

الحث الكهرومغناطيسي Electromagnetic induction

الفصل 2

ص ٤٧

مسائل تدريبية

١. يتحرك سلك مستقيم طوله 0.5 m إلى أعلى بسرعة 20 cm/s عمودياً على مجال مغناطيسي أفقي مقداره 0.4 T .

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

b. إذا كان السلك جزءاً من دائرة مقاومتها 6.0Ω فما مقدار التيار المار في الدائرة؟

الحل:

الجلول اون لاين
h u l u l . o n l i n e

$$EMF = BLv$$

$$= (0.4 \text{ T})(0.5 \text{ m})(20 \text{ m/s})$$

$$= 4 \text{ V}$$

b.

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{4 \text{ V}}{6.0 \Omega} = 0.7 \text{ A}$$

٢. سلك مستقيم طوله ٢٥ m مثبت على طائرة تتحرك بسرعة ١٢٥ m/s عموديا على المجال الأرضي $B = 5.0 \times 10^{-5} \text{ T}$. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$= (5.0 \times 10^{-5} \text{ T})(25 \text{ m})(125 \text{ m/s})$$

$$= 0.16 \text{ V}$$

٣. يتحرك سلك طوله ٣٠,٠ m بسرعة ٢,٠ m/s عموديا على مجال مغناطيسي شدته ١,٠ T.

- a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة فيه؟
b. إذا كانت مقاومة الدائرة تساوي ١٥,٠ Ω فما مقدار التيار المار فيها؟

الحل:

a.

$$EMF = BLv$$

$$= (1.0 \text{ T})(30.0 \text{ m})(2.0 \text{ m/s})$$

$$= 6.0 \times 10^1 \text{ V}$$

b.

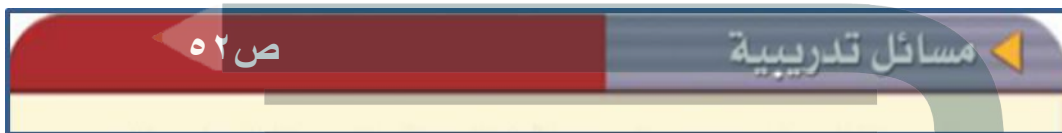
$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{6.0 \times 10^1 \text{ V}}{15.0 \Omega} = 4.0 \text{ A}$$

٥. وضع مغناطيس دائم على شكل حذوة فرس بحيث تكون خطوط مجاله المغناطيسي رأسية. مرر طالب سلكا مستقيما بين قطبيه ثم

سحبه نحوه خلال المجال المغناطيسي، فتولد فيه تيار من اليمين إلى اليسار. حدد القطب الشمالي للمخناطيس.

الحل:

باستخدام قاعدة اليد اليمنى يكون القطب الشمالي في الأسفل.



٥. مولد تيار متناوب يولد جهدا ذا قيمة عظمى مقدارها ١٧٠ V، أجب عما يلي:

a. ما مقدار الجهد الفعال؟

b. إذا وصل مصباح قدرته ٦٠ W بمولد، وكانت القيمة العظمى للتيار ٧٠ A، فما مقدار التيار الفعال في المصباح؟

الحل:

a.

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}} = (0.707)(170 \text{ V})$$

$$= 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

b.

$$I_{\text{فعال}} = (0.707)I_{\text{عظمى}} = (0.707)(0.70 \text{ A}) \\ = 0.49 \text{ A}$$

٦. إذا كانت القيمة الفعالة للجهد المتناوب في مقبس منزلي ١١٧ V فما مقدار القيمة العظمى للجهد خلال مصباح موصول مع هذا المقبس؟ وإذا كانت قيمة التيار الفعال المار في المصباح ٥,٥ A فما مقدار القيمة العظمى للتيار المار في المصباح؟

الحل:

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{117 \text{ V}}{0.707} = 165 \text{ V}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{I_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{5.5 \text{ A}}{0.707} = 7.8 \text{ A}$$

٧. مولد تيار متناوب يولد جهدا قيمته العظمى ٤٢٥.

- a. ما مقدار الجهد الفعال في دائرة كهربائية موصولة مع المولد؟
b. إذا كانت مقاومة الدائرة الكهربائية ٥٠,٠ Ω x ١٠٢ فما مقدار التيار الفعال؟

الجلول اون لاين
hulul.online

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{425 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 3.01 \times 10^2 \text{ V}$$

b.

$$I_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{R} = \frac{3.01 \times 10^2 \text{ V}}{5.0 \times 10^2 \Omega} = 0.60 \text{ A}$$

٨. إذا كان متوسط القدرة المستنفدة في مصباح كهربائي ٧٥ W فما مقدار القيمة العظمى للقدرة؟

الحل:

$$P = \frac{1}{2} P_{\text{عظمى}}$$

$$P_{\text{عظمى}} = (2)P = (2)(75 \text{ W}) = 1.5 \times 10^2 \text{ W}$$

ص ٥٢

2-1 مراجعة

٩. المولد الكهربائي هل يمكنك عمل مولد كهربائي بوضع مغناطيس دائم على محور قابل للدوران مع الإبقاء على الملف ساكناً؟ وضح إجابتك.

الحل:

نعم، الحركة النسبية بين الملف والمجال المغناطيسي للمغناطيس هي المهمة فقط.

١٠. مولد الدراجة الهوائية يعمل مولد الكهرباء في الدراجة الهوائية على إضاءة المصباح عندما يقود راكب دراجته على طريق أفقية مستوية؟

الحل:

نعم، الحركة النسبية بين الملف والمجال المغناطيسي للمغناطيس هي المهمة فقط.

١١. الميكروفون ارجع إلى الميكروفون الموضح في الشكل ٢-٣. ما اتجاه التيار في الملف عندما يدفع الغشاء الرقيق إلى الداخل؟

الحل:

يتجه التيار مع اتجاه عقارب الساعة من اليسار.

١٢. التردد ما التغيرات اللازم إجراؤها على مولد كهربائي لزيادة التردد؟

الحل:

زيادة عدد أزواج الأقطاب المغناطيسية.

١٣. الجهد الناتج وضح لماذا يزداد الجهد الناتج عن مولد عند زيادة المجال المغناطيسي؟ وما الذي يتأثر أيضا بزيادة مقدار المجال المغناطيسي؟

الحل:

يرتبط مقدار الجهد الحثي المتولد مباشرة مع مقدار المجال المغناطيسي، يتولد جهد أكبر في الموصل عند زيادة مقدار المجال المغناطيسي. ويتأثر التيار والقدرة في دائرة المولد أيضا.

١٤. المولد الكهربائي وضح مبدأ العمل الأساسي للمولد الكهربائي.

الحل:

اكتشف مايكل فاراداي أن فرق الجهد يتولد عندما يتحرك جزء من سلك يمر فيه تيار كهربائي في مجال مغناطيسي، وقد يزداد الجهد الحثي المتولد باستخدام مجال مغناطيسي أقوى، وبزيادة سرعة الموصل أو بزيادة الطول الفعال للموصل المتحرك.

١٥. التفكير الناقد تساءل طالب: لماذا يستهلك التيار المتناوب قدرة، ما دامت الطاقة التي تحول في المصباح عندما يكون التيار موجبا تلغى عندما يكون سالبا، ويكون الناتج صفرا؟ وضح لماذا يكون هذا الاستدلال غير صحيح؟

الحل:

القدرة هي المعدل الزمني لنقل الطاقة، والقدرة هي حاصل ضرب i في v ، وعندما يكون i موجبا يكون v موجبا أيضا، ولذلك تكون القدرة دائما موجبة. وستنفذ الب\طاقة دائما في المصباح، وعندما يكون i سالبا يكون v سالبا أيضا ولذلك تكون القدرة دائما موجبة، أي تستنفذ الطاقة في المصباح دائما، أي أن الاستدلال المتضمن في السؤال غير صحيح.

في المسائل الآتية التيارات والجهود المشار إليها هي التيارات والجهود الفعالة.

١٦. محول مثالي خافض عدد لفات ملفه الابتدائي ٧٥٠٠ لفة، وعدد لفات ملفه الثانوي ١٢٥ لفة، فإذا كان الجهد في دائرة الملف الابتدائي ٧,٢ KV فما مقدار الجهد في دائرة الملف الثانوي؟ وإذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي ٣٦ A فما مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي؟

الحل:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(7.2 \times 10^3 \text{ V})(125)}{7500}$$

$$= 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.2 \times 10^2 \text{ V})(36 \text{ A})}{7.2 \times 10^3 \text{ V}} = 0.60 \text{ A}$$

١٧. يتكون الملف الابتدائي في محول مثالي رافع من ٣٠٠ لفة، ويتكون الملف الثانوي من ٩٠٠٠٠ لفة، فإذا كانت القوة الدافعة الكهربائية للمولد المتصل بالملف الابتدائي ٦٠,٠ V فما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية الناتجة عن الملف الثانوي؟ وإذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي ٠,٥٠ A فما مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي؟

الحل:

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(60.0 \text{ V})(90000)}{300}$$

$$= 1.80 \times 10^4 \text{ V}$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.80 \times 10^4 \text{ V})(0.50 \text{ A})}{60.0 \text{ V}}$$

$$= 1.5 \times 10^2 \text{ A}$$

2-2 مراجعة

١٨. السلك الملفوف والمغناط ملف سلبي معلق من نهايته بحيث يتأرجح بسهولة. إذا قربت مغناطيسا إلى الملف فجأة فسيؤرجح الملف. بأي طريقة يتأرجح الملف بالنسبة إلى المغناطيس؟ ولماذا؟

الحل:

بعيدا عن المغناطيس يولد تغير المجال المغناطيسي تيارا حثيا في الملف، وهذا التيار يولد مجالا مغناطيسيا، وهذا المجال يعاكس مجال المغناطيس، لذلك تكون القوة بين الملف والمغناطيس قوة تنافر.

١٩. المحركات إذا نزلت قابس مكنسة كهربائية في أثناء تشغيلها من المقبس فستلاحظ حدوث شرارة كهربائية، في حين لا تشاهدها عند نزع قابس مصباح كهربائي. لماذا.

الحل:

سيولد حث المحرك قوة دافعة كهربائية عكسية، وهذا ما يسبب الشرارة، أما المصباح فلا يولد قوة دافعة كهربائية عكسية.

٢٠. المحولات والتيارات وضح لماذا يعمل المحول الكهربائي على تيار متناوب فقط؟

الحل:

لربط الملف الابتدائي بالملف الثانوي يجب أن يتدفق تيار متغير خلال الملف الابتدائي، وهذا التيار المتغير يولد مجالا مغناطيسيا متغيرا ينشأ عنه تيار حثي في الملف الثانوي.

٢١. المحولات كثيرا ما يكون السلك المستخدم في ملفات المحول المكون من عدد قليل من اللفات سميكاً (مقاومته قليلة)، بينما يكون سلك الملف المكون من عدد كبير من اللفات رفيعاً. لماذا؟

الحل:

سيتدفق تيار أكبر خلال الملف ذي اللفات الأقل، لذلك يجب أن تكون المقاومة قليلة للحد من الهبوط في الجهد، للحد من القدرة الضائعة I^2R وللحد من سخونة الأسلاك.

٢٢. المحولات الرافعة بالرجوع إلى المحول الرافع الموضح في الشكل ٢-١٣، وضح ما يحدث لتيار الملف الابتدائي إذا أصبحت دائرة الملف الثانوي دائرة قصر.

الحل:

وفقاً لمعادلات المحول فإن النسبة بين عددا لفات الملف الابتدائي تساوي النسبة بين تيار الملف الثانوي إلى تيار الملف الابتدائي وهذه النسبة لا تتغير، لذا فإذا ازداد تيار الملف الثانوي فسيزداد تيار الملف الابتدائي أيضاً.

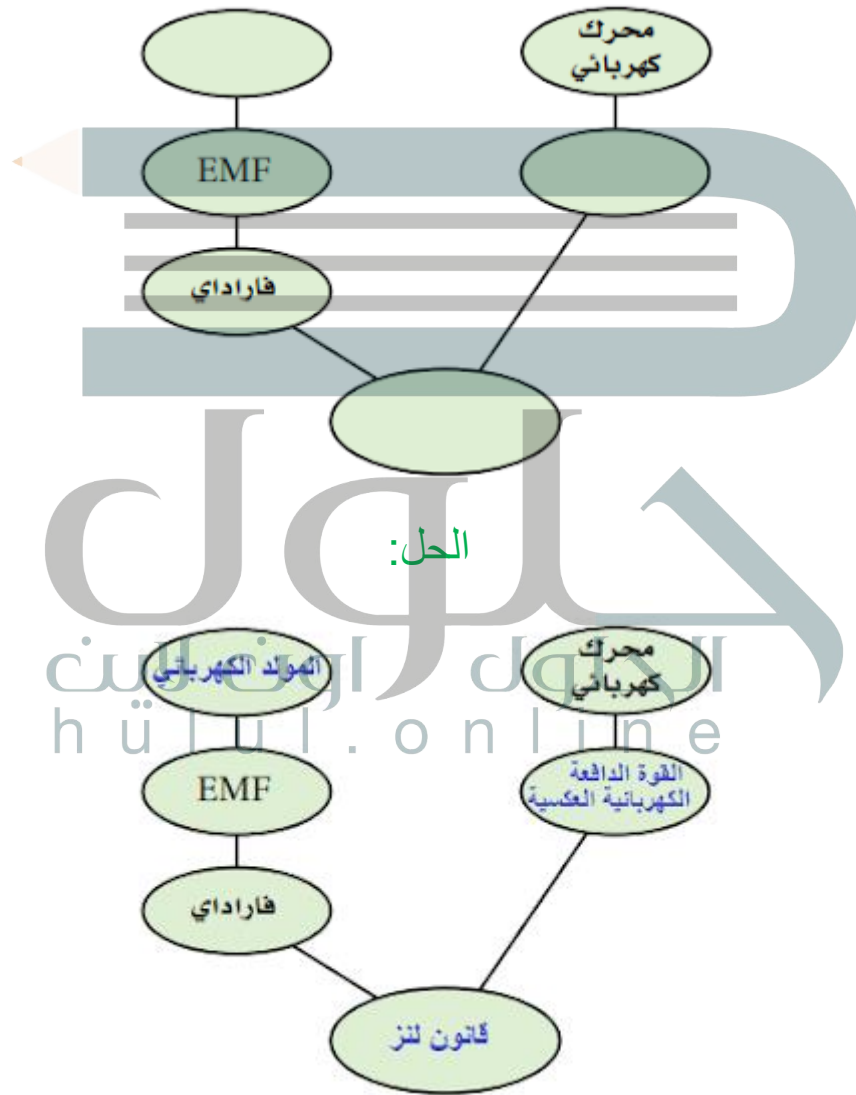
٢٣. التفكير الناقد هل تصلح المغناط الدائمة لصنع قلب محول جيد؟ وضح إجابتك.

الحل:

لا، لأن الجهد الحثي المتولد يعتمد على تغير المجال المغناطيسي خلال القلب، وتصنع المغناط الدائمة من مواد تقاوم التغير في المجال المغناطيسي.

خريطة المفاهيم

٢٤. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: المولد الكهربائي، القوة الدافعة الكهربائية العكسية، قانون لنز.



إتقان المفاهيم

٢٥. ما الجزء المتحرك في المولد الكهربائي؟

الحل:

الجزء المتحرك في المولد الكهربائي يتكون من عدد من لفات السلك الكهربائي ملفوفة على قلب من حديد، وعندما يدور هذا الجزء في مجال مغناطيسي، فإن لفات السلك تقطع المجال المغناطيسي فينشأ تيار حثي.

٢٦. لماذا يستخدم الحديد قلبا للملف؟

الحل:

يستخدم الحديد في الملف ذو القلب الحديدي لزيادة تركيز المجال المغناطيسي.

للإجابة عن الأسئلة ٢٧-٢٩ ارجع إلى الشكل ٢-١٧.

٢٧. يتحرك موصل داخل مجال مغناطيسي ويتولد جهد كهربائي بين طرفيه. في أي اتجاه يجب أن يتحرك الموصل بالنسبة إلى المجال المغناطيسي دون أن يتولد جهد؟

الحل:

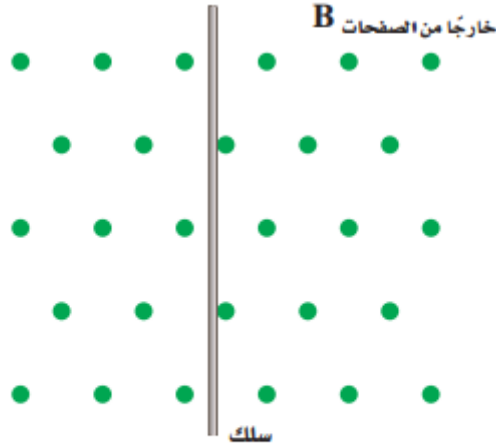
أقل جهد متولد (صفر فولت) ينتج عندما يتحرك الموصل موازيا لخطوط المجال المغناطيسي.

٢٨. ما قطبية الجهد الحثي المتولد في السلك عندما يقطع القطب الجنوبي لمجال مغناطيسي؟

الحل:

سنتولد في الموصل المتحرك عند القطب الجنوبي جهد حثي موجب.

٢٩. ما أثر زيادة الطول الكلي للموصل داخل مولد كهربائي؟



الشكل 17-2

الحل:

تؤدي زيادة طول الموصل على زيادة الجهد المتولد.

٣٠. فيم تتشابه نتائج كل من أورستد وفاراداي؟ وفيم تختلف؟

الحل:

يتشابهان في كون كل منهما يبين العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. ويختلفان في ان التيار الثابت يولد مجالا مغناطيسيا، في حين يتطلب توليد التيار الكهربائي مجالا مغناطيسيا متغيرا.

٣١. لديك ملف سلبي وقضيب مغناطيسي. صف كيف يمكنك استخدامها في توليد تيار كهربائي؟

الحل:

إما بتحريك المغناطيس إلى داخل الملف أو خارجه أو بتحريك الملف إلى أعلى أو إلى أسفل فوق طرف المغناطيس.

٣٢. ما الذي ترمز إليه EMF؟ وما سبب عدم دقة الاسم؟

الحل:

ترمز إلى القوة الدافعة الكهربائية الحثية، وهي ليست قوة وإنما فرق جهد (طاقة لكل وحدة شحنة).

٣٣. ما الفرق بين المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي؟

الحل:

في المولد، تدور الطاقة الميكانيكية الملف ذا القلب الحديدي داخل المجال المغناطيسي، ويسبب الجهد الحثي تدفق التيار الكهربائي، وبذلك تنتج طاقة كهربائية. أما في المحرك فيطبق جهد عبر ملفات الملف المثبت داخل المجال المغناطيسي، فيسبب الجهد تدفق التيار في الملف لذا يدور الملف فينتج طاقة ميكانيكية.

٣٤. اكتب الأجزاء الرئيسية لمولد التيار المتناوب AC.

الحل:

يتكون مولد التيار المتناوب AC من مغناطيس دائم، وملف ومجموعة الفرشاتين، والحلقة.

٣٥. لماذا تكون القيمة الفعالة للتيار المتناوب أقل من القيمة العظمى له؟

الحل:

تتغير القدرة المتولدة بين صفر وقيمة عظمى في ولد التيار المتناوب عن دوران الملف. والتيار الفعال أو القيمة الفعالة للتيار هي القيمة الثابتة التي تسبب تبديد القدرة المتوسطة في مقاومة الحمل.

٣٦. الكهرومائية يدير الماء الذي كان محجوزا خلف السد التربينات التي تدور المولدات. أعد قائمة بجميع أشكال الطاقة وتحولاتها منذ كان الماء محجوزا إلى ان تولدت الكهرباء.

الحل:

هناك طاقة وضع في الماء المحجوز أوالمخزن خلف السد، والطاقة الحركية للماء الساقط تدير التوربينات، وتولد طاقة كهربائية في المولد. وهناك طاقة ضائعة في التوربينات نتيجة الاحتكاك تظهر على شكل طاقة حرارية.

٣٧. اكتب نص قانون لنز.

الحل:

التيار الحثي المتولد يؤثر دائما في اتجاه يجعل المجال المغناطيسي الناتج عنه يقاوم التغير في التيار المولد له.

٣٨. ما الذي يسبب تولد القوة الدافعة الكهربائية العكسية في المحرك الكهربائي؟

الحل:

هذا هو قانون لنز، يسلك المحرك عندما يبدأ في الدوران سلوك مولد، ويولد تيارا معاكسا للتيار الذي زود به المحرك.

٣٩. لماذا لا تحدث شرارة كهربائية عندما تغلق مفتاحا كهربائيا لتمرير تيار محث، في حين تحدث الشرارة عند فتح ذلك المفتاح؟

الحل:

تنتج شرارة عن القوة الدافعة الكهربائية العكسية التي تحاول الحفاظ على استمرار تدفق التيار، وتكون القوة الدافعة الكهربائية العكسية كبيرة لأن التيار نقص إلى الصفر بسرعة، وعند إغلاق المفتاح لا تكون زيادة التيار سريعة بسبب مقاومة الاسلاك.

٤٠. لماذا يكون الحث الذاتي في ملف عاملا رئيسيا عندما يمر فيه تيار متناوب AC في حين يكون عاملا ثانويا عندما يمر فيه تيار مستمر DC؟

الحل:

يكون التيار المتناوب متغيرا دائما في المقدار والاتجاه، ولذلك يكون عاملا أساسيا في الحث الذاتي في الملف، أما عندما يكون التيار مستمرا فهو يصبح ثابتا بعد فترة قصيرة، وعندما لا يحدث تغير في المجال المغناطيسي لذا، يعد التيار المستمر DC عاملا ثانويا في الحث الذاتي في الملف.

٤١. وضح لماذا تظهر كلمة "تغير" في هذا الفصل بكثرة؟

الحل:

كما اكتشف فاراداي فإن المجال المغناطيسي المتغير هو الذي يولد قوة دافعة كهربائية حثية.

٤٢. علام تعتمد النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية في كل من دائرتي الملفين الابتدائي والثانوي للمحول نفسه؟

الحل:

تعتمد القوة الدافعة الكهربائية EMF على نسبة عدد لفات السلك في الملف الابتدائي إلى عدد لفات السلك في الملف الثانوي.

تطبيق المفاهيم

٤٣. استخدام الوحدات لإثبات أن الفولت هو وحدة قياس للمقدار BLV.

الحل:

$$\text{وحدات } BLV \text{ هي } (T)(m)(m/s), \text{ لكن } T = N/A.m,$$

$$\text{و } A = C/s, \text{ لذلك فإن وحدات } BLV \text{ هي } (N.s/C.m)(m)(m/s) = N.m/c$$

$$\text{لأن } J = N.m \text{ و } V = J/C \text{ فوحدة } BLV \text{ هي } (V \text{ لفولت}).$$

٤٤. عندما يتحرك سلك داخل مجال مغناطيسي فهل تؤثر مقاومة الدائرة المغلقة في التيار فقط، أم في القوة الدافعة الكهربائية فقط، أم في كليهما، أم لا يتأثر أي منها؟

الحل:

تؤثر في التيار فقط.

٤٥. الدراجة الهوائية عندما يبطئ أحمد من سرعة دراجته ماذا يحدث للقوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن مولد دراجته؟ استخدم مصطلح (الملف ذو القلب الحديدي) خلال التوضيح.

الحل:

عندما يبطن أحمد دراجته الهوائية ستقل سرعة دوران الملف ذي القلب الحديدي الموجود داخل المجال المغناطيسي، لذلك ستقل القوة الدافعة الكهربائية الناتجة في مولد دراجته.

٤٦. يتغير اتجاه الجهد المتناوب ١٢٠ (AC) مرة في كل ثانية، فهل يعني ذلك ان الجهاز الموصول بجهد متناوب AC يفقد الطاقة ويكتسبها بالتناوب؟

الحل:

لا، تتزامن تغيرات إشارة التيار مع تغيرات إشارة الجهد، لذا يكون حاصل ضرب التيار في الجهد دائما موجبا.

٤٧. يتحرك سلك بصورة أفقية بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل ١٨-٢. ما اتجاه التيار الحثي فيه؟



الشكل 2-18

الحل:

لا يتولد تيار حثي في السلك، لأن اتجاه السرعة مواز لاتجاه المجال المغناطيسي.

٤٨. عملت مغناطيسا كهربائيا بملف سلك حول مسمار طويل، كما هو موضح في الشكل ١٩-٢، ثم وصلته مع بطارية، فهل يكون التيار أكبر بعد التوصيل مباشرة، أم بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، أم يبقى التيار نفسه دائما؟ وضح إجابتك.

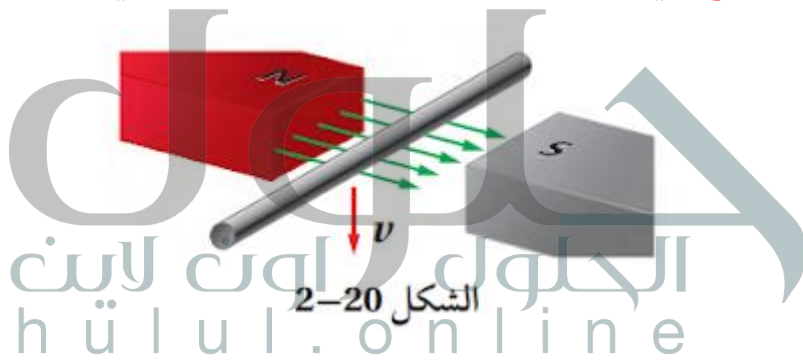


الشكل 19-2

الحل:

يزداد التيار بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، لأن القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف تقاوم تكون التيار بعد التوصيل مباشرة.

٤٩. تتحرك قطعة من حلقة سلكية إلى أسفل بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل ٢-٢٠. ما اتجاه التيار الحثي المتولد؟



الشكل 20-2

الحل:

اتجاه التيار إلى اليسار وعلى طول مسار السلك.

٥٠. وصل محول مع بطارية بواسطة مفتاح كهربائي، ووصلت دائرة الملف الثانوي مع مصباح كهربائي، كما في الشكل ٢-٢١. هل يضيء المصباح ما دام المفتاح مغلقاً، أم عند لحظة الإغلاق فقط، أم عند فتح المفتاح فقط؟ وضح إجابتك.



الشكل 2-21

الحل:

سيضيء المصباح عند وجود تيار في دائرة الملف الثانوي، وهذا يحدث كلما تغير تيار الملف الابتدائي، ولذلك يضيء المصباح في الحالتين عند فتح المفتاح أو إغلاقه.

٥١. المجال المغناطيسي الأرضي اتجاه المجال المغناطيس الأرضي في النصف الشمالي في اتجاه الأسفل ونحو الشمال، كما هو موضح في الشكل ٢-٢٢. إذا تحرك سلك أفقي (يمتد من الشرق إلى الغرب) من الشمال إلى الجنوب فما اتجاه التيار المتولد؟



الشكل 2-22

الحل:

اتجاه التيار المتولد من الغرب إلى الشرق.

٥٢. إذا حركت سلكاً نحاسياً إلى أسفل خلال مجال مغناطيسي B كما في الشكل ٢-١٩ فأجب عما يلي:

a. هل يسري التيار الحثي المتولد في قطعة السلك إلى اليسار أم إلى اليمين؟

b. عندما يتحرك السلك داخل المجال المغناطيسي سيسري فيه تيار،
وعندها تكون القطعة عبارة عن سلك يسري فيه تيار كهربائي وموضوع
داخل مجال مغناطيسي، ويجب أن تؤثر فيه قوة مغناطيسية. ما اتجاه القوة
التي ستؤثر في السلك نتيجة سريان التيار الحثي؟

الحل:

a. تبين قاعدة اليد اليمنى أن التيار الحثي المتولد يسري إلى اليسار.

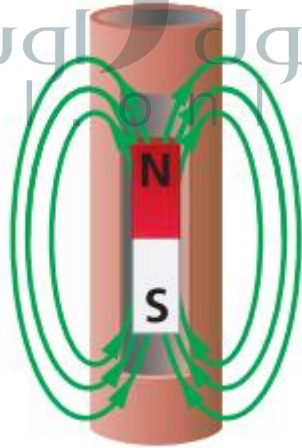
b. تؤثر القوة في السلك إلى الأعلى.

٥٣. أسقط مدرس فيزياء مغناطيسا في أنبوب نحاسي، كما في الشكل ٢-
٢٣، فتتحرك المغناطيس ببطء شديد، فاعتقد الطلبة في الصف أنه يجب أن
تكون هناك قوة معاكسة لقوة الجاذبية.

a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب بسبب سقوط المغناطيس إذا
كان القطب الجنوبي للمغناطيس هو القطب المتجه إلى أسفل؟

b. ينتج التيار الحثي مجالا مغناطيسيا . ما اتجاه هذا المجال ؟

c. كيف يعمل المجال المغناطيسي على تقليل تسارع المغناطيس الساقط ؟



الشكل 2-23

الحل:

- a. تكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية متعامدة مع كل من المجال والسرعة، ويجب أن يكون التيار محيطاً بالأنبوب. وخطوط المجال تدخل في القطب الجنوبي S وتخرج من القطب الشمالي N، ووفق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار في اتجاه حركة عقارب الساعة بالقرب من القطب S وعكس عقارب الساعة بالقرب من القطب N.
- b. يكون المجال داخل الأنبوب إلى أسفل بالقرب من القطب الجنوبي S، في حين يكون المجال بالقرب من القطب الشمالي N إلى أعلى.
- c. يؤثر المجال المغناطيسي التولد بقوة في المغناطيس في اتجاه الأعلى في القطبين.

٥٤. المولدات لماذا يكون دوران المولد أكثر صعوبة عندما يكون متصلاً بدائرة كهربائية يزودها بالتيار، مقارنة بدورانه عندما لا يكون متصلاً بدائرة ما؟

الحل:

عندما يدور الملف في المولد تنشأ قوة دافعة حثية معاكسة لاتجاه الدوران نتيجة للتيار الحثي (قانون لنز). في حين عندما يكون ساكناً لا يتولد فيه تيار حثي، أي لا توجد قوة دافعة حثية معاكسة.

٥٥. وضح لماذا يكون التيار الابتدائي عند تشغيل المحرك كبيراً. وضح كيف يمكن تطبيق قانون لنز عند اللحظة $t > 0$ ؟

الحل:

لا يدور الملف عند لحظة بداية التشغيل، لذلك لا يتقاطع الملف مع خطوط المجال ولا يتوفر فرق جهد. لهذا تكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية العكسية صفراً فلا يتكون تيار أو مجال حول الموصل الساكن. وفي اللحظة التي يبدأ فيها الملف بالدوران سيتقاطع مع خطوط المجال، ويتولد فيه جهد حثي ويكون لهذا الجهد قطبية بحيث يولد مجالاً مغناطيسياً معاكساً للمجال المولد له، وهذا من شأنه تقليل التيار في المحرك. لذلك تزداد ممانعة المحرك للحركة.

٥٦. بالرجوع إلى الشكل ٢-١٠ وبالربط مع قانون لنز، وضح لماذا يتكون قلب المحول الكهربائي من شرائح معزولة؟

الحل:

يستخدم قلب على شكل شرائح رقيقة لتقليل تدفق التيارات الدوامية، ولأن التيارات الدوامية تنتج في القلب بواسطة تغير التدفق المغناطيسي خلاله. حيث يؤدي وجود فولتية حثية متولدة في القلب على تكون التيارات الدوامية.

٥٧. يصنع محول كهربائي عملي بحيث يحتوي قلبه على شرائح ليست فائقة التوصيل. ولأنه لا يمكن التخلص من التيارات الدوامية نهائياً فإنه يكون هناك فقد قليل للقدرة في قلب المحول. وهذا يعني وجود فقد مستمر للقدرة في قلب المحول. ما القانون الأساسي الذي يكون من المستحيل معه جعل الطاقة المفقودة صفراً؟

الحل:

قانون لنز.

٥٨. اشرح كيفية حدوث الحث المتبادل في المحول؟

الحل:

عند مرور تيار متناوب في الملف الابتدائي لمحول ينتج تدفق متغير للتيار خلال الملف، وهذا التيار بدوره يولد تدفقاً مغناطيسياً متغيراً، ويولد هذا التدفق المغناطيسي المتغير فولتية في الملف الثانوي المثبت على الجانب الآخر من القلب، وتعتمد الفولتية أو القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة على معدل التغير في التدفق المغناطيسي (تردد المصدر)، وعدد لفات الملف الثانوي ومقدار التدفق المغناطيسي.

٥٩. أسقط طالب قضيباً مغناطيسياً بحيث كان قطبه الشمالي إلى أسفل في أنبوب نحاسي رأسي.

a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب النحاسي في أثناء مرور قطبه الجنوبي؟

b. ينتج التيار الحثي المتولد مجالا مغناطيسيا. ما اتجاه هذا المجال؟

الحل:

a. مع عقارب الساعة حول الأنبوب، عند النظر إلى الأنبوب من أعلى.

b. إلى أسفل الأنبوب باتجاه القطب الجنوبي للمغناطيس أي بعكس اتجاه المجال المغناطيسي للمغناطيس.

إتقان حل المسائل

١-٢ التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

٦٠. يتحرك سلك طوله 20.0 m بسرعة 4.0 m/s عموديا على مجال مغناطيسي. فإذا تولدت قوة دافعة كهربائية حثية خلاله مقدارها 40 V فما مقدار المجال المغناطيسي؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$B = \frac{EMF}{Lv} = \frac{40 \text{ V}}{(20.0 \text{ m})(4.0 \text{ m/s})} = 0.5 \text{ T}$$

٦١. الطائرات تطير طائرة بسرعة $9.50 \times 10^2 \text{ km/h}$ وتمر فوق منطقة مقدار المجال المغناطيسي الأرضي فيها $4.5 \times 10^{-5} \text{ T}$ ، والمجال المغناطيسي في تلك المنطقة رأسي تقريبا. احسب مقدار فرق الجهد بين طرفي جناحيها إذا كانت المسافة بينهما 75 m .

الحل:

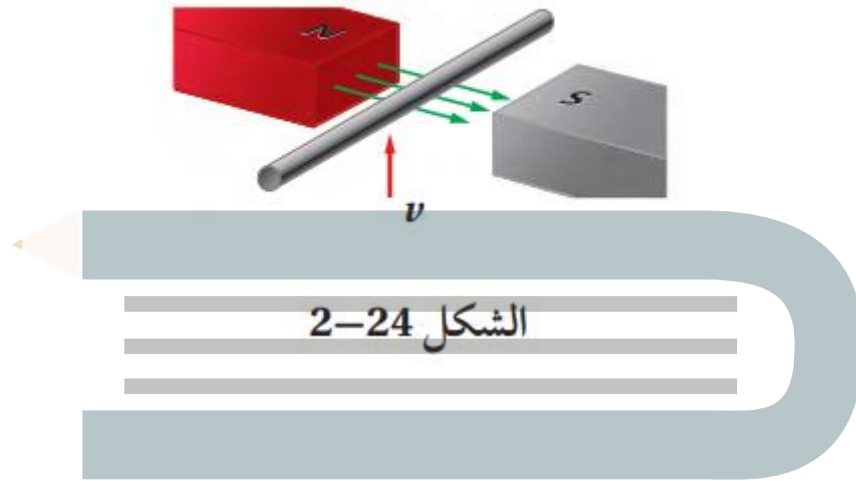
$$EMF = BLv$$

$$(4.5 \times 10^{-5} \text{ T})(75 \text{ m})(9.50 \times 10^2 \text{ km/h})(1000 \text{ m/km}) \\ (1 \text{ h}/3600 \text{ s}) = 0.89 \text{ V}$$

٦٢. يتحرك سلك مستقيم طوله 0.75 m إلى أعلى بسرعة 16 m/s في مجال مغناطيسي أفقي مقداره 0.30 T ، كما هو موضح في الشكل ٢-٢٤.

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

b. إذا كان السلك جزءا من دائرة كهربائية مقاومتها $11\ \Omega$ فما مقدار التيار المار فيها؟



الحل:

a.

$$\begin{aligned} EMF &= BLv \\ &= (0.30\text{ T})(0.75\text{ m})(16\text{ m/s}) \\ &= 3.6\text{ V} \end{aligned}$$

b.

$$EMF = IR$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{3.6\text{ V}}{11\ \Omega} = 0.33\text{ A}$$

٦٣. ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها سلك طوله 0.20 m داخل مجال مغناطيسي مقداره 2.5 T ، لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية EMF مقدارها 10 V ؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{10 \text{ V}}{(2.5 \text{ T})(0.20 \text{ m})}$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

٦٤. مولد كهربائي AC يولد قوة دافعة كهربائية عظمى مقدارها ٥٦٥ V. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الفعالة التي يزود بها المولد دائرة خارجية؟

الحل:

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{565 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 4.00 \times 10^2 \text{ V}$$

٦٥. مولد كهربائي AC يولد فولتية عظمى مقدارها ١٥٠ V، ويزود دائرة خارجية بتيار قيمته العظمى ٣٠,٠ A، احسب:

- الجهد الفعال للمولد.
- التيار الفعال الذي يزود به المولد الدائرة الخارجية.
- القدرة الفعالة المستهلكة في الدائرة.

الحل:

a.

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}} = (0.707)(150 \text{ V})$$

$$= 110 \text{ V}$$

b.

$$I_{\text{فعال}} = (0.707) I_{\text{عظمى}} = (0.707) (30.0 \text{ A})$$

$$= 21.2 \text{ A}$$

c.

$$P_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}} V_{\text{فعال}} = \left(\frac{I_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= \frac{1}{2} I_{\text{عظمى}} V_{\text{عظمى}} = \left(\frac{1}{2} \right) (150 \text{ V}) (30.0 \text{ A})$$

$$= 2.3 \text{ kW}$$

٦٦. الفرن الكهربائي يتصل فرن كهربائي بمصدر تيار متناوب AC جهده الفعال ٢٤٠ V.

a. احسب القيمة العظمى للجهد خلال أحد أجزاء الفرن عند تشغيله.

b. إذا كانت مقاومة عنصر التشغيل ١١ Ω فما مقدار التيار الفعال؟

الحل:

a.

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}}$$

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{240 \text{ V}}{0.707} = 340 \text{ V}$$

b.

$$V_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}} R$$

$$I_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{R} = \frac{240 \text{ V}}{11 \Omega} = 22 \text{ A}$$

٦٧. إذا أردت توليد قوة دافعة كهربائية مقدارها ٤,٥ V عن طريق

تحريك سلك بسرعة ٤,٠ m/s خلال مجال مغناطيسي مقداره ٠,٠٥٠ T

فما طول السلك اللازم؟ وما مقدار الزاوية بين المجال واتجاه الحركة لكي
نستخدم أقصر سلك؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$L = \frac{EMF}{Bv} = \frac{4.5 \text{ V}}{(0.050 \text{ T})(4.0 \text{ m/s})}$$

$$= 23 \text{ m}$$

وهو أقل طول للسلك مع افتراض أن كلا من السلك واتجاه
الحركة متعامدان مع المجال.

٦٨. يتحرك سلك طوله 40.0 cm عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره
 0.32 T بسرعة 1.3 m/s ، فإذا اتصل السلك بدائرة مقاومتها 10.0Ω فما
مقدار التيار المار فيها؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$= (0.32 \text{ T})(0.400 \text{ m})(1.3 \text{ m/s})$$

$$= 0.17 \text{ V}$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{0.17 \text{ V}}{10.0 \Omega} = 17 \text{ mA}$$

٦٩. إذا وصلت طرفي سلك نحاسي مقاومته 0.10Ω بطرفي جلفانومتر
مقاومته 875Ω ، ثم حركت 10.0 cm من السلك إلى أعلى بسرعة 1.0 m/s
عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 2.0 T ، فما مقدار
التيار الذي سيقاسه الجلفانومتر؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$= (2.0 \times 10^{-2} \text{ T})(0.100 \text{ m})(1.0 \text{ m/s})$$

$$= 2.0 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0 \times 10^{-3} \text{ V}}{875 \Omega} = 2.3 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$= 2.3 \mu\text{A}$$

٧٠. تحرك سلك طوله ٢,٥ m أفقياً بسرعة ٢,٤ m/s داخل مجال مغناطيسي مقداره ٠,٠٤٥ T في اتجاه يصنع زاوية مقداره ٦٠° فوق الأفقي. احسب:

- المركبة الرأسية للمجال المغناطيسي.
- القوة الدفعية الكهربائية الحثية EMF المتولدة في السلك.

الحل:

a. المركبة الرأسية للمجال تساوي:

$$B \sin 60.0^\circ = (0.045 \text{ T})(\sin 60.0^\circ)$$

$$= 0.039 \text{ T}$$

b.

$$EMF = BLv$$

$$= (0.039 \text{ T})(2.5 \text{ m})(2.4 \text{ m/s})$$

$$= 0.23 \text{ V}$$

٧١. السدود ينتج مولد كهربائي على سد قدرة كهربائية مقدارها ٣٧٥ MW، إذا كانت كفاءة المولد والتوربين ٨٥٪ فأجب عما يلي:

a. احسب معدل الطاقة التي يجب أن يزود بها التوربين من المياه الساقطة.

b. طاقة الماء الساقط تكون نتيجة للتغير في طاقة الوضع $P. E = mgh$.
ما مقدار التغير في طاقة الوضع اللازمة في كل ثانية؟

c. إذا كان الماء يسقط من ارتفاع ٢٢ m فما مقدار كتلة الماء التي يجب أن تمر خلال التوربين في كل ثانية لتعطي هذه القدرة؟

الحل:

a.

$$\begin{aligned} \text{كفاءة المولد} &= \frac{P_{\text{ناتجة}}}{P_{\text{مدخلة}}} \times 100\% \\ P_{\text{مدخلة}} &= P_{\text{ناتجة}} \times \frac{100\%}{\text{كفاءة المولد}} \\ &= 375 \text{ MW} \left(\frac{100\%}{85\%} \right) \\ &= 440 \text{ MW} \end{aligned}$$

440 MW معدل الطاقة التي يُزود بها التوربين من الماء.

b.

$$\begin{aligned} 440 \text{ MW} &= 440 \text{ MJ/s} \\ &= 4.4 \times 10^8 \text{ J/s} \end{aligned}$$

c.

$$PE = mgh$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{PE}{gh} = \frac{4.4 \times 10^8 \text{ J}}{(9.80 \text{ m/s}^2)(22 \text{ m})} \\ &= 2.0 \times 10^6 \text{ kg} \end{aligned}$$

٧٢. يتحرك موصل طوله ٢٠ cm عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره ٤,٠ T بسرعة ١ m/s. احسب فرق الجهد المتولد.

الحل:

عندما يتحرك الموصل عمودياً على المجال المغناطيسي فإن:

$$\begin{aligned} E_{\text{الحثي}} &= BLV \\ &= (4.0 \text{ T})(0.20 \text{ m})(1 \text{ m/s}) \\ &= 0.8 \text{ V} \end{aligned}$$

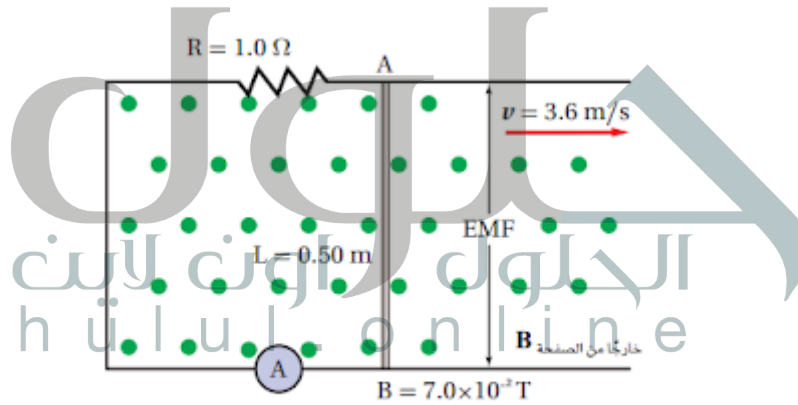
٧٣. ارجع إلى المثال ١ والشكل ٢-٢٥ لإيجاد ما يلي:

a. الجهد الحثي المتولد في الموصل.

b. مقدار التيار I.

c. اتجاه دوران المجال المغناطيسي المتولد حول الموصل.

d. قطبية النقطة A بالنسبة إلى النقطة B.



الشكل 2-25

الحل:

a.

$$\begin{aligned} EMF_{\text{الحثي}} &= BLV \\ &= (7.0 \times 10^{-2} \text{ T})(0.50 \text{ m})(3.6 \text{ m/s}) \\ &= 0.13 \text{ V} \end{aligned}$$

b.

$$I = \frac{EMF_{\text{الحثي}}}{R} = \frac{0.13 \text{ V}}{1.0 \Omega} = 0.13 \text{ A}$$

c. يدور التدفق المغناطيسي في اتجاه عقارب الساعة حول الموصل عند النظر إليه من أعلى.

d. النقطة A سالبة بالنسبة للنقطة B.

٢-٢ تغيرات المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة كهربائية حثية

٧٤. يتكون الملف الابتدائي في محول مثالي من ١٥٠ لفة، ويتصل بمصدر جهد مقداره ١٢٠ V، احسب عدد لفات الملف الثانوي الضرورية للتزويد بالجهد التالي:

a. ٦٢٥ V

b. ٣٥ V

c. ٦,٠ V

الحل:

a.

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p} \right) N_p = \left(\frac{625 \text{ V}}{120 \text{ V}} \right) (150)$$

وتقرب إلى ٧٨٠ لفة , ٧٨١ لفة

b.

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right)N_p = \left(\frac{35 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right)(150)$$

= 44 لفه

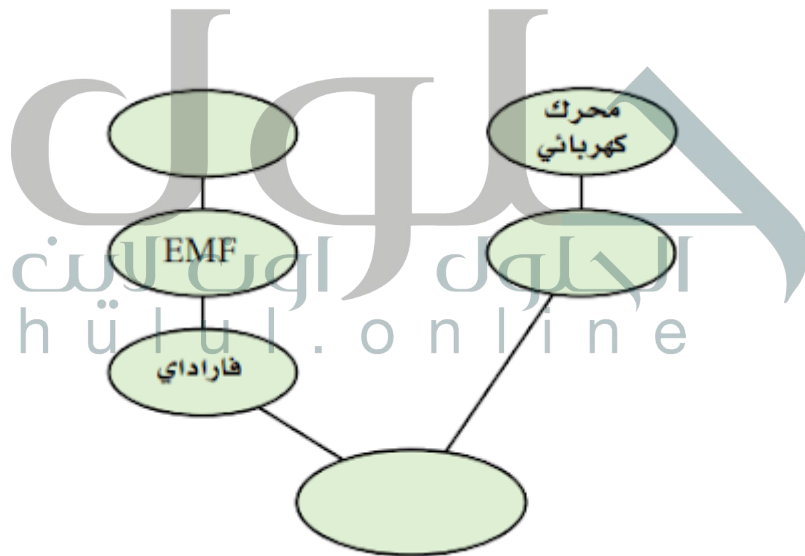
c.

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right)N_p = \left(\frac{6.0 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right)(150)$$

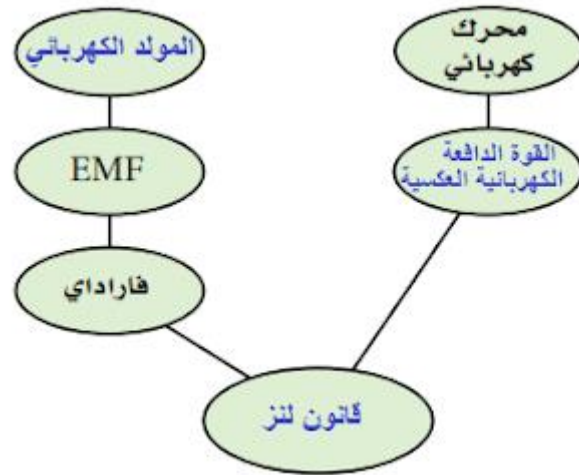
= 7.5 لفه

خريطة المفاهيم

٢٤. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: المولد الكهربائي، القوة الدافعة الكهربائية العكسية، قانون لنز.



الحل :



إتقان المفاهيم

٢٥. ما الجزء المتحرك في المولد الكهربائي؟

الحل:

الجزء المتحرك في المولد الكهربائي يتكون من عدد من لفات السلك الكهربائي ملفوفة على قلب من حديد، وعندما يدور هذا الجزء في مجال مغناطيسي، فإن لفات السلك تقطع المجال المغناطيسي فينشأ تيار حثي.

٢٦. لماذا يستخدم الحديد قلبا للملف؟

الحل:

يستخدم الحديد في الملف ذو القلب الحديدي لزيادة تركيز المجال المغناطيسي.

للإجابة عن الأسئلة ٢٧-٢٩ ارجع إلى الشكل ٢-١٧.

٢٧. يتحرك موصل داخل مجال مغناطيسي ويتولد جهد كهربائي بين طرفيه. في أي اتجاه يجب أن يتحرك الموصل بالنسبة إلى المجال المغناطيسي دون أن يتولد جهد؟

الحل:

أقل جهد متولد (صفر فولت) ينتج عندما يتحرك الموصل موازيا لخطوط المجال المغناطيسي.

٢٨. ما قطبية الجهد الحثي المتولد في السلك عندما يقطع القطب الجنوبي لمجال مغناطيسي؟

الحل:

سنتولد في الموصل المتحرك عند القطب الجنوبي جهد حثي موجب.

٢٩. ما أثر زيادة الطول الكلي للموصل داخل مولد كهربائي؟

الحل:

تؤدي زيادة طول الموصل على زيادة الجهد المتولد.

٣٠. فيم تتشابه نتائج كل من أورستد وفاراداي؟ وفيم تختلف؟

الحل:

يتشابهان في كون كل منهما يبين العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. ويختلفان في ان التيار الثابت يولد مجالا مغناطيسيا، في حين يتطلب توليد التيار الكهربائي مجالا مغناطيسيا متغيرا.

٣١. لديك ملف سلكي وقضيب مغناطيسي. صف كيف يمكنك استخدامها في توليد تيار كهربائي؟

الحل:

إما بتحريك المغناطيس إلى داخل الملف أو خارجه أو بتحريك الملف إلى أعلى أو إلى أسفل فوق طرف المغناطيس.

٣٢. ما الذي ترمز إليه EMF؟ وما سبب عدم دقة الاسم؟

الحل:

ترمز إلى القوة الدافعة الكهربائية الحثية، وهي ليست قوة وإنما فرق جهد (طاقة لكل وحدة شحنة).

٣٣. ما الفرق بين المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي؟

الحل:

في المولد، تدور الطاقة الميكانيكية الملف ذا القلب الحديدي داخل المجال المغناطيسي، ويسبب الجهد الحثي تدفق التيار الكهربائي، وبذلك تنتج طاقة كهربائية. أما في المحرك فيطبق جهد عبر ملفات الملف المثبت داخل المجال المغناطيسي، فيسبب الجهد تدفق التيار في الملف لذا يدور الملف فينتج طاقة ميكانيكية.

٣٤. اكتب الأجزاء الرئيسية لمولد التيار المتناوب AC.

الحل:

يتكون مولد التيار المتناوب AC من مغناطيس دائم، وملف ومجموعة الفرشنتين، والحلقة.

٣٥. لماذا تكون القيمة الفعالة للتيار المتناوب أقل من القيمة العظمى له؟

الحل:

تتغير القدرة المتولدة بين صفر وقيمة عظمى في ولد التيار المتناوب عن دوران الملف. والتيار الفعال أو القيمة الفعالة للتيار هي القيمة الثابتة التي تسبب تبديد القدرة المتوسطة في مقاومة الحمل.

٣٦. الكهرومائية يدير الماء الذي كان محجوزا خلف السد التربينات التي تدور المولدات. أعد قائمة بجميع أشكال الطاقة وتحولاتها منذ كان الماء محجوزا إلى ان تولدت الكهرباء.

الحل:

هناك طاقة وضع في الماء المحجوز أو المخزن خلف السد، والطاقة الحركية للماء الساقط تدير التوربينات، وتولد طاقة كهربائية في المولد. وهناك طاقة ضائعة في التوربينات نتيجة الاحتكاك تظهر على شكل طاقة حرارية.

٣٧. اكتب نص قانون لنز.

الحل:

التيار الحثي المتولد يؤثر دائما في اتجاه يجعل المجال المغناطيسي الناتج عنه يقاوم التغير في التيار المولد له.

٣٨. ما الذي يسبب تولد القوة الدافعة الكهربائية العكسية في المحرك الكهربائي؟

الحل:

هذا هو قانون لنز، يسلك المحرك عندما يبدأ في الدوران سلوك مولد، ويولد تيارا معاكسا للتيار الذي زود به المحرك.

٣٩. لماذا لا تحدث شرارة كهربائية عندما تغلق مفتاحا كهربائيا لتمرير تيار محث، في حين تحدث الشرارة عند فتح ذلك المفتاح؟

الحل:

تنتج شرارة عن القوة الدافعة الكهربائية العكسية التي تحاول الحفاظ على استمرار تدفق التيار، وتكون القوة الدافعة الكهربائية العكسية كبيرة لأن

التيار نقص إلى الصفر بسرعة، وعند إغلاق المفتاح لا تكون زيادة التيار سريعة بسبب مقاومة الاسلاك.

٤٠. لماذا يكون الحث الذاتي في ملف عاملا رئيسيا عندما يمر فيه تيار متناوب AC في حين يكون عاملا ثانويا عندما يمر فيه تيار مستمر DC؟

الحل:

يكون التيار المتناوب متغيرا دائما في المقدار والاتجاه، ولذلك يكون عاملا أساسيا في الحث الذاتي في الملف، أما عندما يكون التيار مستمرا فهو يصبح ثابتا بعد فترة قصيرة، وعندما لا يحدث تغير في المجال المغناطيسي لذا، يعد التيار المستمر DC عاملا ثانويا في الحث الذاتي في الملف.

٤١. وضح لماذا تظهر كلمة "تغير" في هذا الفصل بكثرة؟

الحل:

كما اكتشف فاراداي فإن المجال المغناطيسي المتغير هو الذي يولد قوة دافعة كهربائية حثية.

٤٢. علام تعتمد النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية في كل من دائرتي الملفين الابتدائي والثانوي للمحول نفسه؟

الحل:

تعتمد القوة الدافعة الكهربائية EMF على نسبة عدد لفات السلك في الملف الابتدائي إلى عدد لفات السلك في الملف الثانوي.

تطبيق المفاهيم

٤٣. استخدام الوحدات لإثبات أن الفولت هو وحدة قياس للمقدار BLV.

الحل:

وحدات BLV هي، $(T)(m)(m/s)$ ، لكن، $T=N/A.m$

و $A=C/s$ ، لذلك فإن وحدات BLV هي،

$$(N.s/C.m)(m)(m/s) = N.m/c$$

لأن $J=N.m$ و $V=J/C$ فوحدة BLV هي (Vلفولت).

٤٤. عندما يتحرك سلك داخل مجال مغناطيسي فهل تؤثر مقاومة الدائرة المغلقة في التيار فقط، ام في القوة الدافعة الكهربائية فقط، أم في كليهما، أم لا يتأثر أي منها؟

الحل:

تؤثر في التيار فقط.

٤٥. الدراجة الهوائية عندما يبطئ أحمد من سرعة دراجته ماذا يحدث للقوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن مولد دراجته؟ استخدم مصطلح (الملف ذو القلب الحديدي) خلال التوضيح.

الحل:

عندما يبطئ أحمد دراجته الهوائية ستقل سرعة دوران الملف ذي القلب الحديدي الموجود داخل المجال المغناطيسي، لذلك ستقل القوة الدافعة الكهربائية الناتجة في مولد دراجته.

٤٦. يتغير اتجاه الجهد المتناوب ١٢٠ (AC) مرة في كل ثانية، فهل يعني ذلك ان الجهاز الموصل بجهد متناوب AC يفقد الطاقة ويكتسبها بالتناوب؟

الحل:

لا، تتزامن تغيرات إشارة التيار مع تغيرات إشارة الجهد، لذا يكون حاصل ضرب التيار في الجهد دائما موجبا.

٤٧. يتحرك سلك بصورة أفقية بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل ٢-١٨. ما اتجاه التيار الحثي فيه؟

الحل:

لا يتولد تيار حثي في السلك، لأن اتجاه السرعة مواز لاتجاه المجال المغناطيسي.

٤٨. عملت مغناطيسا كهربائيا بملف سلك حول مسمار طويل، كما هو موضح في الشكل ٢-١٩، ثم وصلته مع بطارية، فهل يكون التيار أكبر بعد التوصيل مباشرة، أم بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، أم يبقى التيار نفسه دائما؟ وضح إجابتك.

الحل:

يزداد التيار بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، لأن القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف تقاوم تكون التيار بعد التوصيل مباشرة.

الحلول اون لاين
h u l u l . o n l i n e

٤٩. تتحرك قطعة من حلقة سلكية إلى أسفل بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل ٢-٢٠. ما اتجاه التيار الحثي المتولد؟

الحل:

اتجاه التيار إلى اليسار وعلى طول مسار السلك.

٥٠. وصل محول مع بطارية بواسطة مفتاح كهربائي، ووصلت دائرة الملف الثانوي مع مصباح كهربائي، كما في الشكل ٢-٢١. هل يضيء

المصباح ما دام المفتاح مغلقاً، أم عند لحظة الإغلاق فقط، أم عند فتح المفتاح فقط؟ وضح إجابتك.

الحل:

سيضيء المصباح عند وجود تيار في دائرة الملف الثانوي، وهذا يحدث كلما تغير تيار الملف الابتدائي، ولذلك يضيء المصباح في الحالتين عند فتح المفتاح أو إغلاقه.

٥١. المجال المغناطيسي الأرضي اتجاه المجال المغناطيس الأرضي في النصف الشمالي في اتجاه الأسفل ونحو الشمال، كما هو موضح في الشكل ٢٢-٢. إذا تحرك سلك أفقي (يمتد من الشرق إلى الغرب) من الشمال إلى الجنوب فما اتجاه التيار المتولد؟

الحل:

اتجاه التيار المتولد من الغرب إلى الشرق.

٥٢. إذا حركت سلكاً نحاسياً إلى أسفل خلال مجال مغناطيسي B كما في الشكل ١٩-٢ فأجب عما يلي:

a. هل يسري التيار الحثي المتولد في قطعة السلك إلى اليسار أم إلى اليمين؟

b. عندما يتحرك السلك داخل المجال المغناطيسي سيسري فيه تيار، وعندها تكون القطعة عبارة عن سلك يسري فيه تيار كهربائي وموضوع داخل مجال مغناطيسي، ويجب أن تؤثر فيه قوة مغناطيسية. ما اتجاه القوة التي ستؤثر في السلك نتيجة سريان التيار الحثي؟

الحل:

a. تبين قاعدة اليد اليمنى أن التيار الحثي المتولد يسري إلى اليسار.

b. تؤثر القوة في السلك إلى الأعلى.

٥٣. أسقط مدرس فيزياء مغناطيسا في أنبوب نحاسي، كما في الشكل ٢-٢٣، فتحرك المغناطيس ببطء شديد، فاعتقد الطلبة في الصف أنه يجب أن تكون هناك قوة معاكسة لقوة الجاذبية.

- a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب بسبب سقوط المغناطيس إذا كان القطب الجنوبي للمغناطيس هو القطب المتجه إلى أسفل؟
- b. ينتج التيار الحثي مجالا مغناطيسيا. ما اتجاه هذا المجال؟
- c. كيف يعمل المجال المغناطيسي على تقليل تسارع المغناطيس الساقط؟

الحل:

- a. تكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية متعامدة مع كل من المجال والسرعة، ويجب أن يكون التيار محيطا بالأنبوب. وخطوط المجال تدخل في القطب الجنوبي S وتخرج من القطب الشمالي N، ووفق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار في اتجاه حركة عقارب الساعة بالقرب من القطب S وعكس عقارب الساعة بالقرب من القطب N.
- b. يكون المجال داخل الأنبوب إلى أسفل بالقرب من القطب الجنوبي S، في حين يكون المجال بالقرب من القطب الشمالي N إلى أعلى.
- c. يؤثر المجال المغناطيسي التولد بقوة في المغناطيس في اتجاه الأعلى في القطبين.

٥٤. المولدات لماذا يكون دوران المولد أكثر صعوبة عندما يكون متصلا بدائرة كهربائية يزودها بالتيار، مقارنة بدورانه عندما لا يكون متصلا بدائرة ما؟

الحل:

عندما يدور الملف في المولد تنشأ قوة دافعة حثية معاكسة لاتجاه الدوران نتيجة للتيار الحثي (قانون لنز). في حين عندما يكون ساكنا لا يتولد فيه تيار حثي، أي لا توجد قوة دافعة حثية معاكسة.

٥٥. وضح لماذا يكون التيار الابتدائي عند تشغيل المحرك كبيرا. وضح كيف يمكن تطبيق قانون لنز عند اللحظة $t > 0$ ؟

الحل:

لا يدور الملف عند لحظة بداية التشغيل، لذلك لا يتقاطع الملف مع خطوط المجال ولا يتوفر فرق جهد. لهذا تكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية العكسية صفرا فلا يتكون تيار أو مجال حول الموصل الساكن. وفي اللحظة التي يبدأ فيها الملف بالدوران سيتقاطع مع خطوط المجال، ويتولد فيه جهد حثي ويكون لهذا الجهد قطبية بحيث يولد مجالا مغناطيسيا معاكسا للمجال المولد له، وهذا من شأنه تقليل التيار في المحرك. لذلك تزداد ممانعة المحرك للحركة.

٥٦. بالرجوع إلى الشكل ٢-١٠ وبالربط مع قانون لنز، وضح لماذا يتكون قلب المحول الكهربائي من شرائح معزولة؟

الحل:

يستخدم قلب على شكل شرائح رقيقة لتقليل تدفق التيارات الدوامية، ولأن التيارات الدوامية تنتج في القلب بواسطة تغير التدفق المغناطيسي خلاله. حيث يؤدي وجود فولتية حثية متولدة في القلب على تكون التيارات الدوامية.

٥٧. يصنع محول كهربائي عملي بحيث يحتوي قلبه على شرائح ليست فائقة التوصيل. ولأنه لا يمكن التخلص من التيارات الدوامية نهائيا فإنه يكون هناك فقد قليل للقدرة في قلب المحول. وهذا يعني وجود فقد مستمر للقدرة في قلب المحول. ما القانون الأساسي الذي يكون من المستحيل معه جعل الطاقة المفقودة صفرا؟

الحل:

قانون لنز.

٥٨. اشرح كيفية حدوث الحث المتبادل في المحول؟

الحل:

عند مرور تيار متناوب في الملف الابتدائي لمحول ينتج تدفق متغير للتيار خلال الملف، وهذا التيار بدوره يولد تدفقا مغناطيسيا متغيرا، ويولد هذا التدفق المغناطيسي المتغير فولتية في الملف الثانوي المثبت على الجانب الآخر من القلب، وتعتمد الفولتية أو القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة على معدل التغير في التدفق المغناطيسي (تردد المصدر)، وعدد لفات الملف الثانوي ومقدار التدفق المغناطيسي.

٥٩. أسقط طالب قضيبا مغناطيسيا بحيث كان قطبه الشمالي إلى أسفل في أنبوب نحاسي رأسي.

a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب النحاسي في أثناء مرور قطبه الجنوبي؟

b. ينتج التيار الحثي المتولد مجالا مغناطيسيا. ما اتجاه هذا المجال؟

الحل:

a. مع عقارب الساعة حول الأنبوب، عند النظر إلى الأنبوب من أعلى.

b. إلى أسفل الأنبوب باتجاه القطب الجنوبي للمغناطيس أي بعكس اتجاه المجال المغناطيسي للمغناطيس.

إتقان حل المسائل

١-٢ التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

٦٠. يتحرك سلك طوله $20,0\text{ m}$ بسرعة $4,0\text{ m/s}$ عموديا على مجال مغناطيسي. فإذا تولدت قوة دافعة كهربائية حثية خلاله مقدارها 40 V فما مقدار المجال المغناطيسي؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$B = \frac{EMF}{Lv} = \frac{40 \text{ V}}{(20.0 \text{ m})(4.0 \text{ m/s})}$$

$$= 0.5 \text{ T}$$

٦١. الطائرات تطير طائرة بسرعة ٩,٥٠ Km/h $\times 1.02$ وتمر فوق منطقة مقدار المجال المغناطيسي الأرضي فيها ٤,٥ T $\times 1.0$ ، والمجال المغناطيسي في تلك المنطقة رأسي تقريبا. احسب مقدار فرق الجهد بين طرفي جناحيها إذا كانت المسافة بينهما ٧٥ m.

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$(4.5 \times 10^{-5} \text{ T})(75 \text{ m})(9.50 \times 10^2 \text{ km/h})(1000 \text{ m/km})$$

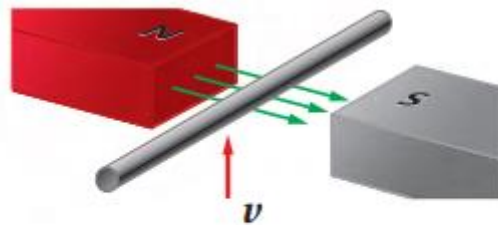
$$(1 \text{ h}/3600 \text{ s})$$

$$= 0.89 \text{ V}$$

٦٢. يتحرك سلك مستقيم طوله ٠,٧٥ m إلى أعلى بسرعة ١٦ m/s في مجال مغناطيسي أفقي مقداره ٠,٣٠ T، كما هو موضح في الشكل ٢-٢٤.

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

b. إذا كان السلك جزءا من دائرة كهربائية مقاومتها ١١ Ω فما مقدار التيار المار فيها؟



الشكل 2-24

الحل:

a.

$$EMF = BLv$$

$$= (0.30 \text{ T})(0.75 \text{ m})(16 \text{ m/s})$$

$$= 3.6 \text{ V}$$

b.

$$EMF = IR$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{3.6 \text{ V}}{11 \Omega} = 0.33 \text{ A}$$

٦٣. ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها سلك طوله ٠,٢٠ m داخل مجال مغناطيسي مقداره ٢,٥ T، لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية EMF مقدارها ١٠ V؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{10 \text{ V}}{(2.5 \text{ T})(0.20 \text{ m})}$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

٦٤. مولد كهربائي AC يولد قوة دافعة كهربائية عظمى مقدارها ٥٦٥ V.

ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الفعالة التي يزود بها المولد دائرة خارجية؟

الحل:

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{565 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 4.00 \times 10^2 \text{ V}$$

٦٥. مولد كهربائي AC يولد فولتية عظمى مقدارها ١٥٠ V، ويزود دائرة خارجية بتيار قيمته العظمى ٣٠.٠ A، احسب:

a. الجهد الفعال للمولد.

b. التيار الفعال الذي يزود به المولد الدائرة الخارجية.

c. القدرة الفعالة المستهلكة في الدائرة.

الحل:

a.

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}} = (0.707)(150 \text{ V}) \\ = 110 \text{ V}$$

b.

$$I_{\text{فعال}} = (0.707) I_{\text{عظمى}} = (0.707)(30.0 \text{ A}) \\ = 21.2 \text{ A}$$

c.

$$P_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}} V_{\text{فعال}} = \left(\frac{I_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= \frac{1}{2} I_{\text{عظمى}} V_{\text{عظمى}} = \left(\frac{1}{2} \right) (150 \text{ V}) (30.0 \text{ A})$$

$$= 2.3 \text{ kW}$$

٦٦. الفرن الكهربائي يتصل فرن كهربائي بمصدر تيار متناوب AC جهده الفعال ٢٤٠ V.

a. احسب القيمة العظمى للجهد خلال أحد أجزاء الفرن عند تشغيله.

b. إذا كانت مقاومة عنصر التشغيل ١١ Ω فما مقدار التيار الفعال؟

الحل:

a.

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}}$$

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{240 \text{ V}}{0.707} = 340 \text{ V}$$

b.

$$I_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{R} = \frac{240 \text{ V}}{11 \Omega} = 22 \text{ A}$$

٦٧. إذا أردت توليد قوة دافعة كهربائية مقدارها ٤,٥ V عن طريق تحريك سلك بسرعة ٤,٠ m/s خلال مجال مغناطيسي مقداره ٠,٠٥٠ T فما طول السلك اللازم؟ وما مقدار الزاوية بين المجال واتجاه الحركة لكي نستخدم أقصر سلك؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$L = \frac{EMF}{Bv} = \frac{4.5 \text{ V}}{(0.050 \text{ T})(4.0 \text{ m/s})}$$

$$= 23 \text{ m}$$

وهو أقل طول للسلك مع افتراض أن كلا من السلك واتجاه الحركة متعامدان مع المجال.

٦٨. يتحرك سلك طوله 40.0 cm عموديا على مجال مغناطيسي مقداره 0.32 T بسرعة 1.3 m/s ، فإذا اتصل السلك بدائرة مقاومتها 10.0Ω فما مقدار التيار المار فيها؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$= (0.32 \text{ T})(0.400 \text{ m})(1.3 \text{ m/s})$$

$$= 0.17 \text{ V}$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{0.17 \text{ V}}{10.0 \Omega} = 17 \text{ mA}$$

الجلول اون لاين
hulul.online

٦٩. إذا وصلت طرفي سلك نحاسي مقاومته 0.10Ω بطرفي جلفانومتر مقاومته 875Ω ، ثم حركت 10.0 cm من السلك إلى أعلى بسرعة 1.0 m/s عموديا على مجال مغناطيسي مقداره 2.0 T ، فما مقدار التيار الذي سيقاسه الجلفانومتر؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$= (2.0 \times 10^{-2} \text{ T})(0.100 \text{ m})(1.0 \text{ m/s})$$

$$= 2.0 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0 \times 10^{-3} \text{ V}}{875 \Omega} = 2.3 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$= 2.3 \mu\text{A}$$

٧٠. تحرك سلك طوله ٢,٥ m أفقياً بسرعة ٢,٤ m/s داخل مجال مغناطيسي مقداره ٠,٠٤٥ T في اتجاه يصنع زاوية مقداره ٦٠ فوق الأفقي. احسب:

a. المركبة الرأسية للمجال المغناطيسي.

b. القوة الدفعية الكهربائية الحثية EMF المتولدة في السلك.

الحل:

a. المركبة الرأسية للمجال تساوي:

$$B \sin 60.0^\circ = (0.045 \text{ T})(\sin 60.0^\circ)$$

$$= 0.039 \text{ T}$$

b.

$$EMF = BLv$$

$$= (0.039 \text{ T})(2.5 \text{ m})(2.4 \text{ m/s})$$

$$= 0.23 \text{ V}$$

٧١. السدود ينتج مولد كهربائي على سد قدرة كهربائية مقدارها ٣٧٥ MW، إذا كانت كفاءة المولد والتوربين ٨٥٪ فأجب عما يلي:

a. احسب معدل الطاقة التي يجب أن يزود بها التوربين من المياه الساقطة.

b. طاقة الماء الساقط تكون نتيجة للتغير في طاقة الوضع $P. E = mgh$.
ما مقدار التغير في طاقة الوضع اللازمة في كل ثانية؟

c. إذا كان الماء يسقط من ارتفاع ٢٢ m فما مقدار كتلة الماء التي يجب أن تمر خلال التوربين في كل ثانية لتعطي هذه القدرة؟

الحل:

a.

$$\begin{aligned} \text{كفاءة المولد} &= \frac{P_{\text{ناتجة}}}{P_{\text{مدخلة}}} \times 100\% \\ P_{\text{مدخلة}} &= P_{\text{ناتجة}} \times \frac{100\%}{\text{كفاءة المولد}} \\ &= 375 \text{ MW} \left(\frac{100\%}{85\%} \right) \\ &= 440 \text{ MW} \end{aligned}$$

440 MW معدل الطاقة التي يُزود بها التوربين من الماء.

b.

$$\begin{aligned} 440 \text{ MW} &= 440 \text{ MJ/s} \\ &= 4.4 \times 10^8 \text{ J/s} \end{aligned}$$

c.

$$PE = mgh$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{PE}{gh} = \frac{4.4 \times 10^8 \text{ J}}{(9.80 \text{ m/s}^2)(22 \text{ m})} \\ &= 2.0 \times 10^6 \text{ kg} \end{aligned}$$

٧٢. يتحرك موصل طوله ٢٠ cm عمودياً على مجال مغناطيسي مقدار 4.0 T بسرعة 1 m/s . احسب فرق الجهد المتولد.

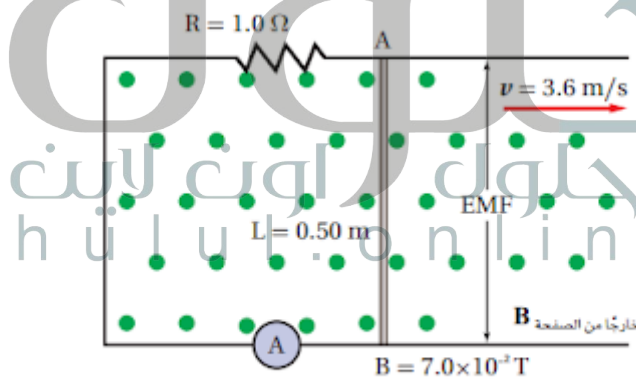
الحل:

عندما يتحرك الموصل عمودياً على المجال المغناطيسي فإن،

$$\begin{aligned} E_{\text{الحثي}} &= BLV \\ &= (4.0 \text{ T})(0.20 \text{ m})(1 \text{ m/s}) \\ &= 0.8 \text{ V} \end{aligned}$$

٧٣. ارجع إلى المثال ١ والشكل ٢-٢٥ لإيجاد ما يلي:

- الجهد الحثي المتولد في الموصل.
- مقدار التيار I .
- اتجاه دوران المجال المغناطيسي المتولد حول الموصل.
- قطبية النقطة A بالنسبة إلى النقطة B.



الشكل 2-25

الحل:

a.

$$EMF_{\text{الحثي}} = BLV$$

$$= (7.0 \times 10^{-2} \text{ T})(0.50 \text{ m})(3.6 \text{ m/s})$$

$$= 0.13 \text{ V}$$

.b

$$I = \frac{EMF_{\text{الحثي}}}{R} = \frac{0.13 \text{ V}}{1.0 \Omega} = 0.13 \text{ A}$$

.c. يدور التدفق المغناطيسي في اتجاه عقارب الساعة حول الموصل عند النظر إليه من اعلى.

.d. النقطة A سالبة بالنسبة للنقطة B.

٢-٢ تغيرات المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة كهربائية حثية

٧٤. يتكون الملف الابتدائي في محول مثالي من ١٥٠ لفه، ويتصل بمصدر جهد مقداره ١٢٠ V، احسب عدد لفات الملف الثانوي الضرورية للتزويد بالجهد التالي:

a. ٦٢٥ V

b. ٣٥ V

c. ٦,٠ V

الحل:

.a

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{625 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right) (150)$$

وتقرب إلى 780 لفة , 781 لفة =

b.

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{35 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right) (150)$$

= 44 لفة

c.

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{6.0 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right) (150)$$

= 7.5 لفة

٧٥. محول مثالي رافع يتكون ملفه الثانوي من ١٢٠٠ لفة، إذا زودت دائرة الملف الابتدائي بفرق جهد متناوب مقداره ١٢٠ V، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار فرق الجهد في الملف الثانوي؟

b. إذا كان تيار الملف الثانوي ٢,٠ A فما مقدار تيار الملف الابتدائي؟

c. ما مقدار القدرة الداخلة والقدرة الناتجة عن المحول؟

الحل:

a.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(120 \text{ V})(1200)}{80} = 1.8 \text{ kV}$$

b.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.8 \times 10^3 \text{ V})(2.0 \text{ A})}{120 \text{ V}}$$

$$= 3.0 \times 10^1 \text{ A}$$

c.

$$V_p I_p = (120 \text{ V})(30.0 \text{ A}) = 3.6 \text{ kW}$$

$$V_s I_s = (1800 \text{ V})(2.0 \text{ A}) = 3.6 \text{ kW}$$

٧٦. الحواسيب الشخصية محول مثالي في حاسوب شخصي يحتاج إلى جهد فعال مقداره ٩,٠ V من خط ١٢٠ V.

a. ما عدد لفات الملف الثانوي إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي ٤٧٥ لفة؟

b. إذا كان التيار المار في الحاسوب يساوي ١٢٥ mA فما مقدار التيار المار في دائرة الملف الابتدائي للمحول؟

الحل:

a.

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_s = \frac{V_s N_p}{V_p} = \frac{(9.0 \text{ V})(475)}{120 \text{ V}}$$

$$= 36 \text{ لفة}$$

b.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(9.0 \text{ V})(125 \text{ mA})}{7200 \text{ V}}$$

$$= 9.4 \text{ mA}$$

٧٧. مجففات الشعر صنع مجفف شعر ليعمل على تيار مقداره ١٠ A و فرق جهد ١٢٠ V في بلد ما. إذا أريد استخدام هذا الجهاز في بلد آخر مصدر الجهد فيه ٢٤٠ V فاحسب:

a. النسبة التي يجب أن تكون بين عدد لفات ملفه الابتدائي وعدد لفات ملفه الثانوي.

b. مقدار التيار الذي يعمل عليه في البلد الجديد

الحل: hulul.online

a.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{240 \text{ V}}{120 \text{ V}} = \frac{2.0}{1.0}$$

أو 2 إلى 1

b.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(120 \text{ V})(10 \text{ A})}{240 \text{ V}} = 5 \text{ A}$$

٧٨. محول مثالي قدرته $W 150$ يعمل عليه على جهد $V 9,0$ لينتج تيارا $A 5,0$.

a. هل المحول رافع أم خافض للجهد؟

b. ما النسبة بين جهد الملف الثانوي وجهد الملف الابتدائي؟

الحل:

a.

$$P_{\text{ناتجة}} = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P_{\text{ناتجة}}}{I_s} = \frac{150 \text{ W}}{5.0 \text{ A}} = 3.0 \times 10^1 \text{ V}$$

أي أن المحول رافع.

b.

$$P = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P}{I_s} = \frac{150 \text{ W}}{5.0 \text{ A}} = 3.0 \times 10^1 \text{ V}$$

$$\frac{V_{\text{ناتجة}}}{V_{\text{مدخلة}}} = \frac{3.0 \times 10^1 \text{ V}}{9.0 \text{ V}} = \frac{1.0 \times 10^1}{3.0}$$

أي أن النسبة 10 إلى 3.

٧٩. وصل أحمد محولا مثاليا بمصدر جهد مقداره $V 24$ وقاس $V 8,0$ في الملف الثانوي، إذا عكست دائرتا الملف الابتدائي والثانوي فما مقدار الجهد الناتج في هذه الحالة؟

الحل:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{8.0 \text{ V}}{24 \text{ V}} = \frac{1.0}{3.0}$$

وبعكس النتيجة تصبح النسبة $\frac{3.0}{1.0}$.

وبذلك يمكن حساب الجهد الناتج من:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p}$$

$$V_s = \left(\frac{N_s}{N_p}\right) V_p = (3.0)(24 \text{ V}) = 72 \text{ V}$$

مراجعة عامة

٨٠. عدد لفات الملف الابتدائي في محول مثالي رافع ٥٠٠ لفة وعدد لفات الملف الثانوي ١٥٠٠٠ لفة. إذا وصلت دائرة الملف الابتدائي بمولد تيار متناوب قوته الدافعة الكهربائية ١٢٠ V، فأجب عما يلي:

a. احسب القوة الدافعة الكهربائية في دائرة الملف الثانوي.

b. إذا كان تيار دائرة الملف الثانوي يساوي ٣,٠ A، فاحسب تيار دائرة الملف الابتدائي.

c. ما مقدار القدرة المسحوبة بواسطة دائرة الملف الابتدائي؟ وما مقدار القدرة التي تزودها دائرة الملف الثانوي؟

الحل:

الجلول اون لاين
hulul.online

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(120 \text{ V})(15000)}{500}$$

$$= 3.6 \times 10^3 \text{ V}$$

b.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(3600 \text{ V})(3.0 \text{ A})}{120 \text{ V}} = 9.0 \times 10^1 \text{ A}$$

C.

$$V_p I_p = (120 \text{ V})(9.0 \times 10^1 \text{ A})$$

$$= 1.1 \times 10^4 \text{ W}$$

$$V_s I_s = (3600 \text{ V})(3.0 \text{ A}) = 1.1 \times 10^4 \text{ W}$$

٨١. ما مقدار السرعة التي يجب أن يقطع فيها موصل طوله ٠,٢٠ m مجالا مغناطيسيا مقداره ٢,٥ T عموديا عليه لتكون القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة فيه ١٠ V ؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{10 \text{ V}}{(2.5 \text{ T})(0.20 \text{ m})}$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

٨٢. ما مقدار السرعة التي يجب ان يتحرك بها موصل طوله ٥٠ cm عموديا على مجال مغناطيسي مقداره ٠,٢٠ T لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربية حثية مقدارها ١,٠ V ؟

الحل:

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{1.0 \text{ V}}{(0.20 \text{ T})(0.5 \text{ m})}$$

$$= 1 \times 10^1 \text{ m/s}$$

٨٣. دائرة إنارة منزلية تعمل على جهد فعال مقداره ١٢٠ V، ما أكبر قيمة متوقعة للجهد في هذه الدائرة؟

الحل:

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}}$$

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{120 \text{ V}}{0.707} = 170 \text{ V}$$

٨٤. محمصة الخبز تعمل محمصة خبز بتيار متناوب مقداره ٢,٥ A، ما أكبر قيمة للتيار في هذا الجهاز؟

الحل:

$$I_{\text{فعال}} = (0.707) I_{\text{عظمى}}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{I_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{2.5 \text{ A}}{0.707} = 3.5 \text{ A}$$

٨٥. يحدث تلف للعزل في مكثف إذا تجاوز الجهد اللحظي المقدار ٥٧٥ V، ما مقدار أكبر جهد متناوب فعال يمكن استخدامه في المكثف؟

الحل:

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{575}{\sqrt{2}} = 407 \text{ V}$$

٨٦. المنصهر الكهربائي يعمل قاطع الدائرة المغناطيسي على فتح دائرته إذا بلغ التيار اللحظي فيها ٢١,٢٥ A، ما مقدار أكبر تيار فعال يمكن أن يمر بالدائرة؟

الحل:

$$I_{\text{فعال}} = \frac{I_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{21.25 \text{ A}}{\sqrt{2}} = 15.03 \text{ A}$$

٨٧. إذا كان فرق الجهد الكهربائي الداخل إلى محطة كهربائية فرعية يساوي ٢٤٠٠٠٠ V فما النسبة بين عدد لفات المحول المستخدم إذا كان الجهد الخارج من المحطة يساوي ٤٤٠ V؟

الحل:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{440 \text{ V}}{240000 \text{ V}} = \frac{1}{545}$$

أي أن نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات
الملف الثانوي هي 545 إلى 1

٨٨. يزود مولد تيار متناوب سخانا كهربائيا بقدرة مقدارها ٤٥ kW، فإذا
كان جهد النظام يساوي فعال ٦٦٠ V فما القيمة العظمى للتيار المزود
للنظام؟

الحل:

$$I_{\text{فعال}} = \frac{45 \text{ kW}}{660 \text{ V}} = 68 \text{ A}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{68 \text{ A}}{0.707} = 96 \text{ A} \quad \text{، أي أن}$$

٨٩. يتكون الملف الابتدائي في محول مثالي خافض من ١٠٠ لفة،
ويتكون الملف الثانوي من ١٠ لفات. فإذا وصل بالمحول مقاومة حمل
قدرتها ٢,٠ kW فما مقدار التيار الفعال الابتدائي؟ افترض أن مقدار
الجهد في الملف الثانوي يساوي ٦٠,٠ V.

الحل:

$$V_{s, \text{فعال}} = \frac{V_{s, \text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{60.0 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 42.4 \text{ V}$$

$$I_{s, \text{فعال}} = \frac{P}{V_{s, \text{عظمى}}} = \frac{2.0 \times 10^3 \text{ W}}{42.4 \text{ V}} = 47 \text{ A}$$

$$I_{p, \text{فعال}} = \left(\frac{N_s}{N_p} \right) I_{s, \text{فعال}} = \left(\frac{10}{100} \right) (47 \text{ A}) = 4.7 \text{ A}$$

٩٠. قدرة محول ١٠٠ kVA، زكفاءته ٩٨%.

a. إذا استهلك الحمل الموصول به ٩٨ % فما مقدار القدرة الداخلة إلى
المحول؟

b. ما مقدار أكبر تيار في الملف الابتدائي الضروري لجعل المحول يستهلك قدرته الفعالة. افترض أن $V_p = 700 \text{ V}$.

الحل:

a.

$$P_{\text{ناتجة}} = 98 \text{ kW}$$

$$P_{\text{مدخلة}} = \frac{98 \text{ kW}}{0.98} = 1.0 \times 10^2 \text{ kW}$$

b.

$$I = \frac{100 \text{ kVA}}{600 \text{ V}} = 200 \text{ A}$$

٩١. يقطع سلك طوله $m \ ٠,٤٠$ عموديا خطوط مجال مغناطيسي شدته $T \ ٢,٠$ وبسرعة $m/s \ ٨,٠$

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

b. إذا كان السلك جزءا من دائرة مقاومتها $\Omega \ ٦,٤$ فما مقدار التيار المار فيه؟

الحل:

a.

$$EMF = BLv$$

$$= (2.0 \text{ T})(4.00 \text{ m})(8.0 \text{ m/s})$$

$$= 64 \text{ V}$$

b.

$$EMF = IR$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{64 \text{ V}}{6.4 \Omega} = 10 \text{ A}$$

٩٢. يتحرك ملف سلكي طوله 7.50 m عموديا على المجال المغناطيسي الأرضي بسرعة 5.50 m/s ، إذا كانت المقاومة الكلية للسلك $5.0 \times 10^{-2} \Omega$ ، فما مقدار التيار المار فيه؟ افترض أن المجال المغناطيسي للأرض يساوي $5.0 \times 10^{-5} \text{ T}$.

الحل:

$$\begin{aligned} EMF = BLv \text{ لكن } EMF = V \text{ و } V = IR \text{ و } IR = BLv \text{ أي،} \\ I = \frac{BLv}{R} = \frac{(5.0 \times 10^{-5} \text{ T})(7.50 \text{ m})(5.50 \text{ m/s})}{5.0 \times 10^{-2} \Omega} \\ = 4.1 \times 10^{-2} \text{ A} = 41 \text{ mA} \end{aligned}$$

٩٣. القيمة العظمى للجهد المتناوب، الذي يطبق على مقاومة مقدارها 144Ω هي $1.00 \times 10^2 \text{ V}$ ، ما مقدار القدرة التي يمكن ان تعطىها المقاومة الكهربائية؟

الحل:

$$P = IV \text{ و } V = IR \text{ و } I = \frac{V}{R} \text{ أي أن،}$$

$$P_{\text{متوسط}} = \left(\frac{V}{R} \right) V = \frac{V^2}{R} = \frac{(1.00 \times 10^2 \text{ V})^2}{144 \Omega} = 69.4 \text{ W}$$

وعليه متوسط القدرة يساوي $\frac{P}{2}$

أي يجب أن تبذل المقاومة 34.7 W

٩٤. التلفاز يستخدم محول رافع في أنبوب الأشعة المهبطية CRT في التلفاز لتحويل الجهد من 120 V إلى 4800 V ، إذا كان عدد لفات الملف

الثانوي للمحول ٢٠٠٠٠ لفه، وكان الملف يعطي تيار مقداره ١,٠ mA،
فأجب عما يلي:

a. ما عدد لفات الملف الابتدائي؟

b. ما مقدار التيار الداخل على الملف الابتدائي؟

الحل:

a.

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_p = \frac{N_s V_p}{V_s} = \frac{(20000)(120 \text{ V})}{48000 \text{ V}}$$

$$= 50 \text{ لفه}$$

b.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(48000 \text{ V})(1.0 \times 10^{-3} \text{ A})}{120 \text{ V}}$$

$$= 0.40 \text{ A}$$

التفكير الناقد

٩٥. تطبيق المفاهيم افترض أن هناك معرضاً لقانون لنز يقول إن القوة تعمل على زيادة التغير في المجال المغناطيسي. لذلك عندما تحتاج إلى طاقة أكبر فإنه تلزمنا قوة أقل لتدوير المولد. فما قانون الحفظ الذي ينتهكه هذا القانون الجديد؟ وضح إجابتك.

الحل:

هذا سينتهك قانون حفظ الطاقة، وستنتج طاقة أكبر من الطاقة الداخلة، وينتج المولد في هذه الحالة طاقة من العدم، ولن يقتصر عمله على تحويل الطاقة من شكل إلى آخر وهذا غير صحيح.

٩٦. حل لا تصل كفاءة المحولات العملية إلى ١٠٠%. اكتب تعبيراً يمثل كفاءة المحول بدلالة القدرة. إذا استخدم محول خافض كثافته ٩٢,٥%، وعمل على خفض الجهد في المنزل من ١٢٥ V إلى ٢٨,٠ V، وكان التيار المار في دائرة الملف الثانوي يساوي ٢٥,٠ A فما مقدار التيار المار في دائرة الملف الابتدائي؟

الحل:

$$e = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \quad \text{كفاءة المحول،}$$

القدرة في الملف الثانوي،

$$P_s = V_s I_s = (28.0 \text{ V})(25.0 \text{ A})$$

$$= 7.00 \times 10^2 \text{ W}$$

القدرة في الملف الابتدائي،

$$P_p = \frac{(100\%)P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(7.00 \times 10^2 \text{ W})}{92.5\%}$$

$$= 757 \text{ W}$$

تيار الابتدائي،

$$I_p = \frac{P_p}{V_p} = \frac{757 \text{ W}}{125 \text{ V}} = 6.05 \text{ A}$$

٩٧. حلل واستنتج محول كهربائي كفاءته ٩٥٪ يزود ثمانية منازل. وكل منزل يشغل فرناً كهربائياً يسحب تياراً مقداره ٣٥ A بفرق جهد مقداره ٢٤٠ V، ما مقدار القدرة التي تزود بها الأفران الثمانية؟ وما مقدار القدرة المستنفدة في المحول في صورة حرارة؟

الحل:

القدرة في الملف الثانوي،

$$P_s = (\text{عدد المنازل}) V_s I_s$$

$$= (8)(240 \text{ v})(35 \text{ A}) = 67 \text{ kW}$$

القدرة التي زُودت بها الأفران في المنازل الثمانية تساوي
67 kW

القدرة في الملف الابتدائي،

$$P_p = \frac{(100\%) P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(67 \text{ W})}{95\%} = 71 \text{ kW}$$

والفرق بين القدرتين هي القدرة المستنفذة في المحول
على شكل حرارة وتساوي 4 kW.

الكتابة في الفيزياء

٩٩. ما مقدار الشحنة على مكثف سعته ٢٢ μF عندما يكون فرق الجهد بين لوحيه ٤٨ V؟

الحل:

$$c = \frac{q}{\Delta V}$$

$$q = c \Delta V$$

$$= (22 \times 10^{-6} \text{ F})(48 \text{ V})$$

$$= 1.1 \times 10^{-3} \text{ C}$$

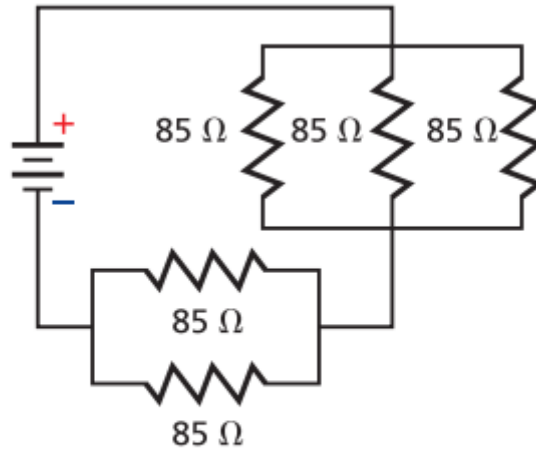
١٠٠. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي مقاومة كتب عليها ٢٢ Ω و ٥,٠ W عندما تصبح القدرة نصف قيمتها العظمى؟

الحل:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$V = \sqrt{PR} = \sqrt{\left(\frac{5.0 \text{ W}}{2}\right) (22 \Omega)} = 7.4 \text{ V}$$

١٠١. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات الموضحة في الشكل ٢-٢٦.



الشكل 2-26

الحل:

$$\frac{1}{R_{\text{على التوازي } 3}} = \frac{1}{85 \Omega} + \frac{1}{85 \Omega} + \frac{1}{85 \Omega}$$

$$R_{\text{على التوازي } 3} = 28.3 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{\text{على التوازي } 2}} = \frac{1}{85 \Omega} + \frac{1}{85 \Omega}$$

$$R_{\text{على التوازي } 2} = 42.5 \Omega$$

$$R = R_{\text{على التوازي } 3} + R_{\text{على التوازي } 2}$$

$$= 28.3 \Omega + 42.5 \Omega$$

$$= 71 \Omega$$

١٠٢. يتحرك إلكترون بسرعة $1.06 \times 10^6 \text{ m/s}$ عموديا على مجال مغناطيسي مقداره 0.81 T ، ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون؟ وما مقدار تسارعه؟ علما بأن كتلته $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

الحل:

$$F = Bqv$$

$$= (0.81 \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(2.1 \times 10^6 \text{ m/s})$$

$$= 2.7 \times 10^{-13} \text{ N}$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2.7 \times 10^{-13} \text{ N}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= 3.0 \times 10^{17} \text{ m/s}^2$$

اختبار مقنن

١. أي تحليل للوحدات يعد صحيحا لحساب القوة الدافعة الكهربائية

EMF؟

- a. (N.A.m) (J)
- b. J.C
- c. (N/A.m) (m)(m/s)
- d. (N.m.A/s) (1/m) (m/s)

الحل:

الاختيار الصحيح هو: B

٢. تولدت قوة دافعة كهربائية حثية مقدارها ٤,٢٠ V في سلك

طوله ٤٢٧ mm، يتحرك بسرعة ١٨,٦ cm/s عموديا على مجال

مغناطيسي. ما مقدار هذا المجال؟

- a. ٥,٢٩ T
- b. ١,٨٩ T
- c. ٣,٣٤ x ١٠-٣ T

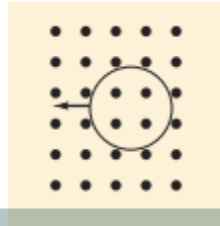
d. $5,29 \times 10^{-1} \text{ T}$

الحل:

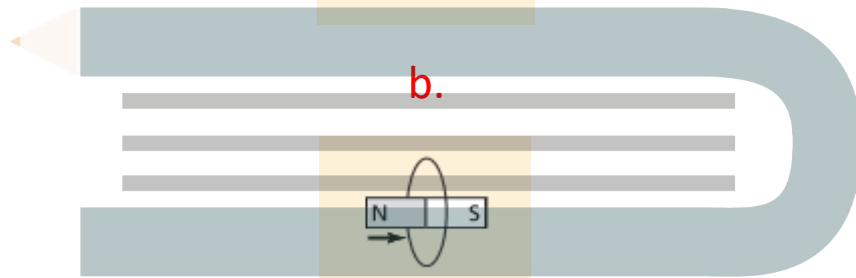
الاختيار الصحيح هو: D

٣. في أي الأشكال التالية لا يولد تيار حثي في السلك؟

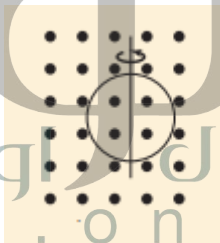
a.



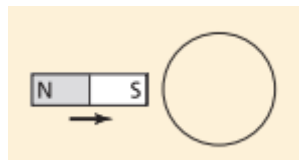
b.



c.



b.



الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

٤. يتحرك سلك طوله ١٥ cm بسرعة ٠,١٢ m/s عموديا على مجال مغناطيسي مقداره ١,٤ T، ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة فيه؟

- a. ٠ V
- b. ٠,٠١٨ V
- c. ٠,٠٢٥ V
- d. ٢,٥ V

الحل:

الاختيار الصحيح هو: C

٥. يستخدم محول مثالي مصدرا للجهد مقداره ٩١ V لتشغيل جهاز يعمل بجهد مقداره ١٣ V. فإذا كان لفات ملفه الابتدائي ١٣٠ لفة، والجهاز يعمل على تيار المعطى للملف الابتدائي؟

- a. ٠,٢٧ A
- b. ٠,٧٠ A
- c. ٤,٨ A
- d. ١٣,٣ A

الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

٦. مولد تيار متناوب يعطى جهدا مقداره ٢٠٢ V بوصفه قيمة عظمى لسخان كهربائي مقاومته ٤٨٠ Ω. ما مقدار التيار الفعال في السخان؟

- a. ٠,٢٩٨ A
- b. ١,٦٨ A
- c. ٢,٣٨ A

d. ٣,٣٧ A

الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

الأسئلة الممتدة

٧. قارن بين القدرة الضائعة في المحول عند نقل قدرة مقدارها ٨٠٠ W بفرق جهد مقداره ١٦٠ V في سلك والقدرة الضائعة عند نقل القدرة نفسها بفرق جهد مقداره ٩٦٠ V، افترض أن مقاومة السلك Ω ٢، ما الاستنتاج الذي يمكن الوصول إليه؟

الحل:

$$I_1 = \frac{P}{V} = \frac{800}{160} = 5 A$$

$$I_2 = \frac{P}{V} = \frac{800}{960} = 0.8 A$$

القدرة المستنفدة:

$$P = I^2 R$$

$$P_1 = 50 W$$

$$\text{الضائع} = \frac{50}{800} = 6\%$$

$$P_2 = 1 W$$

$$\text{الضائع} = \frac{1}{800} = 0.1\%$$

من الأفضل نقل الطاقة بالجهود الكبيرة.