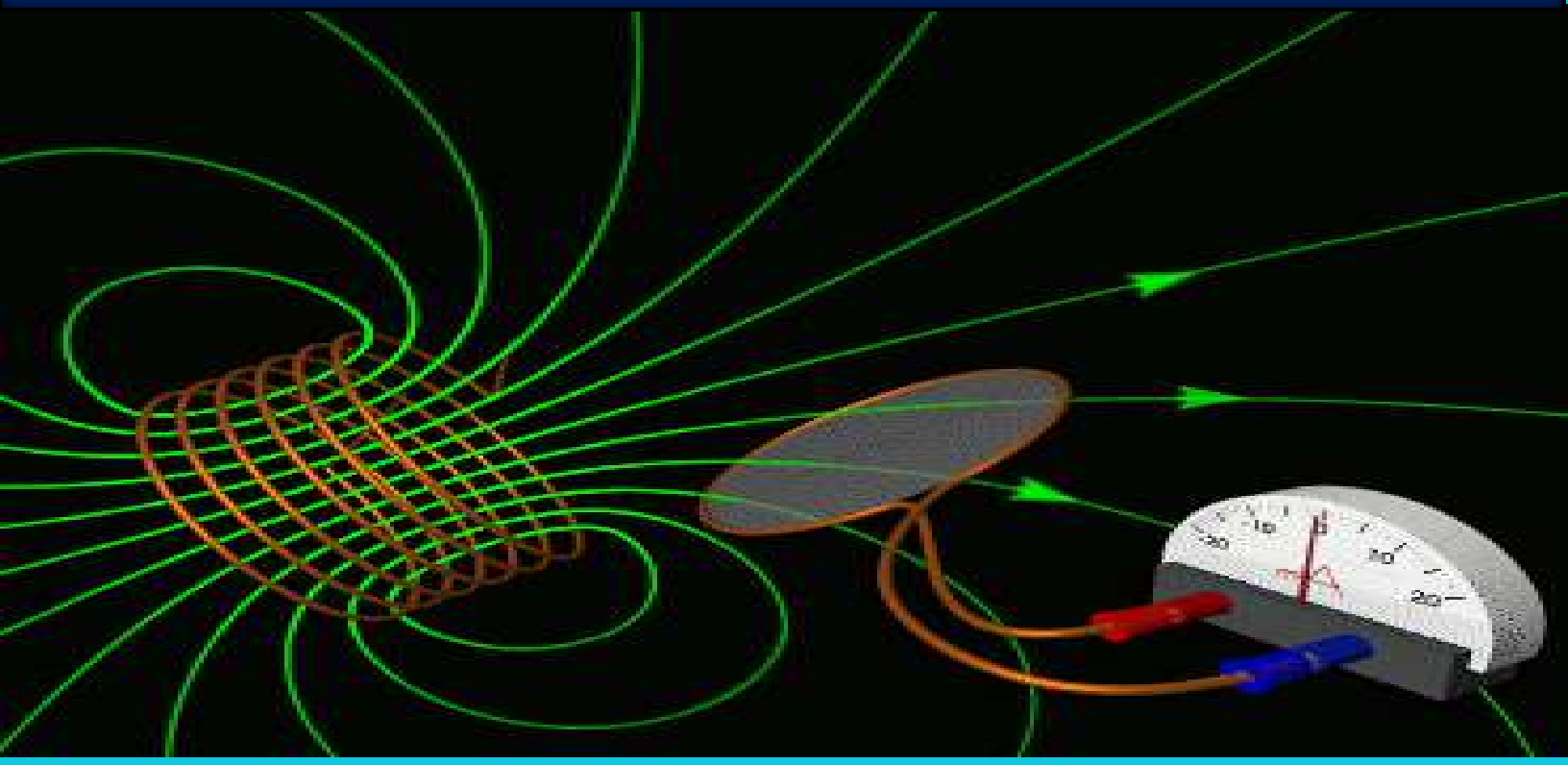
توجيهي جيل 2007

الحث الكهرومغناطيسي



المميز في الفيزياء

الفصل الدراسي الثاني

المعلم: عبد الفتاح نبيل أبو الحاج

0780199072

فهرس المواضيع

موضوع الصفحة	رقم الصفحة
مقدمة لموضوع الدرس	2
معلومات سريعة عن الدرس	3-8
القوة الدافعة الحثية في موصل	9
القوة الدافعة الكهربائية الحثية والتغير في التدفق الكهربائي	10
ملاحظات وتوضيحات	11
أمثلة متنوعة + أمثلة على أفكار ربط مع القوة المغناطيسية	12-15
ورقة عمل وإجاباتها	16-21
مقدمة تمهيدية لقانون لنز	22-24
مقدمة تمهيدية لقانون فارادي	25
قانون العالم لنز	26-27
ورقة عمل وإجاباتها	28-32
القوة الدافعة الحثية و قانون فارادي	33-35
أمثلة على قانون فارادي	36-38
الحث الذاتي	39-42
ورقة عمل وإجاباتها	43-45
المحول الكهربائي ونقل الطاقة	46-48
أمثلة متنوعة على المحول الكهربائي	49-50
أسئلة مراجعة الدرس الأول	51-53

الحث الكهرومغناطيسي

الفكرة الرئيسة:

يرتبط تولّد قوّة دافعة كهربائيّة حثّيّة وتيار كهربائيّ حثّي في دارة مغلقة بتغيّر التدفّق المغناطيسي الذي يخترقها، يُحسب مقداره باستخدام قانون فارادي، ويُحدّد اتجاهه باستخدام قانون لنز.

أهداف الدرس:

1. أصف التدفّق المغناطيسي عبر سطح عن طريق التعبير عنه بمعادلة.
2. أُنفّذ استقصاءً عمليًّا؛ لأستنتج طرائق توليد قوة دافعة كهربائية حثّيّة في دارة كهربائيّة باستخدام مجال مغناطيسي.
3. أُوظّف قانوني لنز وفارادي في الحثّ؛ لأحسب مقدار القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة في دارة كهربائيّة.
4. أُطوّر علاقة رياضيّة؛ لأتوصّل إلى العوامل التي تحدّد معامل الحثّ الذاتيّ لملفّ لولبيّ.
5. أُصمّم نموذجَ محول كهربائيّ يعمل على خفض الجهد الكهربائيّ أو رفعه.
6. أشرح آلية عمل المحول الكهربائيّ، ودوره في رفع كفاءة نقل الطاقة الكهربائيّة من مكان إنتاجها إلى أماكن استهلاكها.

المفاهيم والمصطلحات:

التدفّق المغناطيسي Magnetic Flux

القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة Induced Electromotive Force

قانون فارادي في الحثّ Faraday's Law of Induction

قانون لنز Lenz's Law

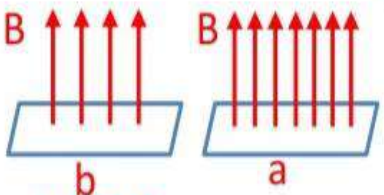
الحثّ الذاتيّ Self Induction

معامل الحثّ الذاتيّ Coefficient of Self Induction

مقدمة تمهيدية

في الشكل (1) لو سألتك وين تدفق الماء من سطح الأنبوب أكبر ؟

رح تحكي في الحالة (a) كان المقياس في ذهنك لتدفق الماء هو قديش طالع ماء من الأنبوب .



و في الشكل (2) لو سألتك وين تدفق المجال المغناطيسي من سطح الملف أكبر؟

رح تحكيلي في الحالة (a) يعني الدرس شارح حاله بحاله من اسمه.

عدد الخطوط الي اخترقت سطح الملف .

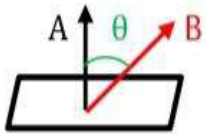
- فالتدفق المغناطيسي عبر مساحة محددة يتناسب طردياً مع عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق هذه المساحة
- و مقدار المجال المغناطيسي كما تعلم يتناسب طردياً مع عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق عمودياً وحدة المساحة .
- لذلك يتناسب التدفق المغناطيسي تناسبا طردياً مع مقدار المجال المغناطيسي و مع مقدار مساحة السطح.

تلفظ فاي

سؤال **وضح المقصود ب التدفق المغناطيسي(Φ_B) رياضياً و عبر عنه مقداراً .**

الاجابة : هو ناتج الضرب القياسي لمتجه المجال المغناطيسي (B) و متجه المساحة (A) .

و يعبر عن مقداره بالعلاقة الاتية $\Phi_B = B.A = B\,A\cos\theta$



- (θ) : هي الزاوية المحصورة بين متجه المجال المغناطيسي و متجه المساحة عندما يبدأ المتجهان من نفس النقطة .
- متجه المساحة : متجه مقداره يساوي مساحة سطح الملف و اتجاهه يكون عمودي على السطح
- التدفق المغناطيسي كمية قياسية يقاس بوحدة ($T.m^2$) و تسمى ويبر (wb) بحسب النظام الدولي للوحدات .

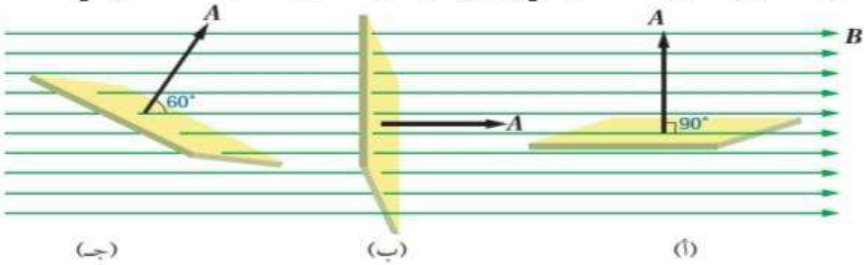
سؤال **اذكر العوامل التي يعتمد عليها التدفق المغناطيسي عبر مساحة محددة .**

الاجابة : 1) مقدار المجال المغناطيسي

2) مقدار المساحة التي عليها التدفق

3) جيب تمام الزاوية المحصورة بين متجهي المجال المغناطيسي و المساحة .

سؤال **يوضح الشكل ثلاث سطوح متماثلة موضوعة في المجال المغناطيسي نفسه فأي السطوح يخترقه أكبر تدفق مغناطيسي و ايها يخترقه اقل تدفق مغناطيسي .**



(جـ) (ب) (أ)

Cos 60 = cos0=1 cos90=0

بما أن السطوح متماثلة في المساحة و مقدار المجال المغناطيسي نفسه من العلاقة $\phi=BA\cos\theta$

$\phi_{ج}$ = نصف القيمة العظمى $\phi_{ب}$ = قيمة عظمى $\phi_{أ}=0$

وصية θ لحل المسائل : الوصف بين اتجاه المجال و السطح (مستوى الملف) مش علينا نتمم متجه المساحة (العمودي على السطح) نعتمد الزاوية θ

الزاوية المصنوعة مع السطح – 90 = θ

سؤال **سطح مساحته ($500cm^2$) سلط عليه مجال مغناطيسي منتظم شدته (100T)**

احسب التدفق المغناطيسي في كل من الحالات الاتية :

أ) اذا كان اتجاه المجال عمودياً على السطح أولاً : نحو الخارج ثانياً : نحو الداخل

ب) اذا كان اتجاه المجال موازياً للسطح

ج) اذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية 60 مع العمودي على السطح .

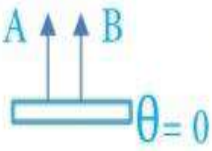
د) اذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية 53 درجة مع السطح .

علماً بأن cos 53 = 0.6 Cos 37= 0.8

الحل :

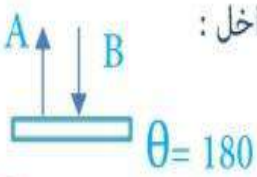
مش علينا $\theta \neq 90$

أ) اذا كان اتجاه المجال عمودياً على السطح

1) نحو الخارج: 

اختراق للخارج $\phi = BA\cos 0 = 100(500\times10^{-4})\ (1) = 5wb$

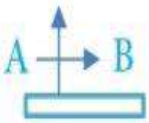
قيمة عظمى

2) نحو الداخل : 

اختراق للداخل $\phi = BA\cos 180 = 100(500\times10^{-4})\ (-1) = -5wb$

مش علينا $\theta \neq 0$

ب) اذا كان اتجاه المجال موازياً للسطح :

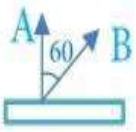
قيمة صغرى 

لا يوجد اختراق $\phi = BA\cos 90 = Zero$

نعتمد θ

ج) اذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية 60 مع العمودي على السطح :

نصف القيمة العظمى

لم يحدد للداخل أو للخارج
نأخذ الوضع الطبيعي للخارج 

$\phi = BA\cos 60 = 2.5wb$

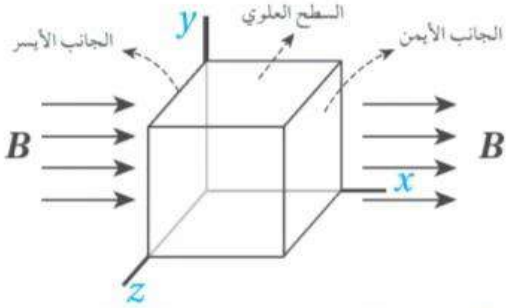
مش علينا $\theta \neq 53$

د) اذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية 53 مع السطح :

قيمة عادية

$\phi = BA\cos 37 = 5\left(\frac{8}{10}\right) = 4wb$

سؤال مكعب طول ضلعه (2 cm) موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (1.5T) على نحو ما هو موضّح في الشكل. أحسب التدفّق المغناطيسيّ الكلي عبر المكعّب.



الإجابة: التدفق المغناطيسي الكلي يساوي المجموع الجبري للتدفق المغناطيسي عبر كل جانب من جوانب المكعب الستة .

التدفق المغناطيسي عبر أربعة جوانب يساوي صفراً؛ لأن الزاوية بين متجهي المجال المغناطيسي والمساحة (٩٠.) °

لذا يكون التدفق المغناطيسي الكلي ناتج عن المجموع الجبري للتدفق عبر كل من الجانب الأيسر (1) و الجانب الأيمن (2)، ومساحة كل منهماA.

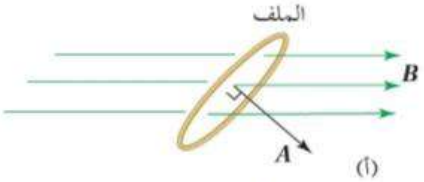
$$\Phi_{B,total} = \Phi_{B,1} + \Phi_{B,2} = BA\cos 180^\circ + BA\cos 0^\circ = -BA + BA = 0$$

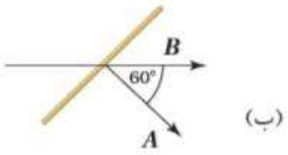
سؤال حلقة دائريّة مساحتها ($3\times10^{-4}\ m^2$)موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (120mT) على نحو ما هو موضّح في الشكل(أ) ويوضّح الشكل (ب) منظرًا جانبيًّا للحلقة، حيث الزاوية المحصورة بين متّجهي المجال المغناطيسي والمساحة (60°) أحسب التدفّق المغناطيسيّ عبر الحلقة: واجب

أ . على نحو ما هي موضّحة في الشكل (أ).

ب. عندما يكون مستوى الحلقة عموديًّا على اتجاه المجال المغناطيسي.

ج. عندما يكون مستوى الحلقة موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي





أ . الزاوية بين متّجهي المجال المغناطيسي والمساحة (60°)، وأحسب التدفّق المغناطيسي على النحو الآتي:

$$\Phi_B = BA\cos\theta$$
$$= 120\times1\ 0^{-3}\times3.0\times10^{-4}\times\cos 60^\circ$$
$$= 1.8\times1\ 0^{-5}\ \text{Wb}$$

ب . عندما يكون مستوى الحلقة عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي تكون الزاوية بين متّجهي المجال المغناطيسي والمساحة (0°)، وأحسب التدفّق المغناطيسي على النحو الآتي:

$$\Phi_B = BA\cos\theta$$
$$= 120\times10^{-3}\times3.0\times1\ 0^{-4}\times\cos 0^\circ$$
$$= 3.6\times10^{-5}\ \text{Wb}$$

ج. عندما يكون مستوى الحلقة موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي تكون الزاوية بين متّجهي المجال المغناطيسيّ والمساحة (90°)،

$$\Phi B = BA\cos\theta$$
$$= 120\times10\text{-}3\times3.0\times10\text{-}4\times\cos 90^\circ = 0$$

يكون التدفّق المغناطيسيّ صفرًا؛ لأنّ $\cos 90^\circ = 0$.

تلخيص مهم

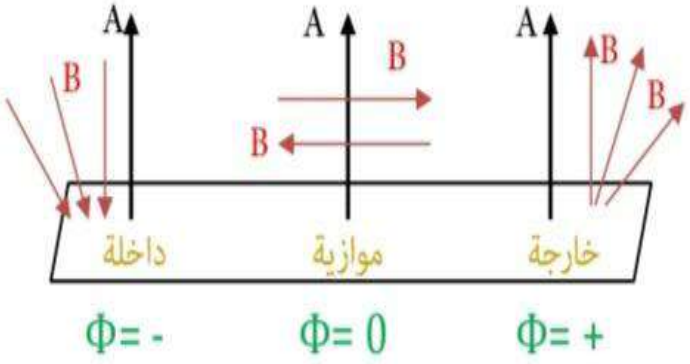
ملاحظات

Φ

- "+" خطوط المجال خارجة من السطح
- "zero" خطوط المجال موازية للسطح
- "-" خطوط المجال داخلة على السطح

$\Delta\Phi = \Phi_f - \Phi_i$

- "+" $\Phi_f > \Phi_i$ زيادة في التدفق
- "zero" $\Phi_f = \Phi_i$ ثبات في التدفق
- "-" $\Phi_f < \Phi_i$ نقصان في التدفق



ملاحظات

1) Φ_{max} أكبر ما يمكن عندما ($\theta=0$ oR $\theta=180$) خطوط المجال عمودية على السطح للخارج او الداخل

2) Φ أقل ما يمكن ينعدم عندما ($\theta=90$) خطوط المجال موازية للسطح .

3) Φ نصف القيمة العظمى عندما ($\theta=120$ oR $\theta=60$) خطوط المجال تميل عن السطح 30° للداخل أو للخارج

($\cos\theta$) قيمة (Φ) تعتمد على $\cos\theta$ و ليس $\sin\theta$ زي عزم الازدواج ل ملف

وصايا هامه جدا

الوصية الاولى : عند المقارنة بين سطحين مختلفين في المساحة

مقياس التدفق هو عدد الخطوط التي تخترق السطح .
مقياس المجال المغناطيسي هو كثافة الخطوط (تقاربها و تباعدها).

الوصية الثانية : عند المقارنة بين سطحين متساويين في المساحة

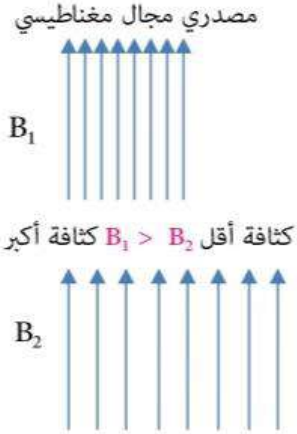
مقياس التدفق هو عدد الخطوط و ايضاً كثافة الخطوط
مقياس المجال المغناطيسي هو كثافة الخطوط و ايضاً عدد الخطوط

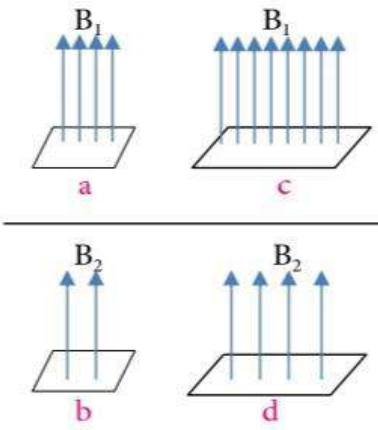
توضيح

في الأشكال الأربعة (a,b,c,d)
اذا طلب المقارنة بين سطحين
من حيث مقدار المجال المغناطيسي أو مقدار
التدفق المغناطيسي .

* نطبق الوصية الأولى في حالة كان السطحين مختلفين في مقدار المساحة مثل:
(a و c) أو (a و d) أو (b و d) أو (b و c).

* نطبق الوصية الثانية في حالة كان السطحين متساويان في مقدار المساحة مثل (a و b) (c و d).





الوصية الأولى

(1) (a,c) 8 4
$B_a = B_c$ $\phi_c = 2\phi_a$ $\phi_c > \phi_a$
نفس الكثافة عدد الخطوط c أكبر

(2) (a,d) 4 4
$B_a > B_d$ $\phi_a = \phi_d$
كثافة a أكبر نفس عدد الخطوط

(3) (d,b) 4 2
$B_d = B_b$ $\phi_d > \phi_b$
نفس الكثافة عدد خطوط d أكثر

(4) (b,c) 8 2
$B_c > B_b$ $\phi_c > \phi_b$
كثافة c أكبر عدد الخطوط c أكبر

الوصية الثانية

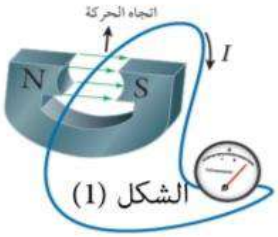
هنا ϕ و B تشاركا بالمقياس ← عدد الخطوط ✓
الكثافة ✓

(5) (a,b) 4 2
$B_a > B_b$ $\phi_a > \phi_b$
كثافة a أكبر و عدد الخطوط أكبر

(6) (c,d) 8 4
$B_c > B_d$ $\phi_c > \phi_d$
كثافة c أكبر و عدد الخطوط أكبر

القوة الدافعة الكهربائية الحثية في موصل متحرك

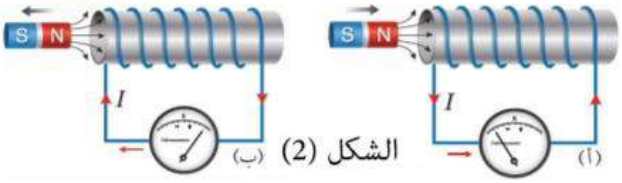
اكتشف العالمان الأمريكي جوزيف هنري و الانجليزي مايكل فارادي عام (1831 م) بشكل مستقل أنه يمكن توليد تيار كهربائي في دارة كهربائية مغلقة عند تغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقها و تسمى هذه الحالة **التيار الكهربائي الحثي Induced current-** ، و يمكن توليد تيار حثي في دارة مغلقة عند :



الشكل (1)

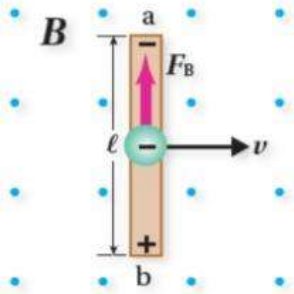
1 . تحريك سلك موصل إلى الأعلى و إلى الأسفل في دارة مثل المبينة في الشكل (1) بحيث يقطع الموصل خطوط المجال المغناطيسي (موضوع القسم الثاني)

2. تقريب مغناطيس من ملف أو ابعاده عنه كما في الشكل المجاور (2) (موضوع القسم الرابع)



الشكل (2)

المرحلة الأولى : مرحلة صنع بطارية مؤقته (توليد قوة دافعة كهربائية حثية $\mathcal{E}$)

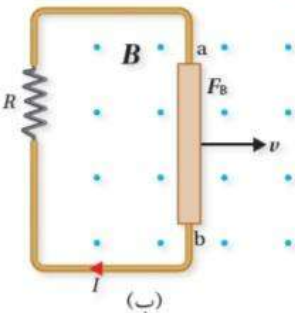


(أ)

يوضّح الشكل (أ) موصلً يتحرك باتجاه محور (+x) عموديًا على طوله، وعلى اتّجاه مجال مغناطيسيّ منتظم)باتجاه محور .(+z) تتحرك الإلكترونات الحرّة في الموصل معه باتجاه محور (+x) عموديًا على اتّجاه المجال المغناطيسيّ قاطعة خطوط المجال المغناطيسي، فتتأثّر بقوة مغناطيسيّة باتجاه محور (+y) حسب قاعدة اليد اليمنى. ونتيجة لذلك تتجمّع شحنات سالبة عند طرف السلك (a)، تاركةً خلفها شحنات موجبة عند الطرف(b) ، فيصبح جهد الطرف (b) أكبر من جهد الطرف(a) ، أيْ يتولّد فرق في الجهد الكهربائي بين طرفيه، يُسمّى القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة ($\mathcal{E}$`) Induced electromotive force ويُعبَّر عن مقدار القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتولّدة في هذا الموصل بالعلاقة الآتية: $\mathcal{E}` = B \ell v$

حيث (B) مقدار المجال المغناطيسيّ، (ℓ)طول الموصل المتحرك ضمن المجال المغناطيسيّ، و (v) مقدار سرعة حركة الموصل.

المرحلة الثانية : مرحلة توليد تيار كهربائي حثي في دارة مغلقة نتيجة تغير التدفق المغناطيسي عبر الدارة

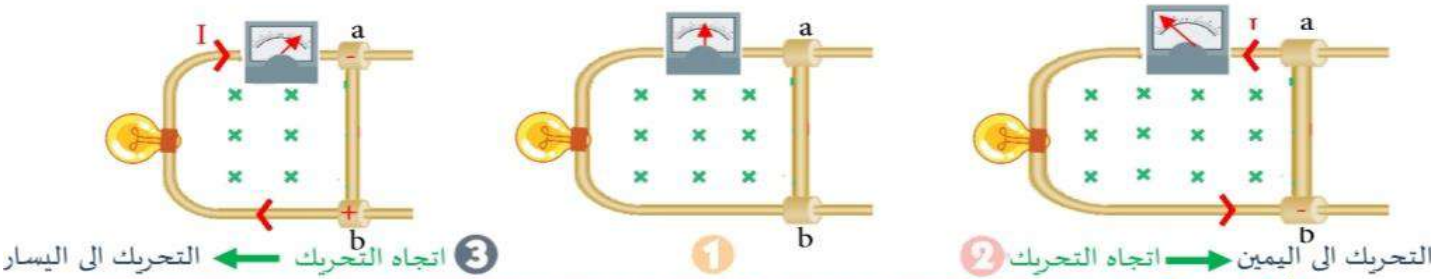


(ب)

وعندما يكون الموصل جزءًا من دارة كهربائيّة مغلقة، على نحو ما هو موضّح في الشكل (ب)، فإنه يسري فيها تيّار كهربائيّ حثّيّ، إذ يعمل الموصل عمل بطارية قطبها الموجب عند الطرف .(b) ويستمر سريان التيار الكهربائيّ في الدارة الكهربائيّة ما دام الموصل متحركًا.

يمكن حساب مقدار التيار الكهربائي الحثي في الدارة من العلاقة : $I = \left| \frac{\mathcal{E}`}{R} \right|$

القوة الدافعة الكهربائية الحثية والتغير في التدفق الكهربائي



الحالة من 1 الى 2

في الشكل عدد الخطوط التي تخترق الملف (الدارة)يساوي (9)خطوط في الشكل 1 مقدار المجال المغناطيسي ثابت لأن الكثافة ثابته لكن عند تحريك الموصل (b,a) الى اليمين كما في الشكل 2 فإن مساحة الملف تزداد و بالتالي تزداد عدد الخطوط التي تخترق الملف (12) خط و بالتالي يزداد التدفق المغناطيسي . و كما تعلمنا و حسب قاعدة اليد اليمنى يصبح الطرف (a) موجب الشحنة و الطرف (b) سالب الشحنة فينشأ فرق جهد كهربائي (تتولد قوة دافعة كهربائية حثية) تدفع تيار كهربائي حثي في الملف (مسار مغلق) من aالى b خارج الموصل مروراً بالجلفانوميتر و المصباح و من bالى a داخل الموصل و بشكل عام عكس عقارب الساعة

الحالة من 1 الى 3

و عند تحريك الموصل (b,a) بنفس السرعة الى اليسار فإن مساحة الملف تقل و بالتالي يقل عدد الخطوط التي تخترق الملف من (9الى 6) و بالتالي يقل التدفق المغناطيسي و عليه يصبح الطرف a سالب الشحنة و الطرف (b) موجب الشحنة فينشأ فرق جهد كهربائي (تتولد قوة دافعة كهربائية حثية) تدفع تيار كهربائي حثي في الملف (مسار مغلق) من bالىa خارج الموصل مروراً بالجلفانوميتر و المصباح و من aالى b داخل الموصل . و بشكل عام مع عقارب الساعة.

ملاحظات ونتائج

- تحريك الموصل الى اليمين او اليسار غير من مساحة الملف و هذا العامل من العوامل التي يعتمد عليها التدفق المغناطيسي و عند تغير المساحة يتغير التدفق المغناطيسي (فعل) رد الفعل كان على شكل(توليد قوة دافعة كهربائية حثية).
- تغير التدفق سواء زيادة أو نقصان في كلا الحالتين يعمل على توليد قوة دافعة كهربائية حيثة ($\mathcal{E}$) لكن كان تأثر الزيادة و النقصان على اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية و اتجاه التيار الحثي في الشكل (2) عكس عقارب الساعة في الشكل (3) مع عقارب الساعة و هذا بحاجة الى تفسير علمي قام بتفسيره العالم لنز.

تلخيص

فعل: حدوث تغير في التدفق الذي يخترق ملف (دارة مغلقة) ($\Delta\Phi$)
يعني حدوث تقطيع لخطوط المجال المغناطيسي تفاعل (كهرومغناطيسي)
رد فعل: يعني توليد $\mathcal{E}$ ← يعني توليد I ← يعمل على ← إضاءة المصباح وتحريك المؤشر

السبب	النتيجة
$\Delta\Phi$ ←	I ، $\mathcal{E}$
فعل (لحظي)	رد فعل (حثي)

ملاحظات وتوضيحات

ملاحظة

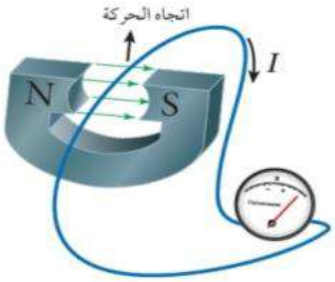
لكي تتولد قوة دافعة كهربائية حثية في موصل و تدفع تيار حثي عبر طرفي الموصل يجب أن يتحقق شرطان متزامنان .

الشرط الأول : أن تكون الحركة غير موازية لخطوط المجال حتى تتأثر الشحنات (الالكترونات)بقوة مغناطيسية تنقلها على طرف تاركة خلفها الشحنات الموجبة على الطرف الاخر.

الشرط الثاني: أن لا تكون الحركة موازية ل اتجاه طول السلك لانه في هذه الحالة الالكترونات لن تتحرك عند احد اطراف الموصل.

Note عدم تحقق الشرطان هذا يعني أن التدفق المغناطيسي بقي ثابت و لم يتغير لانه توصلنا ل (عدم تولد قوة دافعة كهربائية حثية) يعني ثبات في التدفق لذلك شوف معي سؤال الكتاب و بعدها شوف الاجابة

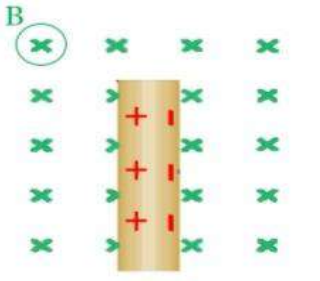
سؤال



في الشكل المجاور هل يتولد تيار كهربائي حثي في السلك عند تحريكه بموازاة طوله؟

الاجابة : لا يتولد تيار كهربائي حثي في السلك عند تحريكه موازاة لطوله، لأنه لا يحدث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الدارة المغلقة التي يعد السلك جزء منها.

توضيح



تحريك الموصل نحو محور y

سواء y + أوy -

$V \perp B \quad F_B \neq 0$

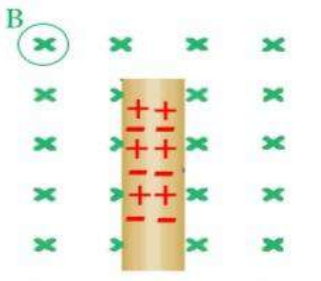
$V \parallel$ اتجاه طوله (y)

تجربة فاشلة

لم ينشأ فرق جهد عبر طرفي الموصل

$\varepsilon' = 0$

$I = 0$



تحريك الموصل نحو محورZ

سواء Z + أوZ-

$V \parallel B \quad F_B = 0$

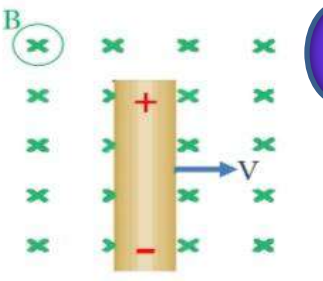
$V \perp$ اتجاه طوله (y)

تجربة فاشلة

لم ينشأ فرق جهد عبر طرفي الموصل

$\varepsilon' = 0$

$I = 0$



تحريك الموصل نحو محور X

سواء X + أوX -

$V \perp B \quad F_B \neq 0$

$V \perp$ اتجاه طوله (y)

تجربة ناجحة

ينشأ فرق جهد عبر طرفي الموصل

$\varepsilon' \neq 0$

$I \neq 0$

عند عمل مسار مغلق

سؤال **ما المقصود بالتيار الكهربائي الحثي ؟**

التيار الكهربائي الحثي هو التيار الكهربائي المتولد في دارة كهربائية مغلقة عند تغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقها .

سؤال 3 اسئلة و الاجابة واحدة $\Phi=AB\cos\theta$

ما العوامل التي يعتمد عليها التدفق المغناطيسي؟

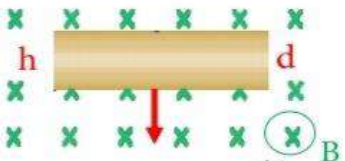
اذكر طرائق تغير التدفق المغناطيسي؟

ما طرائق توليد قوة دافعة كهربائية حثية في ملف من سلك موصل؟

1) تغيير مقدار المجال المغناطيسي
2) تغيير المساحة التي يخترقها المجال المغناطيسي
3) تغيير الزاوية المحصورة بين اتجاهي المجال المغناطيسي و المساحة .

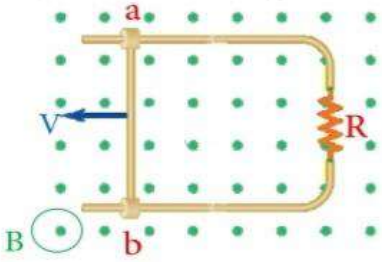
أمثلة متنوعة

مثال **يتحرك موصل مستقيم في مجال مغناطيسي منتظم كما هو موضح في الشكل ، اذا علمت ان قوة دافعة كهربائية حثية تولدت بين طرفي الموصل، حدد أي أي طرفي الموصل (h) أم (d) يكون أعلى جهداً ، فسر اجابتك .**



حسب قاعدة اليد اليمنى تتراكم الشحنات السالبة عند الطرف (h)جهد منخفض (-)تاركة خلفها الشحنات الموجبة عند الطرف(d) لذلك (جهدd > جهدh) .

مثال **يوضح الشكل المجاور موصلاً مستقيماً طوله (40cm) و يتعامد طوله مع مجال مغناطيسي منتظم مقداره (2T) اذا تحرك الموصل المستقيم بسرعة ثابته مقدارها (80cm/s) عمودياً على طوله و على المجال المغناطيسي . فأجب عما يلي:**



1) احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الموصل.

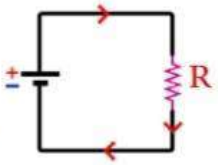
2) احسب التيار الكهربائي الحثي المار في الموصل (ab) علماً أن مقاومة الدارة (R) تساوي (0.8Ω) وحدد اتجاه التيار الحثي في الدارة .

$\ell = 40cm = 40\times10^{-2} = 4\times10^{-1} = 0.4m$

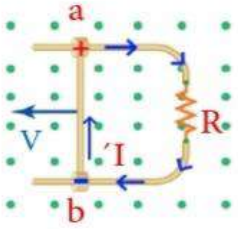
$V = 80cm/s = 80\times10^{-2} m/s = 0.8m/s$

1) $\acute{\varepsilon} = B\ell V = 2(\frac{4}{10})(\frac{8}{10}) = \frac{64}{100} = 64\times10^{-2} V$

2) $I = \left|\frac{\acute{\varepsilon}}{R}\right| = \frac{64\times10^{-2}}{8\times10^{-1}} = 8\times10^{-1} A$

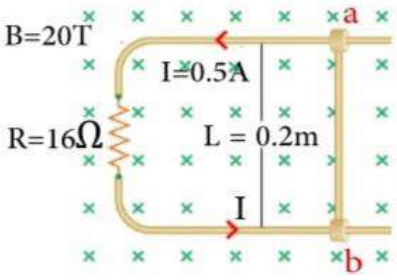


مع عقارب الساعة

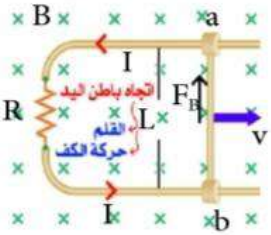


مثال

بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب مقدار واتجاه السرعة التي يتحرك بها الموصل (ba) حتى يتولد تيار حثي في الدارة بعكس عقارب الساعة كما في الشكل:



توضيح الاتجاه



1) نثبت الأصابع نحو Z - ⊗

2) نوجه القلم (باطن اليد) F_B نحو تجمع الشحنات الموجبة (+y) لأن التيار يخرج اصطلاحًا من القطب الموجب.

3) يكون اتجاه الإبهام نحو (V)

$$I = \left|\frac{\acute{\varepsilon}}{R}\right|$$

$$\acute{\varepsilon} = IR = \frac{1}{2}(16) = 8V$$

$$\acute{\varepsilon} = B\ell V$$

$$V = \frac{\acute{\varepsilon}}{Bl} = \frac{8}{20(2\times10^{-1})} = 2m/s \text{ نحو } +X \text{ (الشرق(اليمين}$$

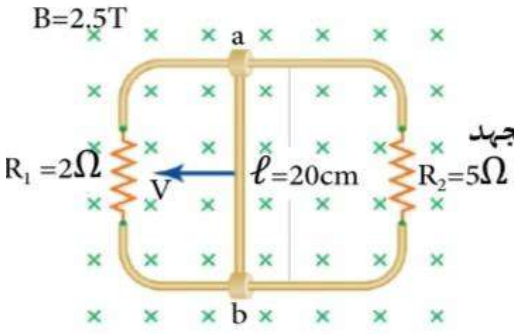
مثال

أثرت قوة خارجية على موصل (a,b) طوله (20cm)ينزلق على موصلين متوازيين فحركته بسرعة ثابتة (8m/s) باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم مقداره (2.5T)، كما في الشكل المجاور. احسب:

أ) فرق الجهد الكهربائي الحثي بين طرفي الموصل (ba) وما علاقته بجهد كل من المقاومتين مفسراً إجابتك.

ب) التيار الحثي في كل من المقاومتين.

ج) القدرة الكهربائية المستهلكة في كل من المقاومتين.



1) $\acute{\varepsilon} = B\ell V = 2.5(2\times10^{-1})(8) = 4V$

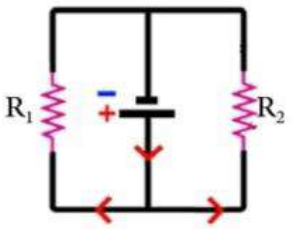
2) $\acute{\varepsilon} = V_1 = V_2 = 4$ لانهم على التوازي

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{4}{2} = 2A$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{4}{5} = 0.8\ A$$

3) $P_1 = I_1^2R_1 = 2^2(2) = 8\ w$

$$P_2 = I_2^2R_2 = (\frac{8}{10})^2 5 = \frac{64}{100}\times5 = \frac{64}{20} = 3.2\ w$$



لو طلب السؤال التيار المار في موصل على كيرشوف الأول $I = I_1 + I_2$

$I = 2+0.8 = 2.8A$ OR

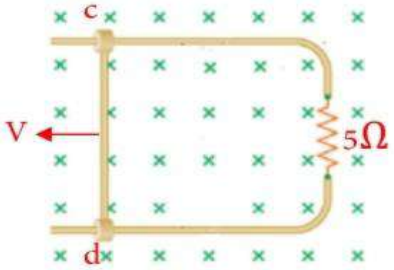
$$I = \left|\frac{\acute{\varepsilon}}{R_{eq}}\right| = \frac{4}{\frac{10}{7}} = \frac{28}{10} = 2.8\ A$$

$$R_{eq} = \frac{1}{2}+\frac{1}{5} = \frac{7}{10}$$

$$\frac{10}{7}$$

أمثلة على أفكار الربط مع القوة المغناطيسية

مثال موصل (d,c) طوله (20cm) يتحرك بسرعة ثابته على سلكين متوازيين و متصلين بمقاومة (5Ω) و بوجود مجال مغناطيسي منتظم (4T) كما في الرسم المجاور ، تكون فرق جهد بين طرفي الموصل (10V) اجب عما يلي :



1) ما سبب تكون فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل (d,c)؟

2) احسب مقدار السرعة التي يتحرك بها الموصل

3) احسب مقدار القوة الخارجية المؤثرة على الموصل

1) حركة الموصل نحو اليسار تجعل الشحنات تتأثر بقوة مغناطيسية و حسب قاعدة اليد اليمنى تتحرك الشحنات السالبة نحو الطرف (c) تاركة الشحنات الموجبة عند الطرف (d) فينشأ فرق جهد .

2) $\acute{\varepsilon} = B\ell V$ $\quad V = \frac{\acute{\varepsilon}}{B\ell} = \frac{10}{4(2\times10^{-1})} = \frac{100}{8} = 12.5 m/s$

3) سرعته ثابتة $\Sigma f = 0$

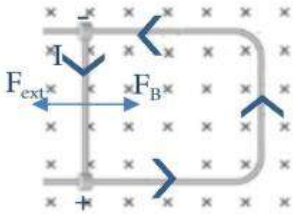
$F_{ext} = F_B = IBL\sin\theta$

$F_{ext} = IB\ell\sin\theta$

$= \frac{\acute{\varepsilon}}{R} B\ell\sin\theta$

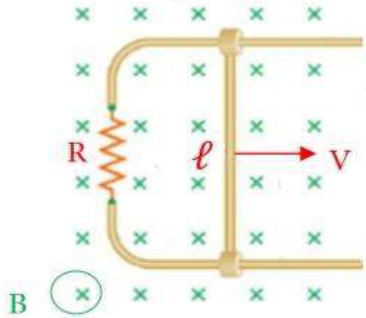
$= \frac{10}{5}(4)(2\times10^{-1})(1)$

$= 1.6N$



القوة المغناطيسية	القوة الخارجية
حسب اليد اليمنى	-X
+X	

مثال موصل طوله (L) قابل للحركة على سلكين فلزيين متوازيين منطبقين على مستوى الصفحة و متصلين مع مقاومة R كما في الشكل المجاور اذا تحرك الموصل بسرعة ثابته (V) نحو اليمين و باتجاه متعامد مع مجال مغناطيسي منتظم في الاتجاه الموضح على الشكل . أثبت أن القوة المغناطيسية المؤثرة على الموصل اثناء حركته تعطى بالعلاقة : $F_B = (\frac{\ell^2 B^2}{R}).V$



$I = \left|\frac{\acute{\varepsilon}}{R}\right|$

$I = \frac{B\ell V}{R}$

$F_B = I\ell B\sin 90$

$= (\frac{B\ell V}{R}) LB$

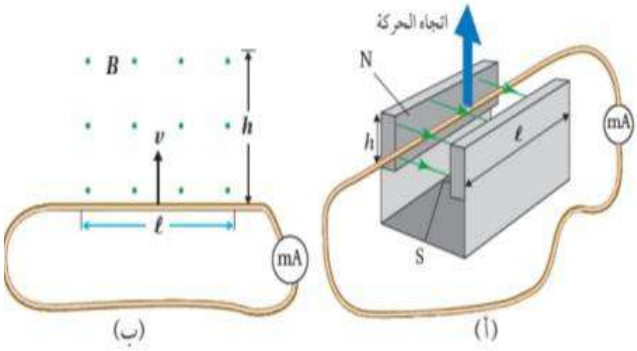
$= \frac{\ell^2 B^2}{R}. V$

مثال يتقابل القطبان الشماليّ N والجنوبيّ S لمغناطيسين، طول كلٍّ منهما($\ell = 20.0\ cm$) ، وارتفاع كلٍّ منهما ($h = 6.00\ cm$) بينهما مجال مغناطيسي منتظم مقداره (54mT) . حُرِّك سلكٌ مشدودٌ موصولٌ بملي أميتر من الطرف السفلي للمغناطيسين إلى الطرف العلويّ عموديًّا على اتّجاه خطوط المجال المغناطيسيّ خلال مدّة زمنيّة مقدارها (0.2s) على نحو ما هو موضح في الشكل.

أحسب ما يأتي:

أ . القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتولّدة في السلك.

ب. التيّار الكهربائيّ الحثّي المارّ في الملي أميتر إذا علمت أنّ المقاومة الكهربائيّة للدارة (2Ω).



المُعطيات: $\ell = 20.0\ cm, h = 6.00\ cm, B = 54.0 \times 10^{-3}\ T, \Delta t = 0.200\ s, R = 2.0\ \Omega.$

المطلوب: $\mathcal{E} = ?, I = ?$

أ . طول السلك داخل المجال المغناطيسيّ يساوي طول أيٍّ من المغناطيسين. أحسب القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتولّدة فيه على النحو الآتي ، علمًا بأنّ $\left(v = \frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$، و $\Delta y = h$.

$$\mathcal{E} = B\ell v$$

$$= 54.0 \times 10^{-3} \times 20.0 \times 10^{-2} \times \frac{h}{\Delta t}$$

$$= 108 \times 10^{-4} \times \frac{6.00 \times 10^{-2}}{0.200}$$

$$= 3.24 \times 10^{-3}\ V$$

ب. أحسب التيار الكهربائيّ الحثّي المارّ في الدارة على النحو الآتي:

$$I = \left|\frac{\mathcal{E}}{R}\right| = \left|\frac{3.24 \times 10^{-3}}{2.0}\right|$$

$$= 1.62 \times 10^{-3}\ A = 1.62\ mA$$

ورقة عمل

واجب 1 (ناتج الضرب القياسي لمتجه المجال المغناطيسي (B) و متجه المساحة (A))النص السابق يعبر عن:

أ) مقدار المجال المغناطيسي ب) التدفق المغناطيسي ج)الوبر د) التسلا

واجب 2 اخترقت خطوط مجال مغناطيسي منتظم سطحاً ما خارجة منه، فإن التدفق المغناطيسي الذي يعبر السطح يكون أكبر ما يمكن في اللحظة التي يكون فيها متجه المساحة :

أ)عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي ب) يصنع زاوية (37°)مع اتجاه المجال المغناطيسي

ج) موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي د)يصنع زاوية (53°) مع اتجاه المجال المغناطيسي

واجب 3 العبارة الرياضية : (Φ= 5wb) تعني أن :

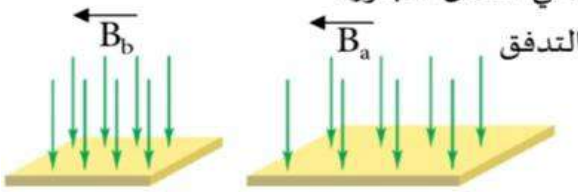
أ) المجال المغناطيسي الذي يخترق سطحاً ما يتزايد.

ب) اتجاه المجال المغناطيسي متعامد مع متجه المساحة لسطح ما .

ج) خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحاً ما داخلة فيه.

د)خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحاً ما خارجة منه .

واجب 4 سطحان (b،a) يخترق كل منهما مجال مغناطيسي كما في الشكل المجاور .

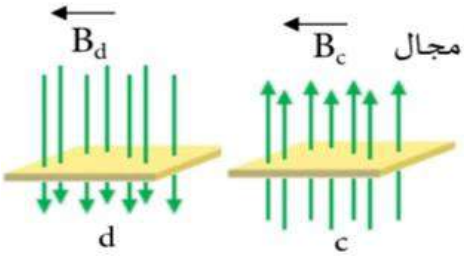


العبارة التي تصف العلاقة بين كل من المجال المغناطيسي (B) و التدفق المغناطيسي(Φ) الذي يخترق كلاً من السطحين :

أ) $\Phi_b < \Phi_a$ و $B_b < B_a$ ب) $\Phi_b = \Phi_a$ و $B_b = B_a$

ج) $\Phi_b = \Phi_a$ و $B_b > B_a$ د) $\Phi_b > \Phi_a$ و $B_b = B_a$

واجب 5 يبين الشكل المجاور سطحين متماثلين (d،c) يخترق كل منهما مجال مغناطيسي منتظم ، عند مقارنة التدفق المغناطيسي عبر السطحين فإن :



أ) Φ_c سالب ، Φ_d سالب ب) Φ_c موجب ، Φ_d موجب

ج) Φ_c سالب ، Φ_d موجب د) Φ_c موجب ، Φ_d سالب

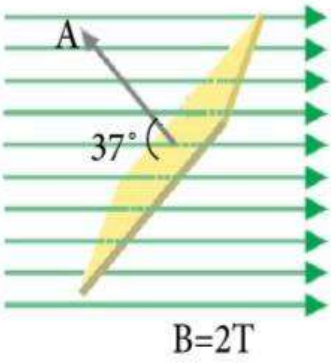
واجب 6 يقاس ثابت النفاذية المغناطيسية بوحدة :

أ) wb/A ب) wb/A.m ج) $wb.m^2$ د) wb

واجب 7 سطح مساحته ($30cm^2$) وضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.1T) اذا كان متجه المساحة يوازي اتجاه المجال المغناطيسي فإن التدفق المغناطيسي عبر السطح بالويبر يساوي :

أ) 3 ب) 3×10^{-4} ج) 3×10^{-5} د) 0

واجب 8 اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل المجاور، اذا علمت أن مساحة السطح تساوي ($0.05m^2$) فإن التدفق المغناطيسي عبر السطح بوحدة (ويبر)يساوي:

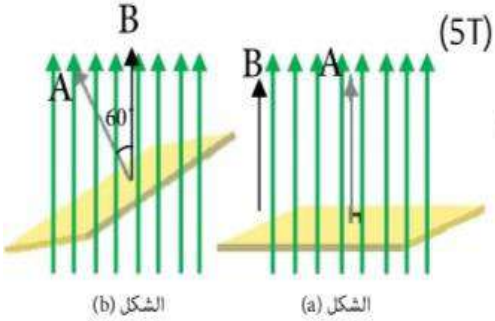


(sin37 =0.6) ، (cos37 =0.8)

أ) -0.06 ب) -0.08 ج)0.06 د) 0.08

واجب 9 سطح مساحته($0.2m^2$) مغمور في مجال مغناطيسي مقداره (5T) من في الشكل (a) اذا أدير الملق كما في الشكل (b) فإن التغير في التدفق المغناطيسي عبر سطحه بالويبر يساوي : cos60 =0.5 cos30 =0.87

أ)0.05 ب)-0.05 ج)0.5 د)-0.5



واجب 10 سطح مساحته ($0.4m^2$) مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.2T) اذا كان التدفق المغناطيسي عبره (0.08wb) ، فإن اتجاه متجه المساحة للسطح:

أ) عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي ب)موازٍ لاتجاه المجال المغناطيسي

ج) يصنع زاوية 60° مع اتجاه المجال المغناطيسي د) يصنع زاوية 30° مع اتجاه المجال المغناطيسي

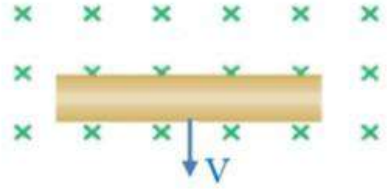
واجب 11 يتحرك موصل في مجال مغناطيسي منتظم بسرعة ثابتة ، فتولدت عند طرفيه شحنات كهربائية كما هو موضح في الشكل المجاور

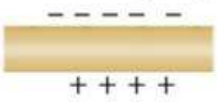
يكون اتجاه حركة الموصل نحو:

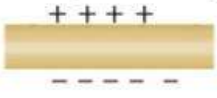
أ) (-Z) ب) (+Z)

ج) (-y) د) (+y)

واجب 12 يبين الشكل المجاور موصل مستقيم يتحرك بسرعة (V) في مجال مغناطيسي منتظم الشكل الصحيح الذي يمثل تراكم الشحنات على الموصل نتيجة حركته في المجال هو :



أ) 

ب) 

ج)

د)

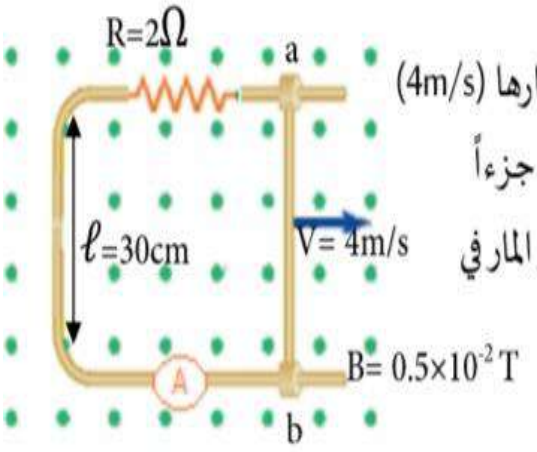
واجب 13 موصل مستقيم طوله(50cm) و يتعامد طوله مع مجال مغناطيسي (B) اذا علمت انه عندما تحرك الموصل بسرعة 10m/s عمودياً على طوله و على المجال المغناطيسي تولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية تساوي (1.8V) فإن مقدار المجال المغناطيسي (B) بوحدة التسلا يساوي :

أ)0.09 ب)0.36 ج)9 د)36

واجب 14 موصل مستقيم يتحرك بسرعة ثابتة مقدارها (20cm/s) داخل منطقة مجال مغناطيسي مقداره (4T) بحيث يبقى متعامداً مع المجال ،فإذا تولدت قوة دافعة كهربائية حثية متوسطة بين طرفي الموصل مقدارها (0.8V) فإن طول الموصل بالمتر يساوي :

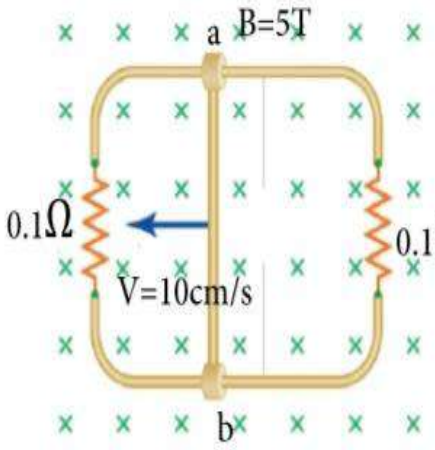
أ) 0.01 ب)0.1 ج)1 د) 10

واجب 15 يتحرك موصل مستقيم طوله (30cm)بسرعة ثابتة مقدارها (4m/s) عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره (0.5×10^{-2}T)،اذا كان الموصل جزءاً من دارة كهربائية كما هو موضح في الشكل المجاور،فإن مقدار التيار المار في الموصل(ab) بالأمبير و اتجاهه:



أ) (+y) (0.003) ب)(-y) (0.003)

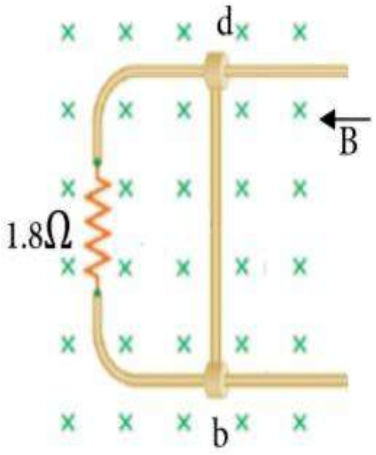
ج)(+y) (0.12) د) (-y) (0.12)



واجب 16 في الشكل المجاور،موصل مستقيم (ab)طوله (20cm) قابل للانزلاق دون احتكاك على مجرى فلزي، مغمور في مجال مغناطيسي منتظم التيار الكهربائي الحثي المتولد في الموصل بالأمبير و اتجاهه على الترتيب:

أ)(1) باتجاه (+y) ب)(1) باتجاه (-y)

ج)(2) باتجاه (+y) د)(2) باتجاه (-y)



واجب 17 اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل المجاور،و الذي يبين موصلاً (ab) طوله (9cm)، مغمور في مجال مغناطيسي منتظم (B=4T)و قابل للانزلاق أفقياً على مجرى فلزي دون احتكاك،اذا علمت أنه عبر الموصل تيار كهربائي حثي مقداره (1mA)عندما تحرك الموصل أفقياً فإن مقدار السرعة التي تحرك بها الموصل بوحدة (m/s) تساوي:

أ)5 ب)0.5 ج)0.05 د)0.005

إجابات ورقة عمل

رقم الواجب	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
الإجابة	ب	ج	د	ج	د	ب	ب	ب	د	ب	ج	ج	ب	ج	ب	د	د

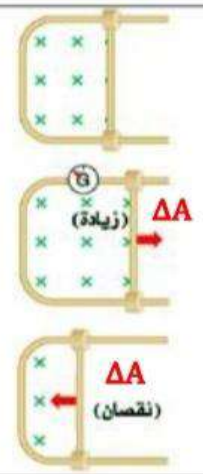
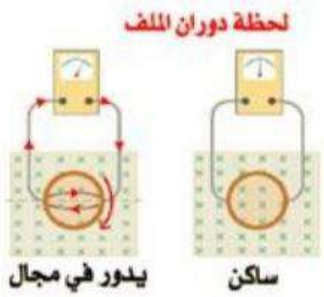
مقدمة تمهيدية لقانون العالم لنز

معلومات

- الدارة الكهربائية المغلقة تمثل ملف عدد حلقاته حلقة واحدة N=1
- اذا سمعت في السؤال حلقة دائرية ، حلقة مستطيلة الشكل حلقة مربعة الشكل بنعاملهم ملف عدد لفاته N=1
- الملف له أشكال عدة، ملف دائري ، ملف مربع الشكل ، ملف مستطيل الشكل ، ملف لولبي .
- تتولد القوة الدافعة الكهربائية الحثية في الملف عندما يتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف .

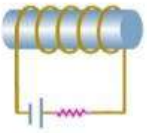
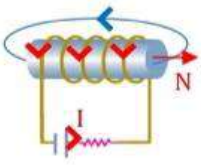
ΔB / ΔA / $\Delta \cos\theta$ ← الفعل $\Delta\phi$ ← رد الفعل $\mathcal{E}$ ← I

توضيح

تغير المجال المغناطيسي المؤثر على الملف	تغير مساحة الملف	تغير الزاوية (Cos θ) بين $\vec{B}$ و $\vec{A}$
أ) المؤثر مغناطيس دائم (ΔB) اقتراب أو ابتعاد المغناطيس (التحريك)		
ب) المؤثر مغناطيس كهربائي صناعي – التحكم في المفتاح (غلق وفتح) – التحكم في الريوستات حيث: $R_{عكسية} \rightarrow I_{طردية} \rightarrow B_{طردية} \rightarrow \Phi_{طردية}$		

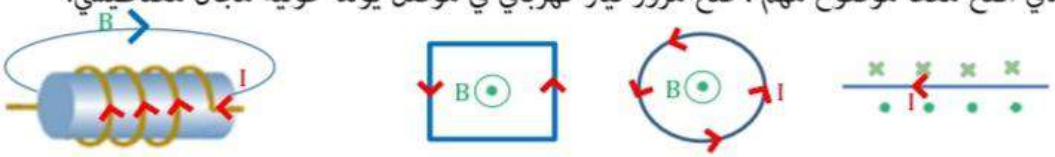
قواعد رسم المجال المغناطيسي المؤثر

1) مغناطيس دائم الرسمة فقط بدها نكشة خط من N الى S خارج المغناطيس

2) مغناطيس مؤقت ((كهربائي))  نخطط التيار خارجاً من القطب الموجب ثم نطبق القبضة لتحديد N و S ثم نكشة 

3) مرسوم جاهز مرسوم جاهز

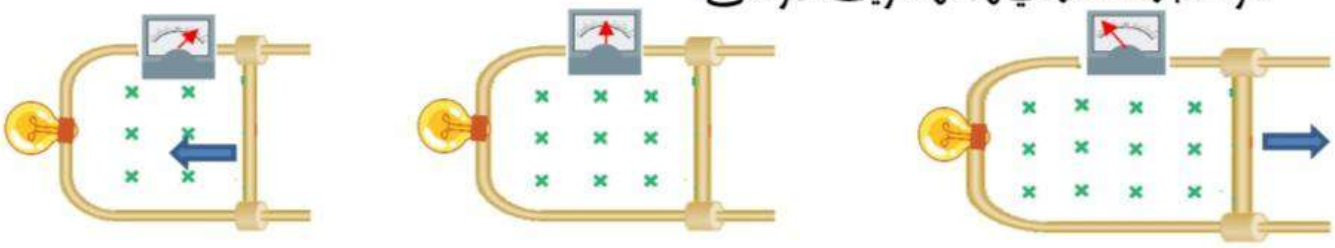
صديقي بدي افتح معك موضوع مهم ، صح مرور تيار كهربائي في موصل يولد حوليه مجال مغناطيسي.



طيب اذا كان التيار الكهربائي المار في الموصل تيار حثي معقول ما بولد مجال مغناطيسي (B_{ind}

$$\left.\begin{matrix}\Delta B\\ \Delta A\\ \Delta\cos\theta\end{matrix}\right\} \longrightarrow \Delta\phi \longrightarrow \acute{\varepsilon} \longrightarrow I \longrightarrow B_{ind}$$

نعود مجرداً اصرقائي ل مثال تحريك الموصل :



زيادة في التدفق: $\Delta\phi = +$ | الحدث | نقصان في التدفق: $\Delta\phi = -$

اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر في الملف

حسب قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثي في الملف

بتطبيق قاعدة القبضة يكون اتجاه المجال المغناطيسي الحثي داخل الملف

$$\boxed{-} = \Delta\phi = \boxed{+}$$

عند حدوث زيادة في التدفق المغناطيسي (الفعل) رد الفعل كان على شكل توليد قوة دافعة حثية تقاوم الزيادة من خلال انشاء تيار حثي يولد مجال مغناطيسي حثي اتجاهه معاكس للمجال الاصلي (المؤثر) ليقاوم الزيادة بالنقصان.

عند حدوث نقصان في التدفق المغناطيسي (الفعل) رد الفعل كان على شكل توليد قوة دافعة كهربائية حثية تقاوم النقصان من خلال انشاء تيار حثي يولد مجال مغناطيسي حثي اتجاهه مشابه للمجال الاصلي (المؤثر) ليقاوم النقصان بالزيادة .

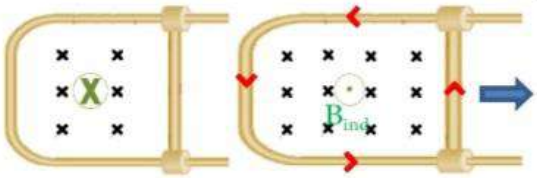
و ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي هي ظاهرة طبيعية حيث فسر العالم لنز ان القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة تكون في اتجاه الذي يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي يؤدي الى توليدها.
شوف مثال تدفق الدم الطبيعي عند الانسان كتشبيه بسيط على الي استنتجه لنز.

بتعرف شو استفدنا من قانون لنز؟
بقدر اعرف اتجاه التيار اذا عرفت اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر (B) و التغير في التدفق زيادة أو نقاصان

قواعد رسم المجال المغناطيسي الحثي (B_{ind})

قاعدة الرسم الأولى : عند حدوث زيادة في التدفق المغناطيسي $+ = \Delta\phi$ يكون اتجاه B_{ind} معاكس لاتجاه B

قاعدة الرسم الثانية : عند حدوث نقصان في التدفق المغناطيسي $- = \Delta\phi$ يكون اتجاه B_{ind} مشابه لاتجاه B



يعني شوف بدون ما تستخدم اليد اليمنى
و تحريك موجب و سالب

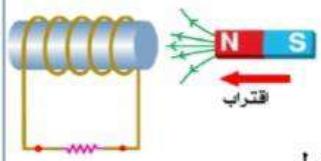
الحدث: $+ = \Delta\phi \longleftarrow \otimes$: B $\longleftarrow \odot$: B_{ind} بنطبق القبضة يكون اتجاه التيار الحثي في الدارة عكس عقارب الساعة

* و الاعتماد على قانون لنز في تحديد اتجاه التيار الحثي و يكون اشمل لانه يمكن تطبيقه على جميع اشكال الملفات.

أمثلة على حالات

الزيادة في التدفق

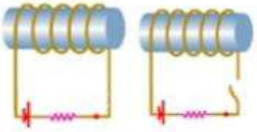
- تقريب مغناطيس من ملف (تزداد كثافة الخطوط التي تخترق الملف)



- دخول ملف منطقة مجال مغناطيسي

- المغناطيس الكهربائي

$\uparrow I=\frac{V}{R}$ انقاص مقاومة

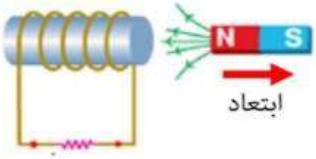


$\uparrow B=\frac{\mu IN}{L}$ زيادة تيار الدارة

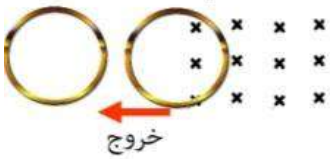
$\uparrow \phi = AB\cos\theta$ OR اغلاق المفتاح (أي سيران تيار في الدارة)

النقصان في التدفق

- ابعاد مغناطيس من ملف(تقل كثافة الخطوط التي تخترق الملف)

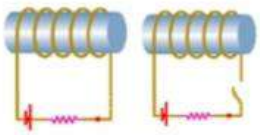


- خروج ملف من منطقة مجال مغناطيسي



- المغناطيس الكهربائي

$\downarrow I=\frac{V}{R}$ زيادة مقاومة



$\downarrow B=\frac{\mu IN}{L}$ انقاص تيار الدارة

$\downarrow \phi = AB\cos\theta$ OR فتح المفتاح (أي تلاشي تيار الدارة)

مقدمة تمهيدية لقانون العالم فارادي

اما العالم فارادي فكانت دراسته على حساب القوة الدافعة الحثية و حساب التيار الحثي

فستنتج ان مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في دارة كهربائية تتناسب طردياً مع المعدل الزمني لتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقها (و كلما كان عدد لفات الدارة أكبر (N) ازداد ايضاً مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية و ترجم ذلك رياضياً بالعلاقة :

$$\acute{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

الاشارة السالبة في قانون فاراداي قام بتفسيرها لنز كما وضحت لك سابقاً

ان القوة الدافعة تكون باتجاه يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي

القوة الدافعة الحثية والتيار الحثي

دراسة على المقدار فارادي ⟵ دراستان تخصص ⟶ دراسة على الاتجاه لنز

عندما $\Delta\phi$ يتغير التدفق المغناطيسي

- زيادة ← ليقاوم الزيادة بالنقصان (+) ← B_{ind} معاكس B
- نقصان ← ليقاوم النقصان بالزيادة (-) ← B_{ind} مشابه B

$$\acute{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$I = \left|\frac{\acute{\varepsilon}}{R}\right|$$

قانون العالم لنز

سؤال

اذكر نص قانون لنز؟

القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة تكون في الاتجاه الذي يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي يؤدي الى تولدها .

سؤال

بين كيف يتم تحديد اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد في ملف عند تغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقه ؟

باستخدام قاعدة اليد اليمنى بحيث يشير الابهام الى اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن الملف (B_{ing}) و يشير انحناء بقية الأصابع الى اتجاه التيار الكهربائي الحثي في لفات الملف .

ملاحظة

لاحظ قانون لنز يساعد في معرفة اتجاه التيار الحثي لكن وظيفته الفعلية معرفة اتجاه المجال المغناطيسي الحثي B_{ind}

لاحظ انه صرنا نستخدم القبضة بطريقة عكسية عن فصل المجال المغناطيسي صار يكون معنا اتجاه المجال و بدنا نعرف اتجاه التيار .

تلخيص قانون لنز

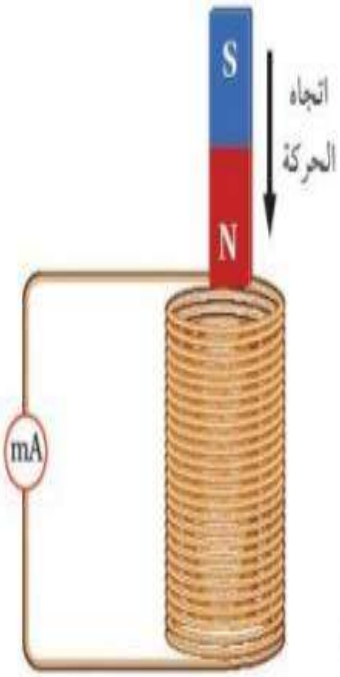
$\Delta\phi = \pm$ B B_{ind} اذا عُلِمَ منهم اثنان عُلِمَ الثالث (برعاية قانون لنز)

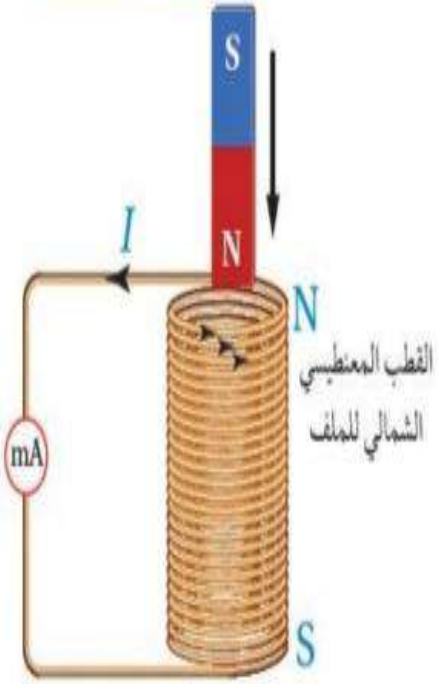
I B_{ind} اعطيني واحد و خذ الثاني (برعاية قبضة اليد اليمنى)

I B_{ind} $\Delta\phi$ B

مثال

يقترب القطب الشمالي لمغناطيس من ملف، فيتحرك مؤشرّ المللي أميتر المتصل به. ويوضّح الشكل منظرًا جانبيًّا للمغناطيس في أثناء اقترابه من الملف. كيف أُحدّد اتّجاه التيار الكهربائي الحثّي المتولّد في الملف وما اتجاهه عند النظر إلى الملف من الأعلى؟





الحل : بحسب قانون لنز، يكون اتّجاه التيار الكهربائي الحثّي المتولّد في الملف في الاتجاه الذي ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثّي يُقاوم التغيّر في التدفّق المغناطيسي المسبب في توليده. وفي هذا الشكل، يكون اتّجاه التيار الكهربائي الحثّي في الملف، بحيث يولّد مجالًا مغناطيسيًا داخل الملف إلى الأعلى؛ باستخدام قاعدة اليد اليمنى أستنتج أنّ اتجاه التيار الكهربائي الحثّي المتولّد في الملف يكون بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة عند النظر إليه من الأعلى، أي يكون الطرف العلوي للملف قطبًا مغناطيسيًا شماليًا؛ كي يقاوم اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس المؤدّي إلى توليده. أتأمّل الشكل .

ورقة عمل على قانون لنز

واجب 1 (القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية المتولّدة تكون في الاتّجاه الذي يُقاوم التغيّر في التدفّق المغناطيسي الذي يؤدّي إلى توليدها) النص السابق يمثل:

أ)تعريف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ب) تعريف ظاهرة الحث الذاتي ج)قانون فارادي د)قانون لنز

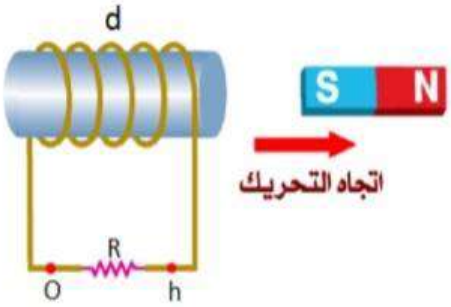
واجب 2 عند تحريك المغناطيس المستقيم بالاتجاه المبين فإن اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف (d)

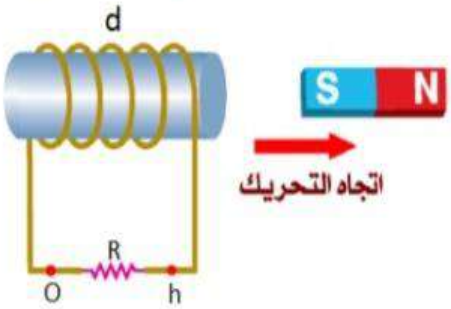
أ)يكون من h إلى o، ليقاوم الزيادة في التدفق.

ب) يكون من h إلى o ليقاوم النقصان في التدفق.

ج)يكون من o إلى h ليقاوم الزيادة في التدفق.

د)يكون من o إلى h ليقاوم النقصان في التدفق .





واجب 3 عند تحريك المغناطيس المستقيم بالاتجاه المبين تولد تيار حثي في الملف (d) من o إلى h

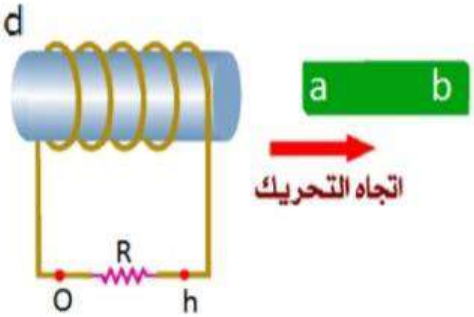
وبالتالي يكون الطرف (a) بالنسبة للمغناطيس:

أ) قطب جنوبي، ليقاوم النقصان في التدفق.

ب) قطب جنوبي، ليقاوم الزيادة في التدفق.

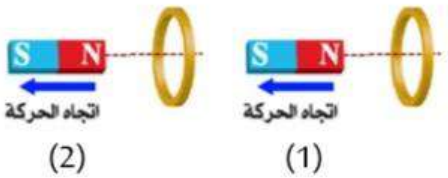
ج) قطب شمالي، ليقاوم النقصان في التدفق.

د) قطب شمالي، ليقاوم الزيادة في التدفق.



واجب 4

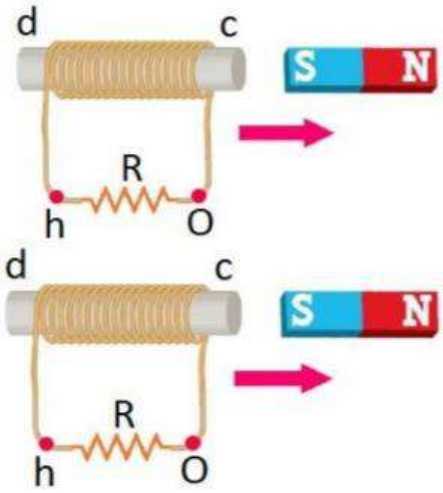
الشكل(1) المجاور تتحرك حلقة باتجاه مغناطيس ثابت ،
و في الشكل (2) يتحرك المغناطيس مبتعداً عن حلقة ثابتة . اتجاه التيار الحثي في كل من الحلقتين على الترتيب عند النظر إليهما من جهة اليسار:



أ) مع عقارب الساعة، عكس عقارب الساعة
ب) عكس عقارب الساعة ، عكس عقارب الساعة
ج) مع عقارب الساعة ، مع عقارب الساعة
د)عكس عقارب الساعة، مع عقارب الساعة

واجب 5

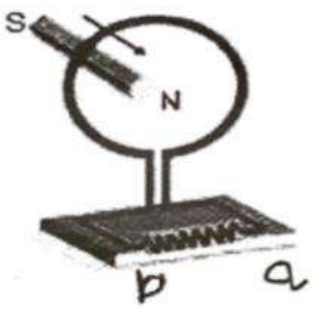
في الشكل عند إبعاد القطب الجنوبي عن الملف اللولبي يتولد في الملف اللولبي من الداخل مجال مغناطيسي حثي (B_{ind}) يكون اتجاه داخل الملف من:



أ) (c إلى d) وتيار حثي في الملف من(O إلى h)
ب) (d إلى c) وتيار حثي في الملف من (h إلى O)
ج) (c إلى d) وتيار حثي في الملف من (h إلى O)
د) (d إلى c) وتيار حثي في الملف من (O إلى h)

واجب 6

أدخل مغناطيس بسرعة ثابتة في الحلقة المبينة في الشكل المجاور ، حتى خرج من الجهة الأخرى ، يكون اتجاه التيار الحثي المتولد عبر المقاومة كما يأتي :



أ) من (a) الى (b) أثناء الدخول و اثناء الخروج .
ب) من (b) الى (a) أثناء الدخول و أثناء الخروج
ج) من(a) الى (b) أثناء الدخول ، و من (b) الى (a) أثناء الخروج .
د)من (b) الى (a) أثناء الدخول، و من (a) الى (b) أثناء الخروج.

واجب 7 في الشكل المجاور، يتولد تيار كهربائي حثي في الدارة (2)

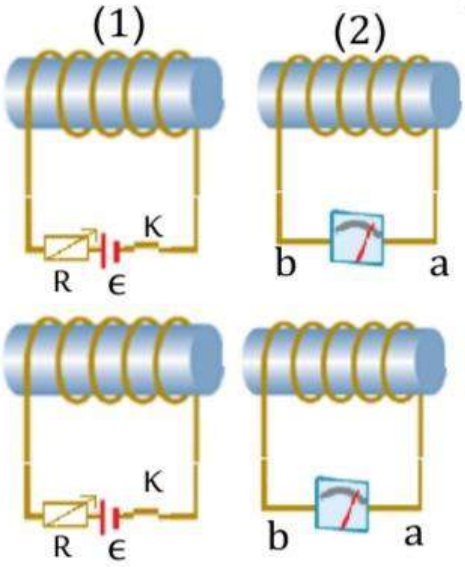
يكون اتجاه (a) الى (b) في الغلفانوميتر في احدى الحالات الاتية للدارة (1):

أ) في أثناء ادخال قلب من الحديد في الملف

ب) في أثناء إنقاص المقاومة (R)

ج) في أثناء تقريبها من الدارة (2)

د) لحظة فتح المفتاح (K)



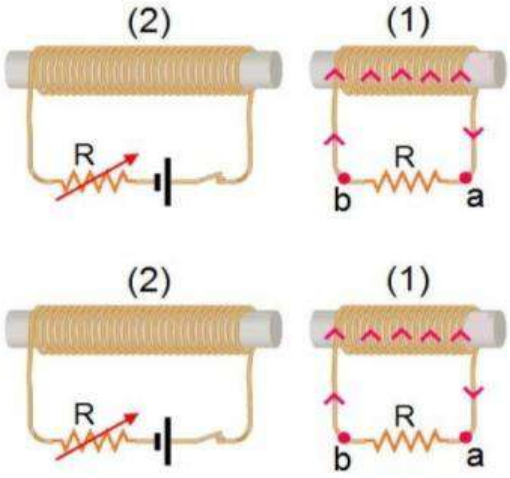
واجب 8 يتولد تيار حثي في الدارة (1) بالاتجاه المبين على الرسم عند:

أ) فتح المفتاح (K) في الدارة (2)

ب) انقاص مقاومة الريوستات (2) والمفتاح مغلق.

ج) ابعاد الدارتين عن بعضهما والمفتاح مغلق.

د) زيادة مقاومة الريوستات (R) والمفتاح مغلق.



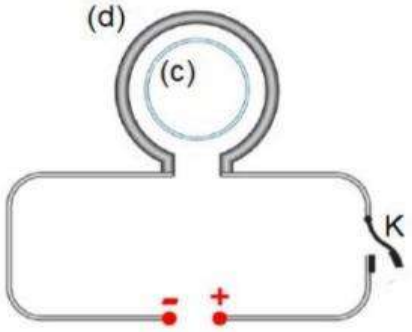
واجب 9 وضع الملف الدائري (c) داخل ملف دائري (d) أكبر منه إذا أغلق المفتاح (K) يتولد تيار حثي في الملف (c) لحظة الاغلاق:

أ) مع عقارب الساعة، ليقاوم النقصان في التدفق عبر.

ب) مع عقارب الساعة، ليقاوم الزيادة في التدفق عبر.

ج) عكس عقارب الساعة، ليقاوم الزيادة في التدفق عبر.

د) عكس عقارب الساعة، ليقاوم النقصان في التدفق عبر.

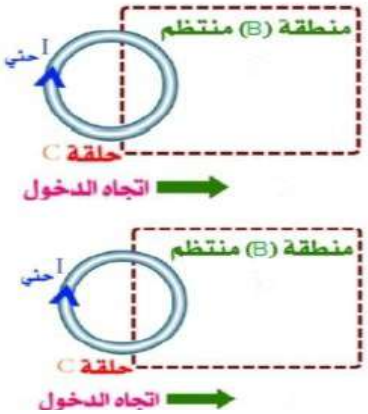


واجب 10 حلقة مستطيلة من مادة موصلة تدخل تدريجيًا في مجال مغناطيسي منتظم كما في الشكل

المرحلة التي يتولد فيها تيار حثي مع اتجاه عقارب الساعة هي:

أ) 1 ب) 2 ج) 3 د) 4

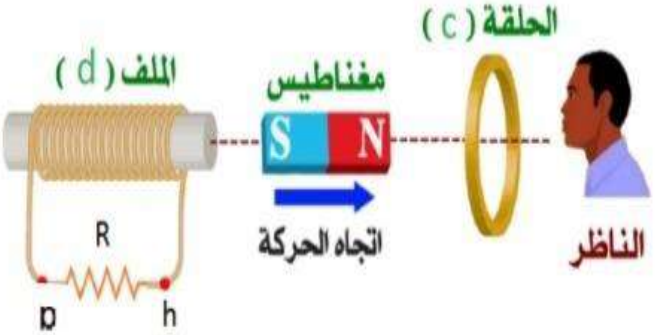
واجب 11 حتى يتولد تيار حثي في الحلقة النحاسية (c) عندما تبدأ بدخول منطقة مجال مغناطيسي منتظم (B) كما في الشكل يكون اتجاه المجال المغناطيسي(B):



أ) بعيدًا عن الناظر ب) مقتربًا من الناظر

ج) نحو الشرق د) نحو الغرب

واجب 12 عند تحريك المغناطيس المستقيم بالاتجاه المبين كما في الشكل، فإن اتجاه التيار الحثي المتولد في الحلقة (C) والملف (d) على الترتيب عند النظر إلى الحلقة من اليمين:



أ) مع عقارب الساعة، (ومن h إلى O)

ب) عكس عقارب الساعة، (ومن h إلى O)

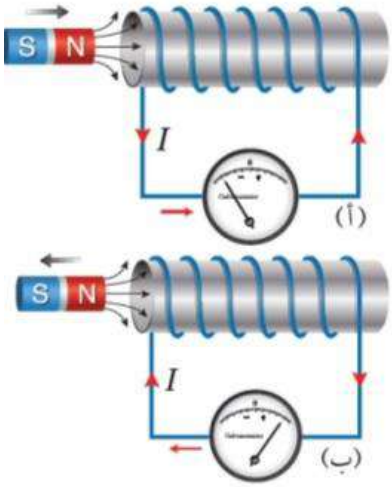
ج) مع عقارب الساعة، (ومن O إلى h)

د) عكس عقارب الساعة، (ومن O إلى h)

إجابات ورقة عمل على قانون لنز

رقم الواجب	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الإجابة	د	د	أ	د	د	ج	د	ب	ب	د	ب	أ

القوة الدافعة الكهربائية الحثية وقانون فارادي



يوضّح الشكل ملفًّا موصولٌ بغلفانوميتر، ومغناطيس مستقيم. عند تحريك المغناطيس نحو الملف، ينحرف مؤشّر الغلفانوميتر في اتّجاه معيّن، دالٌّ على تولّد قوة دافعة كهربائية حثّية وسريان تيار كهربائي حثّي في الملف. أتأمّل الشكل(أ) أمّا عند إبعاد المغناطيس عن الملف، فإنّ مؤشّر الغلفانوميتر ينحرف في اتّجاه معاكس لاتّجاه انحرافه في الحالة السابقة، دالٌّ على تولّد قوّة دافعة كهربائيّة حثّية، وسريان تيار كهربائيّ حثّي في الملف باتجاه معاكس. أتأمّل الشكل (ب) وأحصل على النتائج نفسها عند تثبيت المغناطيس وتحريك الملف

سؤال لَفّ سلكٌ حول جزء من حلقة حديديّة، ثم وصِل طرفاه بمفتاح (S) وبطارية، مكوّنًا الملفّ الابتدائيّ ، ثم لُفّ سلكٌ آخر حول جزءٍ آخر من الحلقة نفسها، ووصِل طرفاه بغلفانوميتر فقط، مكوّنًا الملفّ الثانويّ لحظة إغلاق المفتاح (S) ينحرف مؤشر الغلفانوميتر المتصل بالملف الثانوي باتجاه معين، ثم يعود إلى الصفر. ويتكرر ذلك لحظة فتح المفتاح، لكن انحراف المؤشر يكون باتجاه معاكس للحالة السابقة. ولا ينحرف مؤشر الغلفانوميتر عند ثبات مقدار التيار الكهربائي في الملف الابتدائي.

1 كيف تفسر المشاهدات السابقة؟

عند إغلاق المفتاح (S) يسري تيار كهربائيّ في الملفّ الابتدائيّ مولّدًا مجالًا مغناطيسيًا يخترق الملفّ الثانويّ، فيتغيّر التدفّق المغناطيسي الذي يخترقه من صفر إلى قيمة معينة خلال مدّة زمنية معينة، وهذا التغيّر في التدفّق المغناطيسي مع الزمن يولّد قوّة دافعة كهربائية حثّية وتيارًا كهربائيًا حثّيًا في الملفّ الثانويّ. الأمر نفسه يحدث عند فتح دارة الملفّ الابتدائي، إذ يتلاشى التيار الكهربائي المارّ فيه، وتبعًا لذلك يتناقص التدفّق المغناطيسي الذي يخترق الملفّ الثانويّ، فتتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثّية وتيار كهربائيّ حثّي خلال مدة تلاشي تيار الملفّ الابتدائيّ.

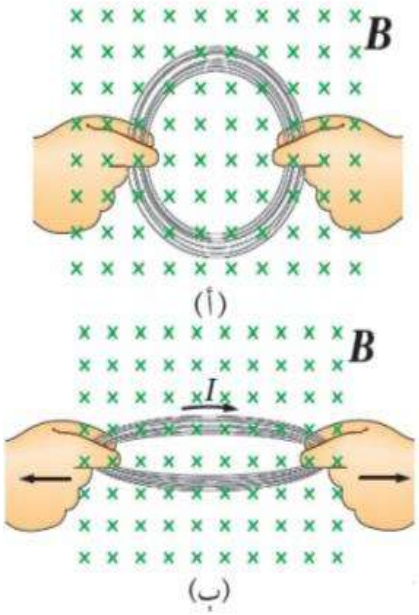
2 هل ينحرف مؤشر الغلفانوميتر عند تحريك المغناطيس والملف معًا بالاتجاه نفسه بمقدار السرعة نفسه؟

لا ينحرف مؤشر الغلفانوميتر، حيث تكون قراءته صفراً ؛ لعدم حدوث تغيّر في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف.

سؤال بوضّح الشكل (أ) ملفًّا دائريًّا مغمورًا في مجال مغناطيسيّ منتظم عموديّ على سطح الملف. هل يتولّد تيار كهربائيّ حثّي:

أ. عند تحريك الملف نحو اليسار أو نحو اليمين مع بقائه داخل المجال على نحو ما في الشكل (أ)؟

ب. في أثناء تغيير شكل الملف على نحو ما في الشكل (ب)؟

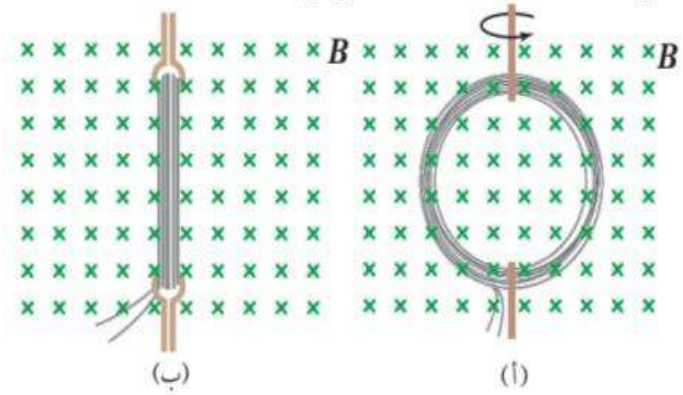


أ . لا يتولّد تيار كهربائيّ حثّي عند تحريك الملف داخل المجال نحو اليسار أو اليمين بسبب ثبات التدفق المغناطيسي.

ب. عند شدّ الملف يتغير شكله بحيث تقل مساحة سطحة، فيقلّ التدفّق المغناطيسي الذي يخترقه، ما يؤدي إلى تولّد قوة دافعة كهربائية حثّية، وتيار كهربائي حثّي.

سؤال يوضّح الشكل (أ) ملفًّا دائريًّا مغمورًا في مجال مغناطيسيّ منتظم عموديّ على سطح الملف.

أفسّر ما يحدث في أثناء تدوير الملف في المجال المغناطيسيّ ، على نحو ما هو موضّح في الشكل (ب.)



في أثناء تدوير الملف في المجال المغناطيسي يحدث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترقه؛ في الشكل (أ) ، مقدار الزاوية بين متجهي المجال المغناطيسي والمساحة (٠°) ، فيكون التدفق المغناطيسي أكبر ما يُمكن، وعدن تدوير الملف بحيث يُصبح كما هو موضح في الشكل (ب) تصبح الزاوية بين متجهي المجال المغناطيسي والمساحة (٩٠°) والتدفق المغناطيسي الذي يخترقه صفراً.

ونتيجة لتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف في أثناء تدويره يتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثية.

قانون فارادي في الحث

صاغ العالم فارادي نتائج الاستقصاءات السابقة على شكل قانون، سُمّي **قانون فارادي في الحثّ Faraday's law of induction**، الذي ينصّ على أنّ:

((مقدار القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتولّدة في دارة كهربائيّة يتناسب طرديًّا مع المعدل الزمنيّ لتغيّر التدفّق المغناطيسيّ الذي يخترقها)). ويُعبَّر عنه رياضيًّا على النحو الآتي:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}(BA\cos\theta)$$

- وإذا كانت الدارة مكوّنة من (N) لفّة، فإنّ قانون فارادي في الحثّ يُعبَّر عنها بالعلاقة الآتية:

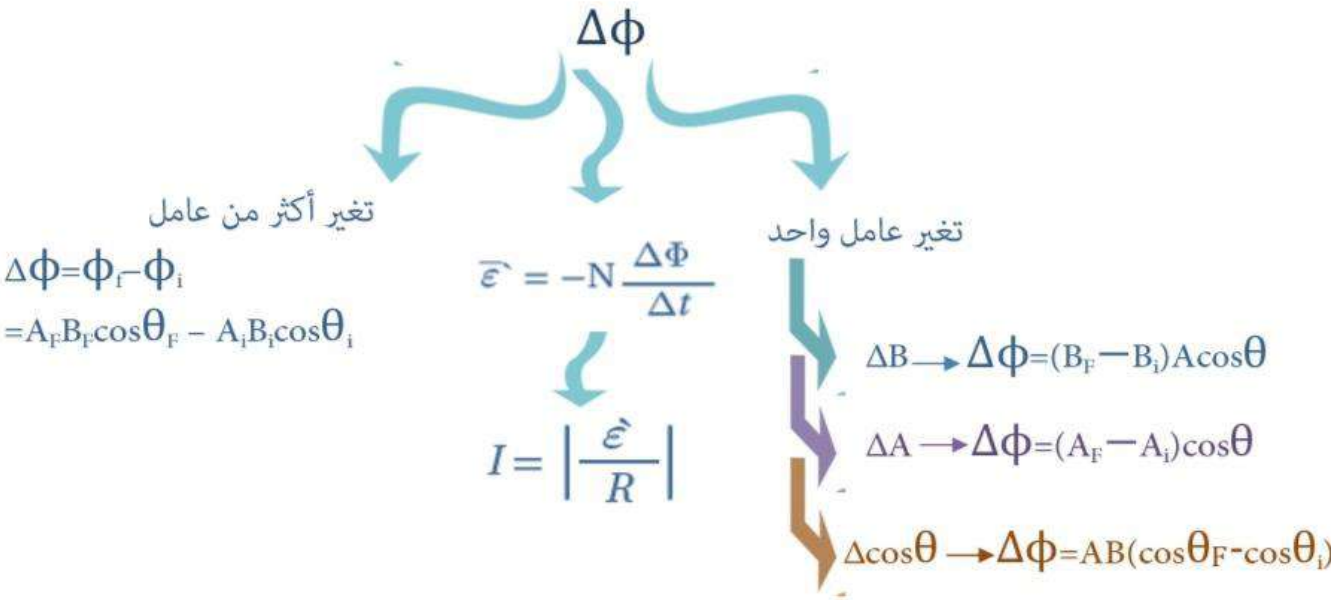
$$\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi_B}{dt}$$

- والمعنى الفيزيائيّ للإشارة السالبة كما وضح لنز. وعندما يحدث التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ ($\Delta\Phi_B$) خلال مدّة زمنية (Δt)فإنّه يُمكن كتابة قانون فارادي في الحثّ على النحو الآتي لحساب القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتوسطة:

$$\overline{\mathcal{E}} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

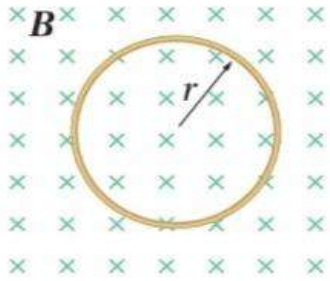
- وعندما يكون الملف جزءًا من دارة كهربائيّة مغلقة، فإنه يسري فيها تيّار كهربائيّ حثّيّ، يُحسب مقداره باستخدام قانون أوم على النحو الآتي:

$$I = \left|\frac{\mathcal{E}}{R}\right|$$



أمثلة متنوعة على قانون فارادي

مثال



ملفّ دائري عدد لفّاته (20) لفة، ومتوسط نصف قُطر اللفّة الواحدة (1 cm)موضوع في مجال مغناطيسيّ منتظم مقداره(120 mT)، على نحو ما هو موضّح في الشكل سُحِب الملفُّ خارج المجال المغناطيسيّ خلال زمن مقداره (0.2 s.) أحسبُ القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتوسطة المتولّدة في الملفّ.

بداية، أحسب مساحة المقطع العرضيّ للملفّ. $A = \pi r^2$

$$= \pi \times (1.0 \times 10^{-2})^2 = 3.14 \times 10^{-4}\ \text{m}^2$$

أحسب القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتوسطة المتولّدة في الملف على النحو الآتي، مع ملاحظة أنّ التدفّق المغناطيسيّ النهائيّ يساوي صفرًا، حيث المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف يساوي صفرًا:

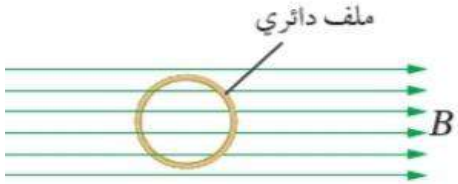
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\frac{(\Phi_{B,f} - \Phi_{B,i})}{\Delta t}$$

$$= -N\frac{(0 - BA\cos\theta)}{\Delta t} = -20 \times \left(\frac{0 - 120 \times 10^{-3} \times 3.14 \times 10^{-4} \cos 0.0^\circ}{0.20}\right)$$

$$= 3.77 \times 10^{-3}\ \text{V}$$

مثال

ملفّ دائريّ عدد لفّاته (100) لفة، ومِساحة مقطعه العرضي (1.2×10^{-4}m2)، موضوع في مجال مغناطيسيّ منتظم مقداره (1 T)، على نحو ما هو موضّح في الشكل .بداية، مستوى الملف موازٍ لخطوط المجال المغناطيسي، ثمّ دار الملف بزاوية مقدارها (90°) حول محور رأسيّ بحيث أصبح مستواه عموديًّا على اتّجاه المجال المغناطيسيّ خلال (0.5s) أحسب ما يأتي:



أ . التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ عبر مقطع الملف.

ب. القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّيّة المتوسطة المتولدة في الملف.

ج. التيّار الكهربائيّ الحثّي المتوسط المارّ في الملف، إذا علمت أنّ المقاومة الكهربائيّة للملف (4Ω).

أ. أحسب التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ عبر مقطع الملف على النحو الآتي:

$$\Delta\Phi_B = \Phi_{B,f} - \Phi_{B,i}$$

$$= BA\cos\theta_f - BA\cos\theta_i = 1.0 \times 1.2 \times 10^{-4} \times (\cos 0.0^\circ - \cos 90.0^\circ)$$

$$= 1.2 \times 10^{-4}\ \text{Wb}$$

ب. أحسب القوّة الدافعة الكهربائيّة الحثّية المتوسطة المتولّدة في المِلفّ على النحو الآتي:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -100 \times \frac{1.2 \times 10^{-4}}{0.50}$$

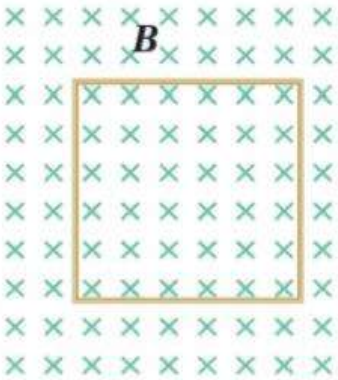
$$= -2.4 \times 10^{-2}\,V$$

جـ. أستخدم قانون أوم لحساب التيار الكهربائيّ الحثّي المتوسط المارّ في الملف على النحو الآتي:

$$I = \left|\frac{\bar{\varepsilon}}{R}\right| = \left|\frac{2.4 \times 10^{-2}}{4.0}\right| = 6 \times 10^{-3}\,A = 6\,mA$$

مثال

حلقة مربّعة الشكل مقاومتها ($10\,\Omega$)، موضوعة في مجال مغناطيسيّ منتظم، حيث مستواها عموديٌّ على اتّجاه المجال المغناطيسيّ على نحو ما هو موضّح في الشكل . إذا تغيّر التدفّق المغناطيسي الذي يخترق الحلقة من قيمة ابتدائية (0.15 Wb) إلى (0.1 Wb)خلال (0.01s) ، أحسب ما يأتي:



أ . القوة الدافعة الكهربائية الحثّيّة المتوسطة المتولّدة في الحلقة.

ب. التيار الكهربائي الحثّي المتوسط المارّ في الحلقة.

أ. أحسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة المتولّدة في الحلقة كما يأتي:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -1 \times \frac{\Phi_{B,f} - \Phi_{B,i}}{\Delta t} = -\frac{0.10 - 0.15}{0.01} = 5\,V$$

ب. أستخدم قانون أوم لحساب التيار الكهربائي الحثّي المتوسط المار في الحلقة كما يأتي:

$$I = \left|\frac{\bar{\varepsilon}}{R}\right| = \frac{5}{10} = 0.5\,A$$

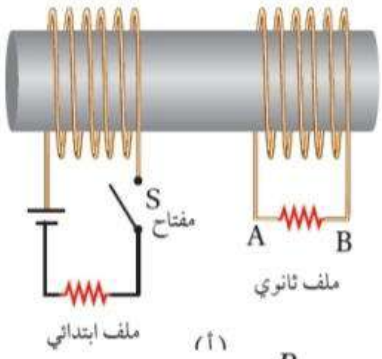
مثال

لُفّ ملفّان عدد لفات كلٍّ منهما (100) لفة، ومساحة المقطع العرضي لكلّ منهما ($3\times10^{-4}m^2$)، على قلب حديدي على نحو ما هو موضّح في الشكل (أ). عند إغلاق مفتاح دارة الملف الابتدائيّ يتولّد مجال مغناطيسي داخله مقدارُه ($B_0 = 180\ mT$) ينتقل عبر القلب الحديدي، على نحو ما هو موضّح في الشكل (ب) وعند فتح الدارة الكهربائيّة يتلاشى هذا المجال المغناطيسيّ خلال (0.10s)

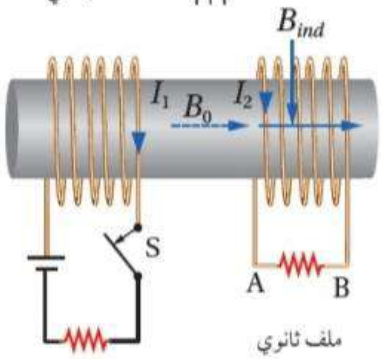
أُجيب عمّا يأتي:

أ . أحسب القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية المتوسطة المتولّدة في الملف الثانويّ لحظة فتح المفتاحS.

ب. أُحدّد اتجاه سريان التيار الكهربائيّ الحثّي في المقاومة الكهربائيّة في الملف الثانويّ لحظة فتح المفتاحS.



(أ)



(ب)

أ . التغيّر في التدفّق المغناطيسي ناتج عن تغيّر مقدار المجال المغناطيسي الذي يخترق حلقات الملف الثانوي، وأحسب القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية المتوسطة المتولّدة في الملف على النحو الآتي:

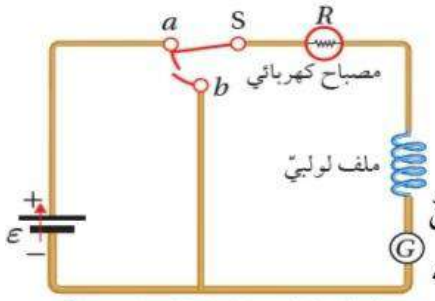
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\left(\frac{\Phi_{B,f} - \Phi_{B,i}}{\Delta t}\right)$$

$$= -N\left(\frac{B_f A\cos 0.0^\circ - B_i A\cos 0.0^\circ}{\Delta t}\right) = -NA\left(\frac{B_f - B_i}{\Delta t}\right)$$

$$= -100\times 3.0\times 10^{-4}\times\left(\frac{0 - 180\times10^{-3}}{0.10}\right) = 5.4\times10^{-2}\,V$$

ب. المجال المغناطيسي الناتج عن الملف الابتدائي يكون نحو اليمين وينتقل عبر القلب الحديدي، وعند فتح دارة الملف الابتدائي، يقلّ التدفّق المغناطيسي الذي يخترق الملفّ الثانوي، فتتولّد قوة دافعة كهربائية حثّية بين طرفيه تؤدّي إلى مرور تيار كهربائي حثّي في الملف في الاتجاه الذي تجعله يُقاوم النقص في التدفّق المغناطيسي؛ أيْ يكون المجال المغناطيسيّ الحثّي باتجاه المجال المغناطيسيّ نفسه. وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى نجد أن اتّجاه التيار الكهربائيّ الحثّي المارّ في المقاومة يكون من B إلى A عبر المقاومة.

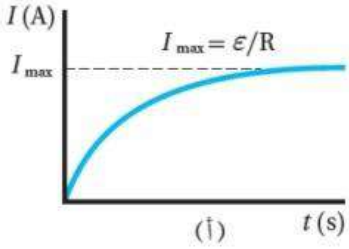
الحث الذاتي



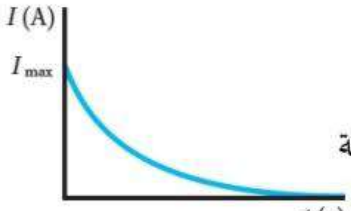
الشكل (20): تزداد إضاءة المصباح تدريجيًّا عند وصل المفتاح S بالنقطة (a)، وتتلاشى إضاءة المصباح تدريجيًّا عند وصل المفتاح S بالنقطة (b).

أتأمّل الشكل الذي يوضّح دارة كهربائيّة تحوي بطارية ومقاومة (مصباح مثلً) وملفًّا لولبيًّا وغلفانوميتر ومفتاح(S) عند إغلاق المفتاح (S) بوصلِه بالنقطة (a) تزداد شدّة إضاءة المصباح تدريجيًّا حتى تثبت، ما يعني أنّ التيار لا يصل إلى قيمته العظمى لحظيًّا، بل ينمو تدريجيًّا من الصفر إلى قيمته العظمى، على نحو ما هو مبين في الشكل (أ).

وأُفسّر ما سبق بأنّ وجود الملفّ اللولبيّ قد أعاق نموّ التيار الكهربائيّ الناتج عن البطارية. فعند إغلاق المفتاح (S) يسري التيار الكهربائيّ في الدارة الكهربائيّة، فيتولّد مجال مغناطيسيّ في الملف اللولبيّ، ويزداد التدفّق المغناطيسيّ الذي يخترقه. وبحسب قانون لنز، ينشأ فيه قوة دافعة كهربائيّة حثّية ذاتيّة Self-induced electromotive force تعاكس القوة الدافعة الكهربائيّة ($\mathcal{E}$) للبطارية، ما يؤدّي إلى نموّ التيار الكهربائي إلى قيمته العظمى تدريجيًّا وليس لحظيًّا.



(أ)



(ب)

يُسمّى الملف اللولبي محثًّا Inductor ، أمّا هذا التأثير فيُسمّى الحثَّ الذاتيّ Self induction. ويُعرف بأنّه تولّد قوة دافعة كهربائيّة حثّية ذاتيّة في دارة كهربائيّة مغلقة نتيجة تغيّر التدفّق المغناطيسيّ بسبب تغيّر مقدار تيار الدارة نفسها.

ويوضّح الشكل (21 /ب)أنّ التيّار الكهربائيّ يتلاشى تدريجيًّا لحظة توصيل المفتاح (S) بالنقطة (b) في الدارة الكهربائيّة الموضّحة في الشكل (20)، حيث لا يصل مقداره إلى الصفر مباشرة. وأُلاحظ أنّ البطارية في هذه الحالة لم تعد جزءًا من الدارة الكهربائيّة.

سؤال **في الشكل (أ) لماذا يتلاشى التيار الكهربائي تدريجياً ولا يصل مقداره إلى الصفر مباشرة؟**

عند توصيل المفتاح (S) بالنقطة(b) ، ينعدم التيار الكهربائي الذي تولّده البطارية، ويتناقص تدفق المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي (المحثّ)، و حسب قانون فارادي، هذا يؤدي إلى توليد قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية في الملف ينشأ عنها تيار كهربائي حثّي في الاتجاه نفسه لتيار الدارة (الذي كان ناتجا عن البطارية قبل فصلها عن الدارة)، كي يولّد مجالًا مغناطيسيا يُقاوم النقصا ن في التدفق المغناطيسي.

حساب القوة الدافعة الحثية

وأحسب القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية الذاتيّة المتولّدة في المحثّ باستخدام قانون فارادي على النحو الآتي:

$$\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi_B}{dt}$$

ونظرًا إلى أنّ التدفّق المغناطيسيّ يتناسب طرديًّا مع مقدار المجال المغناطيسي، الذي بدوره يتناسب طرديًّا مع مقدار التيار الكهربائيّ المارّ في الملف، فإنّ القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية الذاتيّة ($\mathcal{E}_L$) تتناسب طرديًّا مع المعدل الزمني للتغيّر في مقدار التيار الكهربائيّ. وأُعبّر عن ذلك رياضيًّا على النحو الآتي:

$$\mathcal{E}_L = -L\frac{dI}{dt}$$

حيث (L) ثابت التناسب، ويُسمّى **معامل الحثّ الذاتيّ Coefficient of self induction** للمحثّ أو محاثّة Inductane المحثّ اختصارًا.

سؤال **ما المقصود بمعامل الحثّ الذاتيّ لمحثّ؟ وما وحدة قياسه؟**

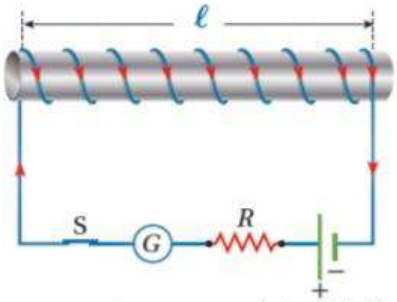
ويُعرف بأنّه نسبة القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية الذاتيّة المتولّدة بين طرفي محثّ إلى المعدل الزمني للتغيّر في مقدار التيار الكهربائيّ المارّ فيه، وهو مقياس لممانعة المحثّ للتغير في مقدار التيار الكهربائي المارّ فيه، ووحدة قياسه هي(V.s/A) ، وتُسمّى هنري (H) حسب النظام الدولي للوحدات، وذلك تكريمًا لجهود العالم جوزيف هنري في مجال الحثّ الكهرمغناطيسي.

سؤال **عرف الهنري؟**

وأُعرّف وحدة الهنري henry (H) بأنّها محاثّة محثّ تتولّد بين طرفيه قوة دافعة كهربائيّة حثّية ذاتيّة مقدارها (1V) عندما يكون المعدّل الزمني للتغيّر في مقدار التيار الكهربائيّ المارّ فيه (1A/s) .

Note ويوضّح الشكل رمز المحثّ في الدارات الكهربائيّة. وتعتمد محاثّة محثّ على أبعاد المحثّ الهندسية، وعدد لفّاته، ونوع مادّة قلب المحثّ.

محاثة ملف لولبي mductance of a Solenoid



كي أتوصّل إلى العوامل التي يعتمد عليها معامل الحثّ الذاتيّ لمحثّ)ملف لولبيّ أتأمّل الشكل الذي يوضّح محثًّا طوله(ℓ) ، ومساحة مقطعه العرض(A)، وعدد لفّاته (N) في دارة كهربائيّة.

لحظة غلق المفتاح يتزايد مقدار التيارالكهربائيّ المارّ في الدارة تدريجيًّا من الصفر إلى (I) خلال مدة زمنيّة (Δt) ويتزايد مقدار التدفّق المغناطيسيّ الذي يخترق المحثّ من الصفر إلى (Φ_B) خلال المدّة الزمنيّة (Δtنفسها. فيتولّد بين طرفي المحثّ قوة دافعة كهربائيّة حثّية ذاتيّة، وبحسب قانون فارادي في الحثّ، يُعبَّر عن مقدارها المتوسط بالعلاقة الآتية:

$$\bar{\varepsilon}_L = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

ويُعبَّر أيضًا عن مقدارها المتوسط بالعلاقة الآتية:

$$\bar{\varepsilon}_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

وبمساواة العلاقتين السابقتين، وتعويض ($\Phi_{B,i} = 0$) عندما ($I_i = 0$) ، أحصل على ما يأتي:

$$LI = N\Phi_B$$

ولمّا كانت خطوط المجال المغناطيسي داخل المحثّ عمودية على مساحة مقطعه العرضيّ، فإنّ التدفّق المغناطيسي الذي يخترقه يساوي ($\Phi_B = BA$). وبالتعويض عن مقدار المجال المغناطيسي داخل المحثّ بالعلاقة ($B = \frac{\mu IN}{\ell}$) يُمكن كتابة العلاقة السابقة على النحو الآتي:

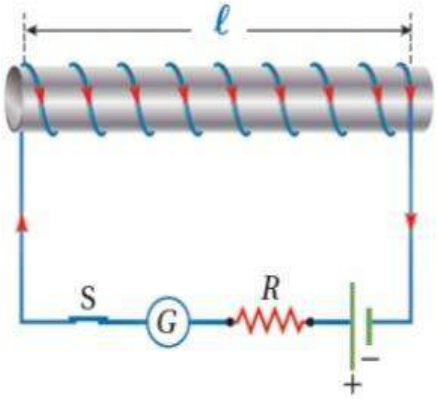
$$LI = NBA = NA \times \frac{\mu IN}{\ell}$$

ومنها أجد أنّ معامل الحثّ الذاتيّ لمحثّ لولبيّ يُعبَّر عنه بالعلاقة الآتية:

$$L = \frac{\mu N^2 A}{\ell}$$

سؤال **ما العوامل التي يعتمد عليها معامل الحثّ الذاتيّ لمحثّ لولبي؟**

أستنتج من هذه العلاقة أنّ معامل الحثّ الذاتيّ ثابت للمحثّ نفسه، وهو يعتمد على طول المحثّ (ℓ)، ومساحة مقطعه العرضي(A) ، وعدد لفاته(N) والنفاذيّة المغناطيسيّة لمادّة قلب المحثّ (μ) وإذا كان قلب المحثّ هواءً أستخدم النفاذيّة المغناطيسيّة للهواء(μo).



مثال إذا علمت أنّ طول المحثّ الموضّح في الشكل يساوي (20cm) ومساحة مقطعه العرضي ($2.5\times10^{-5}m^2$)، وعدد لفّاته (200) لفة، والمحثّ ملفوف حول أنبوب كرتونيّ يملؤه الهواءُ، ويسري فيه تيارٌكهربائيّ (5A)، أحسب ما يأتي :

أ . معامل الحثّ الذاتيّ للمحثّ.

ب. التدفّق المغناطيسيّ الذي يخترق المحثّ.

ج. القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية الذاتيّة المتوسطة المتولّدة في المحثّ إذا عكست اتجاه التيار الكهربائي المارّ فيه خلال (0.1s)

أ . أستخدم العلاقة الآتية لحساب معامل الحثّ الذاتيّ للمحثّ مع استخدام النفاذيّة المغناطيسيّة للهواء:

$$L=\frac{\mu_o N^2 A}{\ell}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times(200)^2\times2.5\times10^{-5}}{20.0\times10^{-2}}$$

$$=6.28\times10^{-6}\,\mathrm{H}\approx6.3\times10^{-6}\,\mathrm{H}$$

ب. أحسب التدفّق المغناطيسيّ باستخدام العلاقة الآتية:

$$LI=N\,\Phi_B$$

أُعيد ترتيبها بجعل (Φ_B) موضوع القانون على النحو الآتي:

$$\Phi_B=\frac{LI}{N}$$

$$=\frac{6.3\times10^{-6}\times5.0}{200}=1.58\times10^{-7}\,\mathrm{Wb}$$

جـ. أستخدم العلاقة الآتية لحساب القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية الذاتيّة المتوسطة المتولّدة في المحثّ.

$$\mathcal{E}_L=-L\frac{\Delta I}{\Delta t}=-6.3\times10^{-6}\times\frac{(-5.0-5.0)}{0.10}$$

$$=6.3\times10^{-4}\,\mathrm{V}$$

ورقة عمل على الحث الذاتي وقانون فارادي

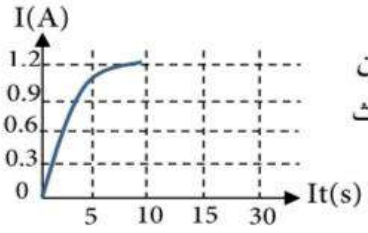
واجب 1 لحظة فتح دارة كهربائية تحوي محثاً تنشأ فيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية،توصف بأنها:

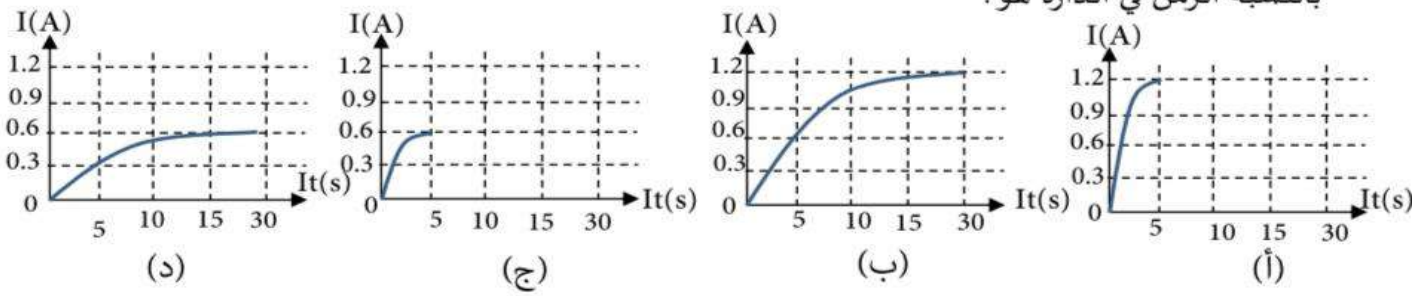
أ) عكسية، فينمو التيار الكهربائي في الدارة تدريجياً .

ب) طردية، فيمنو التيار الكهربائية في الدارة تدريجياً.

ج)طردية، فيتلاشى التيار الكهربائية في الدارة تدريجياً .

واجب 2 يبين الشكل المجاور تمثيلاً بيانياً لتغير التيار الكهربائي بالنسبة إلى الزمن في دارة تحوي محثاً معامل الحث الثاتي له (L). إذا استخدم محث معامل الحث الذاتي له (2L) بديلاً عن الأول فإن المنحنى الذي يمثل تغير التيار الكهربائي بالنسبة الزمن في الدارة هو :





واجب 3 تنشأ قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية طردية في ملف لولبي ضمن دارة كهربائية

أ)عندما يصبح تيرا الدارة قيمة عظمى ب)عندما يصبح تيرا الدارة صفراً

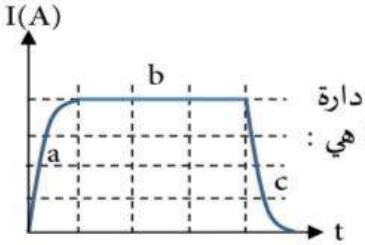
ج)لحظة غلق الدارة د) لحظة فتح الدارة

واجب 4 كل مما يأتي تعتمد عليها محاثة الملف اللولبي ما عدا:

أ)عدد لفات الملف ب) التدفق المغناطيسي عبره

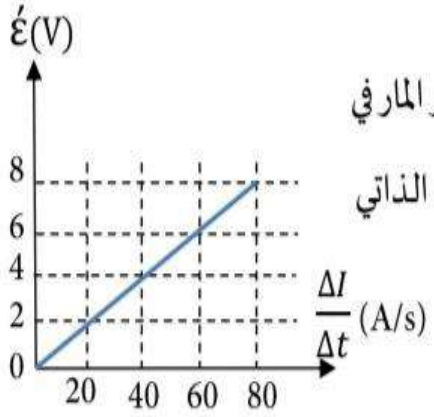
ج)طول الملف د) لحظة فتح الدارة

واجب 5 اعتماداً على الشكل المجاور و الذي يمثل علاقة التيار الكهربائي المار في دارة تحوي محثاً مع الزمن بيانياً .الفترات التي تتولد فيها قوة دافعة كهربائية حثية عكسية هي :



أ) (a) و(c) ب)(a)فقط ج) (c) فقط د) (a) و (b)

واجب 6 الرسم البياني المجاور يمثل العلاقة بين معدل التغير في التيار المار في ملف $(\frac{\Delta T}{\Delta t})$ و القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه. معامل الحث الذاتي للملف بالهنري يساوي:



أ) 0.1 ب) 0.4 ج) 0.6 د) 1

واجب 7 حلقة موصلة مساحتها $(0.01m^2)$ مغمورة في مجال مغناطيسي منتظم (B) مقداره (0.6T) ،كما في الشكل المجاور. إذا تناقص المجال المغناطيسي بمعدل ثابت حتى أصبح صفراً خلال(0.2s) ، فإن متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الحلقة خلال هذه الفترة بوحدة (V)،و اتجاه التيار الحثي على الترتيب:

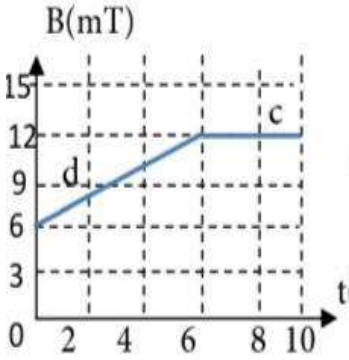
أ) (0.03)،مع عقارب الساعة ب) (0.03)، عكس عقارب الساعة

ج) (-0.03)،مع عقارب الساعة د) (-0.03)، عكس عقارب الساعة

واجب 8 ملف مساحته مقطع كل لفة من لفاته ($8cm^2$) ، و مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره(20T) إذا كان متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الطردية فيه (32V) فولت عندما انعكس اتجاه المجال المغناطيسي في مدة زمنية مقدارها(0.04s) فإن عدد لفات الملف يساوي:

أ) (80)لفة ب) (500) لفة ج) (40) لفة د) (400) لفة

واجب 9 يمثل الشكل المجاور الرسم البياني لتغير المجال المغناطيسي بالنسبة إلى الزمن،فإذا كان هذا المجال يخترق ملفاً عدد لفاته(150)لفة، و مساحة اللفة الواحدة ($0.04m^2$) بحيث يكون متجه مساحته موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي. فإن متوسط القوة الدافعة الحثية بالفولت المتولدة في الملف في كل من الفترتين (d) و(c) على الترتيب:



أ) (0)،(-0.9) ب) (0)، (0.9) ج) (0)، (0.9) د) (0)، (-0.9)

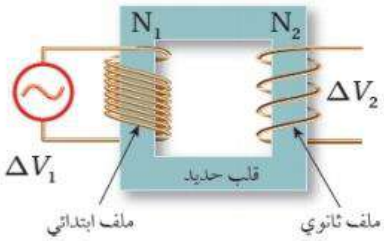
إجابات ورقة عمل على الحث الذاتي وقانون فارادي

رقم الواجب	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الإجابة	ج	ب	د	ب	ب	أ	أ	ج	أ

المحول الكهربائي ونقل الطاقة

مقدمة تمهيدية

المحول الكهربائي جهاز يتكون من ملف ابتدائي و ملف ثانوي و قلب حديدي يقوم بتحويل فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الملف الابتدائي الى فرق جهد أكبر أو أقل بين طرفي الملف



تعلّمتُ سابقًا أنّ القدرة الكهربائيّة المستهلكة في موصِل يُعبَّر عنها بالعلاقة: $P = I^2R$، أيْ إنّها تتناسب طرديًّا مع كلٍّ من المقاومة ومربع التيار. عند نقل الطاقة الكهربائيّة إلى مسافات كبيرة تؤدّي المقاومة الكهربائية للأسلاك الناقلة إلى فَقدٍ كبيرٍ في الطاقة الكهربائية. وللتقليل من هذه الطاقة المفقودة في أثناء عملية النقل، يُستخدم المحوّل الكهربائيTransformer.

سؤال وضح مكونات المحول الكهربائي وما المبدأ العلمي الذي يعتمد عليه ؟

يعتمد المحوّل الكهربائي في عمله على الحثّ الكهرمغناطيسي، وهو يتكوّن من ملفّين من الأسلاك الموصلة ملفوفين على قلب حديدي مشترك، على نحو ما هو مبيّن في الشكل ، يُسمّى الملف الأول بالملف الابتدائي، ويتكوّن من (N_1) لفة، ويتصل بمصدر فرق جهد متغير مقداراً واتجاهًا، يُسمّى مصدر فرق الجهد المتردّد، ويُرمز إليه بالرمز المبيّن على الشكل. في حين يتكوّن الملف الثاني من (N_2) لفة، ويتصّل بجهاز مستهلك للطاقة، مثل مقاومة أو مصباح، ويُسمّى الملفّ الثانوي.

سؤال وضح كيف تنتقل الطاقة الكهربائية بين ملفي المحول (اشرح مبدأ عمل المحول الكهربائي)

تنتقل الطاقة من الملف الابتدائي للمحوّل إلى ملفّه الثانوي كما يأتي: يولّد مصدر فرق الجهد المتردّد المتصل بالملف الابتدائي تياراً كهربائيًا متردّدًا، فيتولّد مجال مغناطيسي متغيّر مع الزمن داخل الملف، ما يؤدي إلى تغيّر في التدفّق المغناطيسي فيه. ويعمل القلب الحديدي على(وظيفته):

1. زيادة المجال المغناطيسي داخله،
2. وتدفّق أكبر عدد ممكن من خطوط المجال المغناطيسي المتغير مع الزمن إلى الملف الثانوي

،فيتولّد قوة دافعة حثيّة (فرق جهد كهربائي) في الملف الثانوي تؤدي الى سريان تيار كهربائي حثي فيه. وفي المحوّل المثالي تكون القدرة الداخلة في الملف الابتدائي مساوية للقدرة الناتجة عن الملف الثانوي.

عند تغير التدفق المغناطيسي في الملف الإبتدائي و بتطبيق قانون فارادي في الحث فإن فرق الجهد يعبر عنه بالعلاقة:

$$\Delta V_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

و بافتراض عدم وجود طاقة مفقودة كما هو الحل في المحول المثالي فإن تدفق أكبر عدد ممكن من خطوط المجال المغناطيسي الى الملف الثانوي فإن هذا التدفق يولد فرق جهد كهربائي في الملف القانوي يعبر عنه بالعلاقة:

$$\Delta V_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

وبتعويض التغيّر في التدفّق من العلاقة الأولى في الثانية نحصل على:

$$\frac{\Delta V_1}{N_1} = \frac{\Delta V_2}{N_2} \Rightarrow \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

تلخيص

أولاً: من العلاقة ($\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2}$) يوجد نوعان من المحولات:

المحول الدافع للجهد :

يستخدم لتحويل القوة الدافعة الكهربائية المتناوبة الصغيرة الى الكبيرة

$\Delta V_1 < \Delta V_2$ (($N_1 < N_2$))

المحول الخافض للجهد :

يستخدم لتحويل القوة الدافعة الكهربائية المتناوبة الكبيرة الى الصغيرة

$\Delta V_1 > \Delta V_2$ (($N_1 > N_2$))

ثانياً: في المحول المثالي تكون القدرة الداخلية في الملف الابتدائي مساوية للقدرة الناتجة عن الملف الثانوي ، حسب العلاقة : $P_1 = P_2 \rightarrow I_1 \Delta V_1 = I_2 \Delta V_2$

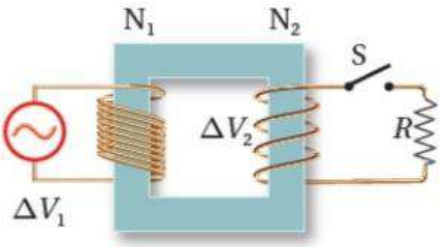
- عندما يكون المحول رافعاً للجهد يكون خافضاً للتيار $\Delta V_1 < \Delta V_2$ $I_1 > I_2$
- عندما يكون المحول خافضاً للجهد يكون رافعاً للتيار $\Delta V_1 > \Delta V_2$ $I_1 < I_2$

سؤال **توجد نهاية قصوى لرفع الجهد الكهربائي، عند نقل الطاقة الكهربائية، يؤدي تجاوزها إلى تأيين جزيئات الهواء. فما الذي ينتج عن تأيين الهواء حول خطوط النقل (الأسلاك)؟**

يؤدي تأيين جزيئات الهواء حول خطوط النقل(عند رفع جهدها الكهربائي إلى مقادير أكبر من النهاية القصوى للجهد المسموح) إلى جعل الهواء موصلًا للكهرباء، فينتقل خلاله تيار كهربائي على شكل ش ا ررة من الأسلاك إلى الأجسام المحيطة، مثل الأبراج التي تحمل الأسلاك، وهذا بدوره يشكل خطورة ينتج عنها حدوث الحرائق، إضافة إلى فقدان الطاقة الكهربائية أيضًا.

Note

عند نقل الطاقة عبر مسافات طويلة تستخدم شركات توليد الكهرباء أسلاك توصيل ذات مقطع عرضي صغير نسبيًّا لتقليل الكلفة المالية، لكن هذا يؤدي إلى مقاومة كبيرة، لذلك يجب خفض قيمة التيار لتقليل الطاقة المفقودة. ولتحقيق ذلك، يُستخدم محوّل رافع للجهد في محطات توليد الطاقة لرفع الجهد إلى نحوِ (230 kV): ما يؤدّي إلى خفض قيمة التيار الكهربائي في خطوط نقل الطاقة، ثمّ تُستخدم محوّلات خافضة للجهد حتى تصل قيمة فرق الجهد في الأحياء السكنية إلى (230 V). والمحوّلات المستخدمة عمليًّا لا تكون مثالية، إذ إنّ القدرة التي نحصل عليها من الملف الثانوي تكون أقلّ من القدرة التي يُزوّد بها الملف الابتدائي للمحوّل.



أمثلة متنوعة

مثال محوّل كهربائي مثالي خافض للجهد يتصل ملفّه الابتدائي بمصدر فرق جهد (240 V)، ويتصل ملفّه الثانوي بمصباح كهربائي مقاومته (2 Ω)، وعدد لفّات الملف الابتدائي (1200) لفة، ولفّات الملف الثانوي (30) لفة.

أ . أحسب فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي.

ب. أحسب التيار في الملف الابتدائي.

أ.

$$\frac{\Delta V_1}{N_1} = \frac{\Delta V_2}{N_2}$$

$$\frac{240}{1200} = \frac{\Delta V_2}{30} \rightarrow \Delta V_2 = 6\,V$$

ب. التيار الكهربائيّ المارّ في الملف الابتدائي:

$$I_2 = \frac{\Delta V_2}{R} = \frac{6}{2} = 3\,A$$

$$I_1 \Delta V_1 = I_2 \Delta V_2$$

$$I_1 = \frac{I_2 \Delta V_2}{\Delta V_1} = \frac{3 \times 6}{240} = 0.075\,A$$

مثال محول كهربائي مثالي نسبة عدد لفات الملف الابتدائي الى الثانوي (5:1) اذا كان فرق الجهد للملف الإبتدائي (240V) و التيار فيه (2A)

أجب عما يلي :

1)ما نوع المحول الكهربائي ، و لماذا؟

2) احسب فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الملف الثانوي.

3) احسب القدرة الناتجة في الملف الثانوي

1) $N_1 : N_2 \Rightarrow 5:1 \qquad N_1 > N_2$

و من العلاقة $\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ يكون $\Delta V_2 < \Delta V_1$ و بالتالي خافض للجهد

2) $\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow \frac{240}{\Delta V_2} = \frac{5}{1} \Rightarrow \Delta V_2 = 28V$

3) $P_1 = P_2 = I_1 \Delta V_1 = 2 \times 240 = 280W$

أسئلة مراجعة الدرس الأول

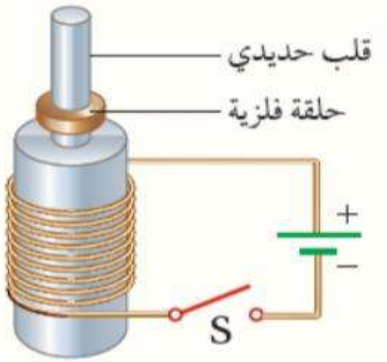
سؤال 1 **ما المقصود بالتدفّق المغناطيسيّ؟ ومتى يتولّد تيار كهربائيّ حثّي وقوة دافعة كهربائيّة حثيّة في دارة كهربائيّة؟**

التدفق المغناطيسي يُعبّر عنه رياضيًّا بأنّه ناتج الضرب القياسي لمتجه المجال المغناطيسي ($\boldsymbol{B}$) ومتجه المساحة (A) ، رمزه .(Φ) ويتولّد تيار كهربائي حثّي وقوة دافعة كهربائية حثية في دارة كهربائية مغلقة عندما يتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقها.

سؤال 2 **يستخدم النيوديميوم لصنع مغانط قويّة. لديّ قطعتا نيوديميوم متماثلتان، إحداهما ممغنطة والأخرى غير ممغنطة، وأُنبوب نحاسيّ طوله .(ℓ) عندما أُمسك بالقطعة الممغنطة على ارتفاع معيّن فوق الأنبوب النحاسيّ، ثم أُسقطها بداخله فإنّها تستغرق زمنًا (t) لتخرج من فوّهته المقابلة. إذا أسقطت قطعة النيوديميوم غير الممغنطة خلال الأنبوب نفسه من الارتفاع نفسه، فهل تستغرق زمنًا أكبر من الزمن (t) أم أقلّ منه لتخرج من فوّهته المقابلة؟ أُفسّر إجابتي.**

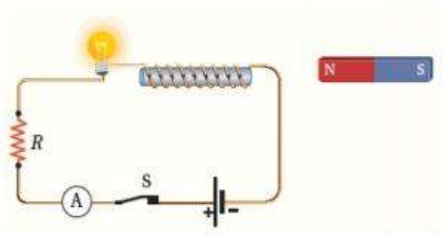
تستغرق قطعة النيوديميوم غير الممغنطة زمنًا أقلّ من الزمن (t) لتخرج من فوهته المقابلة، وأُفسّر ذلك كما يأتي: تسقط قطعة النيوديميوم غير الممغنطة سقوطًا حرًّا تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية فقط، وبتسارع السقوط الحر. بينما في أثناء سقوط قطعة النيوديميوم الممغنطة نحو الأنبوب النحاسي يحدث تغيّر في التدفق المغناطيسي الذي يخترقه، فتتولّد قوة دافعة كهربائية حثية في الأنبوب تسبّب مرور تيار كهربائي حثّي في الاتجاه الذي ينشأ عنه مجال مغناطيسي معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي لقطعة النيوديميوم، فتتأثر قطعة النيوديميوم بقوة تنافر مغناطيسية نحو الأعلى تُقلل من مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيها نحو الأسفل، فتسقط بسرعة أقل مقارنة بالقطعة غير الممغنطة.

سؤال 3 **ملفّ لولبيّ ملفوف على قلب حديديّ، وفوقه حلقة فلزيّة حرّة الحركة، على نحو ما هو موضّح في الشكل المجاور. عند إغلاق المفتاح (S) تقفز الحلقة الفلزيّة إلى أعلى. أُفسِّر هذا السلوك للحلقة.**



عند إغلاق المفتاح S يسري تيار كهربائي في الملف اللولبي، ويصبح مغناطيسًا كهربائيًّا، فيخترق مجاله المغناطيسي الحلقة الفلزية، فينشأ فيها تيار كهربائي حثّي يولّد مجالًا مغناطيسيًّا يُقاوم الزيادةفي التدفق المغناطيسي، حيث يكون مجاله المغناطيسي معاكس للمجال المغناطيسي الخاص بالملف ،فتنشأ قوة تنافر مغناطيسي تدفع الحلقة الحرّة الحركة لأعلى.

سؤال 4



يوضّح الشكل المجاور دارة كهربائيّة مغلقة. أتوقّع ما يحدث لإضاءة المصباح في أثناء:

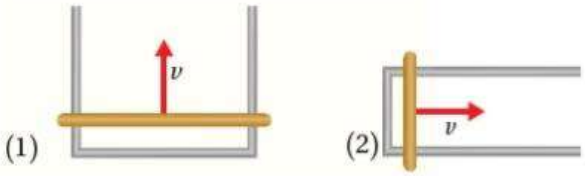
أ. تقريب القطب الشمالي للمغناطيس من المحثّ.

ب. تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس من المحثّ.

في أثناء تقريب القطب الشمالي للمغناطيس من المحث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقه فيتولد فيه تيار كهربائي حثي ينشأ عنه مجال مغناطيسي يجعل طرف المحث القريب من المغناطيس قطبًا شماليًّا لمقاومة الزيادة في التدفق المغناطيسي، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى أجد أن اتجاه التيار الكهربائي الحثّي في المحث يكون باتجاه التيار الأصلي المار فيه، فتزداد شدة إضاءة المصباح.

سؤال 5

يبيّن الشكل المجاور دارتين موضوعتين في مجال مغناطيسي منتظم مقداره(B) ، الموصل المستقيم في الدارة (1) طوله (2ℓ) وفي الدارة (2) طوله (ℓ).الموصلان المستقيمان تحرّكا بمقدار السرعة نفسه(v) ، فتولّد في الدارة (1) تيار كهربائي حثّي باتجاه حركة عقارب الساعة. أُجيب عمّا يأتي:



أ . ما اتجاه المجال المغناطيسي (B)

ب. ما اتجاه التيار الكهربائي الحثّي في الدارة (2) ؟

ج. هل مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثّيّة المتولّدة في الدارة (1)، أكبر أم أقل أم مساويًا لمقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثّيّة المتولّدة في الدارة (2)؟ أفسر إجابتي.

أ. نتيجة لحركة الموصل إلى أعلى يزداد التدفق المغناطيسي عبر الدارة التي يُعد الموصل جزءًا منها، فيتولد في الدارة قوة دافعة كهربائية حثية تؤدي إلى سريان تيار كهربائي حثّي ينشأ عنه مجال مغناطيسي يعاكس المجال المغناطيسي (B) كي يُقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي. وبما أن التيار المتولد في الدارة باتجاه حركة عقارب الساعة فإن المجال المغناطيسي الناتج عنه يكون باتجاه (Z–)، لذلك يكون المجال (B) باتجاه (Z+)

ب. يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثّي في الدارة) ٢(باتجاه حركة عقارب الساعة؛ لكي ينشأ عنه مجال مغناطيسي يُعاكس المجال المغناطيسي الأصلي ويقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي.

ج. مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الدارة (1) أكبر منها في الدارة (2)؛ إذ أنّ: ($\acute{\varepsilon} = B\ell v$) ومقدار المجال المغناطيسي ومقدار السرعة في الشكلين متساوٍ، ولكن طول الموصل في الشكل (1) أكبر، لذا القوة الدافعة الكهربائية الحثية فيها أكبر.

سؤال 6 محثّ معامل حثّه الذاتيّ ($4X^{10-}4H$) موصول بدارة كهربائيّة. إذا تغيّر مقدار التيار الكهربائيّ المارّ فيها من(0A) إلى (8A) خلال (0.1s) أحسب القوة الدافعة الكهربائيّة الحثّية الذاتيّة المتوسطة المتولّدة في المحثّ.

أستخدم العلاقة الآتية لحساب القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتوسطة المتولدة في المحث.

$$\mathcal{E} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -4.0\times10^{-4}\times\frac{(8.0-0.0)}{0.10} = -3.2\times10^{-2}\ \text{V}$$

سؤال 7 يُستخدم في شبكات توزيع الكهرباء محوّل خافض للجهد، عدد لفات ملفّه الابتدائي (6900)والثانوي (600)، فما مقدار فرق الجهد بين طرفي ملفّه الثانوي، إذا كان فرق الجهد بين طرفي الملف الابتدائي (230 kV)؟

أستخدم العلاقة الآتية لحساب فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي.

$$\frac{\Delta V_1}{N_1} = \frac{\Delta V_2}{N_2}$$

المميز في الفيزياء

الفصل الدراسي الثاني للتوجيهي العلمي والصناعي

إعداد المعلم: عبد الفتاح أبو الحاج

تابعنا على:

قناة المميز ALMOMAIZ على اليوتيوب

وصفحة المميز ALMOMAIZ على الفيس بوك

للتواصل على رقم (0780199072)

ALmomaiz educational channel
ALMOMAIZ
ALMOMAIZ
ABEDALFATTAHABUALHAJ
Tc-Abedalfattah Abualhaj
0780199072

ALmomaiz educational channel
ALMOMAIZ
ALMOMAIZ
ABEDALFATTAHABUALHAJ
Tc-Abedalfattah Abualhaj
0780199072