B) حيث $F \propto B$

العامل الذى يتوقف عليه نوع القوة المتبادلة بين السلكين يمر بهما تيارين .

اتجاه التيارين فى السلكين .

العوامل التى يتوقف عليها مقدار القوة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين .

١- معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (μ) حيث $F \propto \mu$

٢- شدة التيار الكهربى فى السلك الأول (I_1) حيث $F \propto I_1$

٣- شدة التيار الكهربى فى السلك الثانى (I_2) حيث $F \propto I_2$

٤- طول السلك (ℓ) حيث $F \propto \ell$

٥- المسافة بين السلكين (d) حيث $F \propto \frac{1}{d}$

العوامل التى يتوقف عليها اتجاه عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار موضوع فى مجال مغناطيسى .

١- اتجاه التيار المار فى الملف . ٢- اتجاه المجال المغناطيسى .

العوامل التى يتوقف عليها عزم الإزدواج المؤثر على ملف يحمل تيار موضوع فى مجال مغناطيسى .

١- مساحة مقطع الملف (A) حيث $\tau \propto A$

٢- شدة التيار الكهربى (I) حيث $\tau \propto I$

٣- كثافة الفيض المغناطيسى (B) حيث $\tau \propto B$

٤- عدد لفات الملف (N) حيث $\tau \propto N$

٥- الزاوية بين العمودى على مستوى الملف وخطوط الفيض المغناطيسى (θ) حيث $\tau \propto \sin\theta$

العوامل التى يتوقف عليها عزم الإزدواج المؤثر على ملف يحمل تيار موضوع موازيا لمجال مغناطيسى .

١- مساحة مقطع الملف (A) حيث $\tau \propto A$

٢- شدة التيار الكهربى (I) حيث $\tau \propto I$

٣- كثافة الفيض المغناطيسى (B) حيث $\tau \propto B$

٤- عدد لفات الملف (N) حيث $\tau \propto N$

العوامل التى يتوقف عليها اتجاه عزم ثنائى القطب المغناطيسى .

١- اتجاه التيار المار فى الملف . ٢- اتجاه المجال المغناطيسى .

العوامل التى يتوقف عليها عزم ثنائى القطب المغناطيسى .

$|\vec{m_d}| \propto I$

$|\vec{m_d}| \propto A$

$|\vec{m_d}| \propto N$

١- شدة التيار الكهربى (I) حيث

٢- مساحة مقطع الملف (A) حيث ∞

٣- عدد لفات الملف (N) حيث

شروط هامة

انعدام كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بين سلكين أو خارج سلكين يحملأن تيار كهربى . أو انعدام كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملفين كل منهما يحمل تيار كهربى .

عند تساوى المجالين فى المقدار وتضادهما فى الاتجاه (عند نقطة التعادل) .

انعدام كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى أو ملف حلزونى يمر به تيار كهربى .

إذا كان الملف ملفوف لفا مزدوجا .

عدم تكون نقطة تعادل لسلكين عند مرور تيار كهربى فيهما .

إذا مر فى السلكين نفس التيار ولكن فى اتجاهين متضادين .

انعدام القوة المؤثرة على موصل يحمل تيار كهربى وموضوع فى مجال مغناطيسى .

عندما يكون السلك موازى للمجال المغناطيسى ($\theta = 0$) .

تكون القوة المؤثرة على موصل يحمل تيار موضوع فى مجال مغناطيسى قيمة عظمى .

عندما يكون السلك عمودى على المجال المغناطيسى ($\theta = 90^{o}$) .

تكون القوة المؤثرة على موصل يحمل تيار موضوع فى مجال مغناطيسى نصف القيمة العظمى .

عندما يميل السلك على المجال المغناطيسى بزاوية ($\theta = 30^{o}$) .

تكون القوة المتبادلة بين سلكين يمر بهما تيارين قوة تجاذب .

إذا مر فى السلكين تيارين فى اتجاه واحد .

تكون القوة المتبادلة بين سلكين يمر بهما تيارين قوة تنافر .

إذا مر فى السلكين تيارين فى اتجاهين متضادين .

انعدام عزم الازدواج المؤثر على ملف يحمل تيار موضوع فى مجال مغناطيسى .

إذا كان مستوى الملف عموديا على خطوط المجال ($\theta = 0$) .

يكون عزم الازدواج المؤثر على ملف يحمل تيار موضوع فى مجال قيمة عظمى .

إذا كان مستوى الملف موازى لخطوط المجال ($\theta = 90^{o}$) .

يكون عزم الازدواج المؤثر على ملف يحمل تيار موضوع فى مجال نصف القيمة العظمى .

إذا كان مستوى الملف يميل مع العمودى على اتجاه المجال بزاوية ($\theta = 30^{o}$) .

ينحرف مؤشر الأوميتر إلى نهاية التدريج .

عندما تكون المقاومة الخارجية المقاسة تساوى صفر (منعدمة) ($R_x = 0$) .

يعود مؤشر الأوميتر إلى صفر التدريج .

عندما تكون المقاومة الخارجية المقاسة تساوى مالأنهاية ($R_x = \infty$) .

ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى

مرور تيار كهربى مستمر فى سلك مستقيم .

يتولد مجال مغناطيسى على شكل دوائر منتظمة .

مرور تيار كهربى مستمر فى ملف دائرى .

يتولد مجال مغناطيسى يشبه المجال المغناطيسى لقرص مصمت .

مرور تيار كهربى مستمر فى حلزونى (لولبى) .

يتولد مجال مغناطيسى يشبه المجال المغناطيسى لقضيب مغناطيسى .

زيادة شدة التيار الكهربى المار فى سلك مستقيم أو ملف دائرى أو حلزونى .

تزداد كثافة الفيض المغناطيسى .

نقص المسافة بين نقطة تبعد عن سلك مستقيم يمر به تيار كهربى . أو نقص نصف قطر ملف دائرى يمر به تيار كهربى . أو نقص طول ملف حلزونى يمر به تيار كهربى .

تزداد كثافة الفيض المغناطيسى .

مرور تيار كهربى فى نفس الاتجاه فى سلكين متوازين .

تقع نقطة التعادل بين السلكين . أو تحدث قوة تجاذب بين السلكين .

مرور تيار كهربى فى اتجاهين متضادين فى سلكين متوازين .

تقع نقطة التعادل خارج السلكين . أو تحدث قوة تنافر بين السلكين .

زيادة عدد لفات ملف دائرى أو ملف حلزونى . أو زيادة عدد اللفات فى وحدة الأطوال لملف حلزونى يمر به تيار كهربى .

تزداد كثافة الفيض المغناطيسى .

قطع نصف طول ملف حلزونى يمر به تيار كهربى .

تظل كثافة الفيض المغناطيسى ثابتة لأن كلا من عدد لفات الملف وطول الملف يقل للنصف .

وضع اسطوانة من الحديد المطاوع داخل ملف دائرى أو لولبى يمر به تيار مستمر .

تزداد كثافة الفيض المغناطيسى المتولدة .

وضع سلك مستقيم يحمل تيار كهربى عموديا على مجال مغناطيسى .

يتحرك السلك فى اتجاه عمودى على كلا من اتجاه التيار واتجاه المجال .

وضع سلك مستقيم يحمل تيار كهربى موازيا لمجال مغناطيسى .

لا يتحرك السلك .

تعامد مستوى ملف يحمل تيار كهربى مع خطوط مجال مغناطيسى .

يكون عزم الإزدواج مساويا للصفر ولا يدور الملف .

توازى مستوى ملف يحمل تيار كهربى مع خطوط مجال مغناطيسى .

يكون عزم الإزدواج نهاية عظمى ويدور الملف .

مرور تيار كهربى مستمر ذو شدة عالية داخل ملف الجلفانومتر .

يختل نظام التعليق وتتلف الركائز التى يستند عليها وينصهر سلك الملف .

مرور تيار كهربى متردد داخل ملف الجلفانومتر .

يتحرك ملف الجلفانومتر فى اتجاهين ولا يثبت مؤشره .

إذا كان المغناطيس الثابت فى الجلفانومتر له أقطاب مستوية .

يكون الفيض المغناطيسى فى الحيز الذى يتحرك فيه الملف كثافة متغيرة حسب زاوية وضع الملف .

صغر مقاومة مجزئ التيار .

تقل المقاومة الكلية للأميتر ويقيس تيارات كهربية أكبر . أو تقل حساسية الأميتر .

زيادة مقاومة مضاعف الجهد .

تزداد المقاومة الكلية للفولتميتر . أو تقل حساسية الفولتميتر .

توصيل أميتر على التوازى بين طرفى مقاومة أومية فى دائرة كهربية مغلقة .

يكون القياس غير دقيق لأن مقاومة الأميتر صغيرة جدا فيمر جزء كبير من تيار الدائرة خلاله وبالتالى يحدث خطأ كبير فى قياس فرق الجهد المقاس .

عدم وجود مقاومة عيارية كبيرة فى دائرة الأوميتر .

لن تقل شدة التيار المار فى الدائرة ولن ينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج .

عدم وجود مقاومة متغيرة (ريوستات) فى دائرة الأوميتر .

لن تتغير مقاومة الأوميتر الكلية ولن ينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج .

دور العلماء

١- **العالم اروستيد** : اكتشف التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى .

٢- **العالم أمبير** : وضع قاعدة أمبير لليد اليمنى التى تعين اتجاه المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم .

٣- **العالم فلمنج** : وضع قاعدة فلمنج لليد اليسرى التى تعين اتجاه القوة التى يؤثر بها مجال مغناطيسى على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع عموديا على المجال .

استنتاجات هامة

استنتاج القوة التى يؤثر بها مجال مغناطيسى على سلك يمر به تيار كهربى موضوع فى المجال .

$F \propto B$ $\quad F \propto I$ $\quad F \propto \ell$

$F \propto B\,I\,\ell \longrightarrow F = \text{const} \times B\,I\,\ell \longrightarrow \text{const} = 1$

$$F = B\,I\,\ell$$

عندما يميل السلك على اتجاه المجال بزاوية (θ) فإن : $F = B\,I\,\ell \sin\theta$

استنتاج القوة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين .

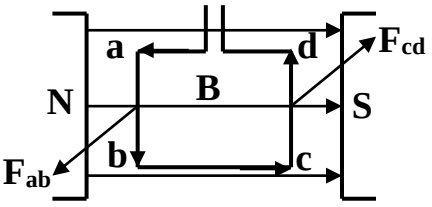
$$B_2 = \frac{\mu\ I_2}{2\ \pi\ d}$$

$$F_1 = B_2\,I_1\,\ell$$

$$F_1 = \left(\frac{\mu\ I_2}{2\ \pi\ d}\right) I_1\,\ell$$

$$F_1 = \frac{\mu\ I_1\ I_2\,\ell}{2\ \pi\ d}$$

استنتاج عزم الإزدواج المؤثر على ملف يمر به تيار موضوع فى مجال مغناطيسى .



عزم الإزدواج (τ) = إحدى القوتين × البعد العمودى بينهما

$$\tau = B\,I\,\ell_{cd} \times \ell_{bc}$$

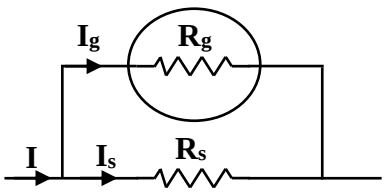
$$A = \ell_{cd} \times \ell_{bc}$$

$$\tau = B\,I\,A$$

٤- إذا كان الملف يحتوى على عدد (N) من اللفات فإن القيمة العظمى لعزم الإزدواج تعين من العلاقة : $\tau = B\,I\,A\,N$

٥- إذا كان مستوى الملف يصنع زاوية (θ) مع العمودى على المجال فإن : $\tau = B\,I\,A\,N \sin\theta$

استنتاج مقاومة مجزئ التيار .



$$I = I_s + I_g$$

$$I_s = I - I_g$$

$$V_s = V_g$$

$$I_s\,R_s = I_g\,R_g$$

$$R_s = \frac{I_g\ R_g}{I_s}$$

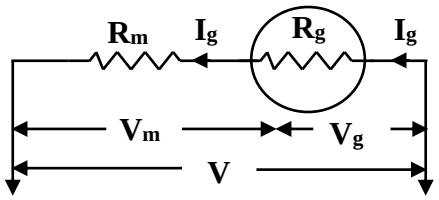
$$R_s = \frac{I_g\ R_g}{I - I_g}$$

استنتاج حساسية الأميتر .

$$\text{حساسية الأميتر} = \frac{I_g}{I} = \frac{V_g}{R_g} \times \frac{R'}{V_g} = \frac{R'}{R_g} = \frac{1}{R_g} \times \frac{R_g\ R_s}{R_g + R_s}$$

$$\therefore \quad \text{حساسية الأميتر} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$$

استنتاج مقاومة مضاعف الجهد .



$$V_g = I_g R_g$$

$$V_m = I_g R_m$$

$$V = V_g + V_m$$

$$V = V_g + I_g R_m$$

$$V - V_g = I_g R_m$$

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$$

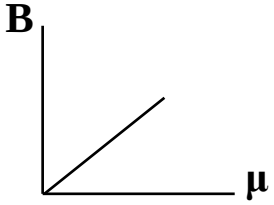
Online
الجمهورية
بوابة مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر

استنتاج حساسية الفولتميتر .

$$\text{حساسية الفولتميتر} = \frac{V_g}{V} = \frac{I_g R_g}{I_g R'} = \frac{R_g}{R'} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

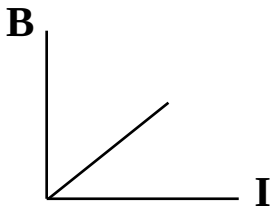
$$\therefore \quad \text{حساسية الفولتميتر} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

أشكال هامة



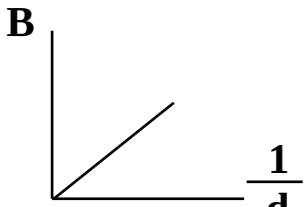
العلاقة $B = \frac{\mu\ I}{2\ \pi\ d}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta \mu} = \frac{I}{2\ \pi\ d}$



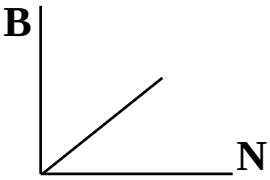
العلاقة $B = \frac{\mu\ I}{2\ \pi\ d}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{\mu}{2\ \pi\ d}$



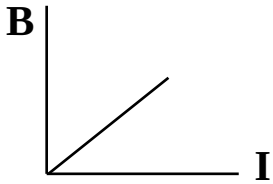
العلاقة $B = \frac{\mu\ I}{2\ \pi\ d}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta (1/d)} = B\ d = \frac{\mu\ I}{2\ \pi}$



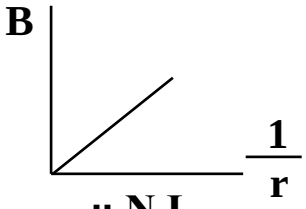
العلاقة $B = \frac{\mu N I}{2 r}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta N} = \frac{\mu I}{2 r}$



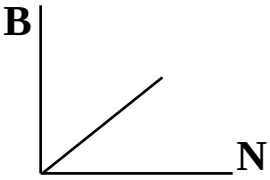
العلاقة $B = \frac{\mu N I}{2 r}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{\mu N}{2 r}$



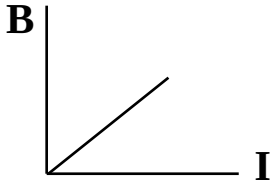
العلاقة $B = \frac{\mu N I}{2 r}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta (1/r)} = B r = \frac{\mu N I}{2}$



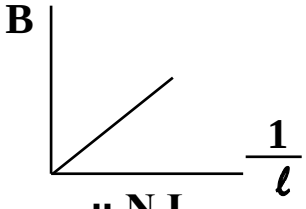
العلاقة $B = \frac{\mu N I}{\ell}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta N} = \frac{\mu I}{\ell}$



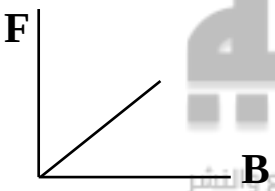
العلاقة $B = \frac{\mu N I}{\ell}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{\mu N}{\ell}$



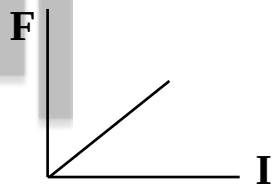
العلاقة $B = \frac{\mu N I}{\ell}$

الميل $= \frac{\Delta B}{\Delta (1/\ell)} = \mu N I = B \ell$



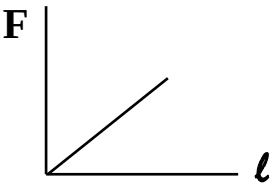
العلاقة $F = B I \ell \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta F}{\Delta B} = I \ell \sin\theta$



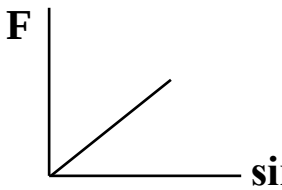
العلاقة $F = B I \ell \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta F}{\Delta I} = B \ell \sin\theta$



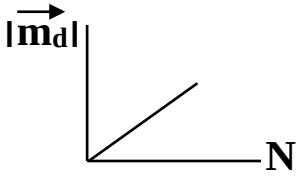
العلاقة $F = B I \ell \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta F}{\Delta \ell} = B I \sin\theta$



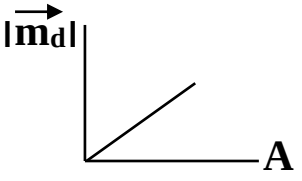
العلاقة $F = B I \ell \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta F}{\Delta \sin\theta} = B I \ell$



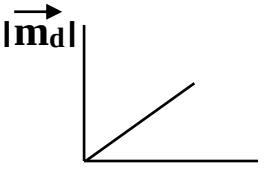
العلاقة $|\vec{m}_d| = I A N$

الميل $= \frac{\Delta |\vec{m}_d|}{\Delta N} = I A$



العلاقة $|\vec{m}_d| = I A N$

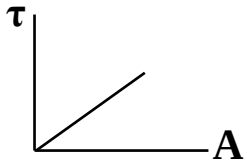
الميل $= \frac{\Delta |\vec{m}_d|}{\Delta A} = I N$



العلاقة $|\vec{m}_d| = I A N$

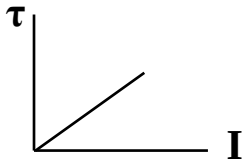
الميل $= \frac{\Delta |\vec{m}_d|}{\Delta I} = A N$

Online
الجمهورية
بوابة مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر



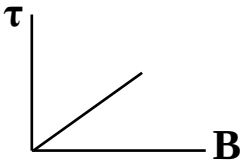
العلاقة $\tau = B\ I\ A\ N \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta\tau}{\Delta A} = BIN \sin\theta$



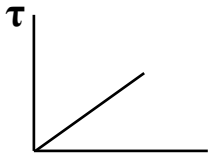
العلاقة $\tau = B\ I\ A\ N \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta\tau}{\Delta I} = BAN \sin\theta$



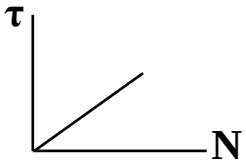
العلاقة $\tau = B\ I\ A\ N \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta\tau}{\Delta B} = IAN \sin\theta$



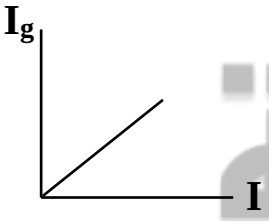
العلاقة $\tau = B\ I\ A\ N \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta\tau}{\Delta \sin\theta} = BIAN$



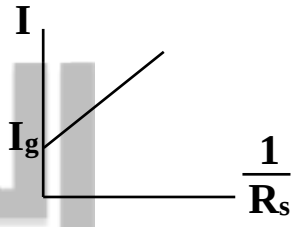
العلاقة $\tau = B\ I\ A\ N \sin\theta$

الميل $= \frac{\Delta\tau}{\Delta N} = BIA \sin\theta$



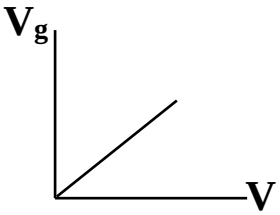
العلاقة حساسية الأميتر $= \frac{I_g}{I}$

الميل $=$ حساسية الأميتر $= \frac{\Delta I_g}{\Delta I}$



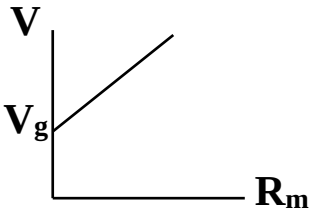
العلاقة $I = \frac{I_g\ (R_g + R_s)}{R_s}$

الميل $= \frac{\Delta I}{\Delta 1/R_s} = R_g + R_s$



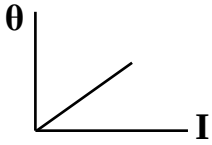
العلاقة حساسية الفولتميتر $= \frac{V_g}{V}$

الميل $=$ حساسية الفولتميتر $= \frac{\Delta V_g}{\Delta V}$



العلاقة $V = V_g + I_g R_m$

الميل $= \frac{\Delta V}{\Delta R_m} = I_g$



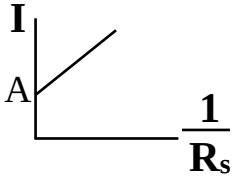
العلاقة حساسية الجلفانومتر $= \frac{\theta}{I}$

الميل $= \frac{\Delta\theta}{\Delta I}$ حساسية الجلفانومتر

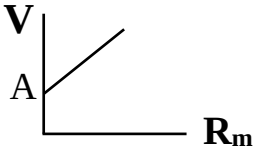
Online الجمهورية بوابة مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر

رسـومات هامـة

- النقطة (A) تمثل (I_g) .



- النقطة (A) تمثل (V_g) .



العلاقة البيانية بين القوة (F) والزاوية (θ) نجد أن :

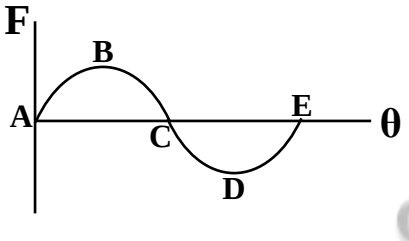
أ- عند النقطة (A) تكون (θ = 0) ، (F = 0) .

ب- عند النقطة (B) تكون (θ = 90) ، (F = B I ℓ عظمى) .

ج- عند النقطة (C) تكون (θ = 180) ، (F = 0) .

د- عند النقطة (D) تكون (θ = 270) ، (F = B I ℓ عظمى) .

هـ- عند النقطة (E) تكون (θ = 360) ، (F = 0) .



العلاقة البيانية بين عزم الازدواج (τ) والزاوية (θ) نجد أن :

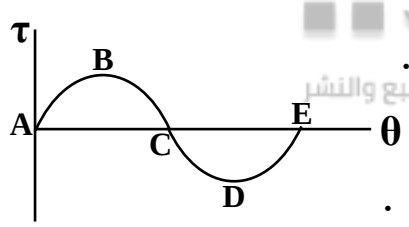
أ- عند النقطة (A) تكون (θ = 0) ، (τ = 0) .

ب- عند النقطة (B) تكون (θ = 90) ، (τ = B I AN عظمى) .

ج- عند النقطة (C) تكون (θ = 180) ، (τ = 0) .

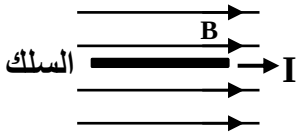
د- عند النقطة (D) تكون (θ = 270) ، (τ = B I A N عظمى) .

هـ- عند النقطة (E) تكون (θ = 360) ، (τ = 0) .



بوابة مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر

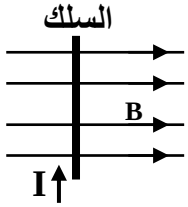
- عندما يكون السلك موازى للمجال المغناطيسى فإن :



(θ = 0) وتكون القوة المؤثرة على السلك تساوى صفر (F = 0)

وبالتالى لن يتحرك السلك .

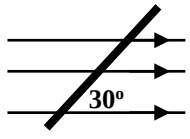
- عندما يكون السلك عمودى على المجال المغناطيسى فإن :



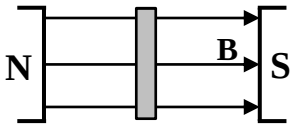
(θ = 90°) وتكون القوة المؤثرة على السلك قيمة عظمى

(F = B I ℓ) وبالتالى يتحرك السلك .

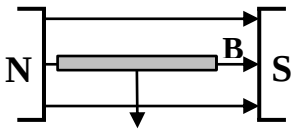
- عندما يميل السلك على المجال المغناطيسى بزاوية (θ = 30°) فإن :



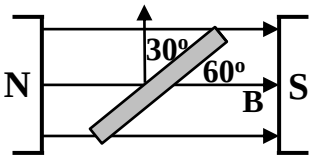
القوة المؤثرة على السلك تساوى نصف القيمة العظمى (F = ½ B I ℓ) .



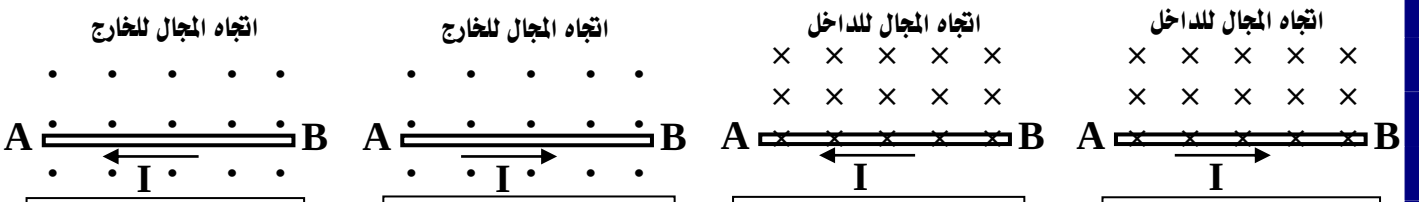
– إذا كان مستوى الملف عموديا على خطوط المجال فإن ($\theta = 0$)
ويكون عزم الإزدواج يساوى صفر ($\tau = 0$) ولن يدور الملف .



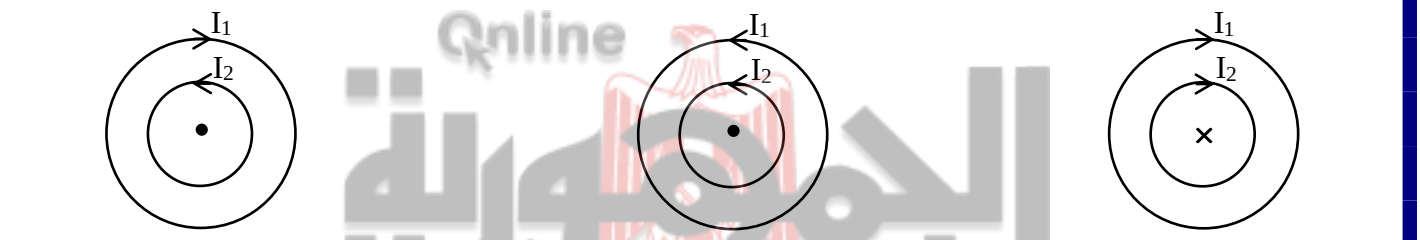
– إذا كان مستوى الملف موازى لخطوط المجال فإن ($\theta = 90^o$)
ويكون عزم الإزدواج قيمة عظمى ($\tau = B\,I\,A\,N$) ويدور الملف .



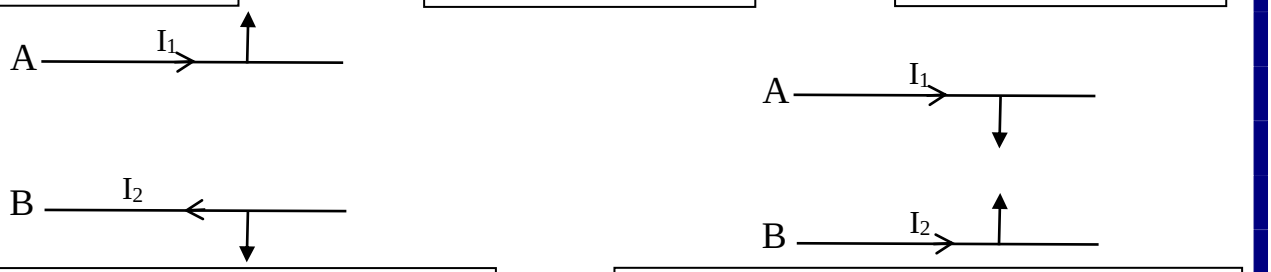
– إذا كان مستوى الملف يميل بزاوية (30^o) مع العمودى على اتجاه المجال أو بزاوية (60^o) مع اتجاه المجال فإن :
عزم الإزدواج يساوى نصف القيمة العظمى ($\tau = \frac{1}{2}\,B\,I\,A\,N$) .



السلك يتحرك لأعلى | السلك يتحرك لأسفل | السلك يتحرك لأسفل | السلك يتحرك لأعلى



اتجاه الفيض عند المركز يكون فى اتجاه الفيض الأكبر قيمة | اتجاه الفيض عند المركز يكون خارج الصفحة | اتجاه الفيض عند المركز يكون داخل الصفحة

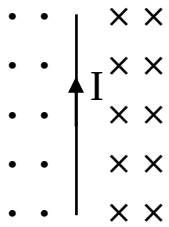


السلك (A) يتحرك إلى أعلى السلك (B) يتحرك إلى أسفل | السلك (A) يتحرك إلى أسفل السلك (B) يتحرك إلى أعلى

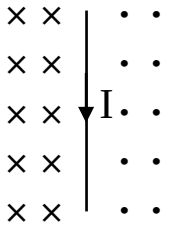
السلك (A) يتحرك إلى اليمين السلك (B) يتحرك إلى اليسار | السلك (A) يتحرك إلى اليسار السلك (B) يتحرك إلى اليمين

اتجاه التيار فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة | اتجاه التيار فى اتجاه حركة عقارب الساعة

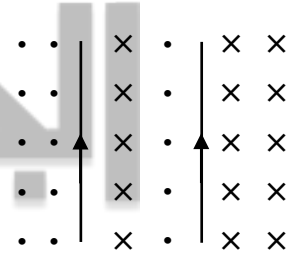
المجال الناتج عن مرور تيار فى ملف



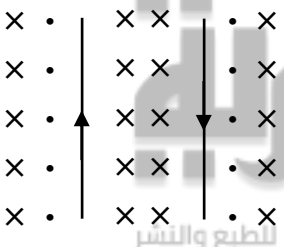
المجال الناتج عن مرور تيار فى سلك إلى أعلى



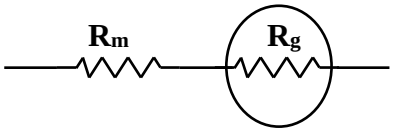
المجال الناتج عن مرور تيار فى سلك إلى أسفل



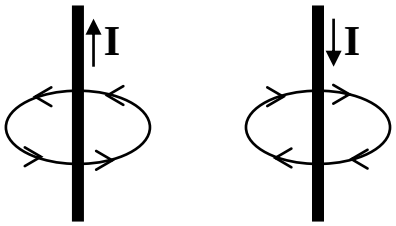
المجال الناتج عن مرور تيارين فى سلكين فى نفس الاتجاه



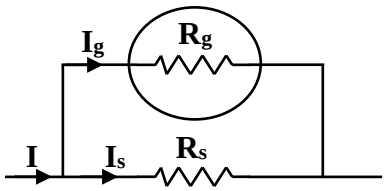
المجال الناتج عن مرور تيارين فى سلكين فى اتجاهين متضادين



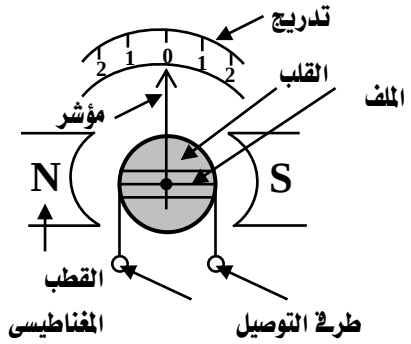
تركيب الفولتميتر



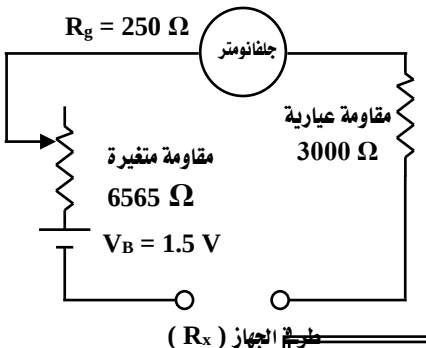
المجال الناتج عن مرور تيار فى سلك



تركيب الأميتر



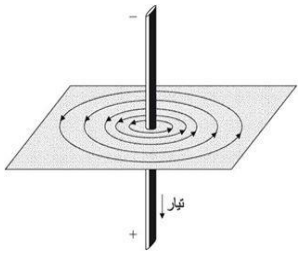
تركيب الجلفانومتر



دائرة معايرة الأوميتر

أسئلة متنوعة

وضح مع الرسم المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى سلك مستقيم .



١- تنثر برادة حديد على لوحة أفقية من الورق المقوى يخترقها السلك المستقيم وهو فى وضع رأسى وتطرق لوحة الورق عدة طرقات خفيفة .

٢- يلاحظ أن برادة الحديد تترتب على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز.

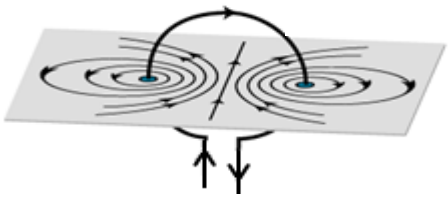
٣- الدوائر التى تمثل خطوط الفيض المغناطيسى تتزاحم بالقرب من السلك وتتباعد بتباعدها عن السلك مما يدل على ان شدة المجال المغناطيسى للتيار الكهربى الذى يمر فى سلك مستقيم تزداد بالقرب من السلك وتقل بالبعد عنه .

٤- عند زيادة شدة التيار الكهربى فى السلك واعادة طرق لوحة الورق المقوى يزداد تزاحم خطوط الفيض حول السلك إذ تصبح الدوائر اكثر ازدحاما مما كانت عليه مما يدل على ان شدة المجال المغناطيسى للتيار الكهربى الذى يمر فى سلك مستقيم تزداد بزيادة شدة التيار الكهربى وتقل بإنقاصه .

٥- تتعين كثافة الفيض المغناطيسى (B) عند نقطة بعدها العمودى (d) عن السلك الذى يمر به تيار كهربى شدته (I) من العلاقة :

$$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$$

وضح مع الرسم المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى ملف دائرى .



١- تنثر برادة حديد على لوح الورق المقوى الذى يخترقه الملف الدائرى .

٢- نطرق لوح الورق المقوى طرقات خفيفة فتترتب البرادة .

٣- من الشكل نلاحظ ان :

أ- تفقد خطوط الفيض المغناطيسى دائريتها .

ب- تختلف كثافة الفيض المغناطيسى من نقطة إلى اخرى .

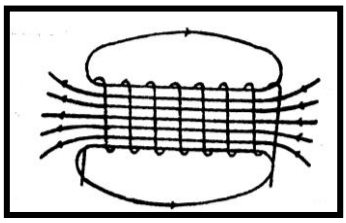
جـ- خطوط الفيض المغناطيسى عند محور الملف الدائرى خطوط مستقيمة متوازية متعامدة على مستوى الملف مما يدل على ان المجال المغناطيسى فى هذه المنطقة مجال منتظم .

د- يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسى لمغناطيس قصير .

٤- يكون وجه الملف الذى يكون فيه اتجاه التيار فى اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا جنوبيا والوجه الذى يكون فيه اتجاه التيار فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا شماليا .

٥- تتعين كثافة الفيض المغناطيسى (B) عند مركز ملف دائرى نصف قطره (r) يمر به تيار كهربى شدته (I) وعدد لفاته (N) من العلاقة : $B = \frac{\mu N I}{2 r}$

وضح مع الرسم المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى ملف لولبى (حلزونى) .



١- عندما يوصل طرفا ملف لولبى بمصدر تيار كهربى يتولد مجال مغناطيسى يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسى لقضيب مغناطيسى .

٢- من الشكل يتضح ان خطوط الفيض تمثل مسارات متصلة داخل وخارج الملف اى ان كل خط بمثابة مسار مغلق .

٣- طرف الملف الذى تخرج منه خطوط الفيض المغناطيسى هو القطب الشمالى للملف والطرف الآخر الذى تدخل فيه خطوط الفيض المغناطيسى هو القطب الجنوبى للملف .

٤- تتعين كثافة الفيض (B) عند اى نقطة على محور الملف من العلاقة : $B = \frac{\mu N I}{\ell}$

وضح تركيب الجلفانومتر الحساس .

١- ملف من سلك ملفوف حول إطار مستطيل خفيف من الألومنيوم يمكن أن يدور حول محوره .

٢- يوضع قلب من الحديد المطاوع على هيئة اسطوانة ثابتة .

٣- يرتكز الملف على حوامل من العقيق بحيث يقع بين قطبى مغناطيس قوى على شكل حذاء الفرس .

٤- يتحكم فى حركة الملف زوج من الملفات اللولبية تعمل كموصلات للتيار بالنسبة للملف .

٥- يثبت فى الملف مؤشر خفيف من الألومنيوم قابل للحركة على تدريج .

اشرح طريقة عمل الجلفانومتر الحساس .

١- عندما يمر التيار الكهربى فى الملف فإن القوى المغناطيسية تولد عزم إزدواج يعمل على دوران الملف فى اتجاه حركة عقارب الساعة .

٢- يتحرك المؤشر مع الملف فى اتجاه حركة عقارب الساعة .

٣- يتولد عزم إزدواج ناتج عن اللى فى الملفات الزنبركية ويعمل فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة.

٤- يستقر الملف والمؤشر فى الموضع الذى يتزن فيه عزم الإزدواج الناشئ عن القوى المغناطيسية مع الإزدواج الناشئ عن اللى فى الملفين الزنبركيين .

٥- تدل قراءة المؤشر على التدريج على قيمة شدة التيار .

٦- عندما يمر التيار فى اتجاه مضاد يتحرك المؤشر فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة .

وضح تركيب الأوميتر .

يتركب الأوميتر من جلفانومتر حساس أو ميكروأميتر يقرأ ($I_g = 400\ \mu A$) كحد أقصى ومقاومته ($R_g = 250\ \Omega$) ويوصل معه على التوالى مقاومة عيارية ($R_c = 3000\ \Omega$) ومقاومة متغيرة مداها ($R_V = 6565\ \Omega$) وعمود كهربى جاف قوته الدافعة ($V_B = 1.5\ V$) مع اهمال مقاومته الداخلية .

ما هى فكرة قياس المقاومة .

١- يعتمد قياس مقاومة ما على شدة التيار (I) التى تمر فى الدائرة وعلى فرق الجهد (V) عبر المقاومة (R) حيث من قانون أوم يكون : $R = \frac{V}{I}$

٢- إذا ظل فرق الجهد ثابت ومعلوم يمكن رفع الفولتميتر من الدائرة ومعايرة الجلفانومتر ليعطى قيمة المقاومة مباشرة .

٣- مع زيادة المقاومة تقل شدة التيار المار فى الدائرة وتقل قراءة الجلفانومتر الذى تتم معايرته بهذه الطريقة لتدل قراءته على قيمة المقاومة ومن ثم يسمى (أوميتر) .

قوانين هامة

قوانين الفيض المغناطيسى $\varphi_m = B\ A$

قوانين كثافة الفيض المغناطيسى فى سلك مستقيم $B = \frac{\mu\ I}{2\ \pi\ d}$ (قانون أمبير الدائرى)

إذا كان لدينا سلكين متوازيين ويمر بهما تيارين وكانت (B_2) أكبر من (B_1)

١- إذا كان التيارين فى اتجاه واحد فإن :

كثافة الفيض الكلية (B_t) بين السلكين تعين من العلاقة : ($B_t = B_2 - B_1$)

كثافة الفيض الكلية (B_t) خارج السلكين تعين من العلاقة : ($B_t = B_1 + B_2$)

٢- إذا كان التيارين فى اتجاهين متضادين فإن :

كثافة الفيض الكلية (B_t) بين السلكين تعين من العلاقة : ($B_t = B_2 + B_1$)

كثافة الفيض الكلية (B_t) خارج السلكين تعين من العلاقة : ($B_t = B_2 - B_1$)

٣- إذا كان التيارين فى السلكين فى نفس الاتجاه فإن نقطة التعادل تقع بين السلكين

ويكون : $B_1 = B_2 \longrightarrow \frac{\mu\ I_1}{2\ \pi\ d_1} = \frac{\mu\ I_2}{2\ \pi\ d_2}$

$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \longrightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{(d - d_1)}$

٤- إذا كان التيارين فى السلكين فى اتجاهين متضادين فإن نقطة التعادل تقع خارج السلكين

ويكون : $B_1 = B_2 \longrightarrow \frac{\mu\ I_1}{2\ \pi\ d_1} = \frac{\mu\ I_2}{2\ \pi\ d_2}$

$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \longrightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{(d + d_1)}$

$B = \frac{\mu\ N\ I}{2r}$

قوانين كثافة الفيض المغناطيسى فى ملف دائرى

قوانين كثافة الفيض المغناطيسى فى ملف حلزونى

$$B = \frac{\mu N I}{\ell} \qquad B = \mu n I \qquad N = \frac{L}{2 \pi r} \qquad n = \frac{N}{\ell}$$

- إذا كانت اللفات متماسة معا على طول ساق فإن

$\ell = 2 r N$ حيث (r) نصف قطر السلك

- عند مرورتيارين فى ملفين دائريين أو حلزونين وكانت (B_2) أكبر من (B_1) فإن

$B_t = B_1 + B_2$ (اتجاه التيارين واحد)

$B_t = B_2 - B_1$ (اتجاه التيارين متضادين)

$B_t = \sqrt{B^2_1 + B^2_2}$ (إذا كان الملفين متعامدين)

- عند إبعاد لفات الملف الدائرى عن بعضها يصبح الملف ملف لولبى فإن

$$\frac{B\ (\text{دائرى})}{B\ (\text{لولبى})} = \frac{\mu N I}{2 r} \times \frac{\ell}{\mu N I} = \frac{\ell}{2 r}$$

- إذا كان الملف جزء غير مكتمل من دائرة فإن : $N = \frac{\theta}{360}$

- فى حالة إعادة تشكيل ملف دائرى عدد لفاته (N_1) ونصف قطره (r_1) إلى ملف دائرى عدد لفاته (N_2) ونصف قطره (r_2) ثم توصيله بنفس المصدر فإن :

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{\mu N_1 I}{2 r_1} \times \frac{2 r_2}{\mu N_2 I} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1}$$

- إذا لف سلك مستقيم على هيئة ملف دائرى لفة واحدة ($N_1 = 1$) ثم لف السلك نفسه مرة أخرى على شكل ملف دائرى من أربع لفات ($N_2 = 4$) فإن ($r_1 = 4\ r_2$) .

- عند قطع نصف طول ملف لولبى فإن عدد لفاته تقل للنصف ويقل طول الملف للنصف .

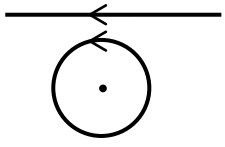
- إذا زادت عدد لفات ملف دائرى إلى الضعف دون تغير فى قطره فإن طوله يزداد إلى الضعف .

- عند تحويل ملف دائرى إلى حلزونى أو العكس فإن عدد اللفات لا يتغير .

العلاقة بين سلك مستقيم وملف دائرى يمر بهما تيار ين

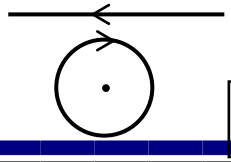
١- فى حالة وجود ملف دائرى وسلك مستقيم فى نفس المستوى ويمر بكل منهما تيار كهربى فإن:

أ- إذا كان مجال كل من السلك والملف فى نفس الاتجاه



تكون $B_t = B_{(\text{ملف})} + B_{(\text{سلك})}$

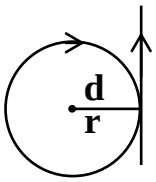
ب- إذا كان مجال كل من السلك والملف فى اتجاهين متضادين



تكون $B_t = B_{(\text{ملف})} - B_{(\text{سلك})}$

أو $B_t = B_{(سلك)} - B_{(ملف)}$

٢- إذا كان لدينا سلك مستقيم موضوع مماس لملف دائرى فإن (d = r) وحدث انعدام كثافة الفيض عند المركز (عدم انحراف إبرة البوصلة) فإن :



$$B_{(ملف)} = B_{(سلك)}$$

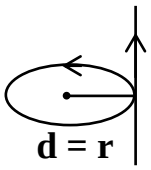
$$\frac{\mu N I_1}{2 r} = \frac{\mu I_2}{2 \pi d}$$

$$N I_1 = \frac{I_2}{\pi}$$

٣- إذا كان لدينا سلك مستقيم يمر به تيار كهربى (I_1) يولد فيض مغناطيسى كثافته (B_1) على بعد (d) منه فإذا أصبح السلك على هيئة ملف دائرى عدد لفاته (N) يمر به تيار كهربى (I_2) وكانت كثافة الفيض المغناطيسى عند مركزه (B_2) فإن (d = r) ويكون .

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{\mu I_1}{2 \pi d} \times \frac{2 r}{\mu N I_2} = \frac{I_1}{\pi N I_2}$$

٤- فى حالة ملف دائرى يمس سلك مستقيم بحيث يكون السلك موازى لمحور الملف الدائرى (أو السلك عمودى على مستوى الملف الدائرى) ويمر بكل منهما تيا كهربى يكون المجال المغناطيسى لكل من السلك والملف متعامدان وتعين كثافة الفيض الكلية (Bt) عند المركز الدائرى من العلاقة :



$$B_t = \sqrt{B^2_{(سلك)} + B^2_{(ملف)}}$$

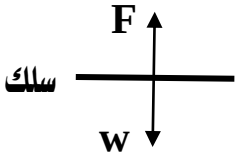
٥- فى حالة وضع سلك مستقيم عموديا على (أو موازيا لـ) محور ملف لولبى يحمل كل منهما تيار كهربى يكون المجالان متعامدان ، وتعين كثافة الفيض الكلية (B_t) عند محور الملف اللولبى تعين من العلاقة : $B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$

قوانين القوة

$$F = B I \ell \qquad F = B I \ell \sin \theta \qquad F = \frac{\mu I_1 I_2 \ell}{2 \pi d}$$

$$F = B I \ell = B \times \frac{V_B}{R} \times \ell = B \times \frac{V_B A}{\rho_e \ell} \times \ell = \frac{B V_B A}{\rho_e}$$

- عندما يتزن سلك تحت تأثير قوة مغناطيسية (F) مع وزن السلك (w) فإن :



$$F = w$$

$$B I \ell = m g$$

- طريقة تعيين القوة التى يؤثر بها سلكين يمر بهما تيارين (I_1 , I_2) على سلك ثالث يمر به تيار (I_3) يقع على بعد (d_1 , d_2) من السلكين

$$B_1 = \frac{\mu I_1}{2 \pi d_1} \qquad B_2 = \frac{\mu I_2}{2 \pi d_2}$$

١- نعين ،

٢- نعين كثافة الفيض المغناطيسى الكلية (B_t) من العلاقة : $B_t = B_2 \pm B_1$

٣- نعين القوة المؤثرة على السلك الثالث (F_3) من العلاقة : $F_3 = B_t I_3 \ell_3$

قوانين عزم الإزدواج

$\tau = B I A N Sin \theta$ $\quad \tau = B I A N$ $\quad |\vec{m_d}| = \frac{\tau \text{ عظمى}}{B} = I A N$

قوانين الجلفانومتر

- شدة التيار = حساسية الجلفانومتر لكل قسم × عدد الأقسام

- عند مرور تيار شدته (I) فى الجلفانومتر وكانت زاوية إنحراف المؤشر (θ) فإن :

$$\text{حساسية الجلفانومتر} = \frac{\theta}{I}$$

- إذا كانت شدة التيار المارة فى ملف الجلفانومتر (I_g) وكانت أقصى زاوية إنحراف (θ) فإن :

$$\text{حساسية الجلفانومتر} = \frac{\theta}{I_g}$$

قوانين الأميتر

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$ $\quad R_s = \frac{V_g}{I - I_g}$ $\quad R_{(\text{أميتر})} = \frac{V_g}{I}$ $\quad R_{(\text{أميتر})} = \frac{R_g R_s}{R_g + R_s}$

$\text{حساسية الأميتر} = \frac{I_g}{I}$ $\quad \text{حساسية الأميتر} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$ $\quad I = \frac{I_g (R_g + R_s)}{R_s}$

شدة التيار (I) = دلالة القسم الواحد × عدد الأقسام التى ينحرفها المؤشر

قوانين الفولتميتر

$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$ $\quad R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$ $\quad R_{(\text{فولتميتر})} = \frac{V}{I_g}$ $\quad R_{(\text{فولتميتر})} = R_g + R_m$

$V = I_g (R_g + R_m)$ $\quad \text{حساسية الفولتميتر} = \frac{V_g}{V}$ $\quad \text{حساسية الفولتميتر} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$

فرق الجهد (V) = دلالة القسم الواحد × عدد الأقسام التى ينحرفها المؤشر

قوانين الأوميتر

$$V_B = I_g (R_g + R_c + R_v + r)$$
$$V_B = I (R_x + R_g + R_c + R_v + r)$$

ملاحظات فى مسائل الأوميتر

١- عندما يقال أوميتر مقاومته أو مقاومة ملفه يقصد بها (R_g) .

٢- إذا لم توجد (R_g) فى المعطيات فيجب إيجاد قيمتها .

٣- إذا لم توجد (R_V , R_c , r) فى المعطيات فلا تكتب فى القانون .

٤- بعد إيجاد قيم (R_c) أو (R_V) فإنها تصبح أساسية فى القانون .

٥- إنحراف المؤشر يعبر عن شدة التيار المار فى دائرة الأوميتر .

٦- فى دائرة الأوميتر (I) أقل من (I_g) .

Online
الجمهورية
بوابة مؤسسة دار التحرير للطبع والنشر