

بعض آثار التيار الكهربائي

١/ الأثر المغناطيسي للتيار الكهربائي :

نشاط :

- ضع إبرة مغناطيسية (بوصلة) وانتظر حتى تستقر في وضع توازنها ثم ضع فوقها سلكاً غليظاً من النحاس يكون جزءاً من دائرة كهربائية .
- أغلق الدائرة الكهربائية تشاهد انحراف البوصلة في اتجاه معين ، مما يدل على أن للتيار الكهربائي أثراً مغناطيسياً ، وهذا يعني أن التيار الكهربائي ينتج مجالاً مغناطيسياً في الحيز المحيط بالسلك .
- يعتمد اتجاه المجال المغناطيسي على اتجاه التيار الكهربائي في السلك وعلى موضع البوصلة بالنسبة للسلك (فوقه أم أسفله منه) .

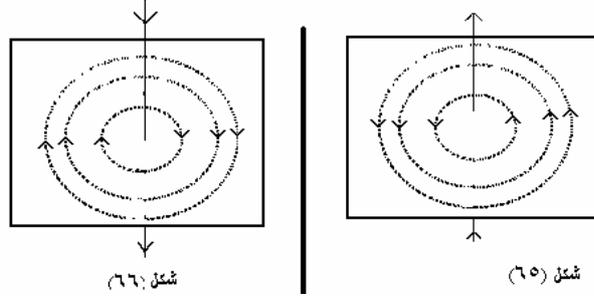
٢/ تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج :

- يمكن معرفة اتجاه المجال المغناطيسي الناتج بتطبيق قاعدة الرجل السابح التي تنص على (تصور شخصاً يسبح في اتجاه التيار الكهربائي ، متجهماً ببصره لموضع البوصلة ، وبأسطاً الذراعين عندئذ تشير يده اليسرى إلى اتجاه انحراف البوصلة) .
- أو يمكن تطبيق قاعدة قبضة اليد اليمنى والتي تنص على : (تصور إنك تقبض السلك الذي يحمل التيار الكهربائي بيدك اليمنى بحيث يشير إبهامك إلى اتجاه التيار في السلك عندئذ تشير الأصابع الأربعة الباقية لاتجاه انحراف البوصلة) .

٣/ بعض أشكال المجالات المغناطيسية الناتجة من التيار الكهربائي :

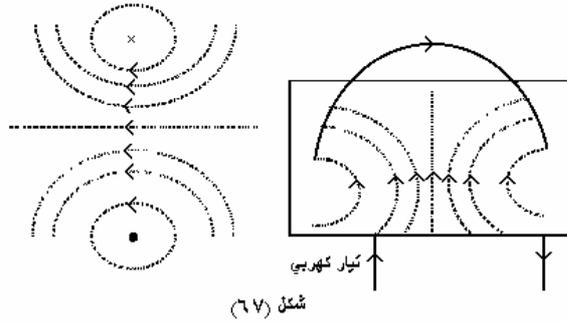
- أ. المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم .
- ب. المجال المغناطيسي حول سلك دائري .
- ج. المجال المغناطيسي حول ملف لولبي .

أ) المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يحمل تياراً كهربياً :

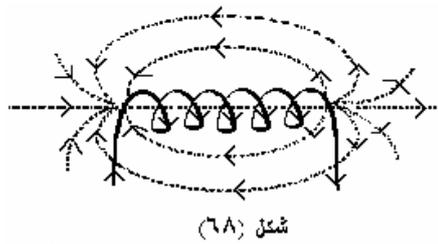


- المجال المغناطيسي في شكل (٦٥) يعرف بالمجال المغناطيسي لتيار كهربى مقترب من القارئ ويرمز له عادة بالرمز (\odot) .
- المجال في شكل (٦٦) يعرف بالمجال المغناطيسي لتيار كهربى مبتعد من القارئ ويرمز له عادة بالرمز (\otimes) .

ب) المجال المغناطيسي حول سلك دائري يحمل تياراً كهربياً :



ج) المجال المغناطيسي حول ملف لولبي يحمل تياراً كهربياً :

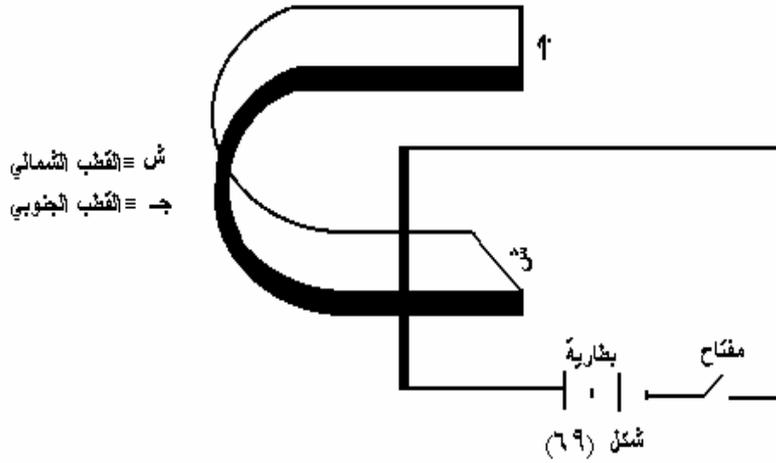


- يلاحظ من شكل (٦٨) أن الملف اللولبي الذي يحمل تياراً كهربياً يعمل عمل المغناطيس أي له قطبان أحدهما شمالي والآخر جنوبي .

٥/ القوة الناتجة من تيار كهربى فى مجال مغناطيسى :

نشاط :

ضع سلكاً مستقيماً حر الحركة فى مجال مغناطيسى منتظم كما فى شكل (٦٩) ثم مرر فى السلك تياراً كهربياً ، تلاحظ أن السلك يتحرك فى اتجاه معين . ولو أبتعد المغناطيس من السلك الذى يحمل التيار الكهربى تنعدم حركة السلك ويظل ثابتاً فى مكانه ، مما يدل على أن منشأ القوة هو المجال المغناطيسى . يعتمد اتجاه القوة الناتجة على اتجاه التيار الكهربى واتجاه المجال المغناطيسى الموضوع فيه السلك . فإذا انعكس كل منهما انعكس اتجاه القوة .



٦) تحديد اتجاه القوة الناتجة عن تيار كهربى فى مجال مغناطيس :

يمكن معرفة اتجاه القوة المذكورة بتطبيق قاعدة فلمنج (Fleming) لليد اليسرى اليتى تنص على (اجعل أصابع اليد اليسرى الإبهام والسبابة والوسطى بحيث تكون متعامدة مع بعضها . فإذا أشارت السبابة لاتجاه المجال المغناطيسى والوسطى لاتجاه التيار عندئذ يشير الإبهام لاتجاه الحركة أى القوة) .

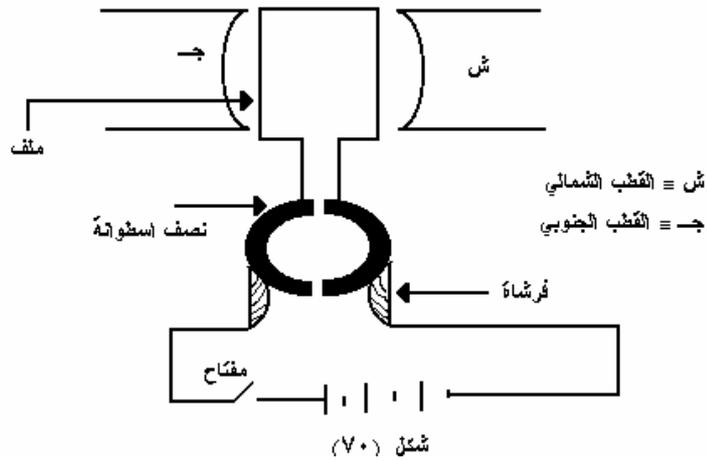
الوحدة الثانية : (الكهربية)

٦ / المحرك الكهربائي :

أ) تعريفه وتركيبه :

هو جهاز يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية ، يتألف في أبسط صورة من الأجزاء الأساسية الآتية :

- أ. مجال مغناطيسي قوي ودائم لقطبين مغناطيسيين مختلفين ومتقابلين .
- ب. ملف معزول من النحاس حر الحركة .
- ج. نصفى اسطوانة معدنية .
- د. فحمتين (أو فرشتين) من نحاس أو كربون ، كما في شكل (٧٠) .



ب) فكرة عمل المحرك الكهربائي :

عند مرور التيار الكهربائي في الملف يتكون حوله مجال مغناطيسي يتفاعل مع المجال المغناطيسي الدائم فتنشأ قوة تحرك الملف في اتجاه معين يمكن معرفته بتطبيق قاعدة فلمنج (Fleming) لليد اليسرى . وفي أثناء حركة الملف تتبادل الفرشتان نصفى الاسطوانة المعدنية فينعكس اتجاه التيار الكهربائي مع انعكاس اتجاه الحركة ليظل الملف خاضعاً لقوة مغناطيسية تديره باستمرار في جهة واحدة (أي لتظل حركة الملف دورانية في اتجاه واحد باستمرار) .

٧ / الطاقة الكهربائية :

لعلك تذكر من دروسك السابقة أن فرق الجهد الكهربائي بين طرفي موصل يُعرّف بأنه مقدار الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنة الموجبة من أحد طرفي الموصل إلى الطرف الآخر . فإذا فرضنا مرور شحنة كهربائية مقدارها ك كولوم بين طرفي موصل فرق جهده ج — فولت فإن :

$$\text{الشغل} = \text{ك} \times \text{ج}$$

وحيث أن الشغل المبذول يساوي الطاقة الكهربائية (ط) التي تستهلك في السلك نتيجة لمرور التيار الكهربائي فيه فإن :

$$\text{الطاقة} = \text{ك} \times \text{ج}$$

$$\therefore \text{ك} = \text{ت} \times \text{ز}$$

(١)

$$\therefore \text{ط} = \text{ت} \times \text{ج} \times \text{ز}$$

$$\therefore \text{ج} = \text{ت} \times \text{م}$$

(٢)

$$\therefore \text{ط} = \text{ت}^2 \times \text{م} \times \text{ز}$$

$$\therefore \text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}}$$

(٣)

$$\therefore \text{ط} = \frac{\text{ج}^2 \times \text{ز}}{\text{م}}$$

في العلاقات ١ ، ٢ ، ٣ :

- ط \equiv الطاقة الكهربائية .
- ت \equiv شدة التيار الكهربائي .
- م \equiv مقاومة الموصل .
- ج \equiv فرق الجهد الكهربائي .
- ز \equiv زمن مرور التيار الكهربائي

الوحدة الثانية : (الكهربية)

تقاس الطاقة الكهربائية بالجول .

$$\text{ط} = \text{ج} \times \text{ت} \times \text{ز}$$

$$\text{.} \text{ :} \text{ } 1 \text{ جول} = 1 \text{ فولت} \times 1 \text{ أمبير} \times 1 \text{ ثانية} .$$

ومن ذلك يمكن تعريف الجول بأنه مقدار الشغل المبذول عند مرور تيار شدته واحد أمبير في موصل فرق الجهد بين طرفيه واحد فولت في زمن مقداره واحد ثانية .

٨ / القدرة الكهربائية :

أ) تعريف القدرة الكهربائية :

يمكن تعريف القدرة الكهربائية لمصدر كهربى بأنها مقدار الشغل الذي يبذله في الثانية . أو يمكن تعريفها بأنها مقدار الطاقة الكهربائية المستمدة من المصدر الكهربى في الثانية .

$$\text{ط} = \text{ت} \times \text{ج} \times \text{ز}$$

$$\text{.} \text{ :} \text{ } \text{القدرة الكهربى} = \text{ت} \times \text{ج} \times 1$$

$$\text{.} \text{ :} \text{ } \text{القدرة الكهربى} = \text{ت} \times \text{ج}$$

$$\text{.} \text{ :} \text{ } \text{ج} = \text{ت} \times \text{م}$$

$$\text{.} \text{ :} \text{ } \text{القدرة الكهربى} = \text{ت} \times 2 \times \text{م}$$

$$\text{.} \text{ :} \text{ } \text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}}$$

$$\text{.} \text{ :} \text{ } \text{القدرة الكهربى} = \frac{\text{ج}^2}{\text{م}}$$

حيث أن :

ط \equiv الطاقة الكهربائية .

ت \equiv شدة التيار الكهربى .

ج \equiv فرق الجهد الكهربى .

م \equiv المقاومة الكهربائية .

ز \equiv زمن مرور التيار الكهربى .

ب) وحدات قياس القدرة الكهربائية :

- (١) الواط : وهو قدرة الآلة الكهربائية التي تبذل شغلاً بمعدل واحد جول في الثانية .
(٢) الكيلو واط : وهو قدرة الآلة الكهربائية التي تبذل شغلاً بمعدل ١٠٠٠ جول في الثانية .
(٣) الحصان البخاري :

$$١ \text{ حصان بخاري} = ٧٣٥ \text{ واط}$$

$$١ \text{ واط} = ١ \text{ جول} / ١ \text{ ثانية}$$

ج) الوحدات التجارية للطاقة الكهربائية :

- (١) الواط . ساعة : هو مقدار الطاقة الكهربائية التي يستهلكها جهاز كهربائي قدرته واحد واط في زمن قدره ساعة .

$$١ \text{ واط} . \text{ ساعة} = \frac{١ \text{ جول}}{١ \text{ ثانية}} \times ٦٠ \times ٦٠ \times ٦٠ \text{ ثانية} = ٣٦٠٠ \text{ جول}$$

- (٢) الكيلو واط . ساعة : هو مقدار الطاقة الكهربائية التي يستهلكها جهاز كهربائي قدرته كيلو واط في زمن قدره ساعة
الكيلو واط . ساعة = ١٠٠٠ واط . ساعة = ٣٦٠٠٠٠٠٠ جول .

٩/ العلاقة بين الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية :

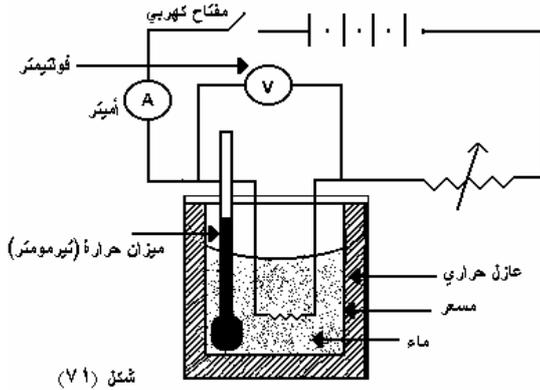
من المعلوم أن مرور التيار الكهربائي في سلك مقاومته كبيرة يولد في السلك كمية من الحرارة ولعل سبب ذلك هو اصطدام الإلكترونات (التي تمثل التيار الكهربائي) بجزيئات الموصل مما يؤدي إلى حدوث احتكاك يولد الحرارة في السلك .

كمية الحرارة المتولدة في سلك عندما يمر فيه تيار كهربائي تتوقف على :

- (١) مقاومة السلك (م) .
(٢) شدة التيار الكهربائي المار فيه (ت) .
(٣) الزمن الذي يسري فيه التيار الكهربائي (ز) .

الوحدة الثانية : (الكهربية)

لإيجاد العلاقة بين كمية الحرارة المتولدة في السلك والعوامل المذكورة أعلاه نستخدم الدائرة الكهربائية في شكل (٧١) .



وجد من التجربة العملية أن كمية الحرارة المتولدة (ح) تتناسب تناسباً طردياً مع مقاومة الوصل (م) ومربع شدة التيار الكهربائي (ت) وزمن مرور التيار الكهربائي (ز) .
أو يمكن التعبير عن ذلك بصيغة رياضية على هذا النحو :

$$ح \propto م ت^2 ز$$

$$ح \times مقدار ثابت = م ت^2 ز$$

المقدار الثابت يعرف بمكافئ جول أو المكافئ الميكانيكي للحرارة ويرمز بالرمز (ي) ، ومقداره ٤,١٨ أما وحدات قياسه فهي جول لكل سعر .

$$\therefore ح \times ي = م \times ت^2 \times ز$$

$$\therefore ج = ت م$$

$$\therefore ح \times ي = ج \times ت \times ز$$

$$\therefore ت = \frac{ج}{م}$$

$$\therefore ح \times ي = \frac{ج \times ز}{م}$$

حيث أن :

ح \equiv كمية الحرارة .

ي \equiv المكافئ الميكانيكي للحرارة ويساوي ٤,١٨ جول / سعر .

- ت \equiv شدة التيار الكهربى .
ج \equiv فرق الجهد الكهربى .
م \equiv المقاومة .
ز \equiv زمن مرور التيار الكهربى .

١٠ / نقل الطاقة الكهربائية :

تنتقل الطاقة الكهربى من مكان توليدها إلى أماكن استهلاكها فى صورة تيار كهربى منخفض و فرق جهد عال ، لأن هذه الطريقة تقلل من كمية الطاقة الكهربى المفقودة فى شكل حرارة أثناء عملية النقل . وبناءً على ذلك توجد محطات توليد الطاقة الكهربىة محولات كهربىة رافعة للجهد الكهربى كما توجد محولات كهربىة خافضة فى أماكن الاستهلاك .

أمثلة :

مثال (١) :

مصباح كهربى مكتوب عليه (٦٠ واط - ٢٢٠ فولت)

(أ) ما معنى هذه العبارة ؟

(ب) ماذا يحدث إذا عمل المصباح على فرق جهد أكبر من ٢٢٠ فولت ؟

(ج) وماذا يحدث إذا عمل المصباح على فرق جهد أقل من ٢٢٠ فولت ؟

الإجابة :

(أ) العبارة تعنى أن المصباح يستهلك مقداراً من الطاقة الكهربىة مقداره ٦٠ جولاً فى كل ثانية عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه ٢٢٠ فولت .

(ب) إذا عمل المصباح على فرق جهد أكبر من ٢١٠ فولت فإنه يتلف .

(ج) وإذا عمل على فرق جهد أقل من ٢٢٠ فولت فإنه لا يعمل كما ينبغى أى تكون إضاءته ضعيفة .

مثال (٢) :

جهاز كهربى قدرته ٨٠ واط يعمل على فرق جهد مقداره ٢٠٠ فولت . إذا عمل

الجهاز لمدة ١٠ ساعات أحسب :

(أ) مقاومة الجهاز .

الوحدة الثانية : (الكهربية)

(ب) مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة بالجول وبالكيلو واط . ساعة .
(ج) تكاليف تشغيل الجهاز إذا كان سعر الكيلو واط . ساعة ٥ دینارات .

الحل :

$$\text{أ) : القدرة الكهربائية} = \frac{\text{ج}}{\text{م}}$$

حيث أن :

ج ≡ فرق الجهد .

م ≡ المقاومة .

$$\therefore \frac{200 \times 200}{80} = 500 \text{ أوم .}$$

$$\text{ب) : الطاقة الكهربائية} = \text{القدرة} \times \text{الزمن}$$

$$\therefore \text{الطاقة الكهربائية بالجول} = 60 \times 60 \times 10 \times 80 = 2880000 \text{ جول}$$

$$\text{ج) : الطاقة الكهربائية بالكيلو واط . ساعة} = \frac{2880000}{1000} = 2880 \text{ كيلو واط . ساعة}$$

$$\text{ج) التكاليف} = 5 \times 0,8 = 4 \text{ دینارات .}$$

مثال (٣) :

مسعر مكافئه المائي ٨ جرام به ١١٢ جرام من الماء في درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .
إذا غُمر في هذا المسعر سلك مقاومة فرق الجهد بين طرفيه ٤٠ فولت وشدة التيار
الكهربي المار فيه ٢,١ أمبير أحسب درجة حرارة الماء بعد ٥ دقائق (علماً بأن ١ سعر =
٤,٢ جول) .

الحل :

أفرض التغير في درجة الحرارة $\Delta =$ د درجة .كمية الحرارة المكتسبة بواسطة المسعر = المكافئ المائي \times التغير في درجة الحرارة

$$= \Delta \times 8 \text{ سعر}$$

كمية الحرارة المكتسبة بواسطة الماء = كتلة الماء \times الحرارة النوعية \times التغير في درجة الحرارة

$$= \Delta \times 1 \times 112$$

كمية الحرارة المكتسبة الكلية = $\Delta \times 112 + \Delta \times 8 = \Delta \times 120$ سعركمية الحرارة المكتسبة الكلية بالجول = $120 \times 4,2 \times \Delta$ جول∴ الطاقة الكهربائية المستهلكة = التيار \times فرق الجهد \times الزمن

$$= 2,1 \times 40 \times 5 \times 60 \text{ جول}$$

∴ الطاقة الكهربائية بالجول = الطاقة الحرارية بالجول

$$\therefore 2,1 \times 40 \times 5 \times 60 = 120 \times 4,2 \times \Delta$$

$$\therefore \Delta = \frac{2,1 \times 40 \times 5 \times 60}{120 \times 4,2}$$

$$= 50 \text{ درجة}$$

∴ التغير في درجة الحرارة = 50 درجة مئوية

∴ درجة الحرارة النهائية للماء = 20 + 50 = 70 درجة مئوية .

التمارين :

- ١/ سخان كهربى قدرته ١٢١ واط يعمل على فرق جهد مقداره ٢٢٠ فولت ، إذا عمل لمدة ٨ ساعات أحسب :
أ) مقاومة السخان .
ب) مقدار الطاقة الكهربائية التي يستهلكها بالجول وبالكيلو واط . ساعة .
- ٢/ موقد كهربى مكتوب عليه (٢٠٠ فولت - ٥٠٠ واط) يعمل كما ينبغي لتسخين ٢ كيلو جرام من الماء في درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية إلى درجة الغليان (١٠٠ درجة مئوية) أحسب .
أ) مقاومة الموقد الكهربى .
ب) كمية الحرارة المطلوبة .
ج) الزمن اللازم لذلك . (علماً بأن ١ سعر = ٤,٢ جول) .
- ٣/ سلك مقاومته ٥,٦ أوم غُمر في ٤٠٠ جرام من الماء وعندما مرّ تيار كهربى ارتفعت حرارة الماء ١٠ درجات مئوية خلال دقيقتين . أحسب شدة التيار الكهربى (أهمل السعة الحرارية للإناء الموضوع فيه الماء) علماً بأن ١ سعر = ٤,٢ جول .
- ٤/ في تجربة لتعيين المكافئ الميكانيكى للحرارة تم الحصول على النتائج الآتية :
- | | |
|---|-------------------------------|
| كتلة المسعر | = ٨٠ جرام . |
| درجة حرارة المسعر والماء الابتدائية | = ١٥ درجة مئوية |
| كتلة الماء الموجود بالمسعر | = ٣٠ جرام |
| الحرارة النوعية للنحاس | = ٠,١ سعر / جرام / درجة مئوية |
| الحرارة النوعية للماء | = ١ سعر / جرام / درجة مئوية . |
| درجة حرارة الماء والمسعر النهائية | = ٣٥ درجة مئوية . |
| شدة التيار الكهربى المار | = ١,٥ أمبير |
| فرق الجهد المستخدم في التجربة | = ١,٨ فولت |
| زمن مرور التيار الكهربى | = ٢٠ دقيقة |
| من النتائج أعلاه أحسب قيمة المكافئ الميكانيكى للحرارة . | |