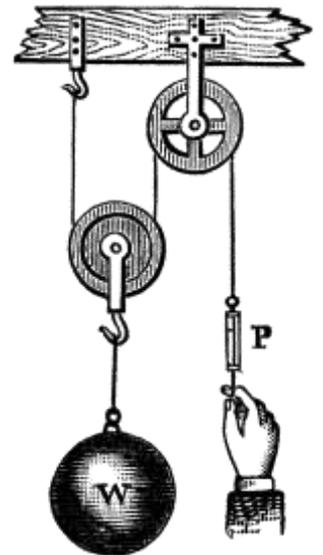


SIGMA



سلسلةُ مذكرات سيجما
في الفيزياء
للسانوية العامة والأزهريّة
إعداد الأستاذ
زكريا مختار



رسالة لوالدي

❖ اخي المعلم وابنائي الطلبة والطالبات الي كل من يعشق علم الفيزياء

يسرنني ان اضع بين ايديكم هذا العمل سائلاً اطولي سبحانه وتعالى

ان ينفعنا واياكم به في الدنيا والاخرة وان يجعل عملنا كله خالصاً لوجهه الكريم

❖ واعلم اخي الطالب واخي الطالبة ان علم الفيزياء من اهم العلوم التي قامت عليها الحضارة

البشرية في العصر الحديث وذلك بدء من تصور طومسون للذرة واكتشافات الالكترتون

مروراً برزرفورد ثم شرودنجر وبور ونصورة للذرة مرور بنسبية اينشتاين وميكانيكا الكم

وعلم الالكترنيات وصولاً لتكنولوجيا النانو وعلم الفضاء بدايت من البروني وأكسن ابن الهيثم

مروراً بحاليليو

وتلسكوبت الشهير اول نافذة للفضاء مرورا بالاقمار الصناعية ثم مكوك الفضاء

هذا وغيره يبين مدي فضل علم الفيزياء علي غيره من سائر علوم الدنيا ،

ولذلك اهتم اخي الطالب

ان تدرس الفيزياء كعلم وليس كمادة لتحصيل الدرجات فقط فلم لا يكون اسمك من تلك الاعلام

الذين خدموا البشرية لذلك اضع بين ايديكم جزء ضئيل من مجهود تلك العظماء وقد راعيت

فيه البساطة والدقة والتبسيط وكتابت العديد من الامثلة والاسئلة علي قدر استطاعتي

والله اسال ان تنال اعجابكم متمنيا لكم النجاح والتوفيق

كما أسأله سبحانه وتعالى ان يغفر لي والوالدي وان يرحمهما

الهداء / زكريا مختار

ميت غم في

٣ شوال ١٤٣٤ هـ

علم التبريد هو ذلك العلم الذي يختص بدراسة درجات الحرارة المنخفضة والتي تقترب من الصفر المطلق (صفر كلفن) أي (C -273)

اولا التبريد في الغازات

الغاز المثالي

هو ذلك الغاز الذي يتلاشى كل من حجمه وضغطه نظريا عند درجة الصفر المطلق .
الغاز الحقيقي هو غاز تختلف خواصه عن خواص الغاز المثالي حيث تكون قوى الجذب المتبادلة بين جزيئاته واضحة (تأثير فاندرفالز) وتكون كثافته أكبر من كثافة الغاز المثالي

الغاز المثالي	الغاز الحقيقي
كثافة أقل	كثافة أكبر
نهمل فيه حجم جزيئات الغاز	لا نهمل فيه حجم جزيئات الغاز
تنطبق عليه نظرية الحركة للغازات	لا تنطبق عليه نظرية الحركة للغازات
تنطبق عليه قوانين الغازات	لا تنطبق عليه قوانين الغازات
لا يظهر فيه تأثير فاندرفالز	يظهر فيه تأثير فاندرفالز
حركة الجزيئات عشوائية	حركة الجزيئات محدودة في حدود الحيز الذي يحتوي الغاز الحقيقي
يتلاشى كل من حجمه وضغطه وطاقة حركة كل من جزيئاته نظريا عند صفر كلفن	لا يتلاشى كل من حجمه وضغطه وطاقة حركة كل من جزيئاته عند صفر كلفن

تأثير فاندرفالز :

هو التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز و يعبر عن قوى التجاذب بين الجزيئات ويعمل علي تحويل الغاز الي سائل

كيف يتم انتقال المادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة او الحالة الجامدة (الحالة المكثفة)؟

- 1 عند زيادة الضغط على الغاز يحدث تفاعل فاندرفالز بين جميع الجزيئات
- 2 يحدث تجاذب بين جزيئين بسبب تقارب الجزيئات من بعضها البعض
- 3 يتتابع تجاذب جزيئات اخرى اليهم
- 4 تنتقل المادة من الحالة الغازية الى الحالة المكثفة (سائلة او جامدة)
- 5 وعندما يتكثف الغاز يمكن ان تنخفض درجة حرارته وتقترب من الصفر المطلق

علل يظهر تأثير فاندرفالز على الغاز في درجات الحرارة المنخفضة بصورة واضحة

ج : عند درجات الحرارة المنخفضة يقل متوسط طاقة حركة الجزيئات فيقل متوسط سرعة الجزيء الواحد فينشط تأثير فاندرفالز بين جزيئات الغاز وبعضها .

تحديد الغازات عن سلوك الغاز المثالي كلما زادت كثافتها ناقش هذه العبارة

الغاز المثالي هو ذلك الغاز الذي تهمل قوى التجاذب بين جزيئاته وعند زيادة كثافة الغاز تقل المسافات بين الجزيئات وبعضها وتزداد قوى التجاذب بين جزيئات الغاز وبعضها فتحيد الغازات عن سلوك الغاز المثالي

التفاعل الكيميائي	تأثير فان درفالز
قد يتم عند حرارة الغرفة والضغط العادي	يتم عند درجات الحرارة المنخفضة والضغط العالي
يتأثر بوجود عوامل حفازة	لا يتأثر بوجود عوامل حفازة
نتيجته تكوين مادة جديدة	نتيجته تحول المادة الى الحالة السائلة او حتى الجامدة (تبقى المادة كما هي)
يعبر عن كسر الروابط بين جزيئات المواد المتفاعلة وتكوين روابط بين جزيئات النواتج	يعبر عن قوى التجاذب بين الجزيئات

آلية الوصول على درجات الحرارة المنخفضة

يتم ذلك عن طريق سحب الطاقة من المادة بطريقة التلامس بمادة اخرى سبق تبريدها ودرجة حرارتها منخفضة جدا مثل الثلج العادي - الثلج الجاف (ثاني اكسيد الكربون الثلجي) - الهواء السائل وينتج عن ذلك انخفاض في درجة حرارة المادة المراد تبريدها .

درجات الحرارة المنخفضة التي تم الوصول اليها

- 1 درجة اساله الهيليوم 4.2°K (-268.8°C)
- 2 درجة اساله النيتروجين 77°K (-196°C)
- 3 درجة اسالة الاكسجين 90°K (-183°C)

قارورة ديوار

تركيبتها : عبارة عن وعاء زجاجي (بيركس) أو معدني جداره مزدوج ومفرغ من الهواء لمنع انتقال الحرارة
الاساس العلمي لقارورة ديوار

منع انتقال الحرارة بالحمل او التوصيل أو الإشعاع

عزل جدار القارورة مزدوج والمسافة الفاصلة بين الجدارين مفرغة تماما من الهواء

ج : لتقليل انتقال الحرارة بالحمل والتوصيل .

عزل جدران قارورة ديوار مطلية بالفضة من الداخل ؟

ج : لتقليل انتقال الحرارة بالإشعاع .

السيولة الفائقة

قدرة بعض الغازات المسالة على التدفق دون مقاومة عند درجة حرارة تقترب من الصفر المطلق وتتلاشى مع هذه الظاهرة خاصية اللزوجة في السوائل.

مميزات الهيليوم السائل عند درجات الحرارة المنخفضة

- 1 يتمتع بالسيولة المفرطة 2 تتلاشى لزوجته تماما
- 3 له إمكانية الانسياب لأعلى دون توقف على جوانب أي وعاء يحتويه مهماً قوى الاحتكاك والجاذبية .
- 4 له حرارة نوعية منخفضة ؛ لذلك فهو من أفضل الموصلات الحرارية .

تخزين سائل الهيليوم يستخدم عند تخزينه إناءان من نوعية قارورة ديوار بحيث يوضع أحدهما داخل الآخر

وتملأ المسافة الفاصلة بينهما بسائل النيتروجين

عزل يحفظ الهيليوم في اناءان من قارورة ديوار

ج : . وذلك لإخفاض الحرارة النوعية ونقطة الغليان للهيليوم السائل

مع تيماتي / زكريا مغوار 01007207309

سائل النيتروجين	سائل الهليوم
نقطة غليانه 77°K (أعلى)	نقطة غليانه 4.2°K (منخفضة)
حرارته النوعية أعلى	حرارته النوعية أقل
أقل في التوصيلية الحرارية	من أفضل الموصلات الحرارية
لا ينساب لأعلى	ينساب لأعلى دون توقف على جدار الاناء الذي يحتويه مهماً كل من قوى الاحتكاك والجاذبية
يحفظ في قارورة ديوار واحدة	يستخدم في تخزينه قارورتان من نوعية قارورة ديوار وتملاً المسافة بينهما بسائل النيتروجين

علل **يستخدم الهليوم السائل في التبريد ؟**

جـ : بسبب انخفاض درجة غليانه (4.2°K) فيمكنه عند التلامس سحب أكبر كمية من الطاقة الحرارية من المادة المراد تبريدها .

التبادل الحراري

وطبقاً لقانون بقاء الطاقة إذا اكتسب غاز مقدراً من الطاقة الحرارية Q_{th} فإنها تتحول إلى صورتين :

① زيادة الطاقة الداخلية U للغاز وبالتالي ارتفاع درجة الحرارة .

② الشغل الذي تبذله جزيئات الغاز

$$Q_{th} = U + W$$

أنواع التبادل الحراري

● أولاً التبادل الحراري الأيزوثيرمي :

شروط حدوث

① ان تكون درجة حرارة الغاز مع الوسط المحيط ثابتة .

② التغير في الطاقة الداخلية للغاز صفر

③ التغير في درجة حرارة الغاز = صفر

كيفية حدوث

الطاقة المكتسبة تتحول بأكملها إلى شغل ميكانيكي يبذله الغاز

$$Q_{th} = \Delta U + W \gg Q_{th} = 0 + W \gg \gg Q_{th} = W$$

● ثانياً التبادل الحراري الأديباتي :

شروط حدوث

① يكون الغاز معزول عن الوسط المحيط .

② لا يفقد أو يكتسب الغاز كمية حرارة من الوسط المحيط أي ان الطاقة الحرارية = صفر $Q_{th} = 0$

كيفية حدوث

الشغل المبذول من الغاز يتم على حساب طاقته الداخلية .

١. فإذا كان الغاز يبذل شغلاً يكون (W) موجباً وتصبح (ΔU) سالبة وتُخفض درجة حرارة الغاز

$$Q_{th} = \Delta U + W \gg \gg 0 = \Delta U + W \gg \gg \gg -\Delta U = W$$

٢. إذا بُذل شغل على الغاز يكون W سالب وتصبح (ΔU) موجبة وترتفع درجة حرارة الغاز .

$$Q_{th} = \Delta U + W \gg \gg 0 = \Delta U + W \gg \gg \gg \Delta U = -W$$

فكرة عمل التلاجة يعتمد على التبادل الحراري الأديباتي والأيزوثيرمي لغاز الفريون الذي يغلي عند -30°C



ثانيا : علم تبريد الفلزات

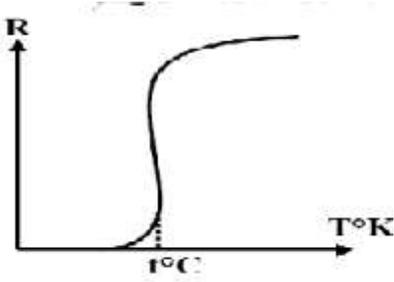
وقد وجد العالم أونس مع مساعديه أنه عندما تنخفض درجة حرارة بعض الفلزات الى بضع درجات فوق الصفر المطلق أن هذه الفلزات تفقد كامل مقاومتها للكهرباء وتصبح ذات توصيلية كهربية عالية جدا (مواد فائقة التوصيل)

ظاهرة التوصيل الكهربي الفائق (ظاهرة اونس)

هي قدرة بعض الفلزات على التوصيل الكهربي الفائق بدون مقاومة كهربية وذلك عند درجة حرارة تبريد معينة تقترب من الصفر المطلق

أمثلة مواد فائقة التوصيل

البلاتين - الالومنيوم - الحارصين (الزنك) - الرصاص - الزئبق .



درجة الانتقال الى التوصيل الكهربي الفائق

هي درجة حرارة منخفضة جداً تقترب من الصفر المطلق وتفقد عندها المادة كامل مقاومتها الداخلية لسريان الكهرباء تقريباً.

ملاحظة هامة : درجة الانتقال للتوصيل الفائق تتوقف علي نوع الفلز فقط

خصائص المواد فائقة التوصيل

- لا يجد التيار المار في المادة فائقة التوصيل اي مقاومة تذكر $R = 0$
- يستمر التيار في السريان في حلقة من مادة فائقة التوصيل حتى لو أزيل فرق الجهد الخارجي المسبب له ولعدة سنوات .
- حساسة جدا للمجال المغناطيسي حيث تتنافر مع اي مجال مغناطيسي مهما كانت شدته
- تستطيع النقاط اضعف الاشارات اللاسلكية لانعدام مقاومتها الكهربية
- لا يظهر أي ارتفاع في درجة حرارتها عند مرور التيار الكهربي

عل يسري التيار في حلقة من مادة فائقة التوصيل حتى لو أزيل فرق الجهد الخارجي المسبب له ؟

ج : لأن التيار لا يلقى أي مقاومة كهربية من الحلقة المعدنية وبالتالي لا يسخن الفلز المكون للحلقة

عل اعادة فائقة التوصيل حساسة للمجال المغناطيسي

ج : لان المادة فائقة التوصيل مادة دايا مغناطيسية

فكر ماذا يحدث اذا مر تيار كهربي في حلقة من المواد فائقة التوصيل ؟

استخدامات المادة فائقة التوصيل

تستخدم في الدوائر الكهربية المستخدمة في الاقمار الصناعية

عل تستخدم مواد فائقة التوصيل في الاقمار الصناعية

ج : لانها لديها القدرة علي التقاط الاشارات اللاسلكية الضعيفة

عل يمكن استخدام المواد فائقة التوصيل في محطات توليد الكهرباء وفي خطوط نقل الكهرباء

ج : لان الجهد المفقود في هذه الحالة صفر بسبب انعدام المقاومة الكهربية .

النجاح الوهيد ضي العياه هو ان تستطيع ان تعيا مياتك بالطريقة التي تريدها

مع تحياتي أ / زكريا مختار ٠١٠٠٧٢٠٧٣٠٩

ظاهرة مايسنر



هي ظاهرة تحدث عندما يوضع مغناطيس دائم فوق قرص من مادة فائقة التوصيل فإن المغناطيس يظل معلقا في الهواء

السبب في وجود ظاهرة مايسنر

1 المواد فائقة التوصيل من المواد الدايا مغناطيسية التي ينعلم داخلها شدة المجال المغناطيسي

2 وعندما تتأثر المادة فائقة التوصيل بمجال مغناطيسي خارجي تتأثر الإلكترونات الحرة في المادة فائقة التوصيل وتكتسب طاقة حركة وتستمر الإلكترونات في الحركة وينتج عنها تيار كهربائي

3 ينشأ عنه مجال مغناطيسي يتنافر مع المجال المغناطيسي الخارجي حتى تكون شدة المجال بداخلها صفر

علل لا تظهر ظاهرة مايسنر الا في المواد فائقة التوصيل ؟

ج : لانعدام مقاومتها الكهربائية حيث يؤدي ذلك الى سهولة تأثر الإلكترونات الحرة بها بالمجال المغناطيسي الخارجي والاحتفاظ بطاقة الحركة التي اكتسبتها بفعل هذا التأثير دون أن تفقد في صورة طاقة حرارية ويعمل ذلك على استمرارية سريان تيار كهربائي داخلي بالمادة يتولد عنه مجال مغناطيسي يؤدي لظهور ظاهرة مايسنر .

القطار الطائر



فكرة عملة ظاهرة مايسنر

شرح عملة

1 يحمل القطار ملفات من مادة فائقة التوصيل وجهاز تبريد يعمل على خفض درجة حرارتها

2 عندما يتحرك القطار فإنه يولد تيارا في ملفات ثابتة تولد مجالا مغناطيسيا

3 هذا المجال المغناطيسي يؤثر على الإلكترونات الحرة للملفات المادة فائقة

التوصيل فتتحرك هذه الإلكترونات وينتج عنها تيار كهربائي ينتج عنه مجال مغناطيسي يتنافر مع المجال المؤثر حتى تكون محصلة شدة المجال المغناطيسي في المادة فائقة التوصيل صفرا

4 فيرتفع القطار فوق القضبان عدة سنتيمترات وينعدم الاحتكاك مع القضبان

5 فتزداد سرعة القطار التي تصل الى 225km/h او اكثر من ذلك

من شجرة واحدة تصنع مليون عود كبريت ويمكن لهود كبريت واحد ان يحرق مليون شجرة لذلك لا تدع امر

سلبني يؤثر علي ملايين الايجابيات في حياتك (د/ابراهيم الفقي رحمة الله)

التيار الكهربى وقانون اوم

مقدمة: اكتشفت الكهربية صدفة بواسطة الطبيب الإيطالى جلفانى وأول من استطاع تصميم عمود كهربي بسيط هو العالم فولتا ولقد علمت الكهربية تنقسم الى كهربية تياريه وكهربية استاتيكيه وسوف ندرس ان شاء الله تعالى الكهربية المتحركة (التيارية).

التيار الكهربى

هو فيض من الشحنات الكهربية التي تسري خلال موصل.

الجهة التيار الكهربى

- الاتجاه التقليدي للتيار الكهربى: من القطب الموجب الى القطب السالب خارج المصدر.
- الاتجاه الفعلي للتيار الكهربى: هو اتجاه حركة الالكترونات من القطب السالب الى القطب الموجب خارج المصدر.

علل: تسمع بعض اطواد بتوصيل التيار الكهربى بينما البعض الآخر عازل للكهربية؟

ج: لان المواد الموصلة للتيار تحتوى على وفره من الالكترونات الحرة والمواد العازلة تتميز بندرة الالكترونات الحرة

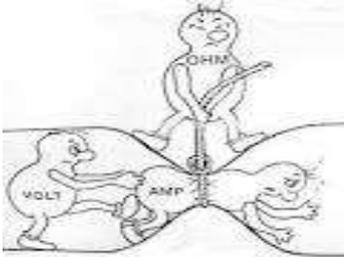
علل: لايشحن موصل عند مرور تيار كهربي فيه؟

ج: لان التيار الكهربى عبارة عن شحنات كهربية تدخل من احد طرفي السلك وتخرج من الطرف الاخر بنفس المعدل

شروط مرور التيار الكهربى:

1 وجود فرق جهد (بطارية)

2 وجود دائرة كهربية مغلقة



شدة التيار الكهربى (I)

هي كمية الكهربية التي تمر عبر مقطع معين من موصل في الثانية الواحدة

قانون حسابها: $I = \frac{Q}{t}$ حيث ان Q كمية الكهربية ووحدة قياسها هي الكولوم C

وحدة قياسها: هي الامبير (A) ويكافئ كولوم / ثانية وهناك وحدات صغرى لشدة التيار هي مللي

أمبير 10^{-3} = أمبير و ميكرو أمبير 10^{-6} أمبير

جهاز قياسها: الاميتر ويوصل في الدائرة الكهربية على التوالي

ملاحظة: ان شدة التيار اطار في موصل 15 أعبير .؟

ج: أى أن كمية الكهربية التي تمر عبر مقطع معين من الموصل في الثانية الواحدة تساوى 15 كولوم

الأمبير: هو شدة التيار الكهربى الناتج عن سريان كمية الكهربية مقدارها 1 كولوم خلال مقطع من

موصل في الثانية الواحدة

سلسلة مذكرات سي ج ها في الفيزياء
طريق التصوق / زكريا مفتار

قانون حساب كمية الكهرباء (Q) $Q = It = N \times e$ حيث N عدد الإلكترونات

e شحنة الإلكترون وتساوي $1.6 \times 10^{-19} C$

وحدة قياسها هي الكولوم (C) ويكافئ أمبير . ثانية.

الكولوم: كمية الكهرباء المارة في موصل خلال زمن قدره ثانية وينتج عنها تيار كهربائي شدته أمبير.

ملاحظة كل المسائل

حيث v هي التردد

$$I = \frac{Q}{t} = Q \times \frac{1}{T} = Q \times v$$

مثال إلكترون يدور حول نواة ذرة الهيدروجين بمعدل 6.6×10^{15} دورة في الثانية احسب شدة التيار الكهربائي الناتج عن حركة الإلكترون علما بأن شحنة الإلكترون $1.6 \times 10^{-19} C$

الحل:

$$I = \frac{Q}{t} = Q \times v = 1.6 \times 10^{-19} \times 6.6 \times 10^{15} = 10.56 \times 10^{-4} A$$

فكر ماهي عدد الإلكترونات التي تحملها شحنة كولوم

مسائل وتمارين

(1) يمر تيار من البروتونات في خط مستقيم بمعدل مليون بروتون في ميكرو ثانية احسب شدة التيار الكهربائي المكون له ؟ (1.6×10^{-7})

(2) تيار شدته 8 مللي أمبير يمر في سلك احسب كمية الكهرباء التي تمر عبر مقطع معين من السلك في زمن قدره 10 ثواني وإذا كان التيار ناتجا عن سريان الإلكترونات فاحسب عدد الإلكترونات التي تمر عبر هذا المقطع خلال تلك الفترة

(3) شحنة كهربائية قدرها 12 ميكروكولوم تتحرك في مسار دائري نصف قطره $\frac{7}{11}$ سم بسرعة منتظمة قدرها 8 م / ث احسب شدة التيار الناتج عن هذه الحركة

فرق الجهد بين نقطتين (V)

مقدار الشغل المبذول لنقل كمية من الكهرباء مقدارها واحد كولوم من نقطة لآخري.

قانون حساب $V = \frac{W}{q}$ حيث W هي الشغل المبذول

وحدة قياس فرق الجهد الفولت ويكافئ جول / كولوم ويكافئ أمبير . اوم .

و من الوحدات الأخرى الملي فولت = 10^{-3} فولت ميكرو فولت = 10^{-6} فولت

جهاز قياسه: الفولتميتر أو ملي فولتميتر أو الميكروفولتميتر و يوصل على التوازي بين النقطتين المراد

قياس فرق الجهد بينهما

الفولت هو فرق الجهد بين نقطتين بذل شغل قدره جول لنقل

كمية من الكهرباء مقدارها 1 كولوم بين هاتين النقطتين

علل يلزم بذل شغل لنقل الشحنات الكهربائية من نقطة لآخري؟

جـ : للتغلب على المقاومة بين النقطتين

ما معنى قولنا ان فرق الجهد بين نقطتين 5 فولت

جـ : اي ان الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها واحد كولوم بين النقطتين 5 جول



الثرّة اللافعة الكهرية لعمود

الشغل الكلى المبذول لنقل كميّه من الكهرية قدرها 1 كولوم خلال الدائرة كلها (داخل المصدر وخارجة) اوهي فرق الجهد بين قطبي البطارية في حاله عدم مرور تيار كهربي في الدائرة
● وحدة قياسها هي الفولت



📖 ما معني قولنا ان: القوة اللافعة الكهرية لعمود جاف 1.5 فولت

جـ : أي ان الشغل الكلى المبذول لنقل شحنة مقدارها واحد كولوم في الدائرة الكهرية أي داخل العمود وخارجة = 1.5 جول

📖 ما معني 1 ان القوة اللافعة الكهرية لعمود 4 فولت؟

2 فرق الجهد بين طرفي موصل 220 فولت؟

تعمل البطاريث في الدائرة الكهرية كمضخات للإلكترونات وتعمل على بزل شغل فتسحب وتدفع الشحنات الكهرية للمرور خلال الدائرة

لكي يمر تيار كهربي لا بد أن تكون الدائرة مغلقة؟

جـ : لكي تعمل (الدائرة) كممر متصل يسمح للشحنات الكهرية بالمرور خلالها .
● وحدة قياس الشغل هي الجول ويكافئ (فولت. كولوم) أو (فولت. امبير . ثانية) أو (امبير . اوم. ثانية) أو (فولت . ثانية / اوم)

المقاومة R

هي الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي عند مروره في موصل أو النسبة بين فرق الجهد بين طرفي موصل الي شدة التيار المار فيه

● انواع المقاومات المقاومة الكهرية قد تكون ثابتة ويرمز لها بالرمز M او متغيرة (تسمى ريوستات) فيرمز لها بالرمز M او بالرمز M

● قانون حسابها $R = \frac{V}{I} = \rho_e \frac{L}{A}$ وحدة قياسها هي الاوم (Ω) ويكافئ فولت / امبير

👏 الاوم هو مقاومة موصل عندما يمر به تيار شدته امبير يصبح فرق الجهد بين طرفية فولت.

📖 ما معني ان النسبة بين فرق الجهد بين طرفي موصل وشدة التيار المار به $10V/A$

جـ : أي ان المقاومة الكهرية 10 اوم

↪ العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهرية لموصل ↪

1 طول الموصل L : تزداد مقاومة الموصل بزيادة طول السلك اي ان $R \propto L$ عند ثبوت باقي العوامل وبالتالي

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \quad \text{فان}$$

2 مساحة مقطع الموصل A : تزداد مقاومة موصل بنقص مساحة المقطع عند ثبوت باقي العوامل أي ان

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad \text{وبالتالي فان } R \propto \frac{1}{A}$$

3 نوع مادة الموصل

4 درجة الحرارة تتناسب مقاومة الموصل تناسباً طردياً مع درجة الحرارة .

ملاحظة هامة : اذا عكس اتجاه التيار فان المقاومة لا تتغير

حل **بارتفاع درجة الحرارة فان المقاومة تزداد ؟**

جـ : لأنه بزيادة درجة الحرارة تزداد طاقة حركة جزيئات المادة وتزداد معدل تصادمات الالكترونات الحرة للتيار مع جزيئات وذرات المادة فتزداد المقاومة .

حل **تكون لقطعة معدنية على شكل متوازي مستطيلات أكثر من مقاومة في نفس درجة الحرارة بينما يوجد للمكعب المعدني مقاومة واحدة ؟**

جـ : لأن متوازي المستطيلات له أكثر من وجه، يختلف كل منها في المساحة والطول حسب طريقة التوصيل بينما المكعب له أوجه متساوية في المساحة و الطول ثابت عند أي طريقة توصيل .

حل **عند مرور تيار كهربائي في سلك يتولد فيه كمية من الحرارة ؟**

جـ : بسبب المقاومة التي يلقاها التيار اثناء مروره في السلك نتيجة احتكاك الالكترونات بذرات السلك.

س **ماذا يحدث عند**

1 زيادة طول سلك مقاوم للضعف ونقص مساحته المقطع الي النصف

جـ : تزداد المقاومة الي اربعة امثال قيمتها الاصلية

2 نقص قطر السلك الي النصف (مع ثبوت طول ودرجة الحرارة)

جـ : تزداد المقاومة الي اربعة امثال قيمتها الاصلية

مثال **متوازي من الكربون أبعاد 1 سم × 1 سم × 50 سم**

1 كم تكون مقاومته المقاسة عند قاعدتيه المربعين

2 كم تكون مقاومته المقاسة بين الوجهين المستطيلتين المتقابلتين علما بان

المقاومة النوعية للكربون 3.5×10^{-5} اوم . متر ما هي النسبة بين المقاومتين

الحل : 1 المقاومة عند القاعدتين المربعتين $R = \rho_e \frac{L}{A} = 3.5 \times 10^{-5} \frac{50 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-4}} = 0.175 \Omega$

2 المقاومة المقاسة بين الوجهين المستطيلتين $R = \rho_e \frac{L}{A} = 3.5 \times 10^{-5} \frac{1 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-4}} = 7 \times 10^{-5} \Omega$
وتكون النسبة بين المقاومتين = 2500

المقاومة النوعية ρ_e

هي مقاومة موصل طوله واحد متر ومساحة مقطعه 1 متر مربع عند صفر درجة سيلزيوس

قانون حسابها $\rho_e = \frac{RA}{L}$

وحدة قياسها $\Omega.m$ تكافئ $V.m/A$

ما معنى قولنا ان المقاومة النوعية مادة 7×10^{-6} اوم .م؟

جـ : أي ان مقاومة موصل طوله واحد متر ومساحة مقطعه 1 متر مربع 7×10^{-6} اوم

التوصيلية الكهربائية لموصل σ

هي مقلوب المقاومة النوعية للمادة أو مقلوب مقاومة موصل طوله متر ومساحة مقطعة متر¹ عند $0^\circ C$

قانون حسابها $\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{L}{RA}$

وحدة قياسها اوم⁻¹ متر⁻¹ ($\Omega^{-1}.m^{-1}$) او سيمون. متر⁻¹

عم بن الخطاب

نحن قوم اعزنا الله
بالاسلام فاذا
ابغينا العزة بغيره
ازلنا الله

📖 ما معنى ان التوصيلية الكهربائية لمادة $5.6 \times 10^7 \text{ م}^{-1} \cdot \Omega^{-1}$ ؟

جـ : أي ان مقلوب مقاومة موصل طوله واحد متر ومساحة مقطعه 5.6×10^7 اوم⁻¹

👉 العوامل التي تتوقف عليها المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربائية

المقاومة النوعية خاصية مميزة للمادة لا تختلف باختلاف طول السلك أو مساحة المقطع ولكن تتوقف

علي ① نوع المادة ② درجة الحرارة

📌 ملاحظات هامة

① حاصل ضرب المقاومة النوعية \times التوصيلية الكهربائية = 1

② المقاومة النوعية خاصية مميزة للمادة عاقل؟ لأنها تختلف باختلاف المادة ودرجة الحرارة فقط

③ التوصيل الكهربائي للمادة تعرف بمعامل التوصيل الكهربائي

④ (سيمون) تكافئ Ω^{-1} وبالتالي فان (سيمون⁻¹ تكافئ Ω وحدة قياس المقاومة).

🧠 فكر... متى تكون التوصيلية الكهربائية لبعض الفلزات نهائية عظيمة؟

سـ اختر ① اذا زاد طول سلك الي الضعف وزاد نصف قطره ايضا للضعف فان مقاومته.....

(تقل للنصف / تزداد للضعف / لا تتغير).

② صنع سلك مقاوم اذا قل نصف قطره الي النصف وقل طوله الي النصف فان النسبة بين المقاومتين.....

$$\left(\frac{1}{4} / \frac{1}{2} / \frac{1}{1} / \frac{4}{1} / \frac{2}{1}\right)$$

③ الازهر ١٩٩٦ اذا كانت المقاومة النوعية لوصل 0.5 اوم . متر فان حاصل ضربها في توصيلتها الكهربائية تساوي (2 - 1 - 0.5).

مقارنة بين المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربائية

وجه المقارنة	المقاومة النوعية للمادة ρ_e	التوصيلية الكهربائية σ
التعريف	مقاومة موصل طوله واحد متر ومساحة مقطعه 1 متر مربع	مقلوب مقاومة موصل طوله واحد متر ومساحة مقطعه 1 متر مربع
العوامل التي يتوقف عليها	صفة فيزيائية مميزة للمادة تتوقف فقط على نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة	صفة فيزيائية مميزة للمادة تتوقف فقط على نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة
العلاقات الرياضية	$\rho_e = \frac{1}{\sigma} = \frac{RA}{L}$	$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{L}{RA}$
وحدات القياس	اوم . م ($\Omega \cdot m$) فولت . م / امبير	اوم ⁻¹ . م ⁻¹ ($\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$) سيمون . م ⁻¹ / امبير/فولت . م

نص قانون اوم : عند ثبوت درجة الحرارة فان فرق الجهد بين طرفي موصل متناسب طرديا مع شدة التيار

المار فيه .

$$V=IR$$

الصيغة الرياضية لقانون اوم

ملاحظات هامة للمسائل

1 للمقارنة بين مقاومتي موصل نستخدم العلاقة

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{(\rho_e)_1 L_1 A_2}{(\rho_e)_2 L_2 A_1}$$

2 تحسب كثافة اي مادة من العلاقة $\rho = \frac{m}{V_{ol}}$

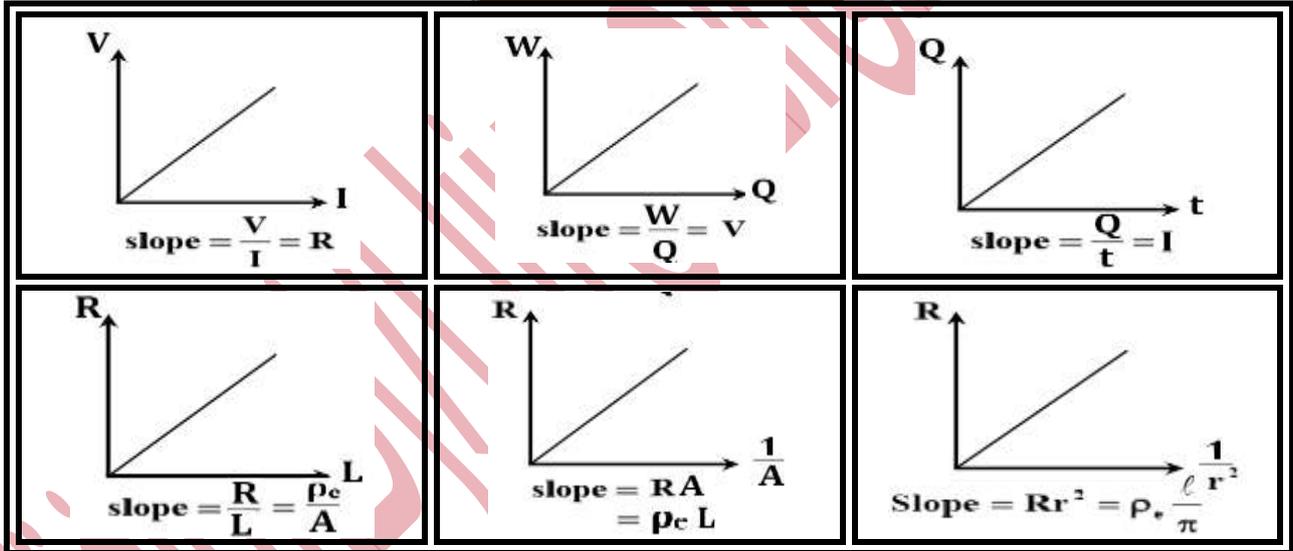
3 اذا اعيد تشكيل قضيب معدني فان الحجم ثابت

(1) مقدار الزيادة في الطول تعادل مقدار النقص في مساحة المقطع.

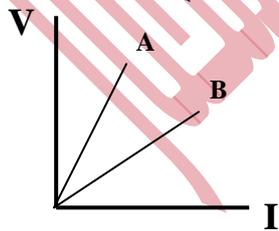
(2) النسبة بين القطرين كالنسبة بين نصفي قطريهما.

4 لإدخال كتله السلك $m = \rho V_{ol} = AL = \rho \pi r^2 L$

علاقات بيانية هامة



س في الشكل المقابل يوضع العلاقة بين فرق الجهد لسلكين من النحاس و شدة التيار اطار أي السلكين



1 اكبر مقاومة

2 اكبر طولاً

3 اكبر نصف قطر .

4 اكبر مقاومة نوعية .

الحل :

1 الاكبر مقاومة السلك A لان له ميل اكبر حيث $Slope = V \div I = R$

2 الاطول السلك A لان له مقاومة اكبر والمقاومة متناسب طرديا مع الطول

3 الاكبر نصف قطر هو السلك B لأنه له اقل مقاومة والمقاومة متناسب عكسيا مع مربع نصف القطر

4 المقاومة النوعية للسلك A = المقاومة النوعية للسلك B لان السلكين مصنوعان من نفس المادة وهي

النحاس والمقاومة النوعية تتوقف على نوع المادة فقط عند ثبوت درجة الحرارة

سيجما في الفيزياء اسهل طريق للتفوق

(المقاومة الكلية - المقاومة النوعية - التوصيلية الكهربائية - لا توجد اجابة)

مسائل وتمارين

١. ساق معدنية طولها 2 متر وقطرها 8 مم احسب مقاومتها إذا كانت المقاومة النوعية للمعدن 1.76×10^{-8} أوم . متر
ثم احسب التوصيلية الكهربائية لها ؟
(5.7×10^7)
٢. ساق نحاس يمر به 1200 أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيها 1.2 ميلي فولت فإذا كانت طولها 24 سم
كم تكون مقاومة المتر الواحد
(4.166×10^{-6} أوم / متر)
٣. سلك من الألومنيوم قطره 2.59 mm كم يكون طول هذا السلك اللازم لعمل مقاومة 1 أوم علما بأن المقاومة
النوعية للألومنيوم 2.8×10^{-7} أوم . متر ؟
(188)
٤. (مصر ٩٤) : سلك طول 30 m ومساحة مقطعه 0.3 cm وصل على التوالي مع مصدر تيار مستمر وأميتر
وقيس فرق الجهد بين طرفي السلك بواسطة فولتميتر فكان 0.8 فولت فإذا كانت شدة التيار المار في
السلك 2 أمبير . احسب التوصيلية الكهربائية للسلك ؟
(25×10^5)
٥. سلكان لهما نفس الطول ومصنوعان من مادة واحدة . الأول مقاومته 25 أوم والثاني مقاومته 49 أوم احسب
النسبة بين قطريهما ؟
(7 : 5)
٦. سلك من الفضة الأتانية طول 50 m ومساحة مقطعه 0.05 cm^2 ومقاومته 10Ω فكم تكون مقاومة سلك
آخر من نفس المادة طوله 20 m ومساحة مقطعه 4 mm^2
٧. سلكان من النحاس طول احدهما 10 سم وكتلته 0.1 كجم وطول الاخر 40 سم وكتله 0.2 كجم قارن بين
مقاومة كلا منهما
(1/8)
٨. سلك منتظم المقطع طول 1.25 m ومساحة مقطعه $4 - 210 \text{ cm}^2$ والمقاومة النوعية لمادته $4 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$
أدخل ضمن دائرة فمر به تيار شدته 2 A وصل فولتميتر بطرفي السلك فكانت قراءته 20.5 V فهل
هناك خطأ في قراءته أم لا .
(70.5)
٩. سلك من الفضة الأتانية طول 62.5 cm ومقاومته 70Ω فإذا كان قطر مقطعه 0.05 cm احسب مقاومته
النوعية والتوصيلية الكهربائية لهذه المادة
١٠. سلك طول 2 m ومساحة مقطعه 0.1 m^2 وصل بمصدر قوته الدافعة 10 V فمر به تيار شدته 2 A احسب
المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربائية لمادته.
($0.25 \Omega \text{ m}$) ($4 \times 10^4 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$)
١١. وصل سلك منتظم المقطع طول متران ومقاومته 5Ω ومساحة مقطعه $8.45 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ بين قطبي بطارية
فمر في الدائرة تيار شدته 4 A احسب :
① فرق الجهد بين طرفي الموصل . ② المقاومة النوعية لمادة الموصل .
③ التوصيلية الكهربائية لمادة الموصل . ④ عدد الإلكترونات التي تمر بالموصل خلال نصف دقيقة
١٢. (الأزهر ٩٤) يمر 12.5×10^{18} إلكترون في الثانية عبر مقطع سلك مساحته $3 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ وطوله 30 m
احسب المقاومة النوعية لمادة السلك إذا علمت أن فرق الجهد بين طرفي السلك 5 فولت و أن شحنة
الإلكترون تساوي 1.6×10^{-19} كولوم . [$2.5 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$]
١٣. صنع طالب مقاومة من سلك ذو طول معين وصنع مقاومة أخرى باستخدام سلك من نفس النوع وكان قطره
يساوي نصف قطر السلك الأول وطوله ضعف طول السلك الأول احسب النسبة بين مقاومة السلك
الثاني إلى مقاومة السلك الأول
(8 : 1)

١٤. قضيب اسطواني أعيد تشكيله بحيث أصبح طوله ثلاثة أمثال طوله الأصلي فكم تصبح مقاومته
 ١٥. قضيب اسطواني من مادة ما أعيد تشكيله بحيث تم سحبه بحيث أصبح طوله أربعة أمثال طوله الأصلي . فكم
 تصبح مقاومته ($R_2 = 16 R_1$)

١٦. (الأزهر ٩١) سلك معدني معزول قطر مقطوعه 0.1mm مصنوع من سبيكة المقاومة النوعية لمادتها
 $5 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ احسب : ١ التوصيلية الكهربائية لمادة هذا السلك. ($2 \times 10^6 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)
 ٢ الطول الذي يلزم من هذا السلك لاستخدامه كمقاومة قيمتها 200 (3.14 m)

١٧. أدمجت أطوال مختلفة من سلك مساحة مقطوعه 0.1 cm^2 في دائرة كهربية لإيجاد مقاومة كل منها فكانت
 النتائج كالآتي :

L (m)	2	4	6	10	14	16
R Ω	5	10	15	25	35	40

ارسم علاقة بيانية بين الطول على المحور السيني ومقاومة السلك على المحور الصادي ومن الرسم البياني
 أوجد : أ- مقاومة كل جزء من هذا السلك طوله 12 m
 ب- المقاومة النوعية لمادة السلك . ج- التوصيلية الكهربائية لمادة السلك .

• الطاقة الكهربائية المستغدة في موصل (W)

$$\therefore V = \frac{W}{Q} \therefore W = VQ = Vit$$

$$\therefore W = I^2 R t = \frac{V^2 t}{R}$$

• وحدة قياس الطاقة الكهربائية المستغدة :

الكيلو وات . ساعة = 1000 وات ساعة = 1000 * 60 * 36 = $10^5 \times 60$ جول.

👉 القدرة الكهربائية لجهاز كهربى (P_w) مقدار الطاقة الكهربائية التي يستهلكها الجهاز في الثانية الواحدة

$$P_w = \frac{W}{t} = \frac{VIt}{t} = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R} \quad \text{قانون حسابها}$$

• وحدة قياسها وات وتكافى جول / ثانية = فولت . أمبير = أمبير^٢ اوم = فولت^٢ / اوم .

📖 ما معنى قولنا أن مصباح كهربى قدرته 100 وات ؟

ج : أي أن هذا المصباح يستنفذ طاقة كهربية مقدارها 100 جول في الثانية الواحدة .

• تكاليف استعمال الطاقة الكهربائية تحسب من العلاقة

$$\text{القدرة بالكيلو وات} \times \text{عدد الساعات} \times \text{سعر الكيلو وات ساعة} = \frac{\text{الطاقة المستهلكة}}{3.6 \times 10^6} \times \text{ثمان الكيلوات ساعة}$$

👉 كفاءة البطارية

تقدر بالنسبة بين فرق الجهد بين طرفي البطارية الي قوتها الدافعة الكهربيه

$$\text{الكفاءة} = \frac{W_{out}}{W_t} = \frac{P_{wout}}{P_w} = \frac{V_{out}}{V_B} = \frac{R_{out}}{R_t}$$

توصيل المقاومات

أولا : التوصيل على التوالي

الغرض منه

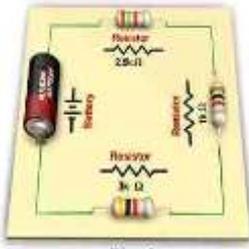
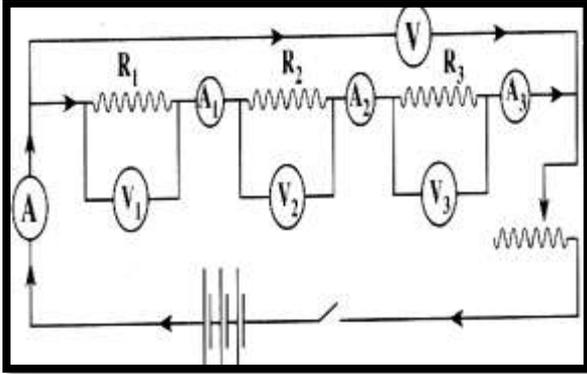


Figure 3

الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة مقاومات صغيرة

تعيين المقاومة المكافئة لمجموعة من مقاومات متصلة على التوالي عمليا :



1 نصل مجموعة المقاومات على التوالي في دائرة كما بالشكل .

2 نغلق المفتاح ونعدل من الريوستات نمرر تيار مناسب الشدة |

3 يأخذ من قراءة الاميترات الموجودة بالدائرة نجد ان شدة التيار متساوية في جميع اجزاء الدائرة ولتكن |

4 نعين فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة علي حده وليكن V_3, V_2, V_1 باستخدام الفولتميترات وكذلك نعين فرق

الجهد الكلي V نجد ان $V = V_1 + V_2 + V_3$

قانون كير شوف فرق الجهد بين طرفي مجموعة مقاومات متصلة على التوالي يساوي مجموع فروق الجهد على المقاومات بالدائرة

5 المقاومة المكافئة في حالة التوصيل على التوالي

$$\therefore I R = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

$$\therefore V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\therefore R_{out} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (I)$$

6 إذا كانت المقاومات متساوية وقيمة كل منها "r" وعددها "N" فان المقاومة المكافئة $R = N \times r$

مميزات التوصيل على التوالي

1 شدة التيار متساوية في جميع المقاومات

2 فرق الجهد يختلف بين طرفي كل مقاومة.

3 المقاومة المكافئة لعدة مقاومات على التوالي اكبر من اكبر مقاومة .

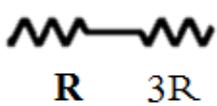
كلما زاد طول السلك زادت مقاومته؟

ج : لأنه يمكن اعتبار السلك الطويل كما لو كان مكون من عدة مقاومات متصلة على التوالي وايضا

المقاومة تتناسب تناسباً طردياً مع طول السلك عند ثبوت باقي العوامل $L \propto R$

فكر... اختر في الشكل المقابل تكون النسبة بين القدرة المفقودة في المقاومة R الي القدرة

المفقودة في المقاومة $3R$ الواحد الصحيح (اكثر من - اقل من - يساوي)



الاذكار قوارب النجاة في بحر الحياة

والصلاة والتلاوة والذكر عقود زاهية علي صدرك

ثانيا توصيل المقاومات على التوازي

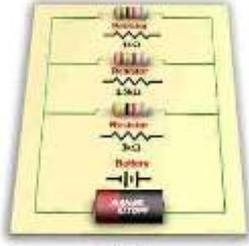
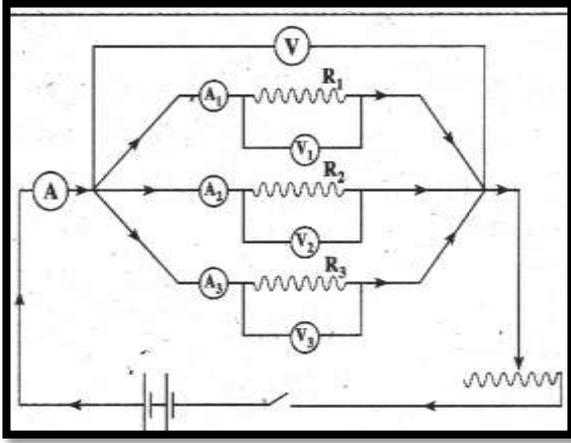


Figure 4



● **الغرض منه** : الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات كبيرة .

● **حساب المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات متصلة على التوازي عمليا**

① نصل مجموعة المقاومات في دائرة كما بالشكل .

② نغلق المفتاح ونعدل الريوستات لإمرار تيار كهربى مناسب

③ نعين فرق الجهد الكلى V باستخدام الفولتميتر وكذلك

فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة نجد انه متساوي

ويساوي فرق الجهد الكلى " V "

④ نعين شدة التيار في كل مقاومة I_1, I_2, I_3 باستخدام

الاميترات نجد ان: $I = \frac{V}{R} \therefore I = I_1 + I_2 + I_3$

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\therefore \frac{1}{R_{out}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

أي مقلوب المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات متصلة على التوازي = مجموع مقلوب هذه المقاومات

④ إذا كانت المقاومات متساوية وكل منها (r) وعددها (N) : $R = \frac{r}{N}$

⑤ في حالة مقاومتين فقط متصلين على التوازي : $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

⑥ وإذا كانت المقاومتين متساويتين فإن $R = \frac{R}{2}$

ملحوظة :

قيمة المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوازي تكون أصغر من قيمة أي مقاومة منها

لحساب شدة التيار I المار في كل مقاومة من مجموعة مقاومات متصلة على التوازي :

شدة تيار الفرع = $\frac{I}{R}$ فرق الجهد الكلى V

مقاومة الفرع R

في حالة مقاومتين فقط متصلتين على التوازي : $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

عند اتصال مقاومتين على التوازي فإن الجزء الأكبر من التيار يمر في المقاومة الأصغر

في حالة اتصال المقاومات على التوازي تزداد القدرة المسحوبة من المصدر لصغر المقاومة الكلية

وبالتالي تزداد قيمة شدة التيار المسحوب

عالم كلما زادت مساحة مقطع السلك قلت مقاومته ؟

ج : لأن المقاومة تتناسب عكسيا مع مساحة مقطع السلك عند ثبوت باقي العوامل $R \propto \frac{1}{A}$

ويمكن اعتبار السلك السميك كما لو كان مكون من عدة مقاومات متصلة على التوازي

مقارنة بين التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي

وجه المقارنة	التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
الفرض	الحصول على مقاومة كبيرة من عدة مقاومات صغيرة	الحصول على مقاومة صغيرة من عدة مقاومات كبيرة
السبب العلمي	المقاومة تتناسب طردياً مع الطول وفي التوصيل على التوالي يزداد طول المسار أمام التيار	المقاومة تتناسب عكسياً مع المساحة وفي التوصيل على التوازي تزداد المساحة أمام التيار
طريقة التوصيل	يكون هناك مسار واحد فقط أمام التيار (خط واحد)	يكون هناك أكثر من مسار أمام التيار (أكثر من خط)
شدة التيار	ثابتة لا تتجزأ $I = I_1 = I_2 = I_3$	تتجزأ ويكون $I = I_1 + I_2 + I_3$
فقدان الجهد	يتجزأ ويكون $V = V_1 + V_2 + V_3$	ثابت لا يتجزأ ويكون $V = V_1 = V_2 = V_3$
القانون الرياضي	$R = R_1 + R_2 + R_3$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
ملاحظات هامة	<ul style="list-style-type: none"> المقاومة الكلية تزداد وتكون أكبر من أكبر مقاومة في حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن $R = r \times N$ في حالة توصيل مقاومتين على التوالي فإن $R = R_1 + R_2$ 	<ul style="list-style-type: none"> المقاومة الكلية تقل وتكون أصغر من أصغر مقاومة في حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن $R = \frac{r}{N}$ في حالة توصيل مقاومتين $\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = R$

حل في الدوائر الكهربائية المتصلة على التوازي تستخدم أسلاك سميكة عند طرفي البطارية بينما تستخدم أسلاك أقل

سمكاً عند طرفي كل مقاومة في الدائرة ؟

ج : لأن شدة التيار في دائرة التوازي تكون أكبر ما يمكن عند مدخل ومخرج التيار (أي عند قطبي البطارية) لذلك تستخدم أسلاك سميكة لها مقاومة أقل فلا تؤثر في شدة التيار بينما يتجزأ التيار في كل مقاومة على حدة لذا فلا نحتاج لاسلاك سميكة

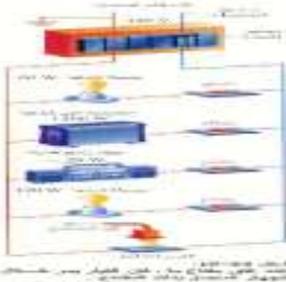
حل توصيل الاجهزة الكهربائية في المنازل على التوازي؟

ج : التوصيل على التوازي يتيح لنا تشغيل كل جهاز على حدة وإذا تم إيقاف تشغيل أي جهاز لا تتوقف باقي الاجهزة عن العمل . كما ان التوصيل على التوازي يتميز بثبوت فرق الجهد الكهربائي والمقاومة الكلية للأجهزة تكون اصغر ما يمكن فتكون شدة التيار كبيرة

📖 ما معنى قولنا ان المقاومة المكافئة لعدة مقاومات موصلة معا 10 اوم ؟

ج : أي ان قيمة المقاومة الواحدة التي تؤدي وظيفة المجموعة كلها بحيث لا يتغير فرق الجهد او شدة التيار

الكل = 10 اوم



① عند زيادة فرق الجهد بين طرفي موصل للضعف فان قيمة المقاومة

(تزداد للضعف-تقل للنصف-تظل ثابتة)

② اذا كانت المقاومة X ضعف المقاومة Y فان النسبة بين $\frac{I_x}{I_y}$ في حاله التوصيل علي التوالي

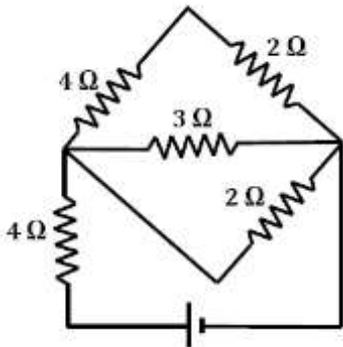
$$\left(\frac{1}{4}, \frac{4}{1}, \frac{1}{2}, \frac{2}{1}\right)$$

طريقة حساب المقاومة المكافئة

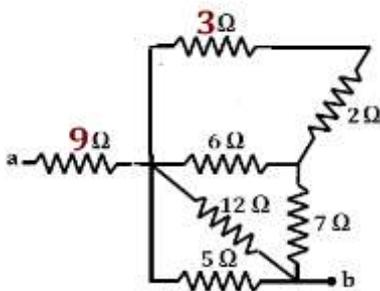
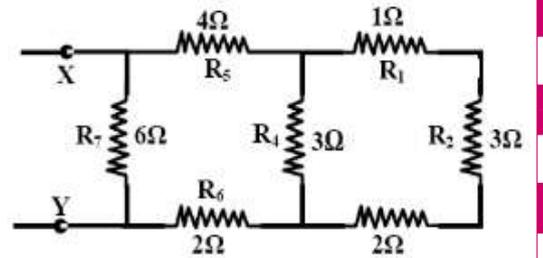
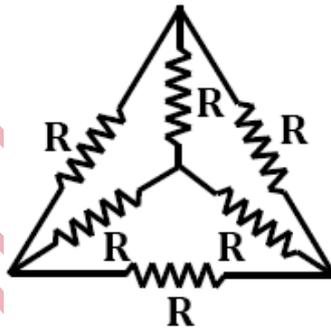
- ① نرسم اتجاه التيار في جميع الفروع بدايت من القطب الموجب الي القطب السالب فنجد ان المقاومات التي يمر بها نفس التيار متصلت علي التوالي بينما المقاومات التي يتجزأ عليها التيار متصلت علي التوازي
- ② في حالت وجود دائرة بها عدة مقاومات متصلت معا علي التوالي والتوازي فاننا نبدأ باخر فرع بعيدا عن المصدر حتي نصل الي المصدر
- ③ او نبدأ بالفرع الاكثر تشابك ثم الاقل

مسائل وتمارين

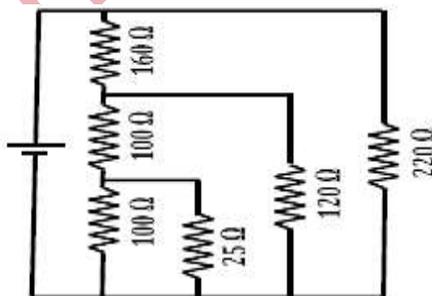
① اوجد المقاومة المكافئة للدوائر التالية



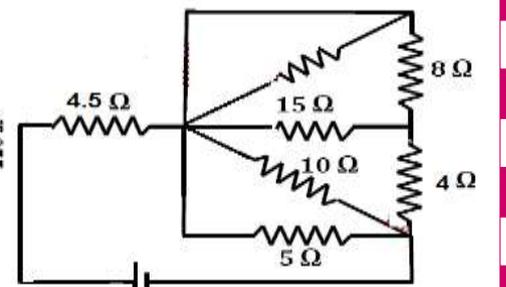
(5 Ω)



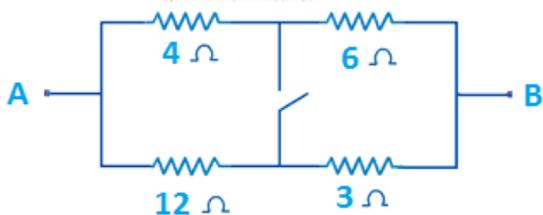
(11.6 Ω)



(110 Ω)

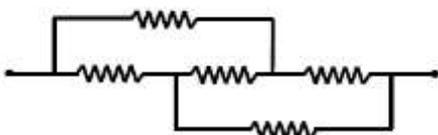


(7 Ω)



② في الشكل اطعاب احسب المقاومة الكلية عندما يكون المفتاح
① مفتوح
② مغلق

③ احسب المقاومة الكلية للدائرة الموضحة بالشكل اذا علمت ان قيمة المقاومة الواحدة 8 Ω

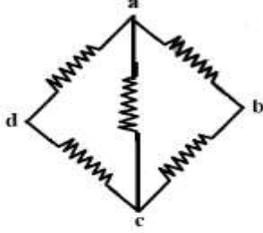


٤) عدة مقاومات متساوية إذا وصلت على التوالي كانت المقاومة الكلية لها 20Ω وإذا وصلت على التوازي كانت المقاومة الكلية له 0.2Ω أحسب قيمة كل مقاومة 2Ω

٥) أوجد النسبة بين مقدارتي المقاومتين اللتين إذا وصلتا على التوالي كانتا المقاومة المكافئة لهما 4 أمثالها عند التوصيل على التوازي (1:1)

٦) مقاومتان R_1 ، R_2 عند توصيلهما على التوازي كانت المقاومة المكافئة لهما تساوي 6Ω وعند توصيلهما على التوازي كانت المقاومة المكافئة تساوي 27Ω أوجد قيمة كل من R_1 ، R_2

٧) بالشكل المقابل خمسة مقاومات قيمة المقاومة الواحدة 5 أوم متصلين معا في دائرة كهربية احسب المقاومة المكافئة لها عند توصيل مصدر كهربائي بين



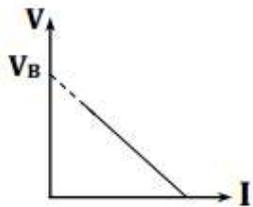
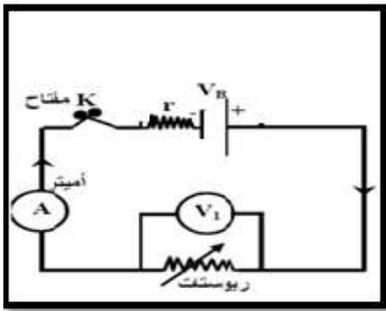
النقطتين a,d ① ، a,c ② ، b,d ③

فكر

١) معك 7 مقاومات متساوية كيف توصيهم معاً للحصول على مقاومه مكافئه تساوي مقاومه احدهما وضح بالرسم .

٢) (الأزهر ٢٠٠٠) مضع من السلك رؤوسه (س . ص . ع . ل . ن) مقاومة أضلاعه (6، 9، 12، 15، 18) أوم على الترتيب وضح كيف يمكن توصيل رأسين من رؤوسه بمصدر كهربائي بحيث تكون مقاومته أصغر ما يمكن وما قيمتها. (5.4Ω)

قانون أوم للدائرة المغلقة



$$\text{Slope} = \frac{V_B - V}{I} = r$$

١) سبق تعريف القوة الدافعة لعمود (V_B) بأنها الشغل الكلي المبذول لنقل "1" كولوم في الدائرة كلها داخل العمود وخارجه

٢) فإذا كانت المقاومة الداخلية لعمود (r) موصل في دائرة مع مقاومة خارجية (R) فإن :

القوة الدافعة الكهربائية $V_B =$ فرق الجهد الخارجي $V +$ فرق الجهد الداخلي V

$$V_B = V_{in} + V_{out}$$

$$V_B = IR + Ir \Rightarrow \therefore V_B = I(R + r)$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R + r}$$

نص قانون أوم للدائرة المغلقة

" شدة التيار الكلي المار في دائرة تساوي النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية الكلية الى المقاومة الكلية للدائرة"

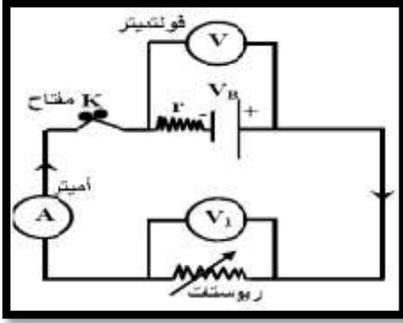
علل ثبوت درجة الحرارة شرط أساسي لتطبيق قانون اوم ؟

جـ : وذلك لان المقاومة تتغير بتغير درجة الحرارة



سيجما في الفيدياء طريقك للتفوق

العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية للعمود وفرق الجهد بين طرفية



القوة الدافعة الكهربائية للعمود V_B دائما أكبر من فرق الجهد بين

$$V = V_B - Ir$$

عندما تصبح شدة التيار منعدمة فإن $V_B = V$ ويكون ذلك عندما تكون

الدائرة الكهربائية مفتوحة أو عند استخدام مقاومة خارجية كبيرة جدا . او عندما تصبح (r) المقاومة الداخلية صغيرة جدا عند ذلك تدل قراءة الفولتميتر في الدائرة على القوة الدافعة الكهربائية للعمود

القوة الدافعة الكهربائية للعمود V_B

هي فرق الجهد بين قطبي العمود في حالة عدم مرور تيار كهربائي في دائرته.

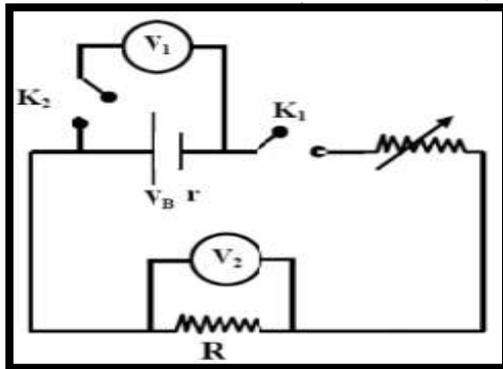
علل القوة الدافعة الكهربائية للعمود تكون دائما أكبر من فرق الجهد بين طرفي دائرته الخارجية؟

جـ : لوجود مقاومة داخلية للعمود يستهلك فيها شغل لنقل الكهرباء داخل العمود $V_B = V + Ir$

علل تزداد كفاءة البطارية كلما قلت مقاومتها الداخلية؟

جـ : وذلك حسب قانون أوم للدائرة المغلقة $V = V_B + Ir$ ، كلما قلت المقاومة الداخلية يقل فرق الجهد المفقود في البطارية و تزيد كفاءة البطارية.

مثال توضيحي في الشكل المقابل نجد ان



V2	V1	عندما يكون
0	0	K1 & K2 مفتوح
IR	0	K1 مغلق فقط
0	V_B	K2 مغلق فقط
IR	V_B - IR	K1 & K2 مغلق

ملاحظة : يسمى المقدار Ir الهبوط في الجهد عبر البطارية أو فرق الجهد المفقود

وتكون النسبة المئوية للهبوط في جهد $\frac{Ir}{V_B} \times 100$

مثال بطارية $12V$ ولها 0.5 أوم احسب النسبة المئوية للجهد المفقود عند

استخدامها في اضاءة مصباح مقاومته 20 أوم

$$I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{12}{20+0.5} = 4.8A$$

$$V_{in} = IR = 4.8 \times 0.5 = 2.4V$$

$$\frac{V_{in}}{V_B} \times 100 = \text{المفقود الجهد}$$

$$\text{الجهد المفقود} = \frac{2.4}{12} \times 100 = \frac{240}{12} = 20\%$$

تقريباً مقاومة 100 اوم متصلة علي التوالي مع مصدر كهربى 55 فولت ومقاومة الداخلية 10 اوم اجد النسبة المئوية للخطا في فولتمتر مقاومة 800 اوم يقيس فرق الجهد بين طرفيها

تقريباً تتصل محطة توليد الكهرباء بمصنع يبعد عنها بمسافة 5 كيلومتر بسلكين فإذا كان الفرق في الجهد بين طرفي السلكين عند المحطة 220V وبين الطرفين عند المصنع 280 V وكان المصنع يستخدم تيار شدته 40 A احسب مقاومة المتر الواحد من السلك .

توصيل الاعمدة الكهربائية

اولاً : توصيل الاعمدة علي التوالي

● في اتجاه واحد تكون القوة الدافعة الكهربائية

$$R^- = r_1 + r_2$$

● ولحساب شدة التيار نستخدم العلاقة

$$I = \frac{V_{B1} + V_{B2}}{R + r_1 + r_2}$$

● في الاتجاهين (علي التعاكس) تكون القوة الدافعة الكهربائية

$$V_B = V_{B1} - V_{B2}$$

وتكون $R^- = r_1 + r_2$ الكليه

● ولحساب شدة التيار نستخدم العلاقة $I = \frac{V_{B1} - V_{B2}}{R + r_1 + r_2}$ حيث ان $V_{B1} > V_{B2}$

ثانياً : توصيل الاعمدة الكهربائية علي التوازي

$$V_{BT} = V_B \text{ ح للواحد}$$

ملاحظات هامة عند توصيل بطارية بوحدة شحن (تقويم) فان التيار يخرج من وحدة الشحن ليمر في البطارية وعندئذ يكون ① فرق الجهد بين طرفي وحدة التقويم = القوة الدافعة لوحدة الشحن - الهبوط في الجهد عبر المقاومة الداخلية لها

② فرق الجهد بين قطبي البطارية = القوة الدافعة للبطارية + الهبوط في الجهد عبر المقاومة الداخلية لها

① فرق الجهد بين قطبي العمود بساوي القوة الدافعة الكهربائية للعمود عندما تكون الدائرة الخارجية

$$V = V_B \text{ مفتوحة اي ان } I = 0 \text{ وبالتعويض في العلاقة } V = V_B - I r \text{ يصبح } V = V_B$$

② فرق الجهد بين قطبي العمود اقل من القوة الدافعة الكهربائية للعمود عندما تكون الدائرة الخارجية

$$V = V_B - I r \text{ مغلقة اي يمر بها تيار كهربى حيث ان}$$

③ فرق الجهد بين قطبي العمود اكبر من القوة الدافعة الكهربائية

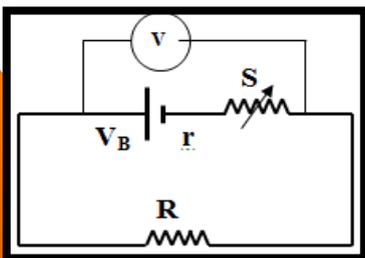
للعوم عندما يُشحن العمود من عمود اخر موصل معه على

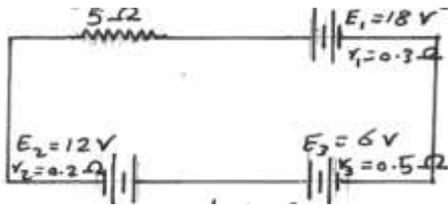
$$V = V_B + I r \text{ التوازي}$$

④ في الشكل المقابل :

$$V = V_B - (I r + I S) \text{ بحساب قراءة الفولتمتر}$$

عند زيادة المقاومة S فان قراءة الفولتمتر تقل



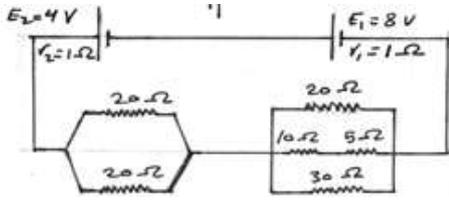


تدريب في الدائرة الموضحة احسب:

① شدة التيار الكلي .

② فرق الجهد بين طرفي كل بطارية .

③ فرق الجهد عبر المقاومة الخارجية 5Ω



تدريب ٢ احسب المقاومة الكلية في الدائرة الموضحة

وكذلك شدة التيار الكلي المار بها

ملاحظات هامة

لا يمر تيار في السلك او المقاومة في الحالات التالية

① عند غلق مفتاح متصل علي التوازي

② فتح مفتاح متصل علي التوالي

③ تساوي الجهد بين طرفي المقاومة

مثال : في الدائرة الموضحة بالشكل عند غلق المفتاح K لا يمر التيار في أي

من المقاومتين R_1 , R_2 ويمر في المقاومة S فقط

أي تصبح المقاومة المكافئة للمجموعة = S فقط

عند وجود ريوستات معاومة R

في دائرة كهربية وعند ضبط الزالق :

① عند بداية الريوستات فان المقاومة المأخوذة من الريوستات

تساوي صفر حيث لا يمر تيار بمقاومة الريوستات

② عند نهاية الريوستات فان المقاومة المأخوذة من الريوستات تساوي R حيث يمر التيار بمقاومة الريوستات

كلها

③ عند منتصف الريوستات فان المقاومة المأخوذة من الريوستات تساوي $R/2$ (نصف مقاومة الريوستات)

حيث يمر التيار بنصف مقاومة الريوستات فقط .

مثال (مصر ٩٢) بطارية وقدها 6 فولت ومقاومتها الداخلية واحد اوم واميتر مقاومته مهملة ومقاومة ثابتة

R وريوستات موصل علي التوالي عند ضبط الزالق علي بداية الريوستات مر تيار شدته 0.6 امبير وعند

ضبط الزالق علي نهاية الريوستات مر تيار شدته 0.1A احسب

② مقاومة الريوستات

① قيمة المقاومة R

طريقة التوصيل:

اذا كان لديك عدة مقاومات R_1 , R_2 , R_3 ومعلوم ايضا تيار كل مقاومة I_1 , I_2 , I_3 والمطلوب معرفة

طريقة التوصيل :

يتم حساب فرق الجهد على كل مقاومة و المقاومات التي لها نفس فرق الجهد تكون توازي مع النظر ايضا

الى قيمة التيار حيث ان مجموع تيار المقاومات التوازي = شدة التيار الكلي

فكر قبل اخراج الكلمة فرب كلمة قاتله

مع تحياتي / زكريا مختار

أمثلة

- ① ثلاثة مقاومات قيمتها $3, 8, 24 \Omega$ متصلة على التوازي وكانت شدة التيار في المقاومة الأولى $2A$ اوجد شدة التيار في كل مقاومة وكذلك التيار الكلي
- ② مصدر 20.14 وصلت المقاومات $10, 20, 30 \Omega$ بمصدر تيار كهربى فمر تيار شدته $0.05, 0.2, 0.15 A$ على الترتيب احسب ① المقاومة الكلية موضحا طريقة التوصيل بالرسم
- ② القوة الدافعة الكهربائية للمصدر علما بان المقاومة الداخلية 0.5Ω
- ③ مصدر 20.14 دائرة كهربية تحتوي على اربعة مقاومات (R_4, R_3, R_2, R_1) اوم فاذا مر بهذه المقاومات تيار شدته $(0.3, 0.4, 0.2)$ امبر على الترتيب وكانت قيمته $R_1 = 6 \Omega$ وقيمة $R_3 = 15 \Omega$ والمقاومة الداخلية واحد اوم ① بين بالرسم طريقة التوصيل
- ② احسب المقاومة الكلية ③ احسب ق د ك للمصدر

تدريبات

اذكر الكميات الفيزيائية التي تقاس بالوحدات الآتية والوحدة المكافئة لكل منها :

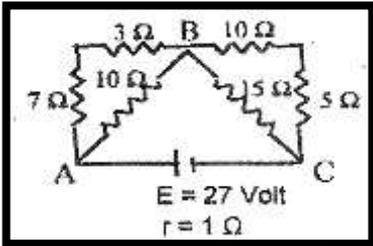
١. كولوم / ثانية ٢. جول / كولوم ٣. فولت . أمبير - ١
 ٤. أوم . متر ٥. فولت . ثانية . أوم^{-١} ٦. أوم - ١ . متر - ١
 ٧. جول / ثانية ٨. فولت . كولوم . وات . ثانية

اختر الإجابات الصحيحة من بين الأقواس :-

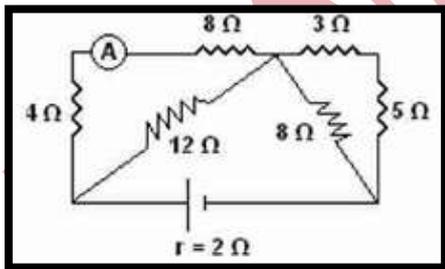
١. إذا كانت emf مصدر كهربى تساوي $6V$ فإن فرق الجهد بين طرفيه في حالة مرور تيار كهربى في دائرته $6V$ (يساوي - أكبر من - أقل من)
٢. تتوقف المقاومة النوعية طادة موصل على (مساحة مقطع - نوع مادة - طول - حجم) الموصل .
٣. حاصل ضرب المقاومة النوعية طادة × التوصيلية الكهربائية لها (= < - >) الواحد الصحيح
٤. عند زيادة طول السلك فإن المقاومة النوعية لمادة السلك (تزداد - تقل - تظل ثابتة)
٥. وصلت مقاومتان على التوالي قيمة إحداهما واحد اوم فتكون المقاومة المكافئة لهما واحد اوم (أكبر من - أقل من - تساوي)
٦. ثلاث مقاومات متصلة على التوازي إذا كانت مقاومة إحداهما تساوي واحد اوم فإن المقاومة المكافئة لهذه المقاومات واحد اوم (أكبر من - أقل من - تساوي)
٧. إذا زاد طول موصل كهربى إلى الضعف وزاد نصف قطره إلى الضعف فإن مقاومته النوعية (تزداد 4 أمثالها - تزداد للضعف - تقل للنصف - لا تتغير)
٨. موصلان من نفس المعدن الأول مقاومته R والثاني طوله ضعف طول السلك الأول ومساحة مقطعه نصف مساحة مقطع الأول فإن مقاومة الثاني تساوي ($4R - 2R - R - R/4$)
٩. إذا زاد طول سلك مقاومة إلى الضعف وقلت مساحة المقطع إلى النصف فإن مقاومته تصبح (تزداد للضعف - تزداد لأربع أمثالها - تظل ثابتة)
١٠. شريطان من معدن واحد أحدهما مقاومته R والثاني له نفس السمك ولكن طوله ضعف طول الأول وعرضه ضعف عرض الأول فإن مقاومة الثاني ($4R - 2R - R$)
١١. سلك مستقيم له مقاومة R ثني من منتصفه فتكون مقاومته الجديدة هي ($1/4 R - 1/2 R - 2 R$)

تمارين ومسائل

- (١) وصلت المقاومات 10Ω ، 20 ، 30 بمصدر تيار كهربية فمر تيار شدته $0.15 A$ ، $0.2 A$ ، $0.05 A$ في المقاومات على الترتيب أوجد المقاومة المكافئة مع التوضيح بالرسم (27.5Ω)
- (٢) سلكتان أ ، ب معاومتهما 5Ω ، 20Ω على الترتيب موصلة على التوالي بين نقطتين في دائرة كهربية فإذا كان الفرق في الجهد بين الطرفين النهائيين للمقاومتين $50 V$ فأوجد فرق الجهد بين طرفي أ ، ب
- (٣) وصلت مقاومتان أ ، ب معا على التوازي ثم وصلت المجموع على التوالي بمقاومة ثالثة (ج) وبطارية قوتها الدافعة $52 V$ فإذا كانت المقاومات (أ ، ب ، ج) هي 40Ω ، 60 ، 2 على الترتيب فأحسب مع إهمال المقاومة الداخلية للبطارية :
- ① شدة التيار الكلي المار في الدائرة . ② شدة التيار المار في كل من أ ، ب
- (٤) (أزهر ٩٠) ستين مصابيح موصلة على التوازي تعمل على مصدر قوته الدافعة الكهربية $100 V$ يراد تشغيلها على مصدر آخر قوته الدافعة الكهربية $200 V$ دون أن تلف وضح بالرسم فقط طريقة توصيل هذه المصابيح لتحقيق هذا الغرض ثم احسب شدة التيار المار في كل مصباح. علماً بأن مقاومة المصباح الواحد 240Ω ($0.415 A$)
- (٥) (مصر ٩٨) سلك معدني طوله $30 m$ ومساحة مقطعه $20.3 cm$ والمقاومة النوعية لمادته $5 \times 10^{-7} \Omega m$ وصل على التوالي مع مقاومة مقدارها 8.5Ω وبطارية قوتها الدافعة الكهربية $18 V$ ومقاومتها الداخلية 1Ω احسب شدة التيار ($1.8 A$)

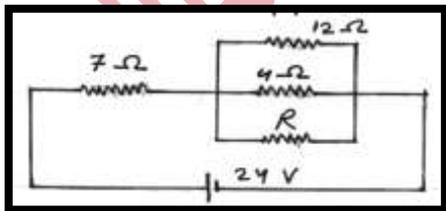


- (٦) (سودان ٢٠٠٨) في الدائرة الموضحة بالشكل احسب :
- ① المقاومة الكلية للدائرة (12.5Ω)
- ② فرق الجهد بين C ، B
- ③ شدة التيار الكلي ($15 V$)



- (٧) في الشكل اطالع احسب ① المقاومة الكلية

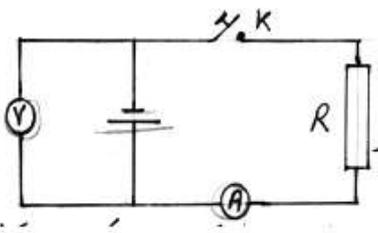
- ② القوة الدافعة الكهربية للمصدر عندما يقرأ الاميتر $1A$



- (٨) في الشكل اطالع احسب قيمة R التي تجعل البطارية تمد الدائرة بطاقة كهربية بمعدل 60 وات .

- (٩) ثلاثة اسلاك من نفس المادة ولها نفس مساحة المقطع أطوالها 48 ،

- $16 cm$ ، 24 وصلت على التوازي في دائرة كهربية فمر تيار شدته $3A$ وكان فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة $6V$ فاحسب مقاومة كل سلك



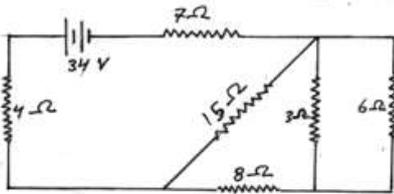
١٠. في الدائرة الموضحة كانت قراءة الفولتميتر تساوي 12 V عندما يكون المفتاح K مفتوحاً وعندما يكون K مغلقاً يقرأ الفولتميتر 9 V ويقرأ الاميتر حينئذ 1.5 A أوجد :

١. د. د. ك للبطارية. (9 V)

٢. قيمة المقاومة الداخلية للبطارية. ($2\ \Omega$)

٣. قيمة المقاومة R ($6\ \Omega$)

٤. إذا علمت أن المقاومة R عبارة عن سلك طوله 6 m ومساحة مقطعه 0.1 cm^2 أحسب التوصيلية الكهربائية لمادته



١١. في الدائرة الموضحة بالشكل أوجد :

١. شدة التيار المار خلال الدائرة. (2 A)

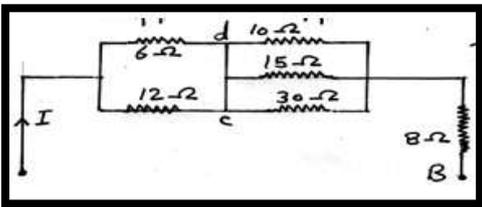
٢. شدة التيار المار في المقاومة $15\ \Omega$ (0.8 A)

٣. القدرة المفقودة في المقاومة $7\ \Omega$ (28 Watt)

١٢. في الدائرة المرسومة إذا كان فرق الجهد عبر المقاومة $6\ \Omega$ هو 48 V

احسب : ١. شدة تيار الدخول I .

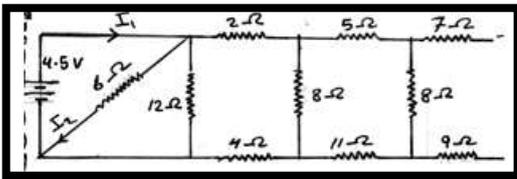
٢. فرق الجهد عبر المقاومة $8\ \Omega$



١٣. في الدائرة الموضحة بالشكل أحسب

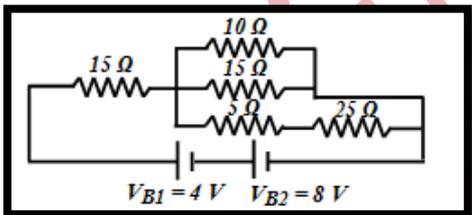
١. المقاومة الكلية في الدائرة.

٢. قيمة كل من I_1 ، I_2



١٤. أحسب المقاومة الكلية للدائرة الموضحة بالشكل وكذلك شدة التيار المار

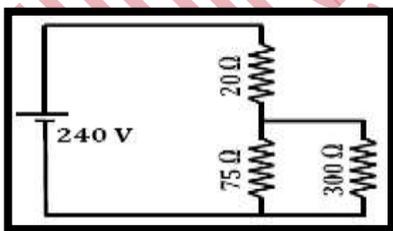
في المقاومة $25\ \Omega$ علماً بأن المقاومة الداخلية لكل عمود $2\ \Omega$



١٥. في الشكل المقابل دائرة كهربائية أوجد

شدة التيار المار في كل مقاومة

وكذلك فرق الجهد عبر كل مقاومة

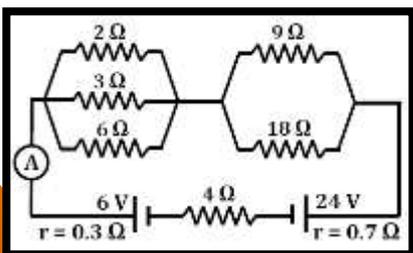


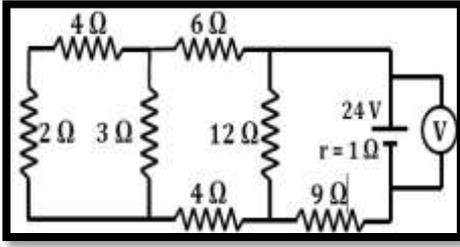
١٧. في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل احسب كلا من

١. المقاومة الخارجية للدائرة

٢. قراءة الاميتر

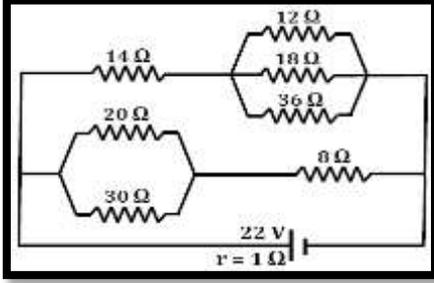
٣. فرق الجهد بين قطبي البطارية ($6\text{ V} - 1.5\text{ A} - 11\ \Omega$)





١٨ في الدائرة الكهربائية المعطاة احسب

- ① المقاومة الخارجية للدائرة
- ② شدة التيار المار في المقاومة 12Ω
- ③ قراءة الفولتميتر



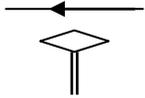
١٩ في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل احسب

- ① المقاومة المكافئة للدائرة الخارجية
- ② شدة التيار المار في المقاومة 14Ω
- ③ شدة التيار المار في المقاومة 30Ω
- ④ فرق الجهد بين قطبي البطارية

الفصل الثالث

• التأثير الكهرومغناطيسي للتيار الكهربائي

مقدمة: اكتشف العالم الدنماركي هانز أورستد عام ١٨١٩ أن للتيار الكهربائي تأثيراً مغناطيسياً وذلك عندما وضع سلكاً يحمل تياراً كهربياً موازياً لإبرة مغناطيسية حرة الحركة. فلاحظ الجراف إبرة البوصلة. وعند قطع التيار الكهربائي عادت إبرة البوصلة لوضعها الأصلي. الجراف إبرة البوصلة يدل على أن التيار الكهربائي أثناء مروره في السلك ينشأ عنه مجال مغناطيسي



الفيض المغناطيسي Φ_m

تعريف: يقدر بعدد خطوط الفيض المارة عمودياً خلال مساحة معينة

وحدة قياسه: الوبر

قانون حسابه: $\Phi_m = B A \sin \theta$ حيث θ الزاوية المحصورة بين خطوط الفيض والمساحة

مثال: وضع قرص قطره 14 cm في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 5 تسلا احسب الفيض الكلي المخترق للقرص في الحالات الآتية: إذا كان القرص:

- ① عمودياً على الفيض
- ② موازياً للخطوط
- ③ يصنع زاوية 30° مع الخطوط
- ④ إذا كان القرص عمودياً على الفيض

$$\Phi_m = BA = B\pi r^2 = 5 \times \frac{22}{7} \times (0.07)^2 = 0.077 \text{ Weber}$$

② عندما يكون القرص موازياً للفيض تكون $\theta = 0$ فيكون الفيض مساوياً للصفر

③ يصنع زاوية 30° مع خطوط الفيض

$$\Phi_m = BA \sin \theta = B\pi r^2 \sin \theta = 5 \times \frac{22}{7} \times (0.07)^2 \sin 30 = 0.0385 \text{ Weber}$$

④ إذا كان عمودياً ثم دار زاوية 30°

$$\Phi_m = BA \sin \theta = B\pi r^2 \sin \theta = 5 \times \frac{22}{7} \times (0.07)^2 \sin 60 = 0.0666 \text{ Weber}$$

(للإ) **متى ينعدم الفيض المغناطيسي عند نقطة**

ج : عندما تكون خطوط المجال المغناطيسي موازية للمساحة المحيطة بتلك النقطة اي $[\theta = 0]$

(للإ) **متى تكون الفيض المغناطيسي عند نقطة اكبر ما يمكن؟**

ج : عندما تكون خطوط الفيض عمودية علي المساحة المحيطة بتلك النقطة اي $[\theta = 90^\circ]$

كثافة الفيض المغناطيسي B

تعريفها : تقدر بعدد خطوط الفيض المغناطيسي التي تمر عموديا بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة او الفيض لوحدة المساحات

وحدة قياسها : تسلا، وبر / م ، نيوتن / أمبير . متر

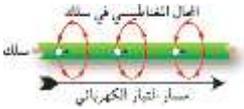
النفاذية المغناطيسية μ

هي قابلية الوسط لنفاذ المجال المغناطيسي خلاله وهي ثابتة للوسط الواحد

وتساوي $4\pi \times 10^{-7} \text{ w/Am}$ للهواء او الفراغ

وحدة قياسه : وبر / امبير . متر

س ي ج ما



أولاً : المجال المغناطيسي لتيار كهربي يمر في سلك مستقيم

شكل المجال : انثر برادة حديد على لوح أفقي من الورق المقوى ينفذ منه سلك

مستقيم عند منتصفه رأسيا يمر به تيار كهربي عند طرق حافة اللوح الورقي طرقا خفيفا ترتيب برادة الحديد (التي تمثل شكل المجال المغناطيسي)

نلاحظ :

- 1 على شكل دوائر منتظمة متحدة المركز مركزها السلك نفسه
- 2 تتزاحم الدوائر بالقرب من السلك وتتباعد كلما بعدت عنه
- 3 يزداد تزاخمها بزيادة شدة التيار ويقل بنقص شدة التيار.

تعيين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي

طريقة عملية :

باستخدام بوصلة حيث يدل الجراف قطبها الشمالي على اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي عند تلك النقطة .

قاعدة إبهام اليد اليمنى لأمبير

نتصور اننا نقبض على السلك باليد اليمنى بحيث يشير الابهام الي اتجاه التيار الكهربي فان اتجاه الأصابع الملتفة على السلك يحدد اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي.

العوامل التي تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسي B

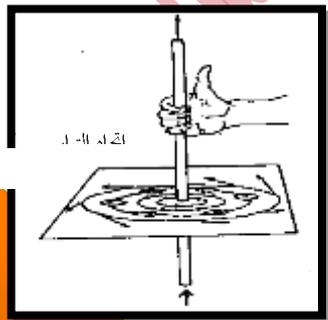
1 شدة التيار I يتناسب طرديا مع كثافة الفيض $B \propto I$

2 بعد النقطة عن السلك d ويتناسب عكسيا مع كثافة الفيض $B \propto \frac{1}{d}$

3 نوع الوسط .

حساب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة . (قانون أمبير الدائري)

$$B \propto \frac{I}{d} \Rightarrow \therefore B = \text{const} \frac{I}{d} \therefore B = \mu \frac{I}{2\pi d}$$



حلل ينصح بعدم بناء المساكن بالقرب من أبراج الضغط العالي للكهرباء

ج : حفاظا علي الصحة العامة والبيئة وذلك لتولديفيض مغناطيسي حول الاسلاك تقل كثافته كلما ابتعدنا عن مركز السلك.

حلل تزداد كثافة الفيض المغناطيسي عند أي نقطة علي محور ملف لولبي يمر به تيار عند وضع ساق من الحديد بداخله

ج : لأن النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر من النفاذية المغناطيسية للهواء فتعمل علي تركيز خطوط الفيض داخل الملف .

نقطة التعادل

هي التي تنعدم فيها كثافة الفيض المغناطيسي او النقطة التي يكون عندها

محصلة كثافة الفيض المغناطيسي تساوي صفر

في حالة وجود سلكان يمر بهما تيار كهربائي

1 توجد نقطة التعادل بين السلكين اذا كان التياران في السلكين في نفس الاتجاه وتكون جوار السلك الاقل تيار حيث يكون اتجاه الفيض الناشئ عن السلك الاول يعاكس اتجاه الفيض الناشئ عن السلك الثاني ويساويه في المقدار .

2 توجد نقطة التعادل خارج السلكين اذا كان التياران في السلكين في اتجاهين متضادين وجوار السلك الاقل تيار حيث يكون اتجاه الفيض الناشئ عن السلك الاول يعاكس اتجاه الفيض الناشئ عن السلك الثاني ويساويه في المقدار .

3 عند نقطة التعادل يكون $B_t = 0$ ويصبح $B_1 = B_2$

4 اذا كان الفيضان بينهما زاوية θ عند نقطة فان محصلة كثافة الفيض عند هذه النقطة يتعين من

$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + B_1 B_2 \cos \theta}$$

وعلى ذلك فاذا كان الفيضان متعامدان فان $\theta = 90^\circ$ ويصبح $\cos 90^\circ = 0$

ويصبح محصلة كثافة الفيض عند هذه النقطة يتعين من العلاقة $B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$

سلكان يمر بهما تيار كهربائي I_1 & I_2		وجه المقارنة
في اتجاهين متضادين	في نفس الاتجاه	
		اتجاه الفيض المغناطيسي
$B_t = B_1 + B_2$	$B_t = B_1 - B_2$ <input type="checkbox"/> $B_1 > B_2$	محصلة الفيض المغناطيسي عند نقطة بين السلكين
$B_t = B_1 - B_2$ <input type="checkbox"/> $B_1 > B_2$	$B_t = B_1 + B_2$ <input type="checkbox"/>	محصلة الفيض المغناطيسي عند نقطة خارج السلكين
تقع خارج السلكين	تقع بين السلكين	نقطة التعادل
قوة تنافر	قوة تجاذب	القوة المتبادلة بين السلكين

١٣١ متى لا توجد نقطة تعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربى ؟ ولماذا

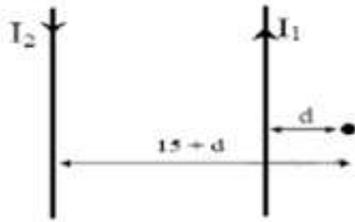
عندما يمر بهما تيار كهربى له نفس الشدة ومتعاكسان في الاتجاه لأنه عند أي نقطة خارج السلكين وقريبة من السلك الأول تكون $(B_1 > B_2)$ دائماً وعند أي نقطة خارج السلكين وقريبة من السلك الثاني تكون $(B_1 < B_2)$ دائماً وبذلك لا يوجد أي نقطة تعادل.

مثال ١ احسب الموضع الذي تنعدم فيه كثافة الفيض المغناطيسي (نقطة التعادل) الناشئ عن مرور تيار كهربى

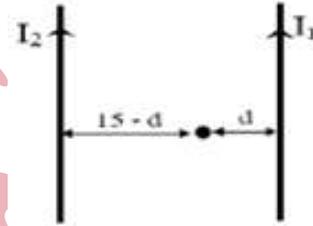
في سلكين مستقيمين متوازيين وضعا في الهواء بحيث كان البعد العمودي بينهما 15cm والسلك الأول يحمل تيار شدته 100A والسلك الثاني يحمل تيار شدته 400A وذلك عندما يكون:

① اتجاه التيار واحد في السلكين ② اتجاه التيار في السلكان مختلف

② اتجاه التيار في السلكان مختلف



الـ حل : ① اتجاه التيار في السلكان واحد



نفرض ان بعد نقطة التعادل عن السلك الأول $d\text{cm}$ نفرض ان بعد نقطة التعادل عن السلك الأول

$d\text{cm}$ فيكون بعدها عن الثاني $(d-15)\text{cm}$ فيكون بعدها عن الثاني $(d+15)\text{cm}$

$$\therefore B_1 = B_2 \quad \therefore B_1 = B_2 \quad \square$$

$$\therefore \mu \frac{I_1}{2\pi d_1} = \mu \frac{I_2}{2\pi d_2} \quad \therefore \mu \frac{I_1}{2\pi d_1} = \mu \frac{I_2}{2\pi d_2} \quad \square$$

$$\frac{100}{d} = \frac{400}{15-d} \quad \frac{100}{d} = \frac{400}{15+d} \quad \square$$

$d=5\text{cm}$ أي ان نقطة التعادل تقع خارج السلكين

وعلى بعد 5cm من السلك الأول و 20cm

من السلك الثاني....

$d = 3\text{cm}$ أي ان نقطة التعادل تقع بين

السلكين وعلى بعد 3cm من السلك

الأول و 12cm من السلك الثاني

مسائل وتمارين

١. احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطه في الهواء على بعد 10cm من سلك مستقيم طويل يمر به تيار

شدته 10A علماً بأن $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ و بر / أمبير . م

٢. سلكان مستقيمان متوازيان يمر في الأول تيار شدته 10A وفي الثاني تيار شدته 5 أمبير احسب كثافة الفيض

الكلى عند نقطه بين السلكين وتبعد 10cm عن الأول . 20cm عن الثاني عندما :

① يكون التياران في اتجاه واحد . ② يكون التياران في اتجاهين متضادين .

٣. (مصر ١٩٩٣) سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما في الهواء 15cm يمر بكل منهما تيار شدته 5A

احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بينهما وعلى بعد 5cm من أحدهما عندما

① يكون التياران في اتجاه واحد . (10^{-5}T) ② يكون التياران في اتجاهين متضادين $(3 \times 10^{-5}\text{T})$

٤. (غزة ٩٤) سلكان طويلان متوازيان وضعا على بعد 10 cm من بعضهما وممر في أحدهما تيار شدته 40 A وفي الآخر تيار شدته 20 A أوجد بعد النقطة التي ينعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسي بين السلكين (6.67 cm عن السلك الذي يمر به تيار 40 A)

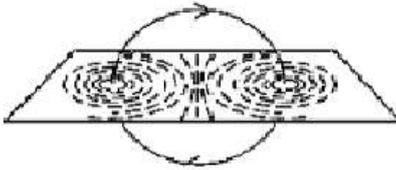
٥. (أزهر ١٩٨٤) سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما 2m يمر في أحدهما تيار كهربى شدته (1 A) وفي الثاني تيار كهربى شدته (2 A) في نفس الاتجاه فكانت كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة في منتصف المسافة بينهما 10⁻⁵ Tesla أوجد 1. 2. 1 إذا علمت أن القوة المؤثرة على المتر الواحد من كل منهما 2.4 x 10⁻⁴ N (30A , 80A)

٦. (أزهر ٢٠٠٨) سلكان مستقيمان ومتوازيان وضعا في الهواء على بعد 30 cm من بعضهما يمر في أحدهما تيار شدته 40A ويمر في الثاني تيار شدته 20A احسب كثافة الفيض المغناطيسي المتولد عند نقطة بينهما تبعد 20cm عن السلك الأول عندما يكون التيار الكهربى في كل من السلكين في نفس الاتجاه مرة . وعندما يكون في اتجاهين متعاكسين مرة أخرى (صفر. 8 x 10⁻⁵T)

٧. (الأزهر ٩٥) سلكان طويلان متوازيان وضعا على بعد 15 سم من بعضهما و يمر في الأول تيار شدته 3 أمبير و في الثاني 2 أمبير . وضعت إبرة مغناطيسية صغيرة بينهما فلم يتغير اتجاهها أوجد بعد الإبرة عن السلك الأول (9 cm)

ثانيا : المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري

● شكل المجال

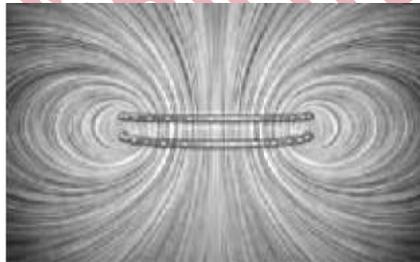


لتحديد شكل المجال الناتج

- 1 أنثر برادة حديد على لوح من الورق المقوى مثبت به ملف دائري رأسيا ثم اطرق اللوح طرقا خفيفا فتترتب برادة الحديد متخذة الشكل الموضح
- 2 نجد ان خطوط الفيض عند طرفي الملف تكون علي شكل دوائر متحدة المركز مركزها هو السلك نفسه ويزداد نصف قطر المجال بزيادة البعد عن مركز السلك .

3 المجال المغناطيسي الناشئ عن الملف يشبه إلي حد كبير المجال المغناطيسي لمغناطيس قصير.

● خواص المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري:



1 تفقد خطوط الفيض دائريتها حول كلا من فرعي الملف

- 2 خطوط الفيض عند محور الملف خطوط مستقيمة توازيه متعامدة على مستوى الملف وهذا يدل على أن المجال منتظما في هذه المنطقة . وفي اتجاه المحور أي عموديا علي مستوى الملف
- 3 تختلف كثافة الفيض من نقطة لنقطة أخرى.

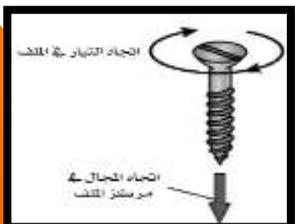
👉 تعيين اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر به تيار :

1 باستخدام بوصلة:

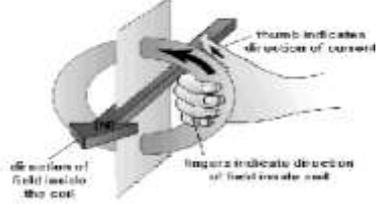
عند وضع البوصلة عند مركز الملف فان اتجاه قطبها الشمالي يدل على اتجاه المجال

2 قاعدة البريمة اليمنى

عند دوران البريمة اليمنى في مركز الملف بحيث يشير اتجاه دورانها لاتجاه التيار في الملف فيشير اتجاه اندفاعها إلى اتجاه المجال



3 قاعدة عقارب الساعة:



يكون الوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر إليه في اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا جنوبيا والوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر إليه عكس حركة عقارب الساعة قطبا شماليا.

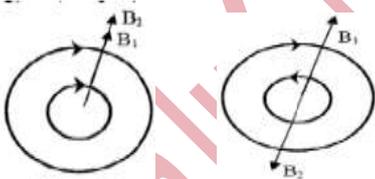
4 وكذلك يمكن استخدام قاعدة اليد اليمنى لأمبير لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي في ملف دائري كما بالشكل وذلك بالقبض باليد على الملف بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه التيار فان الأصابع تشير إلى القطب الشمالي

العوامل التي تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسي B عند مركز ملف دائري

- 1 شدة التيار وبتناسب طرديا مع كثافة الفيض $B \propto I$
 - 2 عدد لفات الملف N وبتناسب طرديا مع كثافة الفيض $B \propto N$
 - 3 نصف قطر الملف r وبتناسب عكسيا مع كثافة الفيض $B \propto \frac{1}{r}$
 - 4 نوع الوسط الفاصل $B \propto \frac{I.N}{2r}$
- $$\rightarrow B = const \frac{N.I}{2r} \quad \rightarrow B = \mu \frac{N.I}{2r} \quad B \propto \frac{I.N}{2r}$$

ملاحظات هامة للمسائل

- 1 يمكن حساب نصف قطر الملف r معلومية طول اللفة الواحدة من العلاقة $r = \frac{L}{2\pi}$
- 2 تحسب عدد اللغات N معلومية طول السلك من العلاقة $N = \frac{L}{2\pi r}$ وإذا كانت اقل من لفة من لفة الزاوية التي يصنعها الملف $N = \frac{\square}{360}$
- 3 عند فك ملف واعادة لفة مرة اخرى بعدد اخر من اللغات ونصف قطر اخر يكون طول السلك واحد
- 4 إذا كان ملفان دائريان ومستواهما واحد ومركزهما مشترك وتيارهما في نفس الاتجاه فان



محصلة كثافة الفيض عند المركز $B_t = B_1 + B_2$

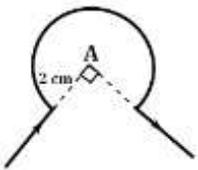
5 إذا كان التيار في الجهتين متضادين فان $B_t = B_1 - B_2$

6 إذا كان الملفان متعامدان فان $B_t = \sqrt{B_1 + B_2}$

7 المسار الدائري للإلكترون حول النواة يمثل ملفا دائريا عدد لفاته لفة واحدة. وتتعين شدة التيار المار من العلاقة: شدة التيار المار = شحنة الإلكترون × عدد الدورات في الثانية

مثال 1 من الشكل المقابل اوجد كثافة الفيض المغناطيسي عند النقطة P وحدد اتجاهه علما بان

شدة التيار اطار 40A



الحل: عدد اللغات = الزاوية التي يصنعها السلك $= \frac{270}{360} = 0.75$ لفة

$$\therefore B = \mu \frac{NI}{2r} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{0.75 \times 40}{2 \times 2 \times 10^{-2}} = 9.42 \times 10^{-4} \text{ Tesla}$$

لا تكن ارضا يداس عليها بل كن سماء يتمني الجميع الوصول اليها

تربطنا بينك وبين

مثال ٢ اذا مر تيار كهربى في سلك مستقيم ملفون على شكل دائرة من لفة واحدة ثم لف نفس السلك على شكل ملف دائري من اربع لفات وم به نفس التيار قارن بين كثافة الفيض المغناطيسى في الحالتين

الحل : :: السلك واحد اى طولها ثابت

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{4} \square$$

$$\therefore B_1 = \mu \frac{NI}{2r} \quad \therefore \frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} = \frac{1 \times 1}{4 \times 4} = \frac{1}{16}$$

مثال ٣ (الازهر ٢٠٠٢) ملفان دائريان متحدا المركز قطر الاول ضعف قطر الثاني يمر بكل منهما نفس التيار وفي نفس الاتجاه فكان B_1 للملف الخارجى اصغر من B_2 للملف الداخلى وعند عكس اتجاه التيار في الملف الخارجى قلت كثافة الفيض الناشئ عنهما عند المركز الى النصف احسب النسبة بين عدد لفاتهما

الحل : $\therefore 2r_1 = 2(2r_2) \therefore r_1 = 2r_2$

وحيث ان اتجاه التيار واحد في الملفين $B_t = B_1 + B_2$

وعند عكس التيار ونقص كثافة الفيض الى النصف حيث $B_1 < B_2$ فان

$$\therefore B_2 - B_1 = \frac{1}{2}(B_2 + B_1), \quad \Rightarrow \quad \therefore 2B_2 - 2B_1 = B_2 + B_1 \square$$

$$\therefore B_2 = 3B_1 \quad \Rightarrow \quad \mu \frac{N_2 I}{2r_2} = 3 \mu \frac{N_1 I}{2r_1} \quad \Rightarrow \quad \therefore \frac{N_2}{r_2} = 3 \frac{N_1}{2r_2}$$

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{2}{3}$$

مثال ٤ حلقة معدنية يمر بها تيار كهربى شدته 1.4A يولد في مركزها مجالا مغناطيسيا اوجد شدة التيار الذى يمر في سلك مستقيم معزول وضع تماسا للحلقة عموديا على محورها ويسبب انعدام كثافة الفيض في مركز الحلقة .

$$\therefore B_1 = B_2 \Rightarrow \therefore \mu \frac{NI_1}{2r} = \mu \frac{I_2}{2\pi d} \quad \text{الحل :}$$

$$\therefore d = r \Rightarrow \therefore NI_1 = \frac{I_2 \times 7}{22} \Rightarrow 1.4 \times 1 = \frac{I_2 \times 7}{22} \Rightarrow \therefore I_2 = 4.4A$$

مثال ٥ ملفان دائريان متحدا المركز الاول يمر به تيار كهربى شدته 20A وعدد لفاته 350 لفة ونصف قطره 55cm والثاني يمر به تيار كهربى شدته 7A وعدد لفاته 600 لفة ونصف قطره 44cm والتيار اطار فيهما في اتجاه واحد احسب

١ كثافة الفيض عند المركز ٢ كثافة الفيض عندما يدور احدهما 180 درجة

٣ كثافة الفيض عندما يدور احدهما 90 درجة

$$B_1 = \mu \frac{N_1 I_1}{2r_1} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{350 \times 20}{2 \times 55 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{-3} \text{ Tesla} \quad \text{الحل :}$$

$$B_2 = \mu \frac{N_2 I_2}{2r_2} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{600 \times 7}{2 \times 44 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-3} \text{ Tesla} \square$$

١ كثافة الفيض عند المركز $B_t = B_1 + B_2 = 14 \times 10^{-3} \text{ Tesla}$

٢ عند دوران الملف 180° فان التيار انعكس في احد الملفين عن الاخر وحيث $B_1 > B_2$ فان

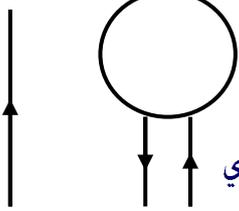
$$B_t = B_1 - B_2 = 2 \times 10^{-3} \text{ Tesla} \square$$

٣ عند دوران احد الملفين 90° يصبح الملفان متعامدان

$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(8 \times 10^{-3})^2 + (6 \times 10^{-3})^2} = 10^{-2} \text{ Tesla} \square$$

تمارين ومسائل

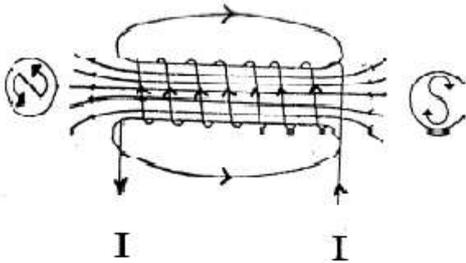
- (١) ملفان دائريان متساويان المركز وفي مستوى الزوايا المغناطيسي علق عند مركزهما المشترك إبرة مغناطيسية صغيرة مر فيهما تيار واحد بحيث كان اتجاهه في أحدهما عكسه في الآخر فشاهد أن الإبرة لم تتأثر فإذا كان قطر أحدهما 15 سم وعدد لفاته 6 وكان قطر الآخر 30 سم فما عدد لفاته (12Trnus)
- (٢) احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز ملف دائري يتكون من لفة واحدة نصف قطره 0.1m يمر به تيار شدته 10A وإذا كان هناك سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي له نفس الشدة فما هو بعد النقطة التي تكون كثافة الفيض المغناطيسي عندها نفس القيمة (6.28 x 10⁻⁵ T- 0.032m)
- (٣) (أزهر ٢٠٠١) ملف دائري معزول مكون من لفة واحدة يحمل تيار شدته 5A ويتولد عند مركزه فيض مغناطيسي كثافته B احسب شدة التيار الذي يمر في سلك مستقيم بحيث ينشأ عنه نفس كثافة الفيض عند نقطة بعدها العمودي عن السلك يساوي نصف قطر السلك. (15.7 A)
- (٤) ملف دائري عدد لفاته 100 لفة محوره منطبق على مجال الأرض 4 x 10⁻⁵ تسلا يمر به تيار شدته 3.5 A فوجد أنه عندما يقلب الملف تصبح كثافة الفيض في مركز الملف ضعف ما كانت عليه أولاً احسب نصف قطر الملف علماً بأن مجال الملف أكبر من مجال الأرض. (1.83 m)
- (٥) (السعودية ٩٩) في الشكل المقابل يمر تيار 40 A في سلك مستقيم ويمر تيار 2A في ملف دائري نصف قطره 2 π cm والبعد بين مركز الملف والسلك 8 cm فإذا كانت محصلة كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عن التيارين في مركز الملف الدائري يساوي صفراً فما عدد لفاته. (5 لفات)
- (٦) ملف دائري عدد لفاته 700 لفة يمر به تيار كهربائي ونصف قطره 5.5 سم وضع في مجال الأرض المغناطيسي حيث المركبة الأفقية لمجال الأرض المغناطيسي 3 × 10⁻³ T بحيث كان محوره منطبق على المجال فإذا عكس اتجاه التيار في الملف تصبح كثافة الفيض عند مركز الملف 4 أمثال ما كانت عليه أولاً أوجد تيار الملف علماً بأن كثافة فيض الملف أكبر من مجال الأرض
- (٧) (أزهر ٩٦) أمر تيار كهربائي في ملف دائري نصف قطره 31.4 cm فكانت كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عند مركز الملف مساوية لكثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة تبعد 1 cm من محور سلك مستقيم طويل يمر به نفس شدة التيار الكهربائي المار في الملف احسب عدد لفات هذا الملف (10 لفات)
- (٨) (أزهر ٩٨) وضع سلك مستقيم يمر به تيار شدته 1.1A مماساً لملف دائري وفي نفس مستوى لفاته ويمر به تيار شدته 0.07 أمبير فلوحظ انعدام المجال المغناطيسي في مركز الملف احسب عدد لفات هذا الملف (5 لفات)
- (٩) حلقة يمر بها تيار شدته 20 A تولد مجالاً في المركز كثافته فيضه 2π × 10⁻⁵ تسلا احسب شدة التيار المار في سلك مستقيم بحيث تنشأ عنه نفس كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بعدها العمودي عن السلك يساوي نصف قطر الحلقة
- (١٠) (أزهر قديم ٢٠٠١) ملف دائري معزول من لفة واحدة يحمل تيار شدته 5 A ويتولد في مركزه كثافة فيض B تسلا احسب شدة التيار الذي يمر في سلك مستقيم بحيث ينشأ عنه كثافة الفيض عند نقطة بعدها العمودي عن السلك يساوي نصف قطر الملف (π = 3.14) (15.7 A)
- (١١) ملفان دائريان مركزهما واحد ومستواهما واحد يمر في أحدهما تيار شدته 3A وفي الآخر تيار شدته 4A فإذا كان نصف قطر الأول 36 cm فكم يكون نصف قطر الآخر بحيث إذا أمر التيار فيهما في اتجاه واحد كانت كثافة الفيض عند مركزهما = صفر إذا كان عدد لفات الأول ضعف عدد لفات الثاني (24 cm)



١٢) ملفان دائريان (أ، ب) يتكوّن الأول من 14 لفّة ونصف قطر كل منهما 10 cm والثاني من 21 لفّة نصف قطر كل منها 20 cm ألصق الملفان على قرص من الورق المقوى بحيث انطبق مستواهما وكذلك كل منهما على الآخر ثم وصلا على التوالي بحيث يمر التيار فيهما في اتجاهين متضادين وأمر فيهما تيار شدته 5A احسب كثافة الفيض .

ثالثاً : المجال المغناطيسي لتيار كهربي يمر في ملف لولبي

شكّل المجال : لتحديد شكل المجال



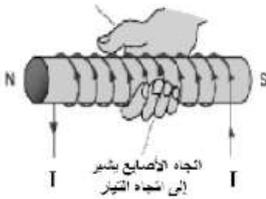
- 1 نمرر ملف حلزوني يمر به تيار كهربي من خلال لوح من الورق المقوي
 - 2 ننثر برادة حديد بعنايه علي لوح الورق
 - 3 نطرق طرققات خفيفة علي لوح الورق فنلاحظ ان برادة الحديد تترتب كما بالشكل
- ① نجد ان خطوط الفيض المغناطيسي عبارة عن مسارات متصلة داخل وخارج الملف

- ② خطوط الفيض داخل الملف خطوط مستقيمة و متوازية وموازية لمحور الملف (مجال منتظم) .
- ③ المجال المغناطيسي يشبه الي حد كبير المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي .

تعيين اتجاه المجال المغناطيسي عند محور الملف الحلزوني :

① قاعدة البرمجة اليميني: وذلك علي اعتبار ان الملف الحلزوني يتكون من عدة لفات دائرية فعند دوران البرمجة

اتجاه الإبهام يشير إلى القطب الشمالي



اليمني في مركز الملف بحيث يشير اتجاه دورانها الي اتجاه التيار فان اندفاعها يدل علي اتجاه المجال عند المركز.

② قاعدة اليد اليميني لأعبر : ضع إبهام اليد اليمنى على إحدى لفات الملف بحيث

يشير الإبهام إلى اتجاه التيار فتشير بقية الأصابع إلى اتجاه خطوط المجال .

③ قاعدة عقارب الساعة : الطرف الذي تخرج منه خطوط الفيض يكون قطب

شمالي (N) للملف والقطب الذي تدخل فيه خطوط الفيض يكون قطب جنوبي (S)

العوامل التي تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسي B عند نقطة على محور الملف

١ - شدة التيار I

٢ - عدد لفات الملف N

٣ - طول الملف L

٤ - نوع الوسط الفاصل

$$B \propto \frac{NI}{L} \Rightarrow \therefore B = \text{const} \frac{NI}{L} \therefore B = \mu \frac{NI}{L} = \mu \cdot n \cdot I$$

$$\left(n = \frac{N}{L} \text{ عدد اللفات في وحدة الأطوال} \right)$$

حلل ترداد كثافة الفيض المغناطيسي علي محور ملف لولبي يمر به تيار كهربي عند وضع ساق حديد بداخله؟

ج : لان معامل نفاذية الحديد اكبر من معامل النفاذية المغناطيسية للهواء فيعمل الحديد علي تركيز الفيض المغناطيسي داخل الملف أو لأنه عندما يمر تيار كهربي في الملف تتمغنط الساق الحديدية وينشأ عن ذلك مجال مغناطيسي يضاف للمجال المغناطيسي للتيار

حلل قد يمر تيار كهربي في ملف ولا يوجد له مجال مغناطيسي ؟

ج : لان الملف قد يكون ملفوف لف مزدوج

$$\frac{B_{\text{دائري}}}{B_{\text{حلزوني}}} = \frac{l_{\text{حلزوني}}}{2r_{\text{دائري}}}$$

- ① الملف الحلزوني يعتبر ملف دائري ابعدت لفاته وللمقارنة بينهما
- ② التياران في اتجاه واحد محصلة كثافة الفيض علي طول المحور المشترك $B_t = B_1 + B_2$
- ③ التياران في اتجاهين متضادين محصلة كثافة الفيض علي طول المحور المشترك $B_t = B_1 - B_2$

تمارين ومسائل

١. ملف دائري نصف قطره 5cm يعطى عند مركزه نفس كثافة الفيض المغناطيسي الذي يعطيها ملف لولبي عند أي نقطة علي محورة بالداخل عندما يمر بهما نفس شدة التيار فاذا علم ان عدد لفات الملف الحلزوني 100 وطوله 20cm فما عدد لفات الملف الدائري؟ (50 لفة)
٢. ملف حلزوني طوله 50cm وصل ببطارية فولتا الدافعة الكهربائية (V_B) فولت (مهمل مقاومتها الداخلية) فكانت كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة علي محورة بالداخل (B_1) وبر/م إذا قطع 10cm من الملف من كل طرفيه ووصل الجزء الباقي من الملف بنفس البطارية صارت كثافة الفيض المغناطيسي عند نفس النقطة السابقة B_2 فما هي نسبة B_2 الي B_1 ($\frac{5}{3}$)
٣. ملف حلزوني طوله 85cm ومتوسط قطره 3cm ملفوف خمس طبقات بحيث كان عدد لفات كل طبقة 850 لفة ويحمل تيار شدته 6 امبير احسب
 - ① كثافة الفيض المغناطيسي في منتصف محور الحلزون ($3.768 \times 10^{-2} T$)
 - ② اذا وضع بداخل الملف قلب من الحديد المطاوع معامل نفاذته 2×10^3 وبر/ امبير. متر فما هي كثافة الفيض المغناطيسي في منتصف محور الملف. (60 T)
 - ③ الفيض الكلي المار خلال مقطع الملف في حاله وجود القلب الحديدي (4.239×10^2 وبر)
٤. ملف دائري قطره 22cm عدد لفاته 49 لفة يمر به تيار كهربى يولد عند مركزه مجال مغناطيسي كثافة فيضة $7 \times 10^{-5} \text{ Tesla}$ احسب شدة التيار المار فيه وإذا أبعدت لفاته عن بعضها بانتظام لتكون لولبيا طوله 11cm احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة علي محوره
٥. (مصر ٩٤) ملفان لولبيان أحدهما داخل الآخر بحيث ينطبق محوراها ولهما نفس الطول فإذا كان عدد لفات الملف الداخل 400 لفة والخارجي 1600 لفة وكانت شدة التيار المار في الملف الداخلي 3 A فكم تكون شدة التيار التي يجب أن تمر في الملف الخارجي لكي تكون كثافة الفيض عند نقطة علي المحور المشترك لهما = صفر. (0.75 A)
٦. (أزهر ٩٣) ملف دائري قطر لفاته 10سم يمر به تيار كهربى يولد مجال مغناطيسي عند مركزه كثافة فيضه 5×10^{-5} تسلا أبعدت لفاته عن بعضها بانتظام حتى أصبح طوله 20cm احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بداخله وتقع على محوره ($0.25 \times 10^{-4} T$)
٧. (مصر ٩٩) ملف دائري قطره 12 cm يمر به تيار كهربى يولد مجال مغناطيسي عند مركزه أبعدت لفاته بانتظام عن بعضها في اتجاه محوره ليصبح ملف حلزوني يمر به نفس شدة التيار فأصبحت كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة داخله وتقع على محوره $= \frac{1}{2}$ كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الملف الدائري احسب طول الملف الحلزوني حينئذ (24 cm)

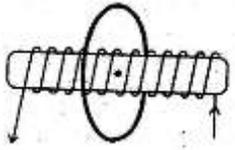
٨. ملف دائري قطره 22 cm عدد لفاته 49 لفة يمر به تيار كهربى يولد عند مركزه مجال مغناطيسى كثافة فيضه $10^{-5} \text{ Tesla} \times 7$ احسب شدة التيار المار فيه وإذا أبعدت لفاته عن بعضها بانتظام لتكون ملفاً لولبياً طوله 11cm احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة على محوره .

٩. (أزهر ٩٣) ملف دائري قطر لفاته 10سم يمر به تيار كهربى يولد مجال مغناطيسى عند مركزه كثافة فيضه 5×10^{-5} تسلا أبعدت لفاته عن بعضها بانتظام حتى أصبح طوله 20cm احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بداخله وتقع على محوره ($0.25 \times 10^{-4} \text{ T}$)

١٠. (مخارج الوزارة ٧٩) ملف دائري قطره 10 سم وعدد لفاته N يحمل تياراً شدته I ويولد مجالاً مغناطيسياً عند مركزه فإذا شد الملف بانتظام في اتجاه محوره بحيث يكون ملفاً لولبياً ومر به نفس التيار I ، احسب طول الملف اللولبى الذى يجعل كثافة الفيض المغناطيسى على محور الملف اللولبى تساوى ربع كثافة الفيض عند مركز الملف الدائري [0.4 L]

١١. ملف لولبى طوله 33 cm ويحتوى على 350 لفة من سلك ما هي شدة التيار اللازمة لتوليد مجال مغناطيسى كثافة فيضه $10^{-4} \text{ Tesla} \times 4$ عند أي نقطة داخله على طول محوره. (0.3 A)

١٢. (مصر ٨٨) يمر تيار كهربى شدته 0.5A في ملف لولبى يشتمل على 20 لفة في كل 1cm حول منتصفه



سلك آخر على شكل لفة دائرية واحدة نصف قطرها 1 cm تكون شدة التيار المار في هذه اللفة بحيث يلغى محاله المغناطيسى عند مركزها مجال الملف اللولبى صف ماذا يحدث عند نفس النقطة إذا عكس اتجاه التيار في اللفة . احسب

كثافة الفيض المغناطيسى الناشئ. ($20A - 2.514 \times 10^{-3} \text{ Tesla}$)

١٣. (أزهر ٩٩) ملف حلزوني عدد لفاته 500 لفة وطوله 20cm ومقاومته 14.5Ω وصل طرفاه ببطارية قوتها

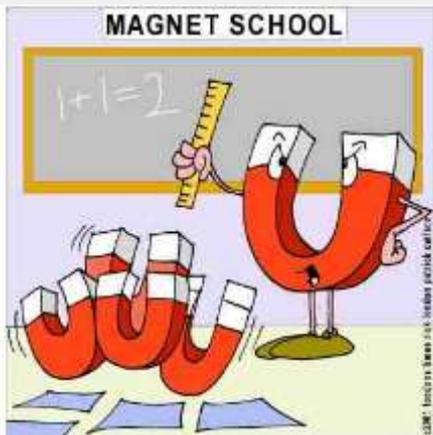
الدافعة الكهربية 1.5 V ومقاومتها الداخلية 0.5Ω أوجد كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة داخله وتقع على محوره علماً بأن ($3.14 \times 10^{-4} \text{ Tesla}$) ($\mu = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ Web / A . m}$)

١٤. ملفان لولبيان أحدهما داخل الآخر بحيث يتطوّر محوراها فإذا كان للملفين نفس الطول وكان عدد لفات الملف

الداخلي 500 لفة والخارجي 1500 لفة وكانت شدة التيار في الملف الداخلي 2 A فما شدة التيار في الملف الخارجي لكي تكون كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة على المحور تساوى صفراً. (0.67 A)

الشخصية المغناطيسية

هي شخصية ذات سمات خاصة جداً، بداية توصف هذه الشخصية بالمغناطيسية لأنها تجذب الناس إليها كما يجذب المغناطيس الأشياء، فالمغناطيس له قدرة عجيبة على التأثير وهو قد لا يبذل جهداً في التقاط الأشياء ولكن يكفي تواجدّه في مكانها وبفعل قوة تأثير محسوسة ولكنها غير مرئية تنجذب إليه



الأشياء من جنسه بسرعة هائلة وتتعلق به وتقاوم كلما يمكن أن يبعدها عنه.

وهكذا الإنسان الذي يتمتع بسمات الشخصية المغناطيسية فبمجرد

تواجده في مكانها أو تواصله مع منجوله

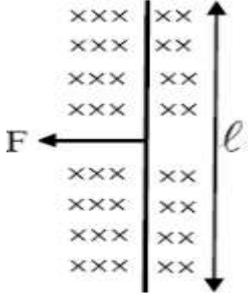
تجد الجميع ينجذب إليه بشدة حتى الذين قد يختلفون معه في الرأي أو في المنهج،

فهو يمتلك قوة التأثير المباشر في الأشخاص والأحداث.

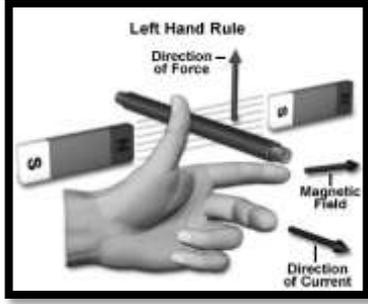
تلك القوة نتجت عن عدة سمات تتجلى بها تلك

الشخصية،

القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على سلك يمر بها تيار كهربائي موضح في هذا المجال



- 1 إذا وضعنا سلك طول L يمر به تيار كهربائي شدته I عمودي على مجال مغناطيسي كثافة فيض B فإنه يتأثر بقوة F عمودية على السلك وعلى المجال المغناطيسي هذه القوة تعمل على تحريك السلك
 - 2 إذا عكس اتجاه التيار انعكس اتجاه القوة وكذلك إذا عكسنا اتجاه المجال انعكس اتجاه القوة
- العوامل التي تتوقف عليها اتجاه القوة المغناطيسية



- 1 اتجاه التيار
 - 2 اتجاه المجال
- تحديد اتجاه القوة (الحركة) باستخدام

قاعدة فلمنج لليد اليسرى:

اجعل أصابع اليد اليسرى الإبهام و السبابة والوسطى متعامدة على بعضها و اجعل الوسطى يشير إلى اتجاه التيار والسبابة يشير إلى اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي فان الإبهام يشير إلى اتجاه حركة السلك

العوامل التي تتوقف عليها القوة المؤثرة على سلك يحمل تيارا كهربائيا عموديا على مجال مغناطيسي

1 طول السلك $F \propto L$

2 شدة التيار $F \propto I$

3 كثافة الفيض المغناطيسي $F \propto B$

$$F = \text{const. } B I L$$

إذا كانت $F =$ بالنيوتن & $B =$ تسلا & $I =$ أمبير فان الثابت $1 =$

إذا كان السلك يميل بزاوية θ على اتجاه المجال

يتم تحليل كثافة الفيض الي مركبتين متعامدتين :

1 مركبة موازية للتيار في السلك ومقدارها $(B \cos \theta)$ وهي لا تؤثر باي قوة على السلك

2 مركبة عمودية على اتجاه التيار المار في السلك ومقداره $B \sin \theta$ وهي التي

تؤثر على السلك بقوة F تحسب من العلاقة

$$F = B I L \sin \theta$$

كثافة الفيض المغناطيسي :

نقدر عدديا بالقوة المغناطيسية (بالنيوتن) التي تؤثر على سلك طوله 1 متر

و يمر به تيار شدته 1 أمبير موضوع عموديا على خطوط الفيض

وحده قياسها : تسلا وتكافئ وبر / متر ٢ وتكافئ أيضا نيوتن / أمبير. متر

التسلا :

هي كثافة الفيض المغناطيسي التي تولد قوة مقدارها 1 نيوتن تؤثر على سلك طوله 1 متر

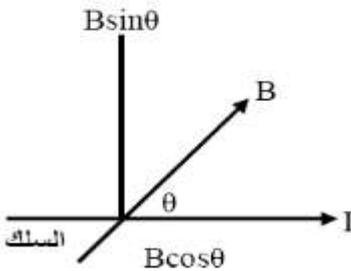
و يمر به تيار شدته 1 أمبير موضوع عموديا على اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي

ما معنى ان كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة = 2 نيوتن / أمبير . متر

ج : اي انه اذا وضع سلك عموديا على ذلك الفيض عند تلك النقطة يمر به تيار شدته 1 أمبير فال كل

متر منه يتأثر بقوة مقدارها 2 نيوتن .

$$F = B I L$$





① سلك يمر به تيار وموضوع في مجال مغناطيسي ولم يتأثر بقوة تحركه
 ② إذا مر تيار كهربائي في كل من ملف حلزوني وسلك مستقيم منطبق على محور الملف
 فإن السلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية

ج : لأن السلك يكون موضوعاً موازياً للفيض المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار في الملف الحلزوني فتكون
 $\theta = 0$ صفر ويصبح $\sin\theta = 0$ صفر

Ⓛ متى تكون القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك نهاية عظمي؟

ج : إذا كانت القوة عمودية على المجال

القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين يحملان تيار

عندما يمر تيار كهربائي شدته (1) في سلك وتيار كهربائي شدته (2) في سلك آخر مواز فإنه تنشأ بين السلكين قوة جاذب إذا كان التياران في نفس الاتجاه وتنافر إذا كان التياران متضادين

$$B_2 = \mu \frac{I_2}{2\pi d} \Rightarrow \therefore F_1 = B_2 I_1 L \Rightarrow \therefore F_1 = \mu \frac{I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

تفسير حدوث القوة المغناطيسية

① نفرض أن المجال المغناطيسي المنتظم يقع في مستوى الورقة ونفرض أن السلك عمودي على هذا المستوى

② عند إمرار التيار الكهربائي في السلك بحيث يكون

اتجاه التيار إلى داخل الورقة يتولد عنه مجال

مغناطيسي حول السلك يكون خطوط الفيض فيه

عبارة عن دوائر منتظمة يمكن تعيين اتجاهها بتطبيق

قاعدة اليد اليمنى لأمبير.

③ يتراكب المجال المنتظم مع المجال المغناطيسي للتيار

الكهربائي في السلك المستقيم .

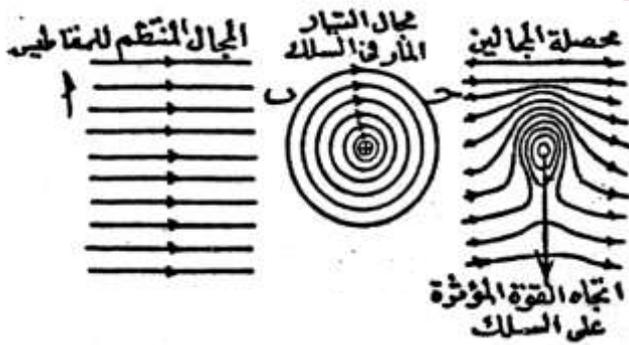
لذلك نلاحظ :

① المجال أعلى السلك في اتجاه واحد وعلى ذلك تتزاحم خطوط الفيض وتزداد شدة المجال الكلي .

② المجال أسفل السلك في اتجاهين متضادين لذلك تتباعد خطوط الفيض وتقل شدة المجال الكلي .

③ قوة التنافر أعلى لسلك أكبر من قوة التنافر أسفل السلك .

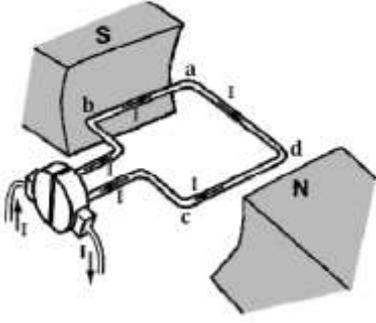
④ تعمل محصلة القوتين على تحريك السلك لأسفل طبقاً لقاعدة فلمنج لليد اليسرى .



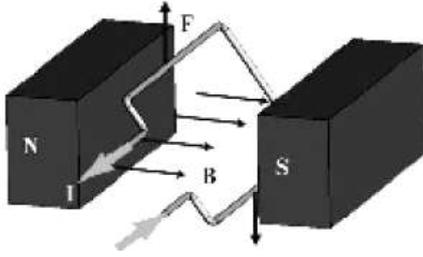
ان هذا النظام الشديد والكواكب والشهب
 لا يمكن أن ينشأ إلا عن حكمة وهيمنة خالق قادر عليم

اسحاق نيوتن

القوة و العزم الازدواج على ملف مستطيل يمر فيه تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي



- 1 بفرض ملف مستطيل (abcd) و يمر به تيار كهربي كما بالشكل وموضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافته B والملف قابل للحركة.
- 2 عندما يكون مستوي الملف موازيا لخطوط الفيض المغناطيسي كما بالشكل فان الضلعان ad و bc يكونان موازيان لخطوط المغناطيسي وتكون القوة المؤثرة علي كل منهما تساوي صفرا .
- 3 اما الضلعان ab و cd يكون عمودي علي خطوط الفيض المغناطيسي



فيتأثر كلا منهما بقوة مغناطيسيه مقدارها $F = B I L_{cd}$

- 4 القوتان متساويتان في المقدار و متضادتان في الاتجاه و بينهما بعد عمودي فينشأ بينهما عزم ازدواج يعمل على دوران الملف حول محوره

عزم الازدواج = إحدى القوتين × البعد العمودي بينهما

$$\tau = F \cdot L_{cd} = B I L_{bc} \cdot L_{cd}$$

$$A = L_{bc} \cdot L_{cd} \text{ حيث أن المساحة}$$

$$\tau = B I A$$

$$\tau = B I A N$$

و إذا كان عدد لفات الملف N فان

- 5 بدوران الملف من الوضع الموازي للمجال تتناقص المسافة العمودية بين القوتين

ويتناقص عزم الازدواج

- 6 عندما يصنع العمودي علي مستوي الملف مع اتجاه المجال زاويه θ فان

$$\tau = B I A N \sin\theta \text{ عزم الازدواج المؤثر}$$

- 7 عندما يصبح مستوي الملف عموديا علي خطوط الفيض المغناطيسي فان $\theta=0$ و $\sin 0 = 0$ وبالتالي

ينعدم عزم الازدواج

● وحدة قياس عزم الازدواج : نيوتن متر و تكافئ جول

عزم ثنائي القطب المغناطيسي

يقدر بعزم الازدواج المغناطيسي المؤثر علي ملف مستواه موازيا لفيض كثافته 1 تسلا

● ما معني ان عزم ثنائي القطب المغناطيسي $0.5 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{T}^{-1}$

ج : أي أن عزم الازدواج المغناطيسي المؤثر علي ملف يمر به تيار كهربي ومستوي الملف

موازيا لفيض كثافته 1 tesla = $0.5 \text{ N} \cdot \text{m}$

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

$$= B \quad m_d = B I A N \tau$$

● عزم ثنائي القطب المغناطيسي وهو كمية متجهة واتجاهها عمودي علي المساحة في اتجاه

التيار وتعمل علي دوران الملف حسب قاعدة البريمة اليميني (اتجاه الربط)

● وحدة قياس عزم ثنائي القطب: نيوتن . متر / تسلا= امبير .متر



العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج

- ① كثافة الفيض المغناطيسي $\tau \propto B$
- ② شدة التيار المار في الملف $\tau \propto I$
- ③ مساحة وجه الملف $\tau \propto A$
- ④ عدد اللفات $\tau \propto N$
- ⑤ جيب الزاوية بين العمودي على مستوي الملف و اتجاه الفيض $\tau \propto \sin \theta$

حل يصبح عزم الازدواج المؤثر في ملف نهاية عظمى عندما يكون مستوي املف موازيا للمجال؟

ج: لان الزاوية بين العمودي على الملف و المجال $\theta=90$ اي يكون عزم ثنائي القطب عمودي على المجال فيكون $\sin \theta = 1$ ويصبح عزم الازدواج أكبر ما يمكن ويساوي $T = BIAN$

حل يصبح عزم الازدواج المؤثر في ملف مساويا للصفر عندما يكون مستوي املف عمودي على خطوط الفيض المغناطيسي؟

ج : الزاوية بين العمودي على الملف و المجال $\theta=0$ اي يكون عزم ثنائي القطب موازي للمجال فيكون $\sin \theta = 0$ ويصبح عزم الازدواج ويساوي صفر.

علل يتناقص عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربي معلق بين قطبي مغناطيس أثناء دورانه ابتداءً من الوضع الذي يكون فيه مستواه موازيا للمجال المغناطيسي ؟

ج : لأنه بدوران الملف من الوضع الموازي للفيض يقل البعد العمودي بين القوتين الناتج عنهما الازدواج فيتناقص عزم الإزدواج

فكر ① متي ينعزم الازدواج المؤثر على ملف يحمل تيارا كهربيا وموضوع في مجال مغناطيسي
 ② وحدة قياس الشغل (الطاقة) هي الجول = نيوتن . متر وحدة قياس عزم الازدواج هي نيوتن . متر ولكن ! ليه عزم الازدواج لا يقاس بالجول؟

مقارنة بين قواعد تحديد الاتجاه

القاعدة	اظهر لليد اليمنى	البريمة اليمنى	فلمنج لليد اليسرى	عقارب الساعة
الاستخدام	① تحديد اتجاه الفيض المغناطيسي الناتج عن مرور تيار مستمر في سلك مستقيم. ② تحديد قطبية ملف حلزوني.	تحديد اتجاه الفيض المغناطيسي الناتج عن مرور تيار مستمر في سلك دائري او حلزوني.	تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار مستمر وموضوع في مجال مغناطيسي.	تحديد قطبية ملف دائري.
الطريقة	١- اتجاه الابهام هو اتجاه التيار و اتجاه الاصابع يشير الى اتجاه الفيض . ٢- اتجاه الاصابع هو اتجاه التيار فيكون اتجاه الابهام يشير الى القطب الشمالي	اتجاه التيار هو اتجاه دوران البريمة واتجاه خطوط الفيض هو اتجاه اندفاع البريمة	اجعل أصابع يديك اليسرى الإبهام و السبابة متعامدين علي بعضهما و علي باقي الأصابع بحيث يشير السبابة لاتجاه المجال و باقي الأصابع ما عدا الإبهام لاتجاه التيار فيكون الإبهام مشيرا لاتجاه الحركة	يكون الوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر إليه في اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا جنوبيا والوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر إليه عكس حركة عقارب الساعة قطبا شماليا.

مسائل

١. (أزهر ٩٦) مر تيار شدته أكبر واحد في سلك مستقيم طوله 0.5m موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.02 Tesla فتأثر بقوة قدرها 0.005N أوجد الزاوية بين السلك واتجاه الفيض المغناطيسي (30°)
٢. (الأزهر ٩١) سلك مستقيم طوله 40 سم موضوع في مجال مغناطيسي كثافة 0.01 تسلا وكان يصنع زاوية قدرها 30° مع المجال أوجد شدة التيار الذي إذا مر في سلك فإنه يتأثر بقوة قدرها 0.005 نيوتن. [2.5 A]
٣. (مصر ٩٧) أمر تيار كهربى شدته 10A في سلك مستقيم طوله 0.5m موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 2 تسلا احسب القوة المؤثرة على السلك عندما يكون:

- ① السلك موازياً لخطوط فيض المجال المغناطيسي (صفر)
- ② الزاوية بين السلك والمجال المغناطيسي 30° (5 N)
- ③ السلك في وضع عمودي على المجال المغناطيسي . (10 N)

٤. (أزهر ٩٩) تيار كهربى شدته 0.5A يمر في سلك طوله 30 cm من أسفل لأعلى موضوع في مجال شدته 0.3 تسلا اتجاهه من الشرق إلى الغرب أوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة عليه واذكر القاعدة المستخدمة لحساب اتجاه هذه القوة (0.045 N , اتجاهها من الشمال للجنوب)
٥. مجال مغناطيسي يؤثر بقوة مقدارها 0.24 N على سلك طوله 8 cm يحمل تياراً شدته 8 A عمودي على المجال احسب القوة التي يؤثر بها نفس المجال على سلك طوله 20cm يحمل نفس التيار الكهربى .
٦. سلك مستقيم طوله 20cm موضوع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.2 وبر/ م^٢ وكان السلك يصنع زاوية 30° مع المجال أوجد شدة التيار الذي إذا أمر في السلك يتأثر بقوة قدرها 0.03 N
٧. (مصر ٢٠٠٤) سلك معدني ملفوف على هيئة ملف دائري نصف قطره 7 cm وعدد لفاته 4 لفة عندما يمر فيه تيار كهربى ينشأ عند مركزه مجال مغناطيسي كثافة فيضه $3.52 \times 10^{-5}\text{ T}$ فإذا شد الملف ليصبح سلكاً مستقيماً وأمر به نفس التيار ووضع في اتجاه يميل بزاوية 30° على اتجاه المجال المغناطيسي كثافة فيضه 1.5 T احسب القوة المؤثرة على السلك (1.2936 N)
٨. (ث ع ٢٠٠٦) وضع سلك مستقيم عمودياً على فيض مغناطيسي وعند تغير شدة التيار المار فيه ثم حساب القوة المؤثرة عليه فكانت النتائج كما في الجدول التالي :-

F (N)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
I (A)	0.5	1	1.5	X	2.5	3

- ① ارسم العلاقة البيانية بين القوة (F) على المحور الرأسي و شدة التيار (I) على المحور الأفقى
- ② من الرسم أوجد ١ - قيمة X ٢ - كثافة الفيض المغناطيسي . ($2\text{A} - 0.1\text{ T}$)
٩. (ث ع ٢٠٠٦ آ دور ثان) سلك مستقيم طوله 1 m يمر به تيار كهربى شدته 20 A موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه B فكانت العلاقة بين القوة المؤثرة على السلك بالنيوتن (F) وجيب الزاوية بين

اتجاه المجال $\theta \sin$ كما بالجدول التالي :-

F (N)	0.6	1.2	1.5	1.8	2.4	2.7	A
Sin θ	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	B

- ① ارسم العلاقة البيانية بين (F) على المحور الصادي و $\theta \sin$ على المحور السيني .

- ② من الرسم أوجد : ١ - قيمة a , b عندما يكون السلك عمودياً على المجال المغناطيسي .

٢ - كثافة الفيض المغناطيسي . ($3\text{ N} - 1 - 0.15\text{ T}$)

فكر (١٤) سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما 2m يمر في احدهما تيار شدته I_1 والثاني تيار شدته I_2 في نفس الاتجاه فكانت كثافة المغناطيس عند نقطة في منتصف المسافة بينهما $10^{-5}T$ اوجد I_1 و I_2 اذا علمت ان القوة المؤثرة على المتر الواحد في كل من السلكين $2.4 \times 10^{-4}N$ (80,30A)

اجهزة القياس

هي أجهزة لقياس الكميات الكهربائية مثل: شدة التيار وفرق الجهد والمقاومة الكهربائية وتقسّم الى

وجه المقارنة	اجهزة قياس تناظرية	اجهزة قياس رقمية
فكرة عملها	تعتمد على عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار وقابل للحركة في مجال مغناطيسي	تعتمد على الالكترونات الرقمية
كيفية القراءة	تعتمد على قراءة مؤشر يعطى القيمة المطلوبة	تعتمد على ظهور اعداد رقمية على الشاشة تحدد القيمة المطلوبة
أمثله	مثل الجلفانومتر والاميتر والفولتميتر والاموميتر	مثل اجهزة قياس التيار المستمر او التيار المتردد

اولا الجلفانومتر ذو الملائح المتحرك

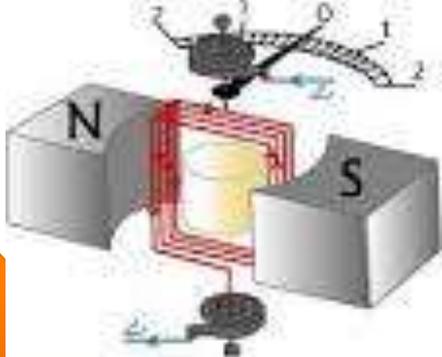
الاستخدام

- 1 الاستدلال علي وجود التيارات الكهربائية المستمرة الضعيفة جدا في دائرة ما .
- 2 قياس شدة التيارات المستمرة الضعيفة جدا وتحديد اتجاهها
- 3 قياس فروق الجهد الضعيفة

فكرة عمله

تعتمد علي عزم الازدواج المؤثر في ملف يمر به تيار وهذا الملف قابل للحركة في مجال مغناطيسي عندما يمر تيار كهربى في الملف فإنه يتأثر بعزم إزدواج يعمل على الجراف الملف بزاوية معينة وتناسب طرديا مع شدة التيار المار فيه .

تركيبه :



- 1 ملف مستطيل من سلك رفيع معزول ملفوف حول إطار مستطيل خفيف من الألمونيوم يمكن أن يدور حول محوره ويوضع في قلب الملف أسطوانة ثابتة من الحديد المطاوع
- 2 ويوضع الملف والقلب بين قطبي مغناطيس قوي علي شكل حذاء فرس قطباه المتقابلان مقعران .
- 3 يتركز الملف علي حوامل من العقيق لتقليل الاحتكاك . ويتحكم في حركته زوج من الملفات اللولبية (الزنبركية)
- 4 مؤشر خفيف من الألمونيوم يتحرك مع الملف تبعا لاتجاه التيار المراد قياسه.
- 5 تدرج منتظم يتحرك عليه مؤشر .

شرح عمله

- (١) قبل مرور تيار كهربى يكون الملف في وضع الاتزان ويشير المؤشر الى صفر التدريج.
- (٢) عندما يمر تيار كهربى في الملف يتولد عزم ازدواج مغناطيسي يعمل على دوران الملف في اتجاه ما.
- (٣) نتيجة دوران الملف والتواء الملفين الزنبركين ينشأ عنهما عزم لي يقاوم عزم الازدواج الناشئ في الملف
- (٤) عندما يتساوى عزم الازدواج المغناطيسي المؤثر على الملف مع عزم الازدواج الناشئ عن اللي في الملفان الزنبركين يستقر الملف و المؤشر وتدل قراءة المؤشر على التدريج على قيمة شدة التيار
- (٥) عند عكس اتجاه التيار في الملف يتحرك المؤشر في الاتجاه المضاد
- (٦) عند قطع التيار الكهربى عن الملف يعود المؤشر الى وضعة الاصلي عند صفر التدريج.

الاهميه بعض مكونات الجلفانومتر الحساس



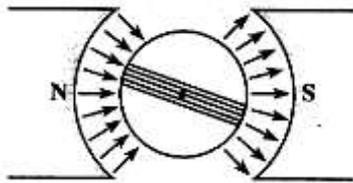
١. زوج من الملفات الزنبركية

- ① توصيل التيار الكهربى للملف فيدخل التيار من احدهما ويخرج من الآخر.
- ② التحكم في حركة الملف حيث ينشأ عنها ازدواج عكس الاتجاه الازدواج الناشئ عن حركة الملف فتمنع دورانه
- ③ كذلك يعملان على إعادة الملف إلى وضعه الأصلي عند انقطاع التيار

٢. استخدام أقطاب مغناطيسية مقعرة:

حتى تكون خطوط الفيض المغناطيسي بينهما على هيئة أنصاف أقطار وهذا يجعل :

- ① كثافة الفيض المغناطيسي ثابتة في الحيز الذي يتحرك فيه الملف مهما كانت زاوية الملف
- ② خطوط الفيض موازية لمستوى الملف وعمودية على الضلعين الطويلين .
- ③ عزم الازدواج المحرك و الناشئ عن مرور التيار في أي وضع نهاية عظمي لأن مستوي الملف يكون دائما موازيا لاتجاه خطوط الفيض.



٣. أسطوانة الحديد في الجلفانومتر

تعمل على تنظيم وتركيز الفيض المغناطيسي في الحيز الذي يتحرك فيه الملف فتزداد كثافة الفيض وتزداد حساسية الجلفانومتر

٤. عوامل العتيق حتى لا يحدث تآكل عند مواضع الارتكاز لعدم وجود احتكاك وبالتالي

يتحرك الملف حركة متزنة.

حساسية الجلفانومتر ذي الملف المتحرك:

هي زاوية انحراف المؤشر عن وضع الصفر عند مرور تيار في ملف شدته الوحدة

أو هي النسبة بين زاوية انحراف المؤشر من وضع الصفر الى شدة التيار المار في الملف .

قانون حسابها

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

مع لاحظ ان : شدة التيار التي تجعل المؤشر ينحرف إلى نهاية التدريج =

حساسية الجلفانومتر لكل قسم × عدد الأقسام

وحدة قياس حساسية الجلفانومتر ذي الملف المتحرك: هي درجة / ميكرو أمبير / μA / deg

📖 ما معني أن حساسية الجلفانومتر ذي الملف المتحرك $0.5 \text{ deg} / \mu\text{A}$

ج : أي أن زاوية الأجراف التي يصنعها الجلفانومتر 0.5deg عندما يمر تيار شدته واحد ميكرو أمبير في الملف.

👉 مميزات الجلفانومتر :

- 1 لا يحتاج لإعداد قبل استخدامه
- 2 حساس للتيارات الضعيفة حتى 10^{-10} أمبير
- 3 شدة التيار تناسب مباشرة مع زاوية الأجراف وبالتالي يكون تدرجه منتظم
- 4 لا يتأثر المغناطيسية الأرضية ، او أي مجالات مغناطيسية قريبة

👉 عيوب الجلفانومتر

- 1 تفقد الملفات الزنبركية مرونتها بكثرة الاستعمال.
- 2 لا يستخدم لقياس التيار المتردد .
- 3 قد يضعف المغناطيس بمرور الوقت.
- 4 لا يتحمل شدة التيارات الكبيرة لوجود علاقة طردية بين كمية الحرارة ومربع شدة التيار وبالتالي عند مرور تيار كبير في الملف يتولد طاقة حرارية كبيرة قد تعمل علي انصهار الملف.

👉 تعليقات هامة

١) تدرج الجلفانومتر ذي الملف المتحرك منتظم وصفر تدرجه في المنتصف

- التدرج منتظم لأن زاوية الأجراف θ تناسب طرديا مع شدة التيار
- وصفر تدرجه في المنتصف لتحديد اتجاه مرور التيار في الدائرة .

٢) مؤشر الجلفانومتر من الألومنيوم

ج : لأنه خفيف وبالتالي لا يؤثر وزنه علي عزم الازدواج و لا يتمغنط.

٣) يلف الملف علي إطار خفيف من الألومنيوم

ج : ليمنع تذبذب الملف أثناء حركته وبالتالي ينحرف المؤشر أجزافا ثابتا. حيث مادة الألومنيوم مادة غير مغناطيسية لا تتأثر بالمغناطيس .

٤) وجود أسطوانة الحديد في الجلفانومتر

ج : تعمل علي تنظيم وتركيز الفيض المغناطيسي في الحيز الذي يتحرك فيه الملف فتزداد كثافة الفيض وتزداد حساسية الجلفانومتر

٥) لا يستخدم الجلفانومتر في قياس التيار المتردد

ج : لأن التيار المتردد متغير الشدة والاتجاه

٦) يجب معايرة الجلفانومتر كل فترة

ج : لضعف الملفان الزنبركيان بكثرة الاستعمال او قد يضعف المغناطيس بمرور الوقت مما يعطى قراءة غير دقيقة .

٧) يعتمد ازدواج السلكين الزنبركيين مقاوم راد

ج : مقاوم لأنه يقاوم الازدواج الناشئ عن مرور التيار اثناء مروره وراد لأنه يرد الملف وبالتالي المؤشر الى صفر التدرج عند انقطاع التيار

س : - ماذا يحدث عند مرور تيارات كهربية ذات شدة عالية في الجلفانومتر

ج : عند مرور تيارات كهربية ذات شدة عالية تولد ازدواجا كبيرا يعمل على إتلاف الحوامل التي يرتكز عليها وتسبب اختلال في نظام التعليق . كما أن التيارات ذات الشدة العالية عندما تمر في الملف تولد كمية كبيرة من الحرارة تسبب احتراق الملف وانقطاعه .

سج :- ماذا يحدث عند مرور تيار متردد داخل الجلفانومتر

- جـ : التيار المتردد متغير الشدة والاتجاه
- في الترددات المنخفضة للتيار يتحرك المؤشر يمينا ويسار ولا يثبت عند قراءة معينة لتبادل عزم الازدواج على ضلعي الملف
 - في الترددات العالية للتيار لا يتحرك الملف حيث لا يستطيع ان يستجيب للتغيرات السريعة في اتجاه التيار
- تطبيقات علي الجلفانومتر
- يمكن تعديل الجلفانومتر ذي الملف المتحرك إلى أميتر أو فولتميتر أو أوميتر.

أولا اميتر التيار المستمر

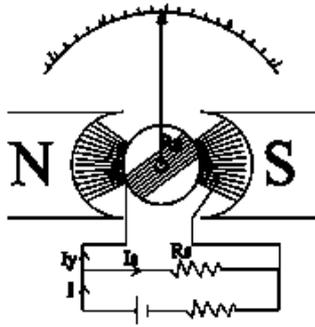
• الغرض منه : قياس شدة التيارات الكبيرة نسبيا

• بوصل في الدائرة : على التوالي حتى يمر فيه نفس التيار المار في الدائرة الكهربية والمراد قياسه .

• العنصر العلمية :- عزم الازدواج المؤثر في ملف يمر به تيار قابل للحركة في مجال مغناطيسي

• تركيبه : جلفانوميتر ذو ملف متحرك يوصل بملفه بمقاومة

صغيرة جدا (R_s) على التوازي تسمى بمجزئ التيار .



• مجزئ التيار R_s هو مقاومة صغيرة جدا توصل على التوازي مع

ملف الجلفانوميتر لجعل الجهاز يقيس تيارات كبيرة دون ان يحترق ملفه.

○ فائدة مجزئ التيار :

- 1 جعل مقاومة الاميتر الكلية صغيرة فلا تؤثر في شدة التيار الكلي المار في الدائرة عند توصيل الاميتر في الدائرة على التوالي .
- 2 يجزئ التيار فيمر الجزء الأكبر في المجزئ I_s والجزء الأقل في ملف الجلفانوميتر I_g بحيث يكون مناسباً لتدريجه و لا يتلف ملفه .

• تعيين مقاومة مجزئ التيار R_s

عندما يمر تيار كهربي شدته (I) فانه ينقسم إلى I_s يمر في المجزئ

و I_g يمر في ملف الجلفانوميتر

$$I = I_s + I_g$$

$$I_s = I - I_g$$

فرق الجهد بين طرفي المجزئ و الملف متساو (توصيل توازي) فان :

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

و من هذه العلاقة يمكن تعيين قيمة مجزئ التيار الذي يجب توصيله مع ملف الجلفانوميتر

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

ويمكن تعيين شدو التيار من العلاقة

• حساسية الأميتر : هي النسبة بين شدة التيار قبل توصيله بالمجزئ إلى شدته بعد توصيله

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

حساسية أي جهاز = قراءة الجهاز قبل التعديل
قراءة الجهاز بعد التعديل .

📖 ما معنى ان حساسية الاميتر 0.2 ؟

ج : اي ان نسبة تيار الجلفانومتر الي التيار الكلي المقاس = 0.2

👉 تعليقات هامة

١ . كلما قلت مقاومة مجزئ التيار قلت حساسية الاميتر

جـ : لأنه كلما قلت مقاومة المجزئ قلت مقاومة الاميتر الكلية ويزداد شدة التيار فتقل الحساسية حيث

$$\frac{I_g}{I} = \text{حساسية الاميتر}$$

٢ . الاميتر اقل حساسية من الجلفانومتر (الاميتر جهاز غير حساس)

جـ : لان الاميتر يقيس تيارات شدتها اكبر بنفس زاوية الانحراف فعند توصيل الجلفانومتر بمجزئ التيار تقل الحساسية .

٣ . صغر مقاومة الاميتر

جـ : لأن الاميتر يوصل في الدائرة علي التوالي و بالتالي ستضاف مقاومته إلي مقاومة الدائرة لذلك لا بد من صغر مقاومته حتي لا تزداد مقاومة الدائرة فتقل شدة التيار الأصلي المراد قياسه

٤ . يجب معايرة الاميتر كل فترة

جـ : لضعف الملفان الزنبركيان بكثرة الاستعمال . او قد يضعف المغناطيس بمرور الوقت مما يعطى الجهاز قراءة غير دقيقة .

٥ . الاميتر جهاز غير دقيق (يوجد خطأ في القياس)

جـ : لأن الاميتر يوصل في الدائرة علي التوالي و بالتالي ستضاف مقاومته إلي مقاومة الدائرة لذلك تزداد مقاومة الدائرة فتقل شدة التيار الأصلي المراد قياسه

🧠 فكر ... كيف يمكن زيادة مدى الجلفانومتر دون أن يجزئ الملقف؟

📝 افكار مسائل

لحساب الخطأ في قراءة الاميتر

مقدار الخطأ في قراءة الاميتر = شدة التيار قبل توصيل الاميتر بالدائرة - شدة التيار بعد توصيل الاميتر بالدائرة

$$\text{نسبة الخطأ} = \frac{\text{الخطأ في قراءة الاميتر}}{\text{القراءة الصحيحة (شدة التيار المراد في الدائرة قبل توصيل الاميتر)}} \times 100$$

مثال (جلفانومتر مقاومته 54Ω وصل بمجزئ للتيار فم في الجلفانومتر 0.1 من التيار الكلي احسب قيمة مقاومة مجزئ التيار)

$$\text{الحل: } R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.1 \times 54}{I - 0.1I} = 6 \Omega$$

الشيئان اللذان ليس لهما حدود، الكون و غباء الإنسان، مع اني لست متأكدا
بخصوص الكون

الميراث ابينتيني

مثال ٢٠ أميتر مقاومته 30Ω ما قيمة المجرى اللازم لانقاص حساسية الي الثلث وما مقدار المقاومة المكافئة للجهاز ككل

الحل: حساسية الجلفانومتر $\frac{I_g}{I}$

عندما تقل الحساسية الي الثلث فان شدة التيار تزداد ٣ امثالها

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{I_g \times 30}{3I_g - I_g} = 15\Omega$$

$$\therefore R_{\text{كلي}} = \frac{R_g R_s}{R_g + R_s} = \frac{30 \times 15}{45} = 10\Omega \square$$

مثال ٢١ عند توصيل مجرى تيار مقاومته 0.1Ω باميتر تقل حساسيته الي العشر اوجد مقاومة المجرى التي تنقص حساسية الاميتر الي الربع

الحل: عندما تقل الحساسية الي العشر فان $I = 10I_g$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow 0.1 = \frac{I_g \times 30}{10I_g - I_g} \Rightarrow R_g = 0.9\Omega \square$$

عندما تقل الحساسية الي الربع فان $I = 4I_g$

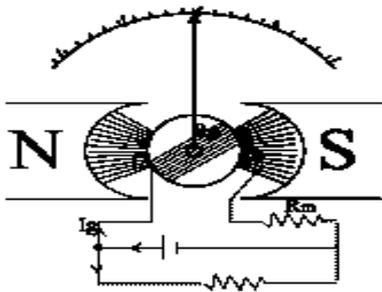
$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow R_s = \frac{I_g \times 0.9}{4I_g - I_g} = \frac{0.9}{3} = 0.3\Omega \square$$

تدريبات

١. مصر (١٩٩٧) جلفانومتر مقاومته 54Ω ينحرف مؤشره الى نهاية تدريجه عند مرور تيار شدته $1A$ يراد تعديله لقياس تيار شدته $10A$ احسب قيمة مقاومة مجرى التيار وكيفية توصيلها مع ملف الجلفانومتر (6Ω)
٢. (أزهر ٨٢) جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته 39Ω ويقيس التيار الكهربى من صفر إلى 50 مللى أمبير. اشرح كيف يمكن تعديل هذا الجلفانومتر إلى أميتر لقياس شدة التيار حتى 2 أمبير.
(توصل مقاومة مقدارها 1Ω على التوازي مع ملف الجهاز)
٣. (أزهر ٢٠٠٧) احسب مقاومة مجرى التيار اللازم توصيله على التوازي مع أميتر مقاومة ملفه 0.04Ω بحيث يسمح بمرور ربع التيار الكلى خلال ملف الأميتر. (0.013Ω)
٤. جلفانومتر حساس مقاومته 19Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه عندما يمر فيه تيار شدته $0.05A$ فما أكبر شدة تيار يمكن قياسه به كأميتر إذا وصل بمجرى تيار مقاومته واحد أوم ($1A$)
٥. (مصر ٩٥) جلفانومتر مقاومته 50Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه إذا أمر به تيار شدته $0.002A$ وصل على التوازي بمجرى تيار مقاومته 0.1Ω احسب دلالتة بالأمبيرات ($1.002A$)
٦. (الأزهر ٨٩) جلفانومتر ذو ملف متحرك تدريجه مقسم إلى 20 قسم حساسيته 200 ميكروأمبير لكل قسم من هذه الأقسام. فكم تكون شدة التيار اللازم لكي ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى نصف التدرج تماماً. (100 m.A)
٧. (أزهر ٩٨) جلفانومتر مقاومته 21Ω يدل القسم الواحد من تدريجه على 25 mA فإذا وصل ملفه بمجرى للتيار مقاومته 0.01Ω احسب شدة التيار الذى يدل عليه القسم الواحد ($7.525A$)
٨. جلفانومتر ذو ملف متحرك حساسيته 25 ميكرو أمبير قسم و تدريجه 60 قسم ما سدة التيار اللازم لجعل 9 مؤشره ينحرف إلى نصف تدريجه تماماً

٩. (مصر ٨٧، سودان ٩٠) أميتر ينحرف مؤشراً إلى نهاية تدريجه إذا مر به تيار شدته 100 mA وعندما يقرأ هذا الأميتر 50 mA يكون فرق الجهد بين طرفيه 0.02 V ماذا تقترحه لكي يصبح الأميتر صالحاً لقياس تيارات أقصاها أمبير واحد (توصيل مجزئ تيار قدره 0.044Ω)
١٠. (مصر ٩٨ أول) جلفانومتر مقاومة ملفه 8Ω يقيس شدة تيار أقصاها 200 mA احسب مقدار المقاومة الواجب توصيلها على التوازي مع ملف الجهاز لتحويله إلى أميتر يقيس تيارات أقصاها 1 A وإذا وصلت على التوازي مع المقاومة المضافة مقاومة أخرى مساوية لها في المقدار فكم تصبح النهاية العظمى لشدة التيار التي يمكن أن يقيسها الجهاز في هذه الحالة (1.8 A)
١١. (مصر ٢٠٠٢) جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تياراً أكبر من 500 ميكرو أمبير وينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه في حالة وجود فرق جهد بين طرفيه قدره 0.04 V كيف يمكن تحويله إلى أميتر يقيس تيار شدته 500 mA (0.08Ω)
١٢. جلفانومتر مقاومته 20Ω وصل على التوالي في دائرة كهربية مقاومتها الكلية 80Ω فإذا استخدم مجزئ مع الجلفانومتر مقاومتها 5Ω احسب النسبة بين شدة التيار المار في الجلفانومتر قبل وبعد استخدام المجزئ ($21:5$)
١٣. جلفانومتر مقاومته 90Ω وصل بمجزئ للتيار مقاومتها 10.3Ω فما مقدار المقاومة التي يلزم توصيلها على التوازي مع الجلفانومتر والمجزئ حتى يكون التيار المار بالجلفانومتر 0.1 من التيار الكلي (343.3Ω)
١٤. أميتر مقاومته 15Ω وصل على التوازي مع مجزئ للتيار ثم ادخل في دائرة كهربية فمر في الأميتر $1/7$ من التيار الكلي وعندما سخنت مقاومة المجزئ مر في الأميتر $1/6$ من التيار الكلي اوجد من ذلك مقاومة المجزئ قبل وبعد التسخين ($2.5 / 3 \Omega$)
١٥. بطارية فونتها الدافعة الكهربية 3.2 فولت ومقاومتها الداخلية 1.2Ω واميتر مقاومتها 1.4Ω وجلفانومتر مقاومتها 4Ω وصلت جميعاً على التوالي احسب شدة التيار المار في كلا من الجهازين بالمللي أمبير عندما يوصل الجلفانومتر على التوازي مع مقاومة قدرها 6Ω ($640/384 \text{ mA}$)

ثانياً : فولتميتر التيار المستمر



الغرض منه :

① قياس فرق الجهد بين أي نقطتين في دائرة

② قياس القوة الدافعة الكهربية لعمود .

يوصل في الدائرة على التوازي مع الجزء المطلوب قياس فرق الجهد

عليه و ذلك حتى يكون فرق الجهد الذي يقيسه الجهاز مساوياً لفرق

الجهد بين طرف جزء البطارية

الفكرة العلمية :- عزم الازدواج المؤثر في ملف يمر به تيار قابل

للحركة في مجال مغناطيسي

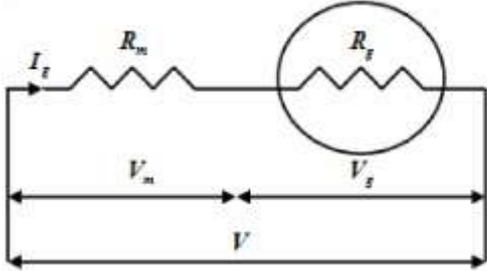
تركيبه : جلفانوميتر ذو ملف متحرك يتصل بملفه مضاعف الجهد (مقاومة كبيرة) على التوالي

هو مقاومة كبيرة توصل على التوالي بملف الجلفانومتر وبذلك يتمكن من

قياس فروق الجهد الكبيرة.

👉 وظيفة المضاعف :-

- 1 يعمل علي تجزأه فرق الجهد الكلي علي ملف الجهاز وعلي المضاعف وبذلك يستطيع قياس فروق جهد كبيرة دون ان يتلف الجهاز
- 2 يجعل مقاومة الفولتميتر كبيرة جدا وبالتالي عندما يوصل الفولتميتر علي التوازي مع الموصل يسحب الفولتميتر جزء صغير جدا من التيار الكلي وبالتالي لا ينقص فرق الجهد المراد قياسه الا بمقدار بسيط يمكن اهماله.



○ زيادة قيمة مضاعف الجهد يقيس الجهاز فروق جهد كبيرة .

📌 تعيين مقاومة مضاعف الجهد : Rm

$$\begin{aligned} \therefore V_g &= I_g R_g & \therefore V_m &= I_g R_m \\ \therefore V &= V_g + V_m \end{aligned}$$

$$\therefore V = V_g + I_g R_m \quad \therefore V - V_g = I_g R_m$$

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

👉 حساسية الفولتميتر

هي النسبة بين فرق جهد الجلفانومتر قبل توصيل مضاعف الجهد إلي فرق الجهد بعد توصيل المضاعف

$$\frac{V_g}{V} = \frac{R_m}{R_m + R_g}$$

→ قانون حسابها:

👉 تعليقات هامة

① كلما زادت مقاومة مضاعف الجهد قلت حساسية الفولتميتر

جـ : لأنه كلما زادت مقاومة المضاعف يزداد فرق الجهد حيث ان حساسية الجلفانومتر = $\frac{V_g}{V}$

② كم مقاومة الفولتميتر

جـ : لأن الاميتر يوصل في الدائرة علي التوازي و بالتالي سوف يسحب جزء من تيار الدائرة لذلك لا بد من كبر مقاومته حتي لا تزداد التيار المسحوب من الدائرة ويحدث هبوط في فرق الجهد الأصلي المراد قياسه

③ يجب معايرة الفولتميتر كل فترة

جـ : لضعف الملفان الزنبركيان بكثرة الاستعمال . او قد يضعف المغناطيس بمرور الوقت مما يعطى الجهاز قراءة غير دقيقة .

④ الفولتميتر جهاز غير دقيق (يوجد خطأ في القياس)

جـ : لأن الفولتميتر يوصل في الدائرة علي التوازي مع المقاومة التي يراد حساب فرق الجهد بين طرفيها و بالتالي سوف تقل مقاومة الدائرة لذلك يزداد شدة التيار الأصلي ويتجزأ ويقل التيار المار في المقاومة المراد قياس فرق الجهد بين طرفيها حيث يمر جزء من التيار الأصلي في الفولتميتر .



وجه المقارنة	مخرج التيار R_s	مضاعف الجهد R_m
طريقة التوصيل	يوصل علي التوازي مع ملف الجلفانومتر	يوصل علي التوالي مع ملف الجلفانومتر
الوظيفة	تحويل الجلفانومتر الي اميتر لقياس التيارات الكبيرة	تحويل الجلفانومتر الي فولتميتر يقيس فروق جهد كبيرة
القانون	$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$	$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$

أمثله محلولة

- (سودان ٨١) فولتميتر معاومته 100 أوم ينحرف مؤشره إلى أقصى تدرج عندما يمر فيه تيار شدته 8 مللي أمبير ، احسب مقاومة مضاعف الجهد اللازم توصيله لقياس فرق جهد مقداره 500 فولت [62400 Ω]
- [أزر ٢٠٠٠ ، مصر ٩٦] جلفانومتر حساس معاومته ملفه 0.1 Ω يبلغ أقصى الجراف له عندما يمر تيار شدته 1mA احسب مقاومة مضاعف الجهد اللازم لتحويله الي فولتميتر يصلح لقياس فرق جهد نهايته العظمى (5 V ($R_m = 4999.9 \Omega$)
- [أزر ٩٧) فولتميتر معاومته ملفه 500 Ω يدل كل قسم من أقسامه على 0.1 V اشرح كيف يمكن استخدامه ليدل كل قسم من أقسامه على 1 فولت (4500 Ω)
- [أزر ٩٥] جلفانومتر حساس معاومته ملفه 2Ω ينحرف إلى نهاية تدرجه عندما يمر به تيار شدته 5 mA كيف يمكن تحويله إلى جهاز يقيس 5V
- [أزر ٢٠٠٣ أول] فولتميتر معاومته 103 Ω يقيس فرق في الجهد أقصاه 5V فإذا كان لديك مقاومتان قيمة كل منهما 4000 Ω وضح كيف يمكن استخدامهما مع الفولتميتر لجعله يقيس فرق في الجهد أقصاه 5 V
- [الأزر ٧٨) فولتميتر معاومته 100 أوم أقصى فرق جهد يقيسه هو 10 فولت . أريد استخدامه لقياس فرق جهد قيمته 15 فولت احسب مقاومة مضاعف الجهد اللازم لهذا التعديل وما هي المقاومة التي يلزم توصيلها لتصبح أقصى قراءة لتدرجه 5 فولت [100 Ω على التوازي، 50 Ω]
- [مصر ٩٨ ثان] جلفانومتر حساس معاومته ملفه 4 Ω وأقصى تيار يتحملة 1mA وصل ملفه بمقاومة على التوازي قدرها واحد أوم ليكونا معاً جهازاً واحداً ثم وصل هذا الجهاز على التوالي بمقاومة 999.2 Ω ليستخدم كفولتميتر احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه هذا الفولتميتر .
- [مصر ٨٥] جلفانومتر حساس معاومته ملفه 5Ω وأقصى تيار يتحملة 0.5 mA وصل ملفه بمقاومة على التوازي قدرها 5Ω ليكونا معاً جهازاً واحداً ثم وصل هذا الجهاز على التوالي بمقاومة 1000Ω على التوالي ليستخدم كفولتميتر احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه هذا الفولتميتر (1.0025 V)
- [جلفانومتر حساس معاومته ملفه 10 أوم وأقصى تدرج له 0.5 مللي أمبير وصلت معه على التوازي مقاومة 10 أوم بحيث كونا جهازاً واحداً احسب شدة التيار الذي يقيسه ثم وصلت معه مقاومة مقدارها 995 أوم على التوالي معه وأستخدم الجهاز لقياس فرق جهد فكم يكون أقصى فرق جهد يعينه الجهاز . (٢V)

١٠. (مصر ٢٠٠٣) جلفانومتر مقاومة ملفه 40Ω يقيس شدة تيار أقصاها 20 mA أوجد مقاومة مجزئ التيار اللازم تحويله إلى اميتر يقيس شدة تيار أقصاها 100 mA ، وإذا وصل ملف الجلفانومتر بمضاعف جهد قيمته 210Ω احسب أقصى فرق جهد يمكن قياسه (5 V)

١١. (مصر ١٩٩٩) دائرة كهربية تحتوي على مقاومة مقدارها 10Ω موصلة على التوازي بفولتميتر مقاومة ملفه 50Ω وعندما مر بالدائرة تيار شدته الكلية 0.6 A انحراف مؤشر الفولتميتر إلى نهاية تدريجه احسب قراءة الفولتميتر حينئذ وإذا وصل ملف الفولتميتر بعد ذلك على التوالي مع مقاومة مقدارها 4950Ω احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الفولتميتر في هذه الحالة. ($5 \text{ V} - 500 \text{ V}$)

١٢. (أزهر ٢٠٠٤) فولتميتر مقاومة ملفه 200Ω وأقصى فرق جهد يقيسه هو 10 V ما التعديل اللازم عمله لجعل الجهاز يقيس :

① فرق جهد قيمته 20 V (على التوالي 200Ω)

② فرق جهد أقصاه 5 V (على التوازي 200Ω)

١٣. (السودان ٧٩) مللي أميتر مقاومته $40 \text{ } \Omega$ ويقيس شدة التيار أقصاه 20 مللي أمبير ، أوجد :

١- مقاومة مجزئ التيار اللازم له ليقاس شدة تيار أقصاها 100 مللي أمبير [$RS = 10 \Omega$]

٢- مقاومة مجزئ الجهد اللازم له ليقاس فروق جهد كهربى أقصاها 5 فولت . [$Rm = 210 \Omega$]

١٤. (مصر ٧٨) جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه 50Ω ويعطى مؤشرة أقصى انحراف إذا مر به تيار شدته 1 mA بين كيف يمكن تحويله إلى فولتميتر ليقاس فرق جهد أقصى قيمة له 5 V وإذا استخدم الجلفانومتر كأميتر بتوصيله بمجزئ تيار مقاومته 0.025Ω احسب دلالة أقصى انحراف لمؤشره [$2.001 \text{ A} - 4950 \Omega$ على التوالي]

١٥. (السودان ١٩٨٤) جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 33Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجية بتيار شدته 0.01 A كيف تستخدمه :

① كأميتر يقيس تيارات حتى 1 A .

② كفولتميتر يقيس فروق في الجهد حتى 5 V (0.3 Tesla , 3 N)

١٦. (أزهر ١٩٩٦) جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه 50Ω وأقصى تيار يتحمله 0.04 A وصلت على التوازي مع ملفه مقاومة قدرها 5Ω فما أقصى تيار يمكن قياسه وإذا وصلت نفس المقاومة على التوالي مع ملفه ، فما أقصى فرق جهد يمكن قياسه ($0.44 \text{ A} - 2.2 \text{ V}$)

١٧. جلفانومتر حساس مقاومته 19.8Ω لا يتحمل ملفه تياراً تزيد شدته عن 10 mA مللي أوجد قيمة المقاومة اللازمة وطريقة إدخالها في الدائرة لاستعماله:

① كأميتر لقياس تيار أقصاه أمبير واحد . ② كفولتميتر لقياس فرق جهد أقصاه 5 V

١٨. (مصر ٨٣) جلفانومتر مقاومة ملفه $40 \text{ } \Omega$ وينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه بمرور تيار كهربى شدته 5 مللي أمبير احسب المقاومة اللازم إدماجها مع الجهاز حتى يصبح مناسباً لقياس فروق الجهد حتى 10 فولت .

[$RS=0.02\Omega - Rm=1960\Omega$]

وكذلك التيار أقصاه 10 أمبير

سلسلة مذكرات سيجما في الفيزياء اعداد وتنفيذ / زكريا مختار

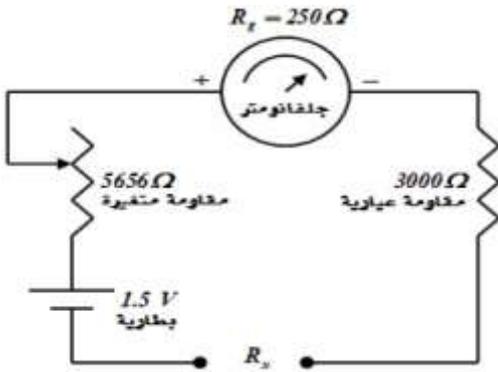
٠١٠٠٧٢٠٧٣٠٩

الغرض منه :-

قياس مقاومة مجهولة بطريقة مباشرة .

فكرة عمله : المقاومة تتناسب عكسياً مع شدة التيار عند ثبوت فرق الجهد $I \propto \frac{1}{R}$

تركيب الأوميتر المعتاد :



1 ميكروأميتر مقاومته 250Ω أقصى تيار يقيسه 400 ميكروأمبير

2 يوصل مع مقاومة ثابتة $R_1 = 3000\Omega$

3 مقاومة متغير R_v مداها حتى 6565Ω

4 عمود جاف $V_B = 1.5$ فولت مقاومته الداخلية r

5 طرفي توصيل المقاومة المجهولة

طريقة معايرة الأوميتر (كيفية تدرجه)

نصل طرفي الجهاز مباشرة دون وضع أي مقاومة خارجية $R_x = 0$ ، وبالتالي يمر تيار كهربائي بالجهاز

لكي ينحرف المؤشر الى نهاية التدرج يجب ان تكون مقاومة الدائرة

$$R = \frac{V_B}{I} = \frac{1.5}{400 \times 10^{-6}} = 3750\Omega$$

لكن مجموع المقاومات الموجودة بالدائرة = $R_g + R_c = 250 + 3000 = 3250$ اوم

تضبط المقاومة المتغيرة (الريوستات) لكي ينحرف المؤشر الى نهاية التدرج الذي يعتبر صفر على تدرج

الأوميتر ويمكن حساب الجزء المأخوذ من الريوستات (المقاومة المتغيرة) كالآتي :-

$$R_c + R_v + R_g = R_t$$

$$3000 + R_v + 250 = 3750$$

فيصبح $R_v = 500\Omega$

مقاومة الدائرة (3750Ω) تقابل شدة تيار $400\mu A$ ولا توجد أي مقاومة بين طرفي الجهاز

الآن إذا تم توصيل مقاومة معلومت القيمة بين طرفي الجهاز سيمر تيار اقل شدة ويكون المؤشر اقل انحرافا

بسبب زيادة المقاومة الكلية في الدائرة .

ولهذا يمكن معايرة الجهاز بالمقاومة التي تم ادخالها

1 إذا تم توصيل مقاومة $R_x = 3750\Omega$ تصبح المقاومة الكلية ضعف ما كانت عليه وتقل شدة التيار الى

النصف ($200\mu A$) (اذن تكتب قيمة المقاومة 3750Ω امام القيمة $200\mu A$)

2 وإذا تم توصيل مقاومة ضعف مقاومة الجهاز $R_x = 2 \times 3750\Omega$ تصبح المقاومة الكلية ثلاثة أمثال ما

كانت عليه وتقل شدة التيار الى الثلث

$$\frac{400}{3}$$

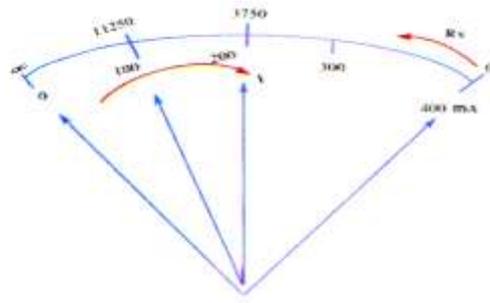
(اذن تكتب قيمة المقاومة $7500\Omega = 2 \times 3750$ امام القيمة μA)

3 إذا تم توصيل مقاومة $R_x = 3 \times 3750 = 11250\Omega$ تصبح المقاومة الكلية أربعة أمثال ما كانت عليه

وتقل شدة التيار الى الربع ($100\mu A$)

(اذن تكتب قيمة المقاومة $11250\Omega = 3 \times 3750$ امام القيمة $100\mu A$)

$R_x(\Omega)$	$I\mu A$
0	400
3750	200
11250	100
∞	0



استخدام الأوميتر لقياس مقاومة مجهولة :

بعد معايرة الأوميتر نلامس طرفي الاختبار و نعدل في الريوستات حتى ينحرف المؤشر إلى نهاية التدرج (صفر الأوميتر) نصل المقاومة المجهولة بطرفي الاختبار فتدل قراءة المؤشر على تدرج الأوميتر على قيمة المقاومة مباشرة .

ملاحظات هامة :

- 1 تدرج الأوميتر عكس تدرج الميكروأميتر .
- 2 أقسام تدرج الأوميتر غير متساوية حيث تتباعد في الجهة اليمنى و تقتارب في الجهة اليسرى و ذلك لأن شدة التيار تتناسب عكسيا مع المقاومة الكلية وليس المقاومة المجهولة فقط
- 3 عند قياس مقاومة مجهولة وكانت هذه المقاومة ضعف المقاومة الكلية للجهاز ➤ فان المؤشر ينحرف الى ثلث التدرج (المقاومة الكلية تصبح اربع امثال المقاومة الكلية للجهاز) ➤ ثلاثة امثال المقاومة الكلية للجهاز فان المؤشر ينحرف الى ربع التدرج (المقاومة الكلية تصبح خمس امثال المقاومة الكلية للجهاز)

المقاومة العيانية :

هي المقاومة التي توصل على التوالي مع المقاومة الداخلية للميكروأميتر و التي تجعل المؤشر ينحرف إلى نهاية التدرج للتيار (صفر الأوميتر) و تساوى مجموع R_1 & R_2

تعليقات هامة

1 تدرج الأوميتر عكس تدرج الأميتر

ج : لأن شدة التيار الكلي في الدائرة تتناسب عكسيا مع المقاومة الكلية لهذه الدائرة حيث تقل شدة التيار بزيادة المقاومة .

2 تدرج الأوميتر غير منتظم

$$I = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + R_x}$$

ج : لأن شدة التيار المارة في دائرة الجهاز تتناسب عكسيا

مع المقاومة الكلية لدائرة الأوميتر . وليس مع المقاومة المجهولة فقط

3 يجب أن تكون القوة الدافعة الكهربائية للعمود المتصل بالأوميتر ثابتة

ج : حتى لا تتغير شدة التيار أثناء ضبط مؤشر الأوميتر و أثناء استخدامه .

4 أجهزة القياس المباشرة (أميتر - فولتيمتر - أوميتر) غير دقيقة

(أ) قطبي المغناطيس تقل شدتهما بالتدرج فتتغير قيمة كثافة الفيض المؤثر علي الملف .

(ب) الزنبركان يفقدان جزءا من مرونتهما بالتدرج .

(ج) قد يوجد خطأ بشري في قياس مقدار الانحراف .

س) ماذا يحدث عند تغير قيمة القوة الدافعة الكهربائية للعمود في الأوميتير

ج: يؤدي إلي تغير قيمة المقاومة العيارية R_c أو ما يؤخذ من المقاومة المتغيرة R_v الواجب أخذهما حتي يصل المؤشر إلي نهاية بل توصيل أي مقاومة خارجية. ولذا سيتغير تدرج الأوميتير عما كان عليه في بداية المعايرة.

س) - ماذا يحدث عند عدم وجود مقاومة عيارية كبيرة في دائرة الأوميتير :-

ج: يمر في الجلفانومتر تيار أكبر مما يتحملة ويحترق الملف

س) - كيف تستخدم الأوميتير لقياس مقاومة مجهولة بطريقة عملية

1) نجزر جهاز الأوميتير وهو عبارة عن ميكروأميتر يتصل ملفه بمقاومة عيارية ثابتة ومقاومة متغيرة وعمود كهربى جاف قوته الدافعة $1.5V$ على التوالي .

2) نلامس طرفي الجهاز ونعدل من مقاومة الريوستات حتى ينحرف مؤشره الى نهاية التدرج الذى يعتبر صفراً على تدرج الأوميتير

3) نصل طرفي الجهاز بالمقاومة المجهولة فتزداد المقاومة الكلية وتقل شدة التيار وينحرف المؤشر في الاتجاه المضاد

4) قراءة المؤشر على التدرج تدل على قيمة المقاومة .

وجه المقارنة	الاميتير	الفولتميتر	الأوميتير
المقاومة المتصلة بالجلفانومتر	صغيرة وتوصل على التوازي	كبيرة وتوصل على التوالي	كبيرة وتوصل على التوالي
التوصيل في الدائرة	على التوالي	على التوازي	توصل المقاومة المراد قياسها على التوالي
العانون المستخدم	$R_s = \frac{R_g I_g}{I - I_g}$	$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$	$I = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r + R_x}$

أمثله

1. جلفانومتر مقاومته 5Ω يقاس تياراً أقصاه 20 mA احسب :

أ- أقصى شدة تيار يمكن أن يقيسه إذا وصل ملفه بجزئ تيار مقاومته 0.1Ω

ب- قيمة مضاعف الجهد التى توصل بالجلفانومتر ليعمل كفولتميتر يقيس فرق جهد $5V$

2. [أزهر ٩٧] جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته 33Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدرجه بمرور تيار شدته 10 mA يراد

تحويله إلى أوميتير احسب قيمة المقاومة العيارية اللازمة علماً بأن ق. د. ك للعمود المستخدم $1.5V$ (117Ω)

3. [أزهر ٩٩] جلفانومتر مقاومته 100 أوم . يقيس حتى 2 ملي أمبير . احسب قيمة المقاومة العيارية اللازمة

لتحويله إلى أوميتير باستعمال بطارية قوتها الدافعة الكهربائية 2 فولت . وما قيمة المقاومة التى

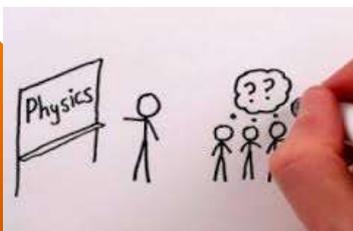
يقيسها عندما ينحرف مؤشره إلى نصف التدرج [$900 \Omega - 1000 \Omega$]

4. [أزهر ٩٤] أوميتير يعمل ببطارية $1.5V$ وعند تلامس طرفيه ينحرف مؤشره إلى نهاية تدرجه بمرور تيار

شدته $300 \mu A$ احسب قيمة المقاومة الخارجية التى يقيسها الأوميتير والتي تسبب انحراف مؤشره إلى

ثلث تدرجه فقط . (104Ω)

٥. جلفانومتر مقاومته 100Ω أقصى قراءة له $A0.02$ احسب المقاومة العيارية المستخدمة لتحويله إلى أوميتير باستخدام بطارية قوتها الدافعة $3 V$ وما مقدار المقاومة التي عند قياسها تجعل المؤشر ينحرف إلى $\frac{1}{4}$ التدرج .
٦. (مصر ٨٦) أوميتير مقاومته 50Ω يصل مؤشره إلى نهاية تدرجه إذا مر به تيار شدته $0.01 A$ فإذا أريد تحويله إلى أوميتير فما مقدار المقاومة التي يجب إستخدامها علما بأن القوة الدافعة للعمود $1.5 V$ ومقاومته الداخلية مهملة . وما مقدار المقاومة التي عند قياسها بهذا الأوميتير تجعل المؤشر ينحرف إلى تدرج يقابل $(100 \Omega - 150 \Omega) 0.005 A$
٧. (مصر ٢٠٠٧) جلفانومتر مقاومته 250Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية التدرج عند مرور تيار شدته $400 mA$ يتصل بعمود كهربى قوته الدافعة الكهربية $1.5 V$ ومقاومة ثابتة 3000Ω ومقاومة متغيرة R أوجد :
 أ- قيمة المقاومة المأخوذة من المقاومة المتغيرة ليتم تحويل الجلفانومتر إلى أوميتير .
 ب- قيمة المقاومة التي إذا وصلت بطرفى الأوميتير تجعل المؤشر ينحرف إلى ربع تدرجه
٨. جلفانومتر مقاومته 250Ω أوم ينحرف مؤشره لنهاية تدرجه عند مرور تيار كهربى شدته 500 ميكرو أمبير أريد تحويله إلى أوميتير وذلك بتوصيله بملفه على التوالي مقاومة ثابتة 2500Ω وعمود جاف مهمل المقاومة الداخلية قوته الدافعة الكهربية 1.5 فولت ومقاومة متغيرة 7000 أوم أحسب :
 أ- مقدار المقاومة المأخوذة من الريوستات حتى ينحرف مؤشر الجهاز إلى نهاية التدرج
 ب- قيمة المقاومة المجهولة R_x التى أستخدمت فى قياسها لأجرف المؤشر إلى خمس التدرج
٩. جلفانومتر مقاومته 100Ω يقيس حتى $2mA$ احسب قيمة المقاومة العيارية اللازمة لتحويله إلى أوميتير باستعمال بطارية قوتها الدافعة $2V$ وما قيمة المقاومة التي يقيسها عندما ينحرف مؤشره إلى نصف التدرج
 مللى أميتير مقاومته 5 أوم أقصى تيار يتحمله ملفه $15 mA$ يراد تحويله إلى أوميتير بإستخدام عمود قوته الدافعة الكهربية $1.5 v$ ومقاومته الداخلية 1 أوم أحسب :
 ① قيمة المقاومة العيارية اللازمة
 ② قيمة المقاومة الخارجية التي تجعل مؤشر الأوميتير ينحرف إلى $10 mA$
 ③ شدة التيار المار بالأوميتير إذا وصل بمقاومة خارجية مقدارها 400Ω
١٠. (سودان ٨٢) جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته 20 أوم يصل مؤشره إلى نهاية تدرجه إذا مر به تيار شدته 0.01 أمبير . فإذا أريد تعديله إلى أوميتير فما مقدار المقاومة العيارية التي يجب استخدامها علماً بأن القوة الدافعة الكهربية للعمود المستخدم 1.5 فولت وما مقدار المقاومة التي عند قياسها بواسطة هذا الأوميتير تجعل المؤشر ينحرف إلى منتصف تدرجه تماماً ($150 \Omega - 130 \Omega$)
١١. (أزهر ٨١) جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تيار يزيد عن $10mA$. وكانت مقاومه ملفه 19.1Ω أوجد مقدار المقاومة اللازمة لتعديل الجهاز ليصبح صالحاً للاستعمال :
 أ- كأميتير يقيس تيارات حتى واحد أمبير. [0.193Ω]
 ب- كفولتميتر لقياس فروق الجهد أقصاه $5 V$. [480.9Ω]
 ج- كأوميتير لقياس مقاومات أقصاها 10Ω باستخدام باستخدام عمود $1.5 V$ موضحا طريقة التوصيل (120.9Ω)



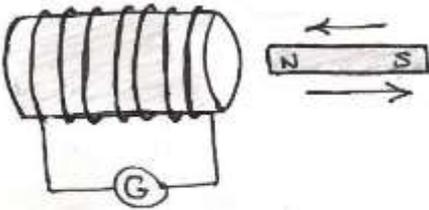
سيجما في الفيزياء للتفوق عنوان

مقدمة: لاحظ اورستد انه عند مرور تيار كهربي في موصل يتولد حوله مجال مغناطيسي أي ان التيار الكهربي يولد مجال مغناطيسي والسؤال الان هل يمكن ان يولد المجال مغناطيسي تيار كهربي؟؟؟

تجارب فاراداي لتوليد تيار كهربي . مستحثة في ملف

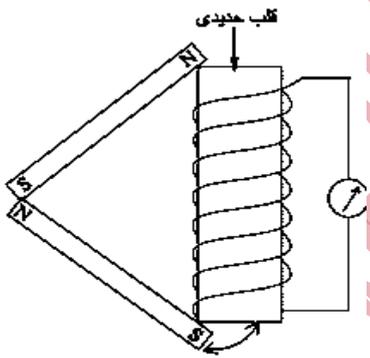
التجربة الأولى (تولد ق. د. ك. مستحثة في ملف)

- 1 قام بتوصيل طرفي ملف من سلك نحاس معزول بجلفانومتر صفر تدرجه في المنتصف
- 2 لاحظ فاراداي انه عند إدخال المغناطيس بسرعة داخل الملف الجراف مؤشر الجلفانومتر لحظيا في اتجاه معين
- 3 وعند إخراج المغناطيس بسرعة لاحظ الجراف المؤشر لحظيا في الاتجاه المضاد .
- 4 عند تثبيت المغناطيس و تحريك الملف بنفس الطريقة السابقة نحصل على نفس النتائج



الاستنتاج عندما يقطع الملف عددا متغيرا من خطوط الفيض المغناطيسي يتولد بين طرفية ق. د. ك. مستحثة وكذلك تيار كهربي مستحث يتوقف اتجاهها علي اتجاه الحركة واذا لم يتحرك المغناطيس او الملف لم يتولد ق. د. ك. مستحثة حيث لا يوجد تغير في الفيض الذي يقطعه الملف

التجربة الثانية :



- 1 قام فاراداي بوضع ملف متصل طرفاه بجلفانومتر حساس حول اسطوانة من الحديد المطاوع
- 2 لاحظ أنه عند تقرب قطبين مختلفين لمغناطيسيين حتى يلامسا طرفا الاسطوانة كما بالشكل أن مؤشر الجلفانومتر ينحرف الجراف لحظيا كبيرا في اتجاه ما .
- 3 وعند إبعاد القطبين المختلفين بسرعة عن الاسطوانة لاحظ كذلك الجراف لحظي كبير في مؤشر الجلفانومتر في الاتجاه المضاد .
- 4 وكذلك عند زيادة عدد لفات الملف N وإعادة التجربة لاحظ زيادة الجراف مؤشر الجلفانومتر (لحظيا) .

الحدث الكهرومغناطيسي : هو ظاهرة توليد (e.m.f) مستحثة و تيار كهربي مستحث في دائرة موصل مقفلة نتيجة قطع خطوط فيض مغناطيسي متغير .

العوامل التي يتوقف عليها مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) المتولدة في ملف

1- المعدل الزمني الذي يقطع به الملف خطوط الفيض المغناطيسي $e.m.f \propto \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$

2- عدد لفات الملف الذي يقطع خطوط الفيض $e.m.f \propto N$

$$e.m.f = -N \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \square$$

قانون الحث الكهرومغناطيسي (قانون فاراداي)

مقدار القوة الدافعة المستحثة المتولدة في موصل تتناسب طرديا مع المعدل الزمني الذي يقطع به الموصل

$$e.m.f = -N \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$$

خطوط الفيض المغناطيسي وكذلك عدد لفات الملف

وهذا المعدل الزمني يتوقف على (أ) قوة المغناطيس (ب) سرعة حركة المغناطيس

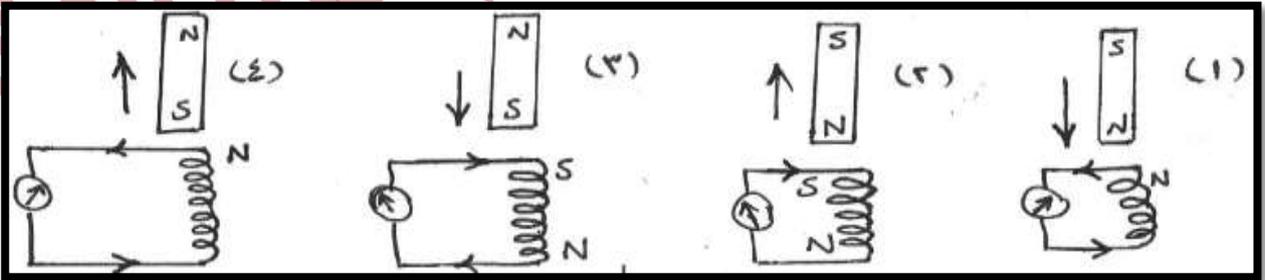
ملاحظة الإشارة السالبة تدل على أن اتجاه (e.m.f) المستحثة و كذلك اتجاه التيار المستحث يكون بحيث يعاكس التغير المسبب له (حسب قاعدة لير الآتية)

قاعدة لينز

يكون اتجاه التيار الكهربائي المستحث في موصل بحيث يعاكس التغير المسبب له

تعيين اتجاه التيار المستحث في ملف (تحقيق قاعدة لينز)

- عند تقريب القطب الشمالي للمغناطيس من ملف يتولد في الملف تيار كهربائي مستحث في اتجاه معين بحيث يكون قطبا شماليا عند طرف الملف المواجه للقطب الشمالي للمغناطيس فيحدث بينهما تنافر يقاوم حركة تقريب المغناطيس من الملف
 - عند إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس عن الملف يتولد تيار مستحث في اتجاه بحيث يكون قطبا جنوبي عند طرف الملف المواجهة للقطب الشمالي للمغناطيس فيحدث جاذب يقاوم إبعاد المغناطيس عن الملف .
 - عند تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس من ملف يتولد في الملف تيار كهربائي مستحث في اتجاه معين بحيث يكون قطبا جنوبي عند طرف الملف المواجه للقطب الجنوبي للمغناطيس فيحدث بينهما تنافر يقاوم حركة تقريب المغناطيس من الملف
 - عند إبعاد القطب الجنوبي للمغناطيس عن الملف يتولد تيار مستحث في اتجاه بحيث يكون قطبا شماليا عند طرف الملف المواجهة للقطب الجنوبي للمغناطيس فيحدث بينهما جاذب يقاوم حركة الإبعاد.
- إحالة" عند تقريب مغناطيس من ملف يتولد تيار مستحث في الملف في اتجاه يكون قطبا مشابها لقطب المغناطيس عند طرف الملف المواجه لقطب المغناطيس (بحيث يعاكس عملية التقريب) عند إبعاد المغناطيس عن الملف يتولد تيار مستحث في الملف في اتجاه يكون قطبا مخالفا لقطب المغناطيس عند طرف الملف المواجه لقطب المغناطيس (بحيث يعاكس عملية الإبعاد) .



تعريف القوة الدافعة المستحثة: هي القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصل نتيجة قطعة خطوط

الفيض المغناطيسي

هو التيار الكهربائي الناتج من تغير الفيض في موصل دائرية مغلقة **التيار المستحث :-**

التيار المستحث في سلك مستقيم

① عند تحريك سلك مستقيم طرفاه متصلين بجلفانومتر حساس بسرعة في اتجاه عمودي على مجال مغناطيسي يتولد في السلك تيار مستحث يتوقف اتجاهه على

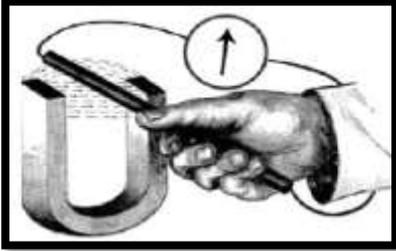
١- اتجاه حركة السلك

٢- اتجاه الفيض المغناطيسي

② عند زيادة سرعة السلك يزداد الجراف مؤشر الجلفانومتر أي كلما زادت القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة بين طرفي السلك.

③ إذا تحرك السلك موازياً لخطوط الفيض المغناطيسي لا ينحرف مؤشر الجلفانومتر أي لا تتولد ق. د. ك كهربية مستحثة لأن السلك لم يقطع خطوط الفيض المغناطيسي.

④ إذا تحرك السلك عمودي على خطوط المجال المغناطيسي تكون ق. د. ك. المستحثة المتولدة بين طرفي السلك نهاية عظمي .



شروط مرور تيار مستحث في موصل

① وجود فيض مغناطيسي. ② وجود موصل يتصل بدائرة مغلقة

② حدوث حركة حتى يقطع الموصل خطوط الفيض المغناطيسي

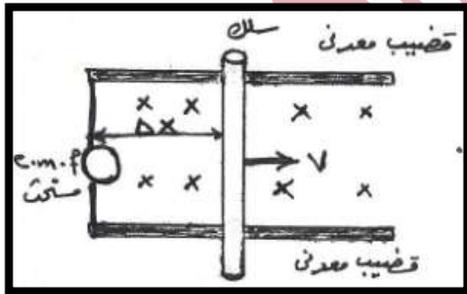
تفسير تولد ق. د. ك. مستحثة في موصل

عندما يقطع موصل خطوط الفيض المغناطيسي فإن الإلكترونات الحرة تتأثر بالمجال وتنتقل من طرف (موجب) إلى طرف آخر (سالب) ويصبح بين الطرفين فرق في الجهد يعمل على مرور التيار الكهربائي إذا كانت دائرته مغلقة

حل سؤال: ينعكس اتجاه التيار المستحث إذا انعكس اتجاه الحركة؟

جـ : لتغير اتجاه حركة الإلكترونات في السلك إلى الاتجاه المضاد لانعكاس تغير الفيض.

تعيين مقدار ق. د. ك. المستحثة في سلك مستقيم



① بفرض موصل معدني مستقيم طوله l ينزلق على موصل آخر

طرفاه متصلين بجلفانومتر حساس بسرعة (V) موضوع عمودياً

على مجال مغناطيسي كثافة فيضه B

② إذا تحرك الموصل مسافة ΔX خلال فترة زمنية Δt فإن التغير

في المساحة A يتعين من العلاقة $A = l \Delta X$ والتغير في

الفيض $\Delta \Phi_m = B \Delta A = Bl \Delta X$

③ يمكن تعيين القوة الدافعة الكهربية المستحثة في سلك من العلاقة: $emf = - \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$

$$\therefore emf = - \frac{Bl \Delta x}{\Delta t} = -B \cdot l \cdot V$$

④ وإذا كان اتجاه الحركة يميل على اتجاه المجال بزاوية فإن $emf = -B l V \sin \theta$

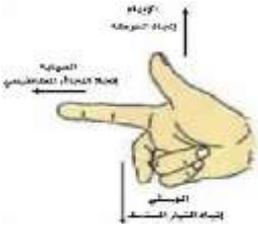
ح. الأخطار الإشارة السالبة حسب قاعدة لينز

فكر ① متى ينعدم مرور التيار المستحث في السلك ؟

② بما تفسر :- تولد تيار مستحث في سلك مستقيم

● تحديد اتجاه التيار المستحث في سلك مستقيم (باستخدام قاعدة اليد اليمنى لفلمنج)

اجعل أصابع اليد اليمنى الإبهام والسبابة والوسطى متعامدة بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه حركة السلك والسبابة إلى اتجاه المجال فيشير الوسطى إلى اتجاه التيار المستحث في السلك المستقيم



1) متى تصبح القوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في موصل نهاية عظمي.

ج: إذا تحرك السلك في اتجاه عمودي على خطوط الفيض المغناطيسي حيث $\theta = 90^\circ$

$$emf = -BLV \sin 90 = -BLV$$

فتكون

2) القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في موصل تساوي صفر؟

ج: إذا تحرك السلك في اتجاه موازي لخطوط الفيض المغناطيسي حيث $\theta = 0^\circ$ فتكون $\sin 0 = 0$ فتكون $emf = 0$

فكر - قد لا تتولد ق. د. لك مستحثة في سلك يتحرك في مجال مغناطيسي؟

العوامل التي تتوقف عليها ق. د. المستحثة في سلك مستقيم

1) كثافة الفيض B 2) طول السلك 3) سرعة حركة السلك V

4) الزاوية المحصورة بين اتجاه حركة السلك واتجاه المجال

الوهر (وحدة قياس الفيض المغناطيسي)

هو الفيض المغناطيسي الذي إذا مر عموديا خلال لفة واحدة من لفات ملف وتلاشي تدريجيا خلال 1s فانه

يتولد قوة دافعة كهربية مستحثة قدرها 1V

ملاحظات هامة على تجارب فاراداي

1) إذا دار الملف 1/4 دورة (90°) من الوضع العمودي على المجال أو سحب الملف أو اخرج من المجال أو تلاشي المجال

أو انقطع التيار خلال زمن قدرة Δt ثانية فإن التغير في الفيض المغناطيسي

$$\Delta \Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = \Phi_1 - 0 = \Phi_1 = BA$$

$$emf = -\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{NBA}{\Delta t}$$

ويكون متوسط القوة الدافعة الكهربائية

2) إذا دار الملف 1/2 دورة (180°) أي قلب الملف أو عكس اتجاه التيار في الملف أو عكس اتجاه المجال يصبح الفيض

نفس القيمة ولكن مضاد للاتجاه الأول خلال زمن قدرة Δt ثانية

$$\Delta \Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_2 = 2\Phi = 2BA$$

$$emf = -\frac{2N\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{2NBA}{\Delta t}$$

ويكون متوسط القوة الدافعة الكهربائية

$$I = \frac{emf}{R}$$

3) يمكن حساب شدة التيار من العلاقة

4) عند تزايد الفيض الذي يعطيه الملف عموديا من Φ_1 الي Φ_2 خلال زمن قدرة Δt ثانية فان القوة الدافعة المستحثة

$$emf = -\frac{N(\Phi_2 - \Phi_1)}{\Delta t} = -\frac{NA(B_2 - B_1)}{\Delta t}$$

تحتسب من العلاقة

5) عند تناقص الفيض الذي يعطيه ملف عمودي من Φ_1 الي Φ_2 خلال زمن قدرة Δt ثانية فان القوة الدافعة

$$emf = -\frac{N(\Phi_1 - \Phi_2)}{\Delta t} = -\frac{NA(B_1 - B_2)}{\Delta t}$$

المستحثة تحسب من العلاقة

6 يمكن حساب الشحنة (Q) التي تمر خلال الملف في جميع الحالات السابقة وذلك عندما يكون الزمن (Δt)

$$\Rightarrow emf = -\frac{N\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \therefore \frac{QR}{\Delta t} = \frac{N\Delta\phi}{\Delta t}$$

(للإ) اثبت ان متوسط القوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في ملف خلال 1/4 دورة = متوسط القوة الدافعة

المستحثة المتولدة خلال 1/2 دورة بفرض ان الملف بدء الدوران من الوضع العمودي علي المجال؟

ج : ① خلال ربع دورة $emf_1 = -\frac{\phi_m}{1/4T} = -4N\phi_m f$ حيث f هي التردد

② خلال نصف دورة $emf_2 = -\frac{2\phi_m}{1/2T} = -4N\phi_m f$ حيث f هي التردد

$$\therefore emf_1 = emf_2 \square$$

اثبت ان

② التسلا = اوم. كولوم / م² = فولت. ثانيه / م²

$$\begin{aligned} \text{التسلا} &= \frac{\text{نيوتن}}{\text{امبير} \times \text{م}} = \frac{\text{جول}}{\text{امبير} \times \text{م}^2} \\ &= \frac{\text{فولت} \times \text{كولوم}}{\text{امبير} \times \text{م}^2} = \frac{\text{فولت. ثانيه}}{\text{امبير} \times \text{م}^2} \\ &= \frac{\text{فولت} \times \text{كولوم}}{\text{امبير} \times \text{م}^2} \end{aligned}$$

وكذلك من $\frac{\text{فولت} \times \text{كولوم}}{\text{امبير} \times \text{م}^2} = \frac{\text{اوم} \times \text{كولوم}}{\text{م}^2}$

① الوبر = اوم. كولوم = جول ثانيه / كولوم

$$\begin{aligned} \text{وبر} &= \frac{\text{نيوتن} \times \text{م}^2}{\text{امبير} \times \text{متر}} \\ &= \frac{\text{جول}}{\text{امبير}} = \frac{\text{جول ثانيه}}{\text{كولوم}} \\ &= \frac{\text{جول}}{\text{امبير}} = \frac{\text{فولت} \times \text{كولوم}}{\text{امبير}} \end{aligned}$$

وكذلك من $\frac{\text{جول}}{\text{امبير}} = \frac{\text{فولت} \times \text{كولوم}}{\text{امبير}} = \text{اوم كولوم}$

مثال ١ ملف عداد لفاته 300 لفة مساحة مقطعة 8 سم² وضع عموديا على مجال مغناطيسي كثافته 0.005 تسلا احسب القوة الدافعة المستحثة المتوسطة المتولدة إذا

- ① دار الملف 900 في زمن 0.1 ثانية
 ② قلب الملف في زمن 0.1 ثانية
 ③ زادت كثافة الفيض إلى 0.009 في زمن 0.1 ثانية
 ④ سحب الملف وأخرج من الفيض في 0.1 ثانية

الحل :

$$\text{① } emf = -\frac{N\Delta\phi_m}{\Delta t} = -\frac{NA(B_1 - B_2)}{\Delta t} = -\frac{NA(B_1 - 0)}{\Delta t} = -\frac{300 \times 8 \times 10^{-4} \times 0.005}{0.1} = 0.012V$$

$$\text{② } emf = -\frac{2N\phi}{\Delta t} = -\frac{2NBA}{\Delta t} = -\frac{2 \times 300 \times 0.005 \times 8 \times 10^{-4}}{0.1} = -0.024V$$

$$\text{③ } emf = -\frac{N(\phi_2 - \phi_1)}{\Delta t} = -\frac{NA(B_2 - B_1)}{\Delta t} = -\frac{300 \times 8 \times 10^{-4} (0.009 - 0.005)}{0.1} = 9.6 \times 10^{-3}V$$

$$\text{④ } emf = -\frac{N\Delta\phi_m}{\Delta t} = -\frac{NA(B_1 - B_2)}{\Delta t} = -\frac{NA(B_1 - 0)}{\Delta t} = -\frac{300 \times 8 \times 10^{-4} \times 0.005}{0.1} = 0.012V$$

مثال ٢ ملف دائري صغير يتكون من لفة واحدة نصف قطره 5cm ومقاومته $10^{-3}\Omega$ وضع عند مركز ملف كبير يتكون ايضا من لفة واحدة ونصف قطره 50cm ويمر بالملف الكبير تيار متغير من صفر الي 8A خلال فترة قدرها $10^{-6} s$ احسب شدة التيار اطار في الملف الصغير خلال هذه الفترة الزمنية

الحل: $B_{\text{كبير}} = \mu \frac{NI}{2r} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{1 \times 8}{2 \times 0.5} = 1.0057 \times 10^{-5} \text{ Tesla}$

$$\therefore emf = \frac{N_{\text{كبير}} A_{\text{صغير}} B_{\text{صغير}}}{\Delta t} = \frac{N\pi r^2 B}{\Delta t} = \frac{1 \times \frac{22}{7} \times (0.05)^2 \times 1.0048 \times 10^{-5}}{10^{-6}} = 0.079 V \square$$

$$\therefore I = \frac{emf}{R} = \frac{0.079}{10^{-3}} = 79 A \square$$

مثال ٣ لوحظ تولد فرق في الجهد مقداره 5.5×10^{-3} فولت بين طرفي عقرب الثواني في ساعة أحد الميادين نتيجة لتعرضه لمجال مغناطيسي عمودي عليه فإذا علمت أن التغير في المساحة القاطعة لخطوط الفيض نتيجة دوران عقرب الثواني دورة كاملة هو $\frac{11}{14}$ م² احسب كثافة الفيض المؤثرة

الحل: $\therefore emf = -BLV = -BL \frac{\Delta X}{\Delta t} = -\frac{BA}{\Delta t}$

$$\therefore 5.5 \times 10^{-3} = \frac{B \times 11}{14 \times 60} \Rightarrow B = 0.42 \text{ Tesla} \square$$

مثال ٤ سلك مثبت في سيارة تسير على طريق أفقي بسرعة 90Km/h فإذا كان طول السلك 1m ومقاومته 8Ω وعند توصيله بجلفانومتر مقاومة 92Ω يمر به تيار شدته $4 \times 10^{-6} \text{ A}$ احسب كثافة الفيض المغناطيسي للمركبة الراسية للأرض

الحل: $V = 90 \times \frac{5}{18} = 25 \text{ m/s}$

المقاومة الكلية للسلك $= 92 + 8 = 100\Omega$

$$\therefore Emf = IR = 4 \times 10^{-6} \times 100 = 4 \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$\therefore Emf = -BLV \Rightarrow \therefore B = \frac{emf}{LV} = \frac{4 \times 10^{-4}}{1 \times 25} = 16 \times 10^{-6} \text{ Tesla}$$

تدريبات وتمارين

- أوجد القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في سلك طوله 40 سم يتحرك بسرعة 500 سم / ثانية عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضيه 0.6 تسلا وما مقدارها إذا كانت الزاوية المحصورة بين اتجاه السرعة وكثافة الفيض 30 (0.6 - 1.2)
- جلفانومتر مقاومة ملفه 193 أوم وصل طرفاه بملف مقاومته أوم يتكون من 200 لفة نصف قطر كل منهما 5cm تم وضع الملف بين قطبي مغناطيس كهربى عمودي على الفيض وعند إبعاد الملف فجاءة عن الفيض مر خلال الجلفانومتر شحنة كهربية قدرها $40 \times 10^{-4} \text{ C}$ احسب قيمة كثافة الفيض الناشئ عن المغناطيس الكهربى (0.509T)
- سلك أريال رأسى مثبت في سيارة تسير على طريق أفقي بسرعة 60 km/h فإذا كان طول السلك متر واحد ومقاومته 4 أوم متصل مع جلفانومتر مقاومته 96Ω فإذا كانت قراءة الجلفانومتر 4 ميكروأمبير فاحسب المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي للأرض (24×10^{-6})
- سلك أفقي طوله متر مثبت عبر سيارة تسير بسرعة معينة فإذا كانت مركبة كثافة الفيض المغناطيسي الرأسى للأرض 0.27×10^{-14} وبر/ م² وكانت (e.m.f) المستحثة المتولدة بالسلك 45×10^{-14} فولت فما هي السرعة التي تسير بها السيارة .
- ملف عدد لفاته 25 لفة ملفوف حول أنبوبة مجوفة مساحة مقطعها 1.8 cm^2 بحيث كانت مساحة كل لفة تساوي مساحة مقطع الأنبوبة تأثر بمجال مغناطيسي منتظم عمودي على مستوي الملف فإذا زادت كثافة الفيض المغناطيسي من صفر إلى 0.55 Tesla في زمن قدره 0.75 S احسب :-

① مقدار القوة الدافعة المستحثة في الملف .

② شدة التيار المستحث في الملف إذا كانت مقاومة الملف 3Ω

الجنون هو ان تفعل الشيء مرة بعد مرة وضي كل مرة تتوقع نتيجة مختلفة

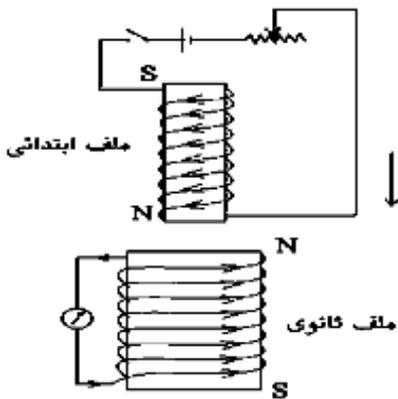
المركز الإنشائي

٦. دائرة كهربائية تتكون من سلكين سلكيين متوازيين المسافة بينهما 50cm ومقاومة مقدارها 3Ω وضع قضيب معدني عموديا علي السلكين المتوازيين بحيث يغلّق هذه الدائرة فإذا كانت المساحة المحصورة بين السلكين عمودية علي فيض مغناطيسي كثافته 0.15 T احسب قيمة القوة اللازمة لتحريك القضيب المعدني لتكسبه سرعة منتظمة مقدارها 200cm/s (3.75×10^{-3})
٧. (شع ٧٨) ملف عدد لفاته 100 لفة ومساحة كل منها 20 سم² موضوع عموديا على مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه 0.2 تسلا فإذا قلب الملف في 0.2 ثانية أوجد متوسط (emf) المتولدة (0.4 T)
٨. ملف مستطيل أبعاده (30 - 20) سم يتكون من 500 لفة يدور بسرعة 1200 دورة في الدقيقة وذلك في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه 0.002 تسلا . أوجد متوسط القوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في الملف عند دورانه 900 من الوضع الذي يكون فيه مستواه عموديا علي الفيض (4.8)

الحث المتبادل بين ملفين

هو التأثير الكهرومغناطيسي الحادث بين ملفين متجاورين أو متداخلين يمر في أحدهما تيار متغير الشدة فيتأثر به الآخر ويقاوم التغير الحادث في الأول.
أو تولد تيار مستحث في ملف باستخدام ملف آخر يمر به تيار كهربائي متغير الشدة .

تجربة لتوضيح الحث المتبادل بين ملفين



1. نحضر ملف ابتدائي يمر به تيار كهربائي متغير الشدة فيتولد عنه مجال مغناطيسي متغير ويكون متصل ببطارية ومفتاح وريوستات لذلك يعمل الملف كمغناطيس.
2. ملف ثانوي : ملف يقطع خطوط الفيض المغناطيسي فيتولد به قوة دافعة كهربية مستحثة ويتصل بجلفانومتر حساس.
3. عند مرور تيار متغير في الملف الابتدائي يتولد مجال مغناطيسي متغير يقطع الملف الثانوي خطوط الفيض المغناطيسي فيتولد ق. د. ك. مستحثة وتيار مستحث (يخضع لقاعدة لينز) ينتج عنه فيض يقاوم فيض الأول فيؤثر كلا منهما في الآخر ولذلك يسمى بالحث المتبادل.

وقد وجد بالتجربة العملية تولد نوعان من التيار المستحث هما

تيار مستحث طردى	تيار مستحث عكسي
يتولد في اللحظات التي يتناقص فيها الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف الثانوي	يتولد في اللحظات التي يتزايد فيها الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف الثانوي
1 يحدث عند ابعاد أو اخراج الملف الابتدائي من الملف الثانوي 2 يحدث في لحظة فتح دائرة الملف الابتدائي 3 يحدث عند نقص شدة التيار فجاءه في الملف الابتدائي (زيادة مقاومة الريوستات)	1 يحدث عند تقرب أو ادخال الملف الابتدائي في الملف الثانوي 2 يحدث في لحظة قفل دائرة الملف الابتدائي 3 يحدث عند زيادة شدة التيار فجاءه في الملف الابتدائي (نقص مقاومة الريوستات)
يكون في نفس اتجاه مرور التيار الاصلي	يكون في عكس اتجاه مرور التيار الاصلي

١. عند لحظة غلق مفتاح دائرة الملف الابتدائي ينحرف مؤشر الجلفانومتر لتولد قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية بالحث المتبادل في الملف الثانوي.

التفسير : لحظة غلق المفتاح يتزايد تيار الملف الابتدائي من الصفر الى قيمته العظمى وفي هذه الفترة يتزايد معه الفيض المغناطيس والذي يخترق لفات الملف الثانوي فيتولد في الملف الثانوي ق.د.ك مستحثة عكسية وتيار مستحث عكسي يعمل على توليد مجال مغناطيسي مستحث في الملف الثانوي في اتجاه مضاد يقاوم زيادة المجال المغناطيسي المؤثر من الملف الابتدائي (طبقا لقاعدة لينز).

٢. عند لحظة فتح مفتاح دائرة الملف الابتدائي ينحرف مؤشر الجلفانومتر لتولد قوة دافعة كهربية مستحثة طردية بالحث المتبادل في الملف الثانوي

التفسير : لحظة فتح المفتاح يتناقص تيار الملف الابتدائي من قيمته الى الصفر وفي هذه الفترة يتناقص معه الفيض المغناطيس والذي يخترق لفات الملف الثانوي فيتولد في الملف الثانوي ق.د.ك مستحثة طردية وتيار مستحث طردي يعمل على توليد مجال مغناطيسي مستحث في الملف الثانوي في اتجاه مضاد يقاوم تناقص المجال المغناطيسي المؤثر من الملف الابتدائي.

معامل الحث المتبادل M

تعريف : مقدار القوة الدافعة المستحثة المتولدة في أحد الملفين عند تغير

شدة التيار في الملف الآخر بمعدل واحد أمبير في الثانية

وحدة قياس معامل الحث المتبادل هي الهنرى ويكافئ فولت . ثانية / أمبير = أوم ثانية = وبر / أمبير

الهنرى :- مقدار الحث المتبادل بين ملفين يتولد في أحدهما (e. m. f) مستحثة مقدارها 1 فولت عند

تغير شدة التيار في الملف الآخر بمعدل 1 أمبير في الثانية

قانون حساب :

١ عند مرور تيار كهربي شدته I_1 في الملف الابتدائي يتولد حوله مجال مغناطيسي ويتناسب معدل تغير الفيض المغناطيسي بالملف الابتدائي طرديا مع معدل التغير في شدة التيار اي ان

$$\frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \rightarrow \text{①} \square$$

٢ تبعا لتغير الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف الثانوي يتولد فيه قوة دافعة كهربية

مستحثة $(emf)_2$ وتبعا لقانون فارادي $e m f$ المستحثة والمتولدة بالملف الثانوي تتناسب طرديا مع معدل

تغير الفيض المغناطيسي ② $(emf)_2 \propto \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \rightarrow$

٣ من المعادلة ① & ② نجد ان فولت $(emf)_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ حيث الإشارة

السالبة تبعا لقاعدة لنز و M معامل الحث المتبادل

ملاحظات ان معامل الحث المتبادل بين ملفين ٠.١ هنري

ج : أي أن emf المتولدة في أحد الملفين = 0.1 v عندما يتغير التيار في الملف الآخر بمعدل 1A في 1 S

العوامل التي يتوقف عليها الحث المتبادل بين ملفين :

٢ حجم الملف

١ معامل النفاذية المغناطيسية للوسط داخل الملف

٤ المسافة الفاصلة بين الملفين

٣ عدد لفات الملفين

شروط حدوث الحث المتبادل بين ملفين:

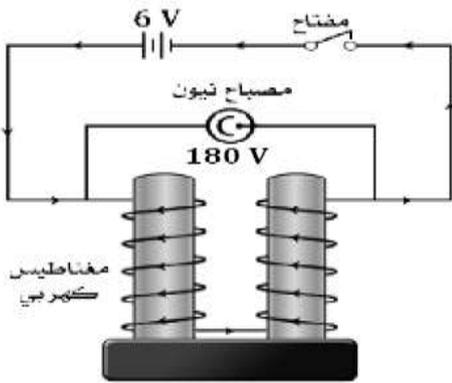
- 1 وجود ملفين احدهما ابتدائي والاخر ثانوي لهما محور واحد.
 - 2 ان يمر في الملف الابتدائي تيار متغير الشدة 3 ان تكون دائرة الملف الثانوي مغلقة
- الاستفادة من الحث المتبادل : المحول الكهربائي

الحث الذاتي للملف

هو التأثير الكهرومغناطيسي الحادث في نفس الملف عندما يتغير شدة التيار فيه بحيث يعمل على مقاومة هذا التغير

تجربة لتوضيح الحث الذاتي للملف

- 1 نصل طرفي ملف مغناطيس كهربائي قوى عدد لفاته كبير على التوالي مع بطارية 6V ومفتاح وعلى التوازي معهم مصباح نيون



- 2 عند غلق الدائرة يمر تيار كهربائي ونلاحظ عدم توهج مصباح النيون. التفسير: عند مرور تيار كهربائي في الملف يتولد مجال مغناطيسي قوي بحيث تعمل كل لفه من لفات الملف كمغناطيس قصير تقطع خطوط الفيض اللفات المجاورة له فتتولد في الملف قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية صغيرة لا تقوي على اضاءة المصباح.
- 3 عند فتح الدائرة نلاحظ مرور شرارة كهربية بين طرفي المفتاح وتوهج مصباح النيون

التفسير: قطع التيار في الملف بسرعة يؤدي الي تلاشي الفيض المغناطيسي فيتغير المعدل الزمني الذي تقطع به لفات الملف خطوط الفيض فيتولد بذلك قوة دافعة كهربية مستحثة في كل لفه وحيث أن اللفات موصلة على التوالي فإن القوة الدافعة الكهربية المستحثة الكلية تكون كبيرة فتتغلب على مقاومة الهواء بين طرفي المفتاح فتمر الشرارة الكهربية.

حساب القوة الدافعة المتولدة بالحث الذاتي للملف

القوة الدافعة الكهربية المستحثة تتناسب طرديا مع المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي الذي يتناسب بدوره مع المعدل الزمني لتغير التيار في الملف اي ان:

$$\text{حيث } (L) \text{ معامل الحث الذاتي للملف} \quad \text{emf} \propto \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \quad \therefore \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \therefore \text{emf} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

معامل الحث الذاتي للملف

تعريف: مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في نفس الملف عندما تتغير شدة التيار فيه بمعدل 1 أمبير في واحد ثانية

ما معني ان معامل الحث الذاتي لملف = 1 H

ج: أي أن emf المتولدة في الملف بالحث الذاتي = 1V عندما يتغير التيار في الملف بمعدل 1A في 1 S

وحدة قياسه: هنري يكافئ فولت . ثانية / أمبير = أوم ثانية

الهنري هو معامل الحث الذاتي لملف حين تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة تساوي واحد فولت عندما يتغير التيار بمعدل واحد أمبير في الثانية

العوامل التي يتوقف عليها الحث الذاتي للملف

- 1 عدد لفاته
- 2 طول الملف
- 3 مساحة مقطعة
- 4 شكله الهندسي
- 5 معامل نفاذية الوسط

تطبيقات الحث الذاتي

المصباح الفلورسنت : فكرة عملة عند تفريغ الطاقة المغناطيسية المخزنة في الملف في أنبوبة مفرغة من الهواء وبها غاز خامل تزداد طاقة حركة الجزيئات ويزداد معدل تصادمها مع بعضها مما يؤدي إلى تأين ذراته واصطدامها مع سطح الأنبوبة المطلي بالمادة الفلورسنتية مما يؤدي إلى انبعاث الضوء منه



1 **في السلك المستقيم**: تتولد ق. د. ك بالحث الذاتي تكون صغيرة جداً لذلك ينمو التيار الكهربائي في السلك المستقيم ويضمحل بسرعة.

2 **في الملف الحلزوني**: نمو التيار في اللفة الأولى للملف ينشأ عند مركز الملف

فيض مغناطيسي متغير هذا الفيض المتغير يقطع اللفات الأخرى للملف فيتولد في لفات الملف بالحث الذاتي ق. د. ك مستحثة عكسية تضاد الأصلية فيأخذ التيار فترة زمنية أطول للنمو من السلك المستقيم وإذا كان بداخله قلب من الحديد المطاوع يعمل على تركيز خطوط الفيض المغناطيسي حول الملف فتزداد القوة الدافعة الكهربائية المستحثة فيأخذ التيار وقتاً أطول في النمو

علل (e.m.f) المتولدة بالحث الذاتي في ملف تكون أكبر منها في سلك مستقيم ؟

جـ : لأن في حالة السلك المستقيم لا تتولد ق. د. ك عكسية لأن الفيض الناتج عن مرور التيار لا يقطع السلك فلا تتولد ق. د. ك عكسية تؤخر نمو التيار بينما في حالة الملف الفيض الناتج يولد قوة دافعة كهربائية عكسية تعمل على تأخير نمو التيار فيه.



علل تلف المقاومات القياسية لف مزدوج

جـ : لتلاشي الحث الذاتي حيث يمر التيار في كل لفة في اتجاهين متضادين فينشأ مجالين متساويين في المقدار متضادين في الاتجاه فيلغي كلا منهما الآخر فلا يتغير الفيض ولا تتولد ق. د. ك بالحث الذاتي

التيارات الدوامية

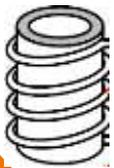
هي تيارات كهربائية مستحثة تتولد في قطعة معدنية نتيجة قطعها لفيض مغناطيسي متغير ويكون اتجاهها عمودياً على اتجاه المجال

و يمكن الحصول عليها بإحدى الطرق الآتية :

1 تحريك القطعة المعدنية في مجال مغناطيسي ثابت ومناسب

2 وضع القطعة المعدنية في مجال مغناطيسي متغير كالمجال المغناطيسي الناشئ عن تيار متردد .

العوامل المؤثرة على شدة التيارات الدوامية :



1 معدل التغير في شدة التيار .

2 المقاومة النوعية لمادة القطعة المعدنية

3 الاستغادة من التيارات الدوامية : أفران الحث : يستخدم في صهر الفلزات.

أضرار التيارات الدوامية :

1 فقد جزء من الطاقة الكهربائية بتحويلها إلى طاقة حرارية .

2 قد يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى تلف المادة العازلة للملفات فتتلامس الأسلاك وتحدث الحرائق

✍ الحد من التيارات الدوامية في القلب الحديدي لبعض الأجهزة :

يضع القلب الحديدي على هيئة صفائح رقيقة من الحديدي المطاوع معزولة عن بعضها بطبقة من الشمع لزيادة مقاومة القلب الحديدي . و توضع الصفائح بحيث تكون موازية لآتجاه محور الملف و بالتالي تضعف شدة التيارات الدوامية .

س: كيف تتولد التيارات الدوامية بين كيفه تقلل تأثيرها الضار في بعض الأجهزة ثم وضع تركيب جهاز يستفاد فيه بالتيارات الدوامية .

افران الحث

الاساس العلمي : التيارات الدوامية

شرح الاساس العلمي : اذا تم تغير عدد خطوط الفيض في التي تخترق قطعة معدنية يتولد فيها تيارات

دوامية

الاستخدام : صهر المعادن والفلزات

ملف رومكوف (ملف الحث)

فكرة العمل الحث الكهرومغناطيسي (الحث الذاتي والمتبادل)

الاستخدام يستخدم كملف اشعال في الآلات الاحتراق الداخلي كالسيارات

تمارين وتدريبات

١. (مصر ٩٠) ملف مربع الشكل طول ضلعه 10 cm وعدد لفاته 500 لفة وضع عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.1 تسلا فإذا أخرج الملف من المجال في زمن قدره 0.05s احسب emf المتولدة (10 V)
٢. احسب معامل الحث الذاتي لملف يتولد فيه قوة دافعة كهربية مستحثة مقدارها 10 V إذا تغيرت شدة التيار المار فيه بمعدل 40 A/s (0.25 H)
٣. (أزهر ٩٥) ملف حلزوني طول 1.1 m محتوي على 700 لفة ومساحة مقطعه 10 cm^2 يمر به تيار شدته 2A اوجد:
① كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محوره داخل الملف . ($16 \times 10^{-4} \text{ Tesla}$)
② مقدار القوة الدافعة المستحثة إذا انعدم التيار في 0.01 s (0.112 V)
③ معامل الحث الذاتي للملف (5.6×10^{-4} هنري)
٤. (مصر ٢٠٠٠) مر تيار كهربي شدته 5 A في ملف عدد لفاته 500 لفة فنشأ عنه فيض مغناطيسي قدره 10^{-4} وبر فإذا انعدم التيار في 0.5 s احسب :
أ- القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في الملف . (0.1 V)
ب- معامل الحث الذاتي للملف . (0.01 هنري)
٥. الحث المتبادل بين ملفين متقابلين متقابلين هو 0.1H وكانت شدة التيار المار في أحد الملفين 4A فإذا هبطت شدة التيار في ذلك الملف إلى الصفر في 0.01 s احسب القوة الدافعة الكهربية المتولدة في الملف الثاني (40 V)
٦. (أزهر ٩٨) ملف حث لولبي طول 8cm وعدد لفاته 400 لفة ومساحة مقطعه 10 cm^2 يمر فيه تيار شدته 2.1A أوجد كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة تقع على محوره . والقوة الدافعة المستحثة إذا انعدم التيار خلال 0.01s . ومعامل الحث الذاتي للملف ($132 \times 10^{-4} \text{ Tesla}$, 0.528 V , $25 \times 10^{-4} \text{ H}$)
٧. مر تيار كهربي شدته 5A في ملف عدد لفاته 500 لفة فنشأ عنه فيض مغناطيسي مقدارها 10^{-4} وبر فإذا انعدم التيار في 0.5 s احسب : أ- emf المستحثة المتولدة في الملف . (0.1 V)
ب- معامل الحث الذاتي للملف . (0.01 H)

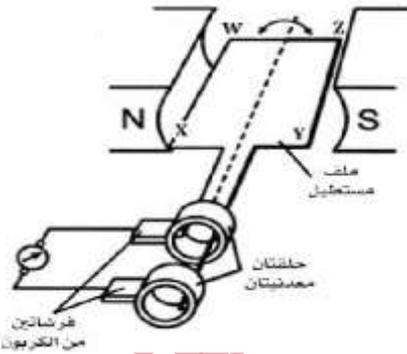
٨. (أزهر ٢٠٠٢ ، ٢٠٠٤) ملف حلزوني ملفوف حول قلب من الحديد نفاذيته المغناطيسية 0.003 و بر / أمبير . م وعدد لفاته 100 لفة ومساحة مقطعه 10 cm² وطوله 40 cm يمر به تيار شدته 4A احسب معامل الحث الذاتي للملف عندما يقطع التيار في 0.01 s (0.075 H)
٩. (أزهر ٢٠٠٧) ملف معاومته 12 Ω وصل طرفاه بطارية قوتها الدافعة 36 V ومقاومتها الداخلية مهملة فإذا كان الحث الذاتي للملف 0.25 Henry احسب :
- أ- القوة الدافعة التأثيرية الذاتية المتولدة بالملف عندما يكون معدل نمو التيار فيه 48A/s
ب- شدة التيار المار في الملف عندئذ .
١٠. (مصر ٢٠٠٧) يسري تيار كهربى شدته 5A في ملف مكون من 500 لفة فانتج فيضاً مغناطيسياً قدره 10⁻⁴ وبر فإذا انعدم التيار خلال 0.5 s فاحسب :
- ١- القوة الدافعة المستحثة المتولدة في هذا الملف . ٢- معامل الحث الذاتي لهذا الملف .
١١. (مصر ٢٠٠٣) ملفان متقابلان عندما تتغير شدة التيار في أحدهما من 4A إلى الصفر في 0.01s تتولد emf مستحثة مقدارها 40V بين طرفي الملف الثانى احسب الحث المتبادل بين الملفين (0.1H)
١٢. (أزهر ٩٣) مر تيار شدته 2 A في الملف الابتدائى لملف رولورف وبتأثير المكثف ثابت السعة اصبح زمن اضمحلال التيار فيه 2 ms احسب فرق الجهد المتولد بين طرفي الملف الثانوى علماً بأن معامل الحث المتبادل بين الملفين (800 V) 0.8H

مولد التيار المتردد (الدينامو)

الفرض منه: تحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) إلى طاقة كهربية في وجود مجال مغناطيسي

فكرة العمل: عند دوران ملف بين قطبي مغناطيس قوى فانه يقطع خطوط الفيض المغناطيسي ويتولد به (e.m.f) مستحثة يمكن الحصول منها على تيار كهربى مستحث متغير الشدة والاتجاه

تركيبه:



١ المجال المغناطيسى: مغناطيس قوى على شكل حذاء الفرس قطباه مقعيرين (دائما أو كهربيا)

٢ عضو الإنتاج الكهربى: ملف مستطيل من سلك نحاسى معزول معلق بين قطبي المغناطيس.

٣ حلقتا انزلاق وفرشتين: يتصل طرف الملف بحلقتين من المعدن تدور مع الملف و يلامس كلا منهما فرشتان ثابتتان من الجرافيت (F₁F₂) و يمثلان قطبا الدينامو.

س ما هو الدور الذي تقوم به فرشتي الجرافيت في الدينامو

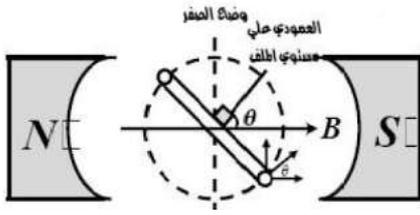
ج : تعملان كقطبي للدينامو فتعمل علي نقل الطاقة الكهربائية من الملف الي الدائرة الخارجية بالاحتكاك

بعض الاشخاص ينجحون لانهم معطوظون
ولكن معظم الناجحين قد نجحوا لانهم كانوا مصممون علي



حساب القوة الدافعة المستحثة (e.m.f) المتولدة في ملف الدينامو

1) بفرض أن الملف يتكون من لفة واحدة و طول كل جانب (L) و عرضه $2r$ وان الملف يدور في دائرة نصف



قطرها r فتكون السرعة الخطية (1) $V = \omega r$

2) نفرض أن الملف بدأ الدوران عندما كان مستواه عموديا على خطوط

الفيض ($0 = \theta$) ثم وصل الي وضع جديد بحيث تكون الزاوية بين اتجاه

الحركة (السرعة) للأضلاع الطويلة واتجاه الفيض θ

فتكون القوة الدافعة المستحثة في كل جانب

$$emf = - B L V \sin \theta$$

القوة الدافعة الكهربية المستحثة في الجانبين

$$emf = -2B L V \sin \theta \text{ ----(2)}$$

3) بالتعويض عن السرعة V من المعادلة 1 في المعادلة 2

$$emf = - 2BL\omega r \sin \theta$$

مساحة وجه الملف تحسب من العلاقة

$$emf = - B A \omega \sin \theta$$

$$A = 2Lr$$

4) إذا كان عدد اللفات N فان (e.m.f) المستحثة اللحظية في الملف $e.m.f = - NBA\omega \sin \theta$

السرعة الزاوية ω : مقدار الزاوية التي يمسخها نصف قطر المسار الدائري في واحد ثانية

او الزاوية التي يقطع بها الملف زوايا متساوية في فترات زمنية متساوية.

$$\omega = \frac{\theta}{t} = 2\pi f$$

قانون حسابها

وحدة قياسها راديان / ثانية

زاوية الدوران θ هي زاوية دوران الملف من الوضع العمودى (وضع الصفر)

او الزاوية المحصورة بين العمودى على مستوى الملف والمجال

او الزاوية بين العمودى على المجال ومستوى الملف او الزاوية بين اتجاه سرعة الملف واتجاه كثافة الفيض

$$\theta = \omega t = 2\pi f t \theta = \omega t \text{ ويلاحظ ان } \pi = 180^\circ$$

قانون حسابها

العوامل التي يتوقف عليها (emf) المستحثة المتولدة في ملف الدينامو

1) عدد اللفات N 2) كثافة الفيض المغناطيسي B 3) مساحة وجه الملف

4) السرعة الزاوية التي يدور بها الملف ω

5) جيب زاوية دوران الملف ($\sin \theta$) بين وضعه في هذه اللحظة ووضعها عندما كان مستواه عمودى على

اتجاه المجال

ملاحظات

(1) اذا كانت زاوية الدوران من وضع الصفر = 90° درجة اي ان الملف مواز للفيض فان القوة

الدافعة الكهربية في هذه اللحظة تكون اكبر ما يمكن وتسمى النهاية العظمى

للقوة الدافعة الكهربية المستحثة حيث $emf = NAB\omega \sin \theta$

$$emf_{max} = NAB\omega \sin 90$$

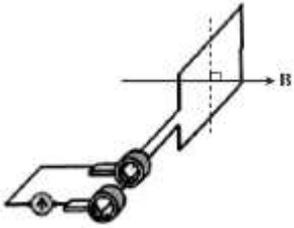
$$emf_{max} = NAB\omega$$

$$emf = emf_{max} \sin \theta$$

ويمكن استنتاج ان

وبالمثل يمكن إيجاد شدة التيار المستحث اللحظي من العلاقة: $I = I_{max} \sin \theta$

(٢) إذا كانت زاوية الدوران من وضع الصفر = 45 درجة فإن :-



قيمة القوة الدافعة الكهربائية المستحثة الناتجة حينئذ تسمى بالقيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية المستحثة emf_{eff} حيث

$$emf = NAB\omega \sin 45$$

$$emf_{eff} = emf_{max} \sin 45$$

$$emf_{eff} = emf_{max} \times 0.707$$

وبالمثل يمكن إيجاد شدة التيار المستحث الفعالة من العلاقة: $I_{eff} = I_{max} \times 0.707$

شرح عمل الدينامو

① عندما يدور الملف بين قطبي مغناطيس تتولد فيه ق. د. ك مستحثة $emf = (emf)_{max} \sin \theta$
 ② عندما يكون الملف رأسيا (وضع الصفر) فإن اتجاه حركة كل جانب منه يكون موازيا لخطوط الفيض وتكون: $emf = 0$

③ بعد 90° يصبح مستوي الملف افقيا وتكون $emf = (emf)_{max}$ $\theta = 90^\circ$

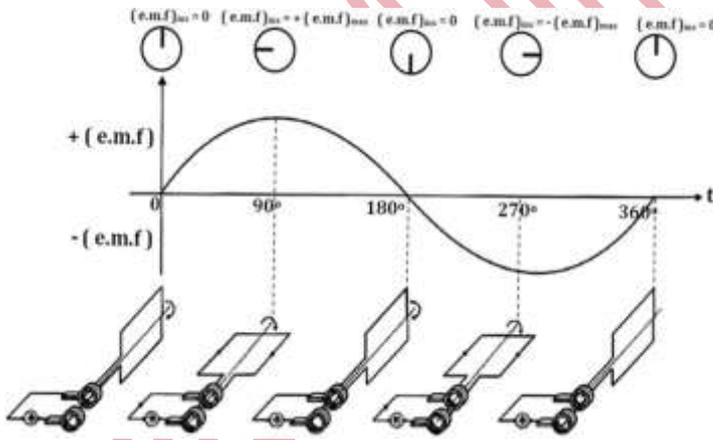
④ بعد 180° يصبح الملف رأسيا مرة أخرى وتكون $emf = 0$

⑤ بعد 270° يصبح الملف افقيا مرة أخرى وتكون $emf = - (emf)_{max}$

⑥ بعد 360° يصبح مستوي الملف رأسيا مره أخرى وتكون $emf = 0$

⑦ مما سبق نجد ان التيار المار في الدائرة الخارجية يتغير شدته واتجاهه ويسمى متردد

التمثيل البياني للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة



عند رسم علاقة بيانية بين القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف الدينامو وزاوية الدوران خلال دورة كاملة من دورات الملف نحصل على منحنى جيبى

ملاحظات

- عدد مرات وصول التيار الى النهاية العظمى $2f$ حيث f التردد
- عدد مرات وصول التيار الى الصفر $2f + 1$

التيار المتردد تيار متغير الشده والاتجاه بنظام دورينابت. او تيار متغير الشده والاتجاه يغير شدته كل لحظة واتجاهه كل نصف دورة او تيار يتغير شدته من الصفر الى نهاية عظمي ثم الي الصفر كل نصف دورة ويغير اتجاهه.

متي تكون emf في الدينامو نهايت عظمي

ج : اذا كان الملف يوازي خطوط الفيض لان العمودي على مستوي الملف عمودي على المجال $\theta = 90 \sin 90 = 1$

متي تنعدم emf في الدينامو

ج : اذا كان الملف عموديا على مستوي الملف الان العمودي على الملف يوازي المجال $\theta = 0$

لتعيين متوسط القوة الدافعة الكهربائية في ملف الدينامو

يستخدم قانون فاراديج $emf = -N \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = -N \frac{\Delta BA}{\Delta t}$ متوسط

عند حساب القوة الدافعة الكهربائية المتوسطة خلال ربع دورة أو نصف دورة أو ثلاثة أرباع دورة فإن

$$emf \text{ متوسطة} = -4NABf$$

حل متوسط emf خلال ربع دورة تساوي emf خلال نصف دورة؟

ج: لأن كلا من البسط والمقام يتضاعف في العلاقة $emf = -N \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$ وحيث ان تضاعف الفيض يقابله

$$\frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = \frac{2\Delta \Phi_m}{2\Delta t} \text{ تضاعف الزمن فيكون التغيير في الفيض كما هو فيكون}$$

القيمة الفعالة للتيار المتردد

هي شدة التيار المستمر الذي يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها ذلك التيار المتردد في نفس الزمن وفي نفس الموصل أو شدة التيار المستمر الذي يولد نفس القدرة التي يولدها التيار المتردد اذا مر في نفس الموصل

الاساس العلمي لقياس التيار المتردد قياس الاثر الحراري

ماعني ان القيمة الفعالة للتيار المتردد 6 اعبر؟

ج: أي ان الطاقة الحرارية التي يولدها هذا التيار المتردد تساوي الطاقة الحرارية التي يولدها التيار المستمر شدته 6 امبير عندما يمر كل منهما علي حده في نفس المقاومة ولنفس الزمن.

حل متوسط emf في الدينامو دورة كاملة تساوي صفر؟

ج: لأن متوسط emf المستحثة خلال النصف الاول من الدورة يساوي ويعاكس لمتوسط emf خلال النصف الثاني من الدورة فيكون المحصلة تساوي صفر

حل بالرغم من ان متوسط شدة التيار المتردد خلال دورة كاملة تساوي صفر الا انه يستنفذ طاقة كهربية او قدرة

كهربية في صورة طاقة حرارية؟

ج: لأن معدل الطاقة الكهربائية تناسب طرديا مع مربع شدة التيار $w = I^2 R t$ وكذلك القدرة الكهربائية $P_w = I^2 R$ فليس هناك اهمية اذا كان التيار موجب أو سالب حيث I^2 دائما موجبه .

دينامو التيار المستمر

مقدمة من المعلوم ان التيار الذي نحصل عليه من الدينامو تيار متردد

(Ac) والعديد من التطبيقات تحتاج الي تيار مستمر لذا يلزم تحويل التيار

المتردد (Ac) الي تيار مستمر (Dc) ولتحويل التيار المتردد الي تيار مستمر لابد

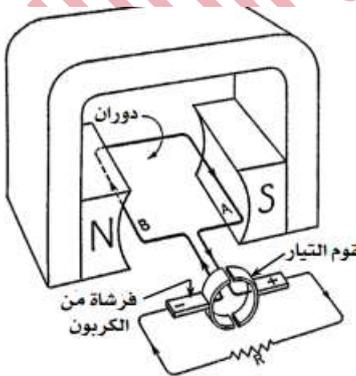
من عمل الاتي : 1 توحيد اتجاه التيار (وتسمى هذه العملية تقويم التيار)

2 توحيد شدة التيار اي جعل شدة التيار ثابتة ولا تصل الي الصفر .

التيار المستمر : هو تيار ثابت الشدة وموحد الاتجاه

س ما النتائج المترتبة علي استبدال اكلقتين في الدينامو باسطوانت معدنيت

مشقوقت الي نصفين



العبرية / منها إلهام و 99% مهد و تعب [توماس اديسون]

أولاً: تَقْوِيم التَّيَّارِ المُرْتَدِدِ

يقصد به تحويل التيار المتردد الي تيار موحد الاتجاه ويتم ذلك باستخدام مقوم التيار



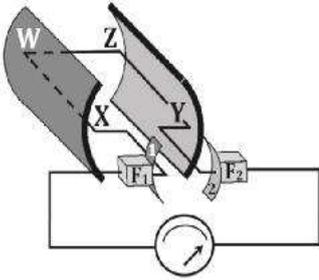
مقوم التيار عبارة عن نصفي اسطوانة معدنية مشقوقة الي نصفين

معزولين عن بعضهما بمادة عازلة ويتصل كل نصف منهما باحد طرفي الملف بدلا من الحلقة المعدنية ويلامس نصفي الاسطوانة اثناء دورانها فرشتان (F_1, F_2) ويراعي ان تلامس الفرشتان المادة العازلة عندما يكون مستوي الملف عمودي علي الفيض اي عندما تكون القوة الدافعة المستحثة المتولدة تساوي صفر .

شرح عمل مقوم التيار :

في نصف الدورة الأول :

① نفرض ان الملف بدأ الدوران من الوضع العمودي علي خطوط الفيض حيث تلامس الفرشتان المادة العازلة بين نصفي الاسطوانة وتكون القوة الدافعة الكهربية المتولدة تساوي صفر .



② بدوران الملف تزداد القوة الدافعة الكهربية المتولدة تدريجيا حتي تصل الي نهاية عظمي عندما يكون مستوي الملف موازيا لخطوط الفيض المغناطيسي

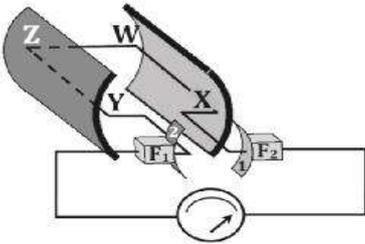
حيث يلامس نصفي الاسطوانة (1) و (2) علي الترتيب الفرشتان (F_1) و (F_2)

③ عند تطبيق قاعدة اليد اليمنى لفلمنج نجد ان اتجاه التيار في الملف يكون في

الاتجاه (XWZY) اما في الدائرة الخارجية من الفرشاة F_1 قطب موجب إلى F_2 قطب سالب

④ بدوران الملف تقل القوة الدافعة المتولدة تدريجيا حتي تنعدم عندما يصبح مستوي الملف عمودي علي الفيض حيث تلامس الفرشتان المادة لعازله

في نصف الدورة الثاني :



① بدوران الملف تزداد القوة الدافعة الكهربية المتولدة تدريجيا حتي تصل الي

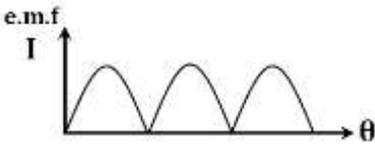
نهاية عظمي عندما يكون مستوي الملف موازيا لخطوط الفيض المغناطيسي وفي هذه الحالة يبدل نصفي الاسطوانة موضعيهما حيث

يلامس نصف الاسطوانة (2) الفرشاة (F_1) بينما يلامس نصف الاسطوانة (1) الفرشاة (F_2)

② عند تطبيق قاعدة اليد اليمنى لفلمنج نجد ان اتجاه التيار في الملف يكون في الاتجاه (XWZY) اما في

الدائرة الخارجية من الفرشاة F_1 قطب موجب إلى F_2 قطب سالب ايضا

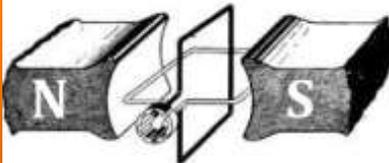
ما سبق نجد انه باستمرار الدوران تظل F_1 دائما موجبة و F_2 دائما سالبة و بذلك يكون اتجاه التيار واحد في الدائرة الخارجية و لكنه متغير من حيث الشدة كما بالشكل .



ثانياً: تثبيت شدة التيار :

① يتم ذلك باستخدام ملفان متعامدان علي بعضهما مع مراعاة ان يقسم

مقوم التيار الي اربعة قطع



② فعند الدوران يكون احد الملفين عمودي علي الفيض المغناطيسي فتكون

القوة الدافعة المستحثة المتولدة تساوي صفر ويكون التيار المستحث ايضا يساوي صفر وفي نفس اللحظة يكون الملف الاخر مستواه موازيا للفيض

المغناطيسي فتكون القوة الدافعة المستحثة عندئذ نهاية عظمي وكذلك التيار المستحث



② باستمرار دوران الملف تكون شدة التيار المار في الدائرة الخارجية متغيرة ولكن لاتصل الي الصفر ويمكن تمثيل ذلك بيانيا كما بالشكل

③ واذا استخدمنا عدة ملفات تميل علي بعضها بزوايا صغيرة قل التعرج مع ملاحظة ان يكون عدد قطع مقوم التيار ضعف عدد الملفات .

وبذلك يمكن الحصول علي تيار مستمر يمكن استخدامه

في تحضير الفلزات بالتحليل الكهربائي - طلاء المعادن بالتحليل الكهربائي - شحن المركب

فكر ... اسطوانات أكسيد المستخدمة بين قطبي المغناطيس في الدينامو مقسمت الي اقراص رقيقة معروفة في حين ان اسطوانات أكسيد في اجلفانومتر احساس غير مقسمت لهذا التقسيم

مقارنة بين التيار المتردد والمستمر

وجه المقارنة	التيار المتردد	التيار المستمر
اتجاه مروره	يمر في اتجاهين متضادين	يمر في اتجاه احد
تمثيلاً بيانياً	يمثل بمنحنى جيبى	يمثل بخط مستقيم
تغير شدته	يمكن رفع او خفض قوته الدافعة الكهربائية باستخدام المحولات	لا يمكن رفع او خفض القوة الدافعة الكهربائية له أي انها ثابتة
نقله	يمكن نقله لمسافات طويلة دون فقد يذكر في الطاقة	لا يمكن نقله لمسافات طويلة لأنه يسبب فقد كبير في الطاقة
تحويله	يمكن تحويله لتيار مستمر بالتعديلات التي تجري علي مولداته او الوصلة الثنائية	لا يمكن تحويله بالطرق العادية
مولداته	رخيصة مثل مساقط المياه	مكلفة مثل البطاريات
مروره في المكثفات	يمر في دائرة بها مكثف	لا يمر في دائرة بها مكثف

مثال ١ (ص ٨٩) ملف دينامو تيار متردد بعداه 10cm، 5cm مكون من 420 لفة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.4Tesla بحيث كان مستواه عمودياً على المجال فإذا دار الملف بمعدل 1000 دورة في الدقيقة فاحسب القوة الدافعة المستحثة في كل من الوضعين الآتيين :

① بعد ربع دورة من الوضع الأول ② بعد 150° من الوضع الأول.

ثم احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية المستحثة خلال ربع دورة من الوضع الأول

الحل

$$\textcircled{1} \text{ emf} = BAN\omega \sin \theta = 0.4 \times 50 \times 10^{-4} \times 420 \times \frac{22}{7} \times \frac{50}{3} \times \sin 90 = 88V$$

٧٤

$$\textcircled{2} \text{ emf} = NAB\omega \sin \theta = 420 \times 50 \times 10^{-4} \times 0.4 \times 2 \times 3.14 \times \frac{50}{3} \times \sin 150 = 44V$$

$$f = \frac{1000}{60} = \frac{50}{3} \text{ Hz} , \quad \therefore T = \frac{1}{f} = \frac{3}{50}$$

③

$$\therefore \Delta t = \frac{1}{4} \times \frac{3}{50} = \frac{3}{200} \text{ S} \quad \square$$

$$\therefore \text{emf} = -N \frac{\Delta BA}{\Delta t} = 420 \frac{0.4 \times 50 \times 10^{-4} \times 200}{3} = 56 \text{ V} \square$$

أسئلة على الدينامو

(أ) علل :

- (١) عندما يصنع ملف الدينامو زاوية مقدارها 30 مع الوضع الذي يكون فيه مستوى الملف عمودي على خطوط الفيض فان شدة التيار في تلك اللحظة = 1/2 النهاية العظمى لشدة التيار
- (٢) عندما يصنع ملف الدينامو زاوية مقدارها 45 مع الوضع الذي يكون فيه مستوى الملف عمودي على خطوط الفيض فان (emf) المستحثة اللحظية تكون مساوية القيمة الفعالة لها
- (٣) تستخدم في مولد التيار عدة ملفات تحصر بينها زاويا صغيرة و متساوية .
- (٤) متوسط شدة التيار في الدينامو خلال دورة واحدة = صفر و مع ذلك تستهلك طاقة كهربية

(ب) اكمل

(١) يتركب المولد الكهربى من أجزاء ثلاث هي و و و تقدر النهاية العظمى للقوة الدافعة من العلاقة

(ج) ما هي التعديلات التي أدخلت على مولد التيار المتردد لتحويله إلى مولد تيار موحد الاتجاه .

د- صف مع الرسم تركيب مولد التيار الكهربى المتردد مع شرح عمله ثم أستنتج العلاقة التي يمكن بواسطتها تعيين (emf) المستحثة في لحظة ما .

هـ- وضح كيف تتغير قيمة (emf) المستحثة في مولد تيار متردد بتغير زاوية دوران الملف و ذلك خلال دورة كاملة موضحا كيف يمكن تمثيل هذا التغير تمثيلا بيانيا ؟

و- وضح كيف يمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد

ز- اختر (١) عندما يدور ملف في مجال مغناطيسى فان اتجاه القوة الدافعة الكهربائية التاثيرية يتغير كل (1/4 - 1/2 - 3/4 - ١ - 2/3) دورة .

(٢) النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية العظمى في ملف الدينامو الي متوسط القوة الدافعة الكهربائية خلال ربع دورة تساوي (π - π/2 - 2π - لا توجد اجابه صحيحة) .

(٣) (الازهر ٩٣) في اطول البسيط ينعكس اتجاه التيار عندما تكون القوة الدافعة الكهربائية المتولدة تساوي (قيمة عظمى - قيمة فعالة - صفر)

(٤) (الازهر ٩٥) النسبة بين القيمة الفعالة للتيار المتردد الي قيمة العظمى هي (1-√2 - 0.707)

(٥) النسبة بين زاوية دوران ملف الدينامو الذي يعطي عنده نصف القوة الدافعة الكهربائية العظمى الي زاوية دوران ملف الدينامو الذي يعطي عنده القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية تساوي

$$(1/3 - 2 - 3 - 1/2)$$

ي - دينامو يعطي قيمة عظمى للقوة الدافعة الكهربائية لمقاومة مقاومه علي التوالي ماذا يحدث لشدة التيار اذا زاد

تردد الملف الي ٣ امثال؟

تمارين تدريبات

١. (صفر ٢٠٠٠ ، ٢٠٠٥) ديناو تيار تردد يتكون ملفه من 350 لفة ومساحته 200cm^2 دار الملف بسرعة منتظمة قدرها 50 دورة في الثانية في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه 0.5tesla احسب
- أ- القيمة العظمى للقوة الدافعة المتولدة في ملف الدينامو (1100 V)
- ب- القوة الدافعة اللحظية بعد مرور زمن قدره $1/600$ s من الوضع الذي يكون فيه مستوى الملف عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي . (550 V)
٢. (صفر ٩٦) ديناو يتكون ملفه من 100 لفة وابعاده $20\text{cm} \times 15\text{cm}$ وكثافة الفيض المستخدم 0.2 Tesla يدور بانتظام دورة كاملة في 0.02 s احسب :
- أ- النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة . (188.5 V)
- ب- القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة . (133.3 V)
٣. (أزهر ٩٦) ملف يدور 300 دورة في الدقيقة حول محور أفقي في مجال مغناطيسي كثافته فيضه 0.07Tesla وكانت مساحة وجهه 200cm^2 تولد فيه emf مستحثة عظمى 22 V احسب :
- ١ عدد لفات الملف . (500 لفة)
- ٢ عدد دورات الملف في الثانية إذا أردنا الحصول على emf عظمى قدرها 44V (10 دورة)
٤. ملف ديناو تيار تردد بعده 10cm ، 5 cm محتوي على 420 لفة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه 0.04 Tesla بحيث كان مستواه عمودياً على هذا المجال فإذا دار الملف بمعدل 1000 دورة في الدقيقة احسب كلا من القيمة العظمى والقيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية المستحثة
٥. ملف أبعاده 20cm ، 30 cm تكون من 100 لفة يدور حول محور مواز لطوله بمعدل 1500 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه 0.07 Tesla اوجد قيم القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف أثناء دورانه عندما يمر بالأوضاع التالية :
- ١ مستوى الملف عمودي على المجال . (صفر)
- ٢ مستوى الملف يميل بزاوية 60° على اتجاه المجال . (33 V)
- ٣ مستوى الملف مواز لاتجاه المجال . (66 V)
٦. (أزهر ٢٠٠٢) ديناو تيار تردد طول ملفه 40cm وعرضه 30cm وعدد لفاته 300 لفة يولد تيار تردده $50/\pi$ Hz وفرق جهده الفعال $2\sqrt{2}$ V احسب
- ١ القيمة العظمى لفرق الجهد بين طرفيه (400 V)
- ٢ كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر على الملف . (0.167 Tesla)
- ٣ القيمة العظمى لفرق الجهد وشدة التيار عندما يدور الملف حول محور مواز لطوله بسرعة خطية 24 m/s ومقاومة الملف $20\ \Omega$ (640 V) (32 A)
٧. (أزهر ٢٠٠٣) ملف مستطيل لديناو تيار تردد طول 26cm ، وعرضه 21cm وعدد لفاته 200 لفة على التوالي يدور في مجال مغناطيسي بسرعة 1800 دورة في الدقيقة فإذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي 0.06 Tesla اوجد قيم القوة الدافعة المستحثة المتولدة عندما يمر الملف بالأوضاع التالية :
- ١ مستوى الملف عمودي على المجال (صفر)
- ٢ مستوى الملف مواز لاتجاه المجال . (123.5 V)

٨. (أزهر ٨٦) ملف ديناو يدور 2400 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه

0.05 Tesla فإذا كان عدد لفات الملف 100 لفة ومساحة كل منها 25 cm² احسب :

① أقصى قيمة لـ emf التأثيرية المتولدة بين طرفي الملف والقيمة الفعالة لها . (2.22 V , 1.57 V)

② القيمة اللحظية للقوة الدافعة التأثيرية المتولدة عند دوران الملف 1/12 دورة ابتداءً من الوضع العمودي على المجال (3.14 V)

٩. ملف أبعاده 30cm، 20cm مكوّن من 500 لفة يدور حول محور مواز لطوله بمعدل 1200 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.02 Tesla اوجد متوسط القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف أثناء دورانه 90° من الوضع الذي يكون فيه مستواه عمودياً على الفيض . (48V)

١٠. (أزهر ٨٢) ملف ديناو يدور بمعدل 100 دورة في الثانية حرد موضع مستوى الملف بالنسبة لخطوط الفيض بعد 2.5 ms من بدء الدوران من وضع الصفر . وما العلاقة بين emf اللحظية في هذه الحالة بالنسبة للقوة الدافعة العظمى . موازى ، متساويان)

١١. (مصر ٢٠٠٦) إذا كانت شدة التيار الكهربى الفعالة في دائرة كهربية I_{eff} تساوى 2.828 A احسب قيمة كل من أ- النهاية العظمى لشدة التيار I_{max}

ب- شدة التيار الكهربي المستحث اللحظي عندما تكون الزاوية المحصورة بين اتجاه سرعة الملف واتجاه كثافة الفيض المغناطيسي تساوى 30°

١٢. (مصر ٨٦) ملف ديناو مستطيل الشكل طوله 42 cm وعرضه 20 cm مكوّن من 100 لفة يدور في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.2 T بسرعة 1200 دورة في الدقيقة احسب النهاية العظمى للقوة الدافعة المتولدة في الملف . (211.2 V)

١٣. (مصر ٩٦) ملف أبعاده 20cm ، 15 cm مكوّن من 100 لفة وكثافة الفيض المستخدم فيه 0.2 T يدور بانتظام دورة كاملة في 0.02 ثانية احسب :

أ-النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة المتولدة . (188.4 V)
ب - القيمة الفعالة للقوة الدافعة المستحثة المتولدة . (تقريباً 133.2 V)

١٤. (مصر ٨٩) إذا كانت القوة الدافعة المترددة تعطى من العلاقة : $e.m.f = 220 \sin 1800t$ احسب :

- القيمة العظمى للقوة الدافعة المستحثة (220 V)
- القيمة الفعالة للقوة الدافعة المستحثة (155.54 V)
- السرعة الزاوية (1800 Rad/sec)
- التردد (50 Hz)

- الزمن الدوري (0.02 ثانية)

- قيمة القوة الدافعة المستحثة بعد 2 ملي ثانية من وضع الصفر (129.3 V)

- قيمة القوة الدافعة اللحظية بعد 1/12 من الدورة ابتداءً من وضع الصفر (110 V)

١٥. ملف ديناو يّار متردد بعاده 30cm، 20cm مكوّن من 500 لفة يدور بسرعة 1200 دورة / دقيقة وذلك في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.002T اوجد متوسط القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف عند دورانه 90° من الوضع الذي يكون فيه مستواه عمودياً على خطوط الفيض (4.8)

٧٧

١٦. ملف مستطيل عدد لفته 300 لفة وأبعاده 25×15cm فإذا كان الملف يدور بسرعة ثابتة مقدارها 1800 دورة

في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.365 T احسب متوسط القوة الدافعة المتولدة في ربع دورة من بدء دوران الملف من المستوى العمودي على المجال (492.75 V)
 ١٧. إذا كانت القوة الدافعة المستحثة العظمى في ملف ديناو هي 200 V فكم تكون القيم اللحظية لها عندما يصل الملف إلى :

- $1/12$ من الدورة من اللحظة التي تكون فيها القوة الدافعة = صفر (100 V)
- عندما يكون مستوى الملف موازياً للمجال . (200 V)
- عندما يميل مستوى الملف على العمودي على المجال بزاوية 30° (100 V)

١٨. ملف مستطيل لديناو تيار متردد طول 30 cm وعرضه 0.25 m ومكون من 200 لفة يدور في مجال مغناطيسي بسرعة 3000 دورة في الدقيقة فإذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي 0.07 تسلا أوجد قيم القوة الدافعة المستحثة في الحالات الآتية :

- أ- إذا كان مستوى الملف عمودياً على المجال ب - إذا كان مستوى الملف موازياً للمجال
- ج- إذا كان مستوى الملف يميل بزاوية 60 على اتجاه المجال
- د- إذا كان مستوى الملف يميل على العمودي على المجال بزاوية 30
- هـ - بعد $1/12$ من الدورة من اللحظة التي يكون فيها القوة الدافعة الكهربائية = صفر

و - متوسط ق.د.ك خلال ربع دورة من الوضع العمودي على المجال
 ز- متوسط ق.د.ك خلال نصف دورة من الوضع العمودي على المجال
 ١٩. إذا كانت القوة الدافعة المستحثة المترددة تعطى بالعلاقة : $e.m.f = 100 \text{ Sin } 9000t$

- أوجد : أ- قيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية ب- القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية
- ج- السرعة الزاوية د - تردد التيار

٢٠. (أزهر ١٩٨٦) ملف ديناو يدور 2400 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.05 T فإذا كان عدد لفات الملف 100 لفة ومساحة كل منها 25 cm^2 احسب :
 أقصى $e.m.f$ تأثيرية تتولد بين طرفي الملف والقيمة الفعالة لها .

القيمة اللحظية للقوة الدافعة التأثيرية المتولدة عند دوران الملف $1/12$ دورة ابتداء من المستوى العمودي على المجال . (3.14 V , 2.22 V , 1.57 V)

٢١. (مصر ١٩٩٩) ملف طول 30 سم وعرضه 20 cm ولون من 100 لفة على التوالي يدور حول محور مواز لطوله بسرعة 1500 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.07 تسلا أوجد قيمه القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف أثناء دورانه عندما يمر بالأوضاع الآتية :

١- مستوى الملف عمودي على اتجاه المجال

٢- مستوى الملف يميل بزاوية 60 درجة على اتجاه المجال

٣- مستوى الملف في اتجاه المجال [0.33 V , 66 V]

٢٢. (سودان ٨٢) ملف مستطيل طول 40 cm وعرضه 20 سم مكون من 200 لفة ويدور بسرعة 50 دورة في

الثانية حول محور مواز لطوله في مجال مغناطيسي كثافة فيضه

3.5×10^{-3} تسلا احسب النهاية العظمى للقوة الدافعة التأثيرية المتولدة فيه [17.6 V]

٢٥. (أزهر ٧٩) تيار متردد نهايته العظمى 4 أمبير أوجد شدة التيار عندما يصنع مستوى الملف زاوية 30° من وضع الصفر

٢٦. ملف مستطيل عدد لفاته 30 لفة وأبعاده (15 cm × 35 cm) فإذا كان الملف يدور بسرعة زاوية ثابتة مقدارها 1800 دورة في الدقيقة الواحدة وفي مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.365 تسلا احسب متوسط القوة الدافعة المتولدة في ربع دورة من دوران الملف من المستوى الرأسي العمودي على المجال [- 49.75 V].

٢٨. (أزهر ٩٦) الجدول التالي يوضح قيمة ق.د.ك المتولدة في ملف دينامو مساحة مقطعه $0.125m^2$ وعدد لفاته 200 لفة خلال دورة كاملة مثل هذه النتائج بيانياً ومن الرسم أوجد :

0	-22	-31.4	-22	0	22	31.4	22	0	emf بالفولت
20	17.5	15	12.5	10	7.5	5	2.5	0	الزمن بالمللي ثانية

ثم احسب : ١- كثافة الفيض المغناطيسي .

٢- ق.د.ك اللحظية عندما يصنع مستوى الملف زاوية 60 درجة مع الفيض المغناطيسي

[31.4 V – 50 Hz – 0.004 Tesla – 15.7 V]

٢٩. (أزهر ٩٩) الجدول التالي يوضح قيمة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف دينامو مساحة مقطعه $0.126 m^2$ وبه 200 لفة خلال دورة كاملة :

0	-14	-19.8	-14	0	14	19.8	14	0	ق.د.ك بالفولت
20	17.5	15	12.5	10	7.5	5	2.5	0	الزمن بالمللي ثانيه

مثل هذه النتائج بيانياً ومن الرسم أوجد القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية وتردد التيار ثم احسب كثافة الفيض المغناطيسي . وما قيمة ق.د.ك عندما يصنع مستوى الملف زاوية 60° مع اتجاه الفيض .

٣٠. (سودان ٩٠) يعطى الجدول التالي القيمة اللحظية لتيار متردد جيبي خلال نصف دورة من دورات ملف دينامو يعطى تياراً متردداً

0	3.83	7.07	9.24	10.0	9.24	7.07	3.83	0	شده التيار بالأمبير
10.0	8.75	7.50	6.25	5	3.75	2.50	1.25	0	الزمن بالمللي ثانية

ارسم الشكل الموجي لهذا التيار خلال نصف دورة ومنه عين :

- الزمن الدوري .
- تردد التيار .
- القيمة العظمى لشدة التيار .
- القيمة الفعال لشدة هذا التيار .
- الزمن عندما تكون الشدة اللحظية 5 أمبير لأول مرة .
- الاوية المحصورة بين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي والمستوى العمودي على ملف الدينامو المولد لهذا التيار في الحالة السابقة (5.0 أمبير)
- في وضع مستوى الملف بالنسبة لاتجاه خطوط الفيض المغناطيسي عندما تكون شدة التيار نهاية عظمى 10 أمبير . [مستوى الملف مواز لخطوط الفيض - 30.6 – 0.0017S – 7.07A – 10A – 50Hz – 0.02S]

٣١. (أزهر ٢٠٠٠) مولد كهربى بسيط للتيار المتردد مساحة وجهه $0.21 m^2$ وبه 200 لفة يدور دورة كاملة كل 0.02 ثانية في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.002 تسلا أكمل بيانات الجدول التالي الذى يمثل العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية والزوايا المحصورة بين مستوى الملف والمستوى العمودي على خطوط الفيض المغناطيسي مع بيان القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة . [18.67 V – 26.4 V – 18.67 V]

0	0	ق.د.ك فولت
180	135	90	45	0	الزاوية θ

المحرك الكهربائي (الموتور)

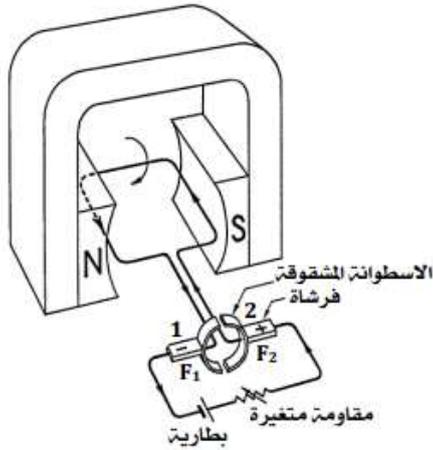
الغرض منه

تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (حركية).

فكرة عمله

نفس فكرة عمل الجلفانومتر ذو الملف المتحرك وهي عند مرور تيار كهربيفي ملف موضوع عمودي على مجال مغناطيسي يتولد عزم ازدواج مغناطيسي يعمل على دوران الملف .

تركيبه :



1 مغناطيس قوى على شكل حذاء الفرس قطباه مقعران و متقابلان .

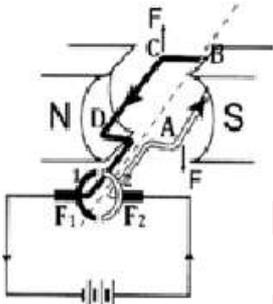
2 ملف مستطيل (ABCD) يتكون من عدد كبير من اللفات من سلك

نجاسي معزول ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع السيليكوني على هيئة صفائح معزولة عن بعضها للحد من التيارات الدوامية.

3 يتصل طرفا الملف بنصفي اسطوانة مشقوقة طوليا (X.Y) معزولان عن بعضهما.

4 فرشتين (F1,F2) ثابتتان و تلامسا نصفي الاسطوانة (X.Y) أثناء الدوران و تتصل الفرشتين بقطبي البطارية ويراعي ان تلامس المادة العازلة للفرشتان عندما يكون مستوي الملف عمودي على المجال.

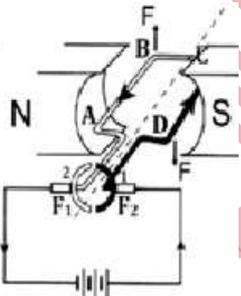
شرح عمله :



1 عندما يكون مستوي الملف أفقيا فان F1 تلامس نصف الاسطوانة (1) و F2 تلامس نصف الاسطوانة (2) و يمر التيار في الاتجاه (ABCD)

2 وبتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليسرى نجد أن الضلع (AB) يتأثر بقوة لأسفل بينما الضلع (CD) يتأثر بقوة لأعلي أي ينشأ عزم ازدواج يعمل على دوران الملف .

3 باستمرار دوران الملف يقل عزم الازدواج تدريجيا لنقص البعد العمودي حتى ينعدم عندما يكون مستوي الملف رأسيا (ولكن الملف يستمر في الدوران بفعل القصور الذاتي)



4 باستمرار الدوران تتبادل نصفي الاسطوانة موضعيهما مع الفرشتان فتلامس الفرشاة (F1) نصف الاسطوانة (2) و تلامس الفرشاة (F2) نصف الاسطوانة (1) و

يمر التيار في الاتجاه (A B C D) و يتأثر الضلع (CD) بقوة لأسفل و (AB) بقوة لأعلي (تبعا لقاعدة فلمنج لليد اليسرى) و ينشأ عزم ازدواج يعمل على دوران الملف في نفس

الاتجاه السابق

5 باستمرار الدوران يقل عزم الازدواج حتى يصل إلى الصفر عندما يكون مستوي الملف رأسيا بعد (270

من بدء الحركة و لكن الملف يستمر في الدوران بفعل القصور الذاتي و تتبادل نصفا الاسطوانة (1 , 2) وضعيهما بالنسبة للفرشتان (F2 , F1) و ينعكس مرور التيار و يستمر الدوران في نفس الاتجاه و يصل عزم الازدواج إلى أقصاه عندما يصبح مستوي الملف أفقيا مرة أخرى . نهاية الدورة الأولى و هكذا تتكرر هذه العملية .

● زيادة قدرة الموتور :

يتم ذلك بعمل عدة ملفات حول القلب الحديدي بحيث يكون بين مستوياتها زوايا صغيرة و متساوية و تقسم الاسطوانة إلى عدد من الأجزاء عددها ضعف عدد الملفات و بذلك لا يصل عزم الازدواج إلى الصفر مما يؤدي إلى زيادة سرعة دوران الموتور .

علل < id=

ج : وذلك لأنه يتبدل نصفي الاسطوانة المعدنية موضعيهما مع الفرشتان وبذلك يتوحد اتجاه العزم

علل < id=

يعمل المحرك علي تنظيم سرعته ذاتيا ؟

ج : لتولد تيار عكسي في ملف الموتور بالحث الكهرومغناطيسي فعند زيادة سرعة الملف تزداد شدة التيار العكسي فتقل شدة التيار المحرك للموتور وبالتالي تقل سرعته وعندما تقل سرعة الملف تقل شدة التيار المستحث العكسي وتزداد سرعة التيار المحرك وعند سرعة معينة يثبت الفرق بين التيار العكسي و تيار البطارية وبالتالي تثبت شدة التيار المحرك للموتور فتتنظم سرعته دورانه.

علل < id=

استمرار دوران الملف عند الوضع الراسي رغم ان عزم الازدواج المغناطيسي يساوي صفر ؟

ج : يرجع ذلك بفعل القصور الذاتي حيث لا يستطيع الملف التوقف عن الحركة ومن ثم يعود عزم الازدواج للتأثير عليه بعد خبطيه الوضع الراسي.

القوة الدافعة العكسية في الموتور : هي القوة الدافعة المتولدة بالحث الكهرومغناطيسي في ملف الموتور اثناء دورانه في مجال مغناطيسي وينشأ عنها تيار عكسي يعمل علي تنظيم سرعة دوران الموتور

فكر . . . 1 ما هو الدور الذي يقوم به نصفي الاسطوانة في المحرك الكهربائي
2 قارن بين الاسطوانة المعدنية المشقوقت في الدينامو والموتور

أسئلة على الموتور

(1) علل : انتظام سرعة دوران الموتور الكهربائي

(2) قارن بين الدينامو و المحرك من حيث الغرض منه - التركيب - استخداماته .

(3) اشرح تجربة لتوضيح تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية مع الاستعانة بالرسم التوضيحي - ثم اذكر القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه الحركة للملفه .

مسألة : - موتور كهربائي صغير متصل ببطارية فولتها الدافعة الكهربائية 12 فولت و عندما يدور بأقصى سرعة تكون

شدة التيار الكهربائي في الدائرة 1 أمبير و تصبح هذه الشدة 2 أمبير عند توقف الموتور عن الحركة احسب :

القوة الدافعة الكهربائية المستحثة العكسية - احسب قيمة المقاومة التي إذا وصلت في الدائرة على

التوالي عند بدء الحركة ثم استبعدت (فصلت) عندما تبلغ سرعته أقصاها تبقى شدة التيار في الدائرة بدون

تغير (6 فولت - 6 - اوم)

العلاقة بين شدتي التيارين في ملفي المحول

في حالة عدم حدوث فقد في الطاقة فالمحول يكون مثالي فإن
الطاقة المستنفذة بالملف الابتدائي = الطاقة الكهربائية المستنفذة بالملف الثانوي

$$V_p I_p t = V_s I_s t$$

وحيث ان زمن مرور التيار في الملفين واحد فان $V_p I_p = V_s I_s$

$$\therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} \square$$

المحول الرفع للجهد خافض للتيار والعكس صحيح أي ان شدة التيار تناسب عكسيا مع القوة الدافعة وكذلك شدة التيار تناسب عكسيا مع عدد اللفات

أنواع المحولات

وجه المقارنة	محول رافع	محول خافض
الاستخدام	رفع القوة الدافعة الكهربائية	خفض القوة الدافعة الكهربائية
عدد اللفات	عدد لفات الثانوي أكبر من عدد لفات الابتدائي $N_s > N_p$	عدد لفات الثانوي أقل من عدد لفات الابتدائي $N_s < N_p$
شدة التيار	شدة التيار المار في الملف الابتدائي أكبر من شدة التيار المار في الملف الثانوي $I_s < I_p$	شدة التيار المار في الملف الابتدائي أقل من شدة التيار المار في الملف الثانوي $I_s > I_p$
فرق الجهد	فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي أكبر من فرق الجهد بين طرفي الملف الابتدائي	فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي أقل من فرق الجهد بين طرفي الملف الابتدائي

كفاءة المحول η هي النسبة بين الطاقة الكهربائية التي تحصل عليها من الملف الثانوي إلى الطاقة الكهربائية المعطاة للملف الابتدائي في نفس الزمن أو النسبة المئوية بين قدرة الملف الثانوي الي قدرة الملف الابتدائي

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100 \quad \text{أو} \quad \eta = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100$$

قانون حسابها

ما معني ان كفاءة محول 80%؟

أسباب فقد الطاقة في المحول الآتية -

- فقد جزء من الطاقة الكهربائية في صورة طاقة حرارية بسبب مقاومة الأسلاك وتقليلها تصنع أسلاك الملفين من النحاس الغليظ حتى تقل مقاومتها حيث ان المقاومة النوعية له صغيرة
- فقد جزء من الطاقة بسبب التيارات الدوامية المتولدة بالقلب الحديدي ولعلاجها يصنع القلب الحديدي على هيئة شرائح رقيقة من الحديد المطاوع السليكوني (لكبر مقاومته النوعية) وتعزل عن بعضها عزلا تاما فتزيد مقاومتها وتضعف التيارات الدوامية حتى تنعدم
- جزء من الطاقة الكهربائية يتحول إلى طاقة ميكانيكية تستخدم في تحريك الجزئيات المغناطيسية للقلب الحديدي لعلاجها يصنع القلب من الحديد المطاوع السليكوني لسهولة حركة جزئياته المغناطيسية
- تسرب بعض خطوط الفيض المغناطيسي خارج القلب الحديدي فلا تقطع الملف الثانوي لعلاجها يلصق الملف الثانوي حول الملف الابتدائي

نسبة اللف هي النسبة بين عدد لفات الملف الأكبر إلى الأقل في المحول .

1 يصنع قلب المحول الكهربائي من شرائح معزولة من الحديد المطاوع ؟

ج : للحد من اثر التيارات الدوامية مما يقلل الفقد في الطاقة ورفع كفاءة

2 تصنع ملفات المحول الكهربائي من اسلاك نحاسيه

ج : للحد من الطاقة المفقودة علي هيئة حرارة في الاسلاك لان النحاس مقاومة النوعية صغيرة

فكر

...اذا كان عدد لفات الملف الثانوي ضعف عدد لفات الملف الابتدائي فان شدة التيار المار في الملف الثانوي تساوي(ضعف - نصف - اربع امثال - ربع) شدة التيار المار في الملف الابتدائي.

1 يعمل المحول كحظت غلق دائرة الملقف الثانوي؟

2 لا يستخدم المحول في رفع او خفض القوة الدافعة المستمرة

استخدامات المحول :

نقل الطاقة الكهربائية من محطات توليدها إلى أماكن استهلاكها دون فقد جزء كبير في الطاقة الكهربائية و يتم ذلك كالأتي :

(1) استخدام محول رافع عند محطة توليد الكهرباء : يعمل على رفع ق . د.ك. المترددة بمقدار كبير فتقل شدة التيار المار في الأسلاك إلى مقدار صغير جدا وبالتالي تكون الطاقة الكهربائية المفقودة صغيرة جدا لأنها تساوي RI^2t

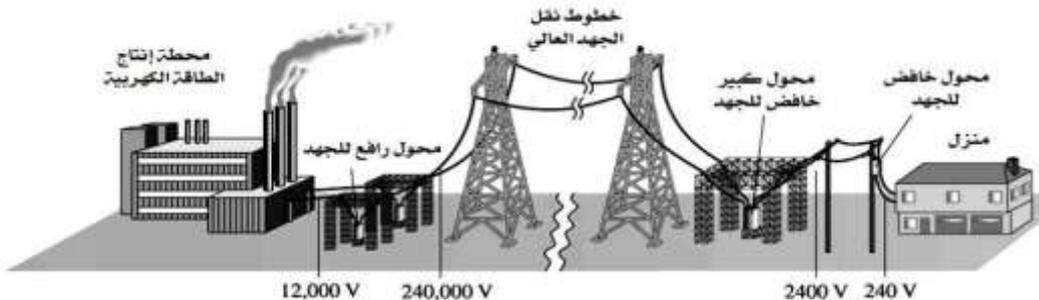
(2) فمثلا إذا انخفض شدة التيار في الاسلاك بمقدار 0.01 من قيمته بالملف الابتدائي تنخفض الطاقة المفقودة إلى 0.0001 من الطاقة المفقودة إذا ظلت شدة التيار بنفس الشدة الاصلية وبالتالي يمكن استخدام أسلاك مساحة مقطعها صغيرة ما يوفر التكاليف

(3) استخدام محول خافض عند أماكن الاستهلاك يعمل على خفض ق.د.ك المترددة وتزداد شدة التيار بحيث تكون مناسبة للاستخدام في المنزل و المصانع و غيرها

كفاءة النقل :

هي النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية الواصلة عبر الأسلاك إلى قدرة محطة التوليد

النسبة المئوية لكفاءة النقل = القدرة الواصلة إلى أماكن الاستهلاك $\times 100$



تبريد المحولات :

الطاقة الحرارية المتولدة بالمحولات إذا تراكمت فإنها تؤدي إلى تلف المادة العازلة حول الأسلاك مما يؤدي إلى حدوث ماس كهربائي وبالتالي حدوث حرائق لذا يجب تبريد المحولات كالأتي

1 المحولات الصغيرة يكتفي بتركها معرضة للهواء .

2 المحولات الكبيرة توضع داخل صندوق مملوء بزيت معدني هذه الصناديق لها زعانف خارجية (لزيادة السطح المعرض للهواء) مما يؤدي إلى سرعة فقد الحرارة فيبرد زيت المحول ويمكن تبريد المحولات الكبيرة بامرار تيار من الهواء البارد عليها

