

## مراجعة عامة لدروس وحدات الفصل



### تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف العاشر المتقدم ← فيزياء ← الفصل الثالث ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 21:15:52 2025-05-27

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل  
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة  
فيزياء:

إعداد: مدرسة الشروق الخاصة

### التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر المتقدم



صفحة المناهج  
الإماراتية على  
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

### المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الثالث

تجميعية أسئلة وفق الهيكل الوزاري القسم الالكتروني بدون الحل

1

حل تجميعية تدريبات وفق الهيكل الوزاري حسب منهج انسابير

2

الهيكل الوزاري الجديد 2025 منهج بريدج

3

الهيكل الوزاري الجديد 2025 منهج انسابير المسار المتقدم

4

حل أسئلة الامتحان النهائي القسم الالكتروني منهج انسابير

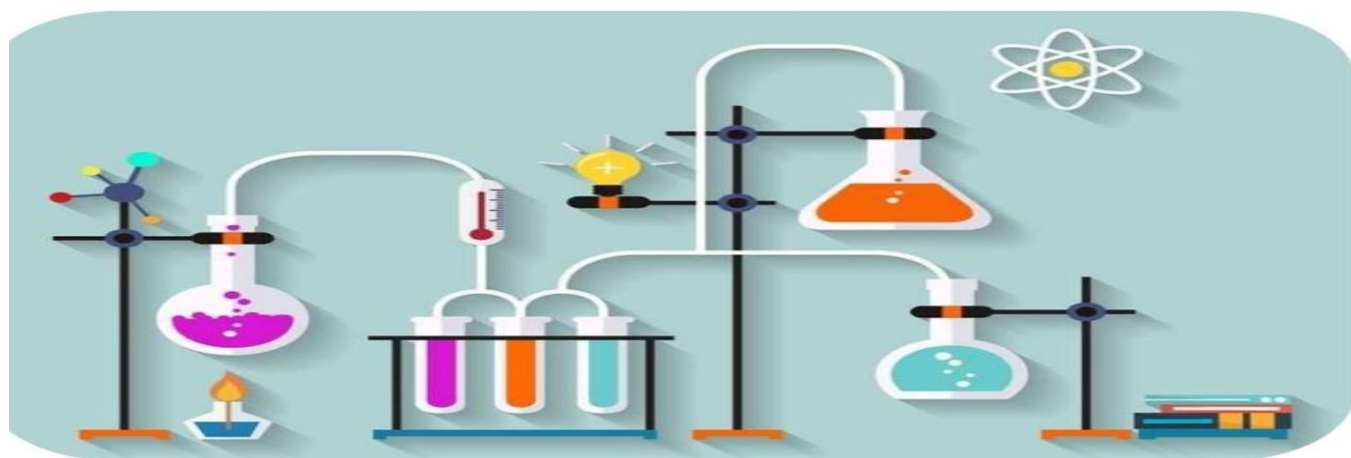
5

# مراجعة مادة الفيزياء

## الصف 10 المتقدم

### الفصل الدراسي الثالث

## 2025-2024



ملاحظة : المراجعة والهياكل لا تغني عن الكتاب المدرسي

## الفصل الثالث : دوائر التوالي والتوازي

### 3-1: الدوائر الكهربائية البسيطة

وجه المقارنة	التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
المفهوم	دائرة كهربائية يكون مقدار التيار الكهربائي المار في أجزائها متساويا، ويكون مجموع الجهود فيها مساويا لجهد المصدر.	دائرة كهربائية تحتوي مسارات متعددة للتيار الكهربائي ، ويكون مجموع التيارات فيها مساويا لتيار المصدر (الرئيسي)
الرسم		
التيار الكهربائي	$I_{total} = I_A = I_B = I_C = \dots$ التيار المار بالمقاومات لا يتوزع ، ويكون متساويا ومساويا للتيار الخارج من المصدر.	$I_{total} = I_A + I_B + I_C + \dots$ التيار يتوزع ، ويكون التيار الخارج من المصدر مساويا لمجموع التيارات في المقاومات.
الجهد الكهربائي (المبوط بالجهد)	$V_{total} = V_A + V_B + V_C + \dots$ يتوزع الجهد على المقاومات ، ويكون جهد المصدر مساويا لمجموع الجهود على المقاومات.	$V_{total} = V_A = V_B = V_C = \dots$ الجهد على المقاومات يكون متساو ومساويا لجهد المصدر.
المقاومة المكافئة	$R_{total} = R_A + R_B + R_C + \dots$ المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المفردة. وتكون المقاومة المكافئة أكبر من أي من المقاومات.	$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} + \dots$ مقلوب المقاومة المكافئة يساوي مجموع مقلوب المقاومات المفردة ويكون مقدار المقاومة المكافئة أصغر من أقل مقاومة.
قانون الجزيء	$V_B = \left( \frac{R_B}{R_B + R_A} \right) V_{tot}$ 	$I_B = \left( \frac{R_A}{R_B + R_A} \right) I_{tot}$ 

## دوائر التوالي الكهربائية

س: أثبت أن المقاومة المكافئة في حالة التوصيل على التوالي تساوي  $R_{tot} = R_A + R_B + R_C + \dots$

$$V_{total} = V_A + V_B + V_C + \dots$$

$$R_{tot} I = R_A I + R_B I + R_C I + \dots$$

$$\therefore R_{tot} = R_A + R_B + R_C + \dots$$

**المقاومة المكافئة:** مقاومة مفردة تحل محل مجموعة مقاومات بحيث يمر فيها نفس التيار ونفس الجهد لمجموعة المقاومات.

**عل:** يكون مجموع التغيرات في الجهد عبر كل عناصر الدائرة الكهربائية صفراً.

ج: لأن مصدر الجهد يعمل على رفع الجهد بمقدار يساوي مجموع الهبوط في الجهد الناتج عن مرور التيار في جميع المقاومات الكهربائية.

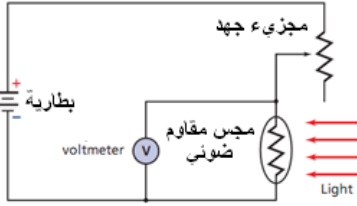
## مجريء الجهد

يعتبر مجريء الجهد احدى التطبيقات على دوائر التوالي.

**مجريء الجهد:** دائرة توالي تستخدم لانتاج مصدر جهد بالقيمة المطلوبة من بطارية ذات جهد كبير.

**استخدامات مجرئات الجهد:** تستخدم في المجسات الضوئية وهي مقياس لكمية الضوء.

س: كيف تعمل المجسات الضوئية؟



- 1- عند سقوط الضوء على المقاومة الضوئية ، تقل المقاومة وبالتالي يقل الهبوط في الجهد بين طرفيها تبعاً للعلاقة (  $V=RI$  ) ، ولذا تقل قراءة الفولتمتر .
- 2- عندما يقل الضوء الساقط على المقاومة الضوئية ، تزيد المقاومة وبالتالي يزيد الهبوط في الجهد بين طرفيها، فتزيد قراءة الفولتمتر.
- 3- يتم تحويل الجهد الناتج عن المقاوم الضوئي كمقياس للاستضاءة.

## دوائر التوازي الكهربائية

س: أثبت أن المقاومة المكافئة في حالة التوصيل على التوازي تساوي  $\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} + \dots$

$$I_{total} = I_A + I_B + I_C + \dots$$

$$\frac{V}{R_{tot}} = \frac{V}{R_A} + \frac{V}{R_B} + \frac{V}{R_C} + \dots$$

$$\therefore \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} + \dots$$

**ملاحظات مهمة:**

1- فروع دائرة التوازي لا يعتمد بعضها على بعض . فعند فصل احد المقاومات على التوازي ، فان التيار المار في بقية المقاومات يبقى ثابتاً ولا يتغير.

$$R_{tot} = \frac{R_A \times R_B}{R_A + R_B}$$

2- المقاومة المكافئة لمقاومتين  $R_A, R_B$  موصلتين على التوازي تساوي حاصل ضربهما على حاصل جمعهما أي أن

3- المقاومة المكافئة لعدد (N) من المقاومات المتساوية موصلة معا على التوازي تساوي عدد المقاومات مقسوماً على مقدار المقاومة الواحدة. أي أن:

$$R_{tot} = \frac{R}{N}$$

س : علل لما يأتي :

- 1- لا يتغير التيار بالمقاومات الموصلة على التوازي عند فصل احداها.  
ج: لأن قيمة مقدار التيار يعتمد على فرق الجهد بين طرفي المقاوم ومقدار مقاومته ، وهما ما لم يتغيرا.
- 2- تصميم دوائر مصابيح الزينة على التوازي.  
ج: حتى لا تتوقف المصابيح عن العمل ، عندما يتعطل أحد هذه المصابيح.
- 3- على الرغم من قلة تكلفة صناعة أسلاك مصابيح الزينة عند توصيلها على التوالي ، إلا أنها غير مرغوبة عند معظم المستهلكين.  
ج: لأنه عندما يتعطل أحد المصابيح ، تتوقف سائر المصابيح عن العمل.

### سطوع المصابيح في دوائر التوالي والتوازي

- يتناسب سطوع اضاءة المصباح الكهربائي طرديا مع القدرة المستنفذة فيه ، فكلما كانت القدرة المستنفذة أكبر كان سطوع المصباح الكهربائي أكثر.
- 1- في حالة التوصيل على التوازي:  
$$P = \frac{V^2}{R}$$
يزداد سطوع المصباح كلما كانت مقاومته أصغر ، لأن القدرة المستنفذة تزيد تبعا للعلاقة
- 2- في حالة التوصيل على التوالي:  
$$P = I^2 R$$
يزداد سطوع المصباح كلما كانت مقاومته أكبر ، لأن القدرة المستنفذة تزيد تبعا للعلاقة
- تزداد سخونة المقاوم الكهربائي بزيادة القدرة الكهربائية المستنفذة فيه تماما كما هو الحال في اضاءة المصابيح الكهربائية.

**سؤال :** مصباحان كهربائيان قدرة الأول 50W والثاني قدرته 80W ، يعملان على نفس فرق الجهد الكهربائي 120V ، استخدمنا في دائرة كهربائية ، أي المصباحين يكون سطوعه أكبر في كل من الحالتين التاليين مع ذكر السبب:

أ- عند توصيل المصباحين على التوازي مع مصدر الجهد.

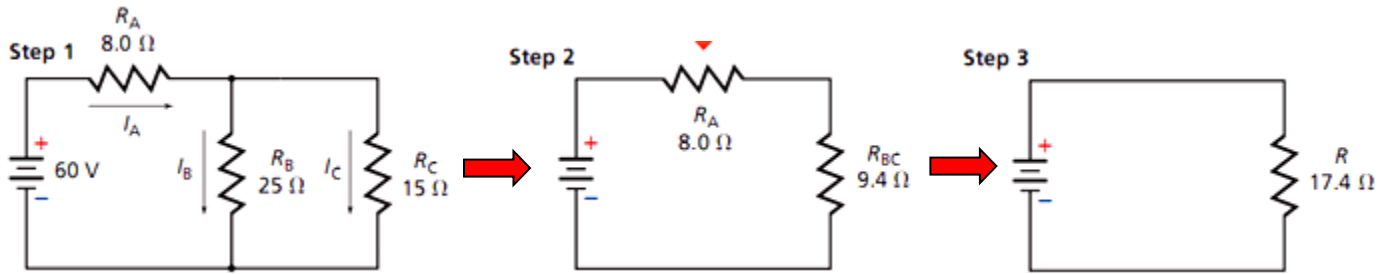
المصباح الذي قدرته 80W يكون سطوعه أكبر ، لأن القدرة المستنفذة فيه أكبر ( مقاومته أصغر ) تبعا للعلاقة  $P = \frac{V^2}{R}$

ب- عند توصيل المصباحين على التوالي مع مصدر الجهد.

المصباح الذي قدرته 50W يكون سطوعه أكبر ، لأن القدرة المستنفذة فيه أكبر ( مقاومته أكبر ) تبعا للعلاقة  $P = I^2 R$

### خطوات حل المسائل

- 1- نرسم رسم تخطيطي للدائرة الكهربائية.
- 2- نحدد المقاومات المتصلة على التوازي ونوجد المقاومة المكافئة لها.
- 3- نرسم رسم تخطيطي جديد يحتوي على المقاومة المكافئة الجديدة.
- 4- نحدد المقاومات المتصلة على التوالي ونوجد المقاومة المكافئة لها.
- 5- نرسم رسم تخطيطي يحتوي على المقاومة المكافئة الجديدة.
- 6- نكرر الخطوات السابقة حتى تختصر مقاومات الدائرة كلها في مقاوم واحد.
- 7- نوجد التيار الكلي من العلاقة  $I_{tot} = \frac{V}{R_{tot}}$ ، ثم نرجع في المسألة عكسيا لإيجاد التيار وفرق الجهد لجميع المقاومات.



### تدريبات متنوعة على دوائر التوالي

**تدريب 1:** وصلت المقاومات  $5\ \Omega$  و  $15\ \Omega$  و  $10\ \Omega$  في دائرة توال كهربائية ببطارية جهدها  $90V$ .

أ- ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة ؟

ب- ما مقدار التيار المار فيها ؟

.....

.....

.....

**تدريب 2:** وصل طرفا سلك بعشرة مصابيح ذات مقاومات متساوية ومتصلة على التوالي بمصدر جهد مقداره  $120V$  فإذا كان التيار المار

في المصباح  $0.06A$  فاحسب مقدار:

أ- المقاومة المكافئة للدائرة.

.....

.....

.....

ب- مقاومة كل مصباح .

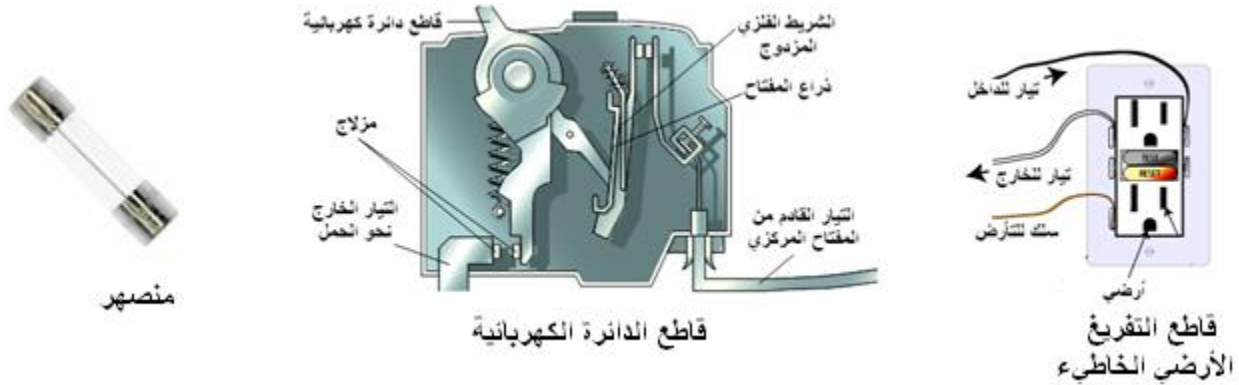
.....

.....

### 3-1: تطبيقات الدوائر الكهربائية

#### أدوات الحماية والسلامة

- 1- **المنصهر الكهربائي**: قطعة قصيرة من الفلز ذات سمك معين ، تنصهر عندما يمر تيار كبير ، مما يؤدي لقطع التيار الكهربائي عن الدائرة ، وبالتالي يحمي الدائرة من التلف، ويكون سمك القطعة ملائماً للتيار اللازم لعمل الدائرة.
- 2- **قاطع الدائرة الكهربائية**: مفتاح كهربائي آلي يعمل على فتح الدائرة الكهربائية عندما يتجاوز مقدار التيار المار فيها القيمة المسموح بها، مما يؤدي لقطع التيار وبالتالي حماية الدائرة من التلف.
- 3- **قاطع التفريغ الأرضي الخاطئ**: دائرة الكترونية تستشعر الفروقات البسيطة في التيار الكهربائي الناجمة عن مسار اضافي للتيار فتعمل على فتح الدائرة الكهربائية ، وبالتالي تمنع الاصابات الناتجة عن مرور التيار في مسارات أخرى كالأشخاص أو الماء وغيرها.



س: ما وظيفة كل من المنصهرات وقواطع الدوائر الكهربائية ؟

- أ- منع حدوث حمل زائد في الدائرة ، والناتج عن تشغيل عدة أجهزة في الوقت نفسه.  
ب- منع حدوث حمل زائد في الدائرة والناتج عن حدوث دائرة القصر.

س: ما المقصود بدائرة القصر؟

هي دائرة كهربائية تكون فيها مقاومة الدائرة صغيرة جدا ( كتلك الناتجة عن توصيل مجموعة من الأجهزة على التوازي)، مما يجعل التيار المار فيها كبير جدا، فيؤدي ذلك لانتاج طاقة حرارية كافية لصهر الأسلاك ، مما يؤدي ذلك لتلامس الأسلاك.

علل لما يلي: تلزم القوانين المتعلقة بالمباني بتركيب قواطع التفريغ الكهربائي في كل من الحمام والمطبخ والمنافذ الكهربائية الخارجية .

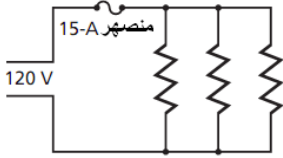
ج: لأنها تعمل على فتح الدائرة الكهربائية عند استشعار أي فروقات بسيطة في التيار الكهربائي الناتجة عن أي مسار إضافي للتيار فيمنع حدوث الإصابات.

مثال محلول:

وصلت 3 أجهزة تلفاز ، مكواة كهربائية ومجفف شعر قدرتها 1440W , 720W , 240W على التوازي بمصدر جهد مقداره 120 V أجب

عما يلي:

أ- احسب شدة التيار المار في كل جهاز.



$$P = IV \Rightarrow I = \frac{P}{V}$$

$$I_1 = \frac{240}{120} = 2A$$

$$I_2 = \frac{720}{120} = 6A$$

$$I_3 = \frac{1440}{120} = 12A$$

أ- احسب مقاومة كل جهاز.

$$V = RI \Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

$$R_1 = \frac{120}{2} = 60\Omega$$

$$R_2 = \frac{120}{6} = 20\Omega$$

$$R_3 = \frac{120}{12} = 10\Omega$$

ب- احسب المقاومة المكافئة للأجهزة.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{60} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10}$$

$$R = 6\Omega$$

ت- وضح على الرسم كيف يمكنك تثبيت منصهر كهربائي لحماية الأجهزة الكهربائية من التلف. ثم احسب التيار الكلي المار فيه.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{6} = 20A$$

ث- اذا تلفت الطبقة العازلة بين السلكين وتلامس السلكين (دائرة قصر) وانخفضت مقاومة الدائرة الى  $0.01\Omega$ . فأجب عما يلي:

1- احسب شدة التيار المار في الدائرة في هذه الحالة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{0.01} = 12000A$$

2- هل تلفت الأجهزة الكهربائية في هذه الحالة . فسر اجابتك.

ج: لا تتلف. لأن التيار الكبير الناتج يؤدي لصهر المنصهر الكهربائي أو فتح القاطع الكهربائي مما يؤدي لفتح الدائرة الكهربائية وحمايتها من التلف.



## تدريبات متنوعة

**تدريب 1:** صممت شبكة كهربائية في احد المنازل بحيث تحمل تيارا اقصى 10A وفرق الجهد مقدارة 220V هل يستطيع صاحب المنزل استخدام أجهزة مختلفة في الوقت نفسه مجموع قدراتها 2500W وضح ذلك رياضيا ؟

**تدريب 2:** يوضح الشكل المجاور 3 مقاومات موصولة علي التوالي قدرة كل منها 5.0W . احسب:

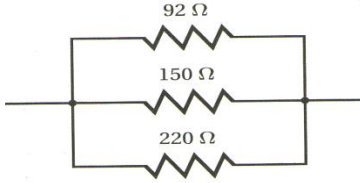
أ- القيمة العظمي للجهد الآمن الذي يمكن تطبيقه علي المقاومات .

ب- القيمة العظمي للقدرة الآمنة في الدائرة الموضحة .



**تدريب 3:** احسب القيمة العظمي للجهد الآمن الذي يمكن تطبيقه علي المقاومات الثلاثة الموصولة علي التوازي والموضحة بالشكل إذا

كانت قدرة كل منها 5.0W



**تدريب 4:** تتكون دائرة كهربائية من ستة مصابيح ومدفأة كهربائية موصولة جميعا على التوازي. فإذا كانت قدرة كل مصباح 60W

ومقاومته 240Ω، ومقاومة المدفأة 10Ω، وفرق الجهد في الدائرة يساوي 120V . فأجب عما يلي:

1- احسب التيار المار في الدائرة في الحالات التالية:

أ- أربعة مصابيح فقط مضاءة.

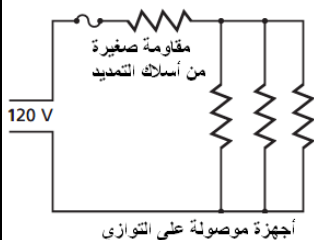
ب- جميع المصابيح مضاءة.

ت- المصابيح الستة والمدفأة تعمل.

2- إذا احتوت الدائرة على منصهر كتب عليه 12A . فهل ينصهر إذا شغلت المصابيح الستة والمدفأة؟

## الدوائر الكهربائية المركبة

**الدائرة الكهربائية المركبة:** الدائرة التي تحتوي على نوعي التوصيل التوالي والتوازي معا في دائرة واحدة.



**علل لما يلي: ضعف اضاءة المصباح عند تشغيل مجفف الشعر في المنزل على الرغم من توصيلهما على التوازي.**

ج: لأن مقاومة أسلاك التمديدات المنزلية لها مقاومة صغيرة موصولة على التوالي مع دائرة التوازي، وبتوصيل المجفف تقل المقاومة المكافئة ويؤدي ذلك الى زيادة التيار الكلي المار في أسلاك التمديد (زيادة الطاقة الضائعة فيها) ونقصان التيار المار في المصباح وبالتالي ضعف الاضاءة. لاحظ الشكل الموضح أمامك.

## الأميترات والفولتметры

الأداة/ وجه المقارنة	الأميتر	الفولتметр
الاستخدام	جهاز يستخدم لقياس التيار الكهربائي المار في أي جزء من الدائرة الكهربائية.	جهاز يستخدم لقياس الهبوط في الجهد في أي جزء من الدائرة الكهربائية.
مقاومة الجهاز	صغيرة	كبيرة
تركيبه	ملف يتصل مع مقاومة صغيرة على التوازي	ملف يتصل مع مقاومة كبيرة على التوالي
طريقة توصيله في الدائرة	يوصل على التوالي في الدائرة	يوصل على التوازي في الدائرة
الرسم		

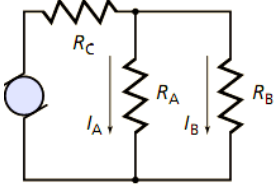
**س: علل لكل مما يلي:**

- 1- يصمم الأميتر بحيث تكون مقاومته صغيرة جدا.  
ج: حتى لا يؤثر استخدام الأميتر في قيمة التيار المار في الدائرة والمقاوم.
- 2- يتم توصيل مقاومة صغيرة على التوازي مع ملف الأميتر.  
ج: حتى تجعل مقاومة الأميتر صغيرة جدا ، وبالتالي لا تؤثر في شدة تيار الدائرة.
- 3- يصمم الفولتметр بحيث تكون مقاومته كبيرة جدا.  
ج: حتى يكون التغير في التيارات وفروق الجهد في الدائرة أقل ما يمكن .
- 4- يتم توصيل مقاومة كبيرة جدا على التوالي مع ملف الفولتметр.  
ج: حتى تكون المقاومة الكلية لجهاز الفولتметр كبيرة جدا، وبالتالي يكون التغير في التيارات وفروق الجهد في الدائرة صغير جدا يمكن اهماله.

## تدريبات متنوعة

**تدريب 1:** وصل مجفف شعر مقاومته  $12.0\Omega$  ومصباح كهربائي مقاومته  $125\Omega$  معا علي التوازي بمصدر جهد مقدارة  $125V$

موصول معه مقاوم  $1.5\Omega$  علي التوالي كما بالشكل . اوجد التيار المار في المصباح عند تشغيل المجفف .



.....

.....

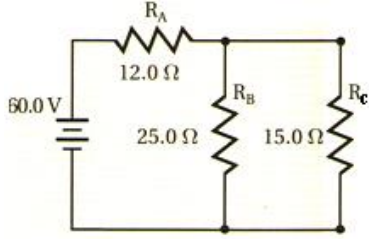
.....

.....

.....

**تدريب 2:** من خلال الشكل الموضح :- اجب عما يلي:

أ- ما مقدار المقاومة المكافئة ؟



.....

.....

.....

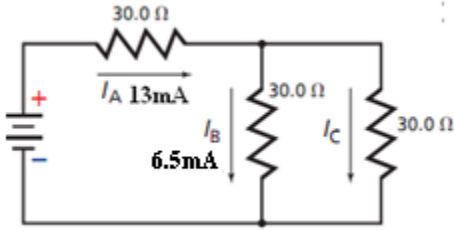
ب- احسب التيار المار في المقاوم  $25\Omega$

.....

.....

**تدريب 3:** بالرجوع الى الشكل الموضح أمامك . أجب عن الأسئلة التالية:

أ- احسب المقاومة المكافئة للدائرة.



.....

.....

.....

ب- احسب القدرة الكلية المستنفذة ، اذا علمت أن كل مقاوم يستنفذ  $120mW$  .

.....

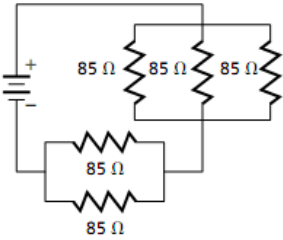
.....

ت- احسب مقدار التيار  $I_C$  .

.....

.....

**تدريب 4 :** احسب المقاومة المكافئة للمقاومات الموضحة بالشكل المجاور.



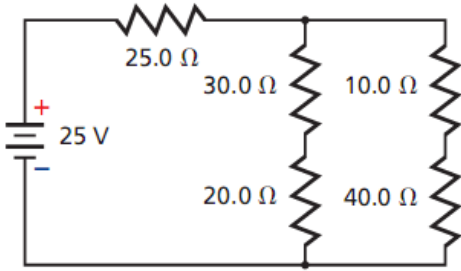
.....

.....

.....

**تدريب 5:** من الشكل التالي :- اجب عما يلي :-

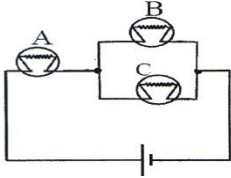
أ- ما مقدار المقاومة المكافئة



ب- احسب مقدار التيار المار في المقاومة 25 Ω ؟

ج) أي المقاومات يكون الاسخن وأيها يكون الأبرد ؟

**تدريب 6:** ثلاثة مصابيح ضوئية متماثلة (مقاومتها متساوية) موصولة مع بطارية كما بالشكل ادناه



1- قارن بين درجات سطوع المصابيح الثلاثة ؟

سطوع المصباحين B و C متساويين و أقل من سطوع المصباح A بأربع مرات.

2- إذا أزيل المصباح C فماذا يحدث لسطوع المصباحين A و B ؟

يقل سطوع A ويزداد سطوع B مقارنة بالحالة الأولى ، ويكون المصباحان متساويان في السطوع بعد ازالة المصباح.

**تدريب 7:** مصباحين مقاومة الأول 240Ω ومقاومة الثاني 144Ω يعملان على جهد كهربائي 120V قد استخدمنا في دائرة إضاءة أي

المصباحين يكون سطوعه أكبر في الحالتين التاليتين مع ذكر السبب :-

1- عند توصيل المصباحين على التوازي مع مصدر الجهد.

ج: المصباح الذي مقاومته 144Ω يكون سطوعه أكبر لأن سطوع المصباح يتناسب طرديا مع القدرة المستنفذة تبعا للعلاقة  $P = \frac{V^2}{R}$

2- إذا وصلا المصباحين على التوالي مع مصدر الجهد

ج: المصباح الذي مقاومته 240 Ω يكون سطوعه أكبر لأن سطوع المصباح يتناسب طرديا مع القدرة المستنفذة تبعا للعلاقة  $P = I^2 R$

**تدريب 8:** يتصل 11 مصباحا كهربائيا معا على التوالي وتتصل المجموعة على التوالي بمصباحين كهربائيين يتصلان على التوازي فإذا

كانت المصابيح جميعها متماثلة . فأجب عن الأسئلة التالية:

أ- أيها يكون سطوعه أكبر ؟

ج: يكون 11 مصباحا سطوعهم أكبر لأن المصابيح الموصلة على التوازي يصلها نصف التيار الذي يصل لتلك الموصلة على التوالي . وبالتالي يكون سطوعها أقل بمقدار الربع تبعا للعلاقة  $P = I^2 R$  .

ب- إذا احترق أحد المصباحين الموصلين على التوازي. ماذا يحدث لإضاءة المصابيح؟

عندئذ تصبح جميع المصابيح العاملة موصولة على التوالي ، وتتوهج جميعها (12 مصباح) بالشدة نفسها.

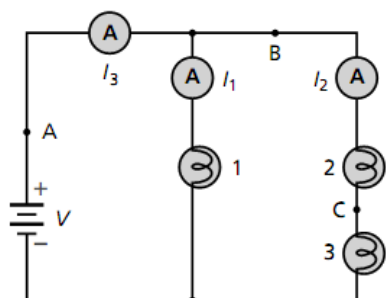
ت- إذا حدث دائرة قصر لأحد المصباحين المتصلين على التوازي. ماذا يحدث لإضاءة المصابيح؟

المصباحان المتوازيان لن يضيئا ، أما المصابيح 11 المتصلة على التوالي ، يكون سطوعها متساو ولكن أكبر من قبل، لأن المقاومة الكلية قد قلت.

**تدريب 9:** حدد نوع الدائرة المستخدمة فيما يلي :

النوع	الوصف	النوع	الوصف
التوالي	اضافة مقاوم الى الدائرة يزيد المقاومة المكافئة.	التوالي	التيار متساو في جميع أجزاء الدائرة
التوازي	الهبوط في الجهد عبر كل مقاوم في الدائرة متساو.	التوالي	المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المفردة
التوازي	إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفرا ، لن يتغير مقادير التيارات الكهربائية المارة في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.	التوالي	إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفرا ، لن يمر تيار في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.
التوازي	نوع من التوصيل مناسب لتمديدات الأسلاك في المنازل.	التوالي	الهبوط في الجهد في الدائرة يتناسب طرديا مع المقاومة.
		التوازي	اضافة مقاوم الى الدائرة يقلل المقاومة المكافئة.

**تدريب 10:** تتكون دائرة كهربائية من ثلاثة مصابيح متماثلة كما بالشكل المجاور . أجب عن الأسئلة التالية:

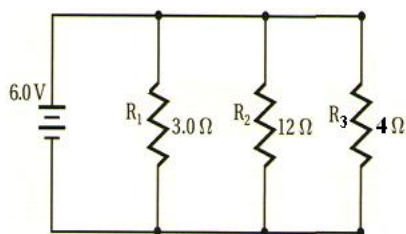


1- قارن بين المصابيح من حيث : أ- سطوعها ب- سخونتها.

2- إذا كان التيار  $I_1 = 1.1A$  ,  $I_3 = 1.65A$  , فما مقدار التيار المار في المصباح 2؟

3- إذا وصل مقاوم صغير بين المصباحين 2،3 ، فماذا يحدث لسطوع كل منهما؟

4- عند وصل فولتيمتر بين طرفي المصباح 2 كانت قراءته  $3.8V$  . وعند وصل فولتيمتر آخر بين طرفي المصباح 3 كانت قراءته  $4.2V$  ، ما مقدار جهد البطارية؟



**تدريب 11:** في الشكل المقابل . أجب عما يلي :

أ- أي المقاومات تكون الأسخن ؟ وضح اجابتك.

ب- إذا تم توصيل المقاومات السابقة على التوالي فأيهما يكون الأسخن؟

## الفصل الرابع : المجالات المغناطيسية

### 4-1: المغناط الدائمة والمؤقتة

#### نبذة تاريخية



الحجر المغناطيسي

- عرفت المغناط والمجالات الكهربائية منذ أكثر من 2000 سنة.
- استخدم البحارة الصينيون المغناط في صورة بوصلات ملاحية قبل 900 سنة.
- درس العلماء الحجر المغناطيسي " المغناطيس الطبيعي" منذ القدم وفي انحاء العالم كافة.

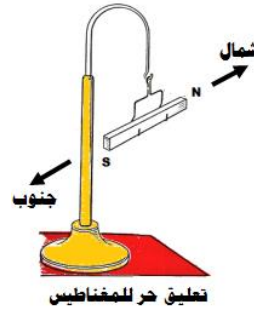
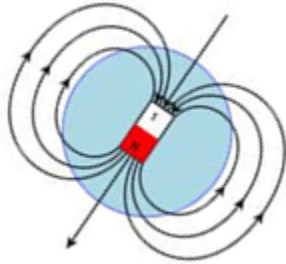
#### استخدامات المغناط في حياتنا اليومية

**تستخدم المغناط في الكثير من الأجهزة مثل:** المولدات الكهربائية، والمحركات الكهربائية البسيطة، وأجهزة التلفاز، وأجهزة العرض التي تعمل بواسطة الأشعة المهبطية، وأشرطة التسجيل، ومشغلات الأقراص الصلبة الموجودة داخل أجهزة الحاسوب . وتعتمد جميعها على الآثار المغناطيسية للتيار الكهربائي.

**تطبيقات أخرى على المغناط:** البوصلة- استخدام المغناط لالتقاط المواد المعدنية- المغناطيسات الكهربائية.

#### الخصائص العامة للمغناط

- 1- المغناطيس "مستقطب" , أي له قطبان متعاكسان احدهما شمالي ( الباحث عن الشمال) والآخر جنوبي ( الباحث عن الجنوب).
  - البوصلة:** مغناطيس صغير حر الدوران.
  - 2- الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب.
  - 3- لا توجد أقطاب مفردة في المغناط , أي لا يمكن فصل الأقطاب عن بعضها , فعند تقسيم المغناطيس الى نصفين ينتج مغناطيسان جديداً أصغر, كل منهما له قطبان.
  - 4- تشير دائما الى اتجاه ( الشمال – الجنوب), وهو ما يفسر أن الأرض نفسها عبارة عن مغناطيس كبير.
- حيث يشير القطب الشمالي لآبرة البوصلة نحو الشمال الجغرافي حيث يوجد القطب المغناطيسي الجنوبي للأرض.  
ويشير القطب الجنوبي لآبرة البوصلة نحو الجنوب الجغرافي حيث يوجد القطب المغناطيسي الشمالي للأرض.



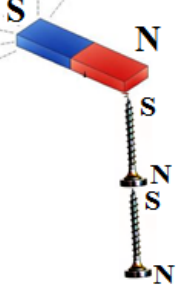
## علل لما يأتي :- تعتبر الأرض مغناطيس عملاق .

لأنه عند تعليق المغناطيس تعليقاً حراً فإن المغناطيس تتجه دائماً إلى (شمال – جنوب) ، فيشير القطب الشمالي لها جهة الشمال الجغرافي وبالتالي فإن القطب المغناطيسي الجنوبي للأرض يقع بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي لها .

## تأثير المغناطيس في المواد الأخرى

### علل : عند ملامسة المغناطيس لمادة فلزية معدنية كالمسامير والدبابيس ومشابك الورق فإنه يقوم بجذبها باتجاهه.

ج: لأنه عند تقريب أو ملامسة المغناطيس للمادة الفلزية ، فإنها تصبح مغناطيساً مؤقتاً ( أي تصبح مستقطبة ) ، ويكون لها قطبان شمالي وجنوبي ، ويكون الطرف القريب من المغناطيس قطباً مخالفاً ، أما الطرف البعيد فيكون قطباً مشابهاً مما يؤدي لانجذابها.



- 1- يعتمد قطبية المغناطيس المؤقت المتكون ( المادة الفلزية ) على قطبية المغناطيس المؤثر.
- 2- عند أبعاد المغناطيس الأصلي فإن المادة الفلزية تفقد جزءاً من مغناطيسيتها تدريجياً.
- 3- تختلف المواد من حيث احتفاظها بالمغطة ، فالحديد المطاوع مثلاً يفقد مغنطته بشكل كامل عند أبعاد المغناطيس.
- 4- تتمغنط المواد الفلزية من خلال الملامسة أو الحث.

## المجالات المغناطيسية حول المغناط

### تعريف المجال المغناطيسي

المنطقة المحيطة بالمغناطيس أو حول سلك أو ملف يتدفق فيه تيار، حيث توجد فيها آثار القوة مغناطيسية.



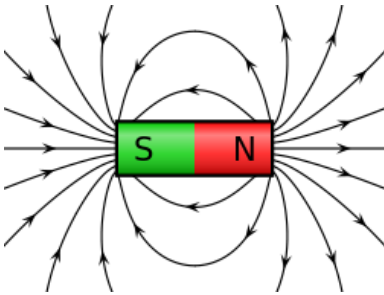
**تمثيل المجال المغناطيسي:** يمثل المجال المغناطيسي بواسطة خطوط وهمية تسمى "خطوط المجال المغناطيسي" .

### أهمية خطوط المجال المغناطيسي:

- 1- تساعدنا على تصور المجال المغناطيسي.
- 2- توفر لنا القدرة على قياس شدة المجال المغناطيسي.

### خصائص خطوط المجال المغناطيسي:

- 1- هي خطوط وهمية .
- 2- تتركز وتتكاثر عند قطبي المغناطيس وتتعدى عند مركزه أي أن التدفق المغناطيسي يكون أكبر ما يمكن عند القطبين.
- التدفق المغناطيسي:** عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق السطح. والتدفق عبر وحدة المساحات يتناسب طردياً مع شدة المجال المغناطيسي.
- 3- تخرج دائماً من القطب الشمالي وتدخل في القطب الجنوبي في خارج المغناطيس ، أما في داخل المغناطيس فإنها تبدأ من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لتشكل حلقات مغلقة.
- اتجاه خط المجال المغناطيسي:** الاتجاه الذي يشير إليه القطب الشمالي لابريرة البوصلة عند وضعها في المجال المغناطيسي.
- 4- لا تتقاطع أبداً لأن لكل خط اتجاه واحد.



### علل: لا توجد في المغناطيس أقطاب مفردة.

ج: لأن خطوط المجال تشكل حلقات مغلقة دائما بدءا من القطب الشمالي الي القطب الجنوبي خارج المغناطيس ثم تكمل دورتها داخل المغناطيس دائما من القطب الجنوبي الي القطب الشمالي .

### تخطيط المجال المغناطيسي:

يمكن تخطيط المجال المغناطيسي عمليا باستخدام برادة حديد من خلال رشها حول المغناطيس في محلول الجليسول, فتنترتب برادة الحديد في اتجاه خطوط المجال المغناطيسي, ولتحديد اتجاه خطوط المجال نستخدم ابرة بوصلة عند المواقع المختلفة حول المغناطيس.



### علل: تنترتب برادة الحديد عند رشها حول المغناطيس.

ج: لأن كل قطعة صغيرة من برادة الحديد تصبح مغناطيسا صغيرا بواسطة الحث كالبوصلة, ولذلك تدور البرادة حتى تصبح موازية للمجال المغناطيسي.

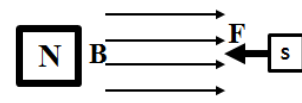
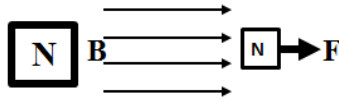
### س: ارسم المجال المغناطيسي الناتج مما يلي:

2- مغناطيسان متقابلان وأقطابهما المختلفة متقابلة	1- مغناطيسان متقابلان وأقطابهما المتشابهة متقابلة
4- مغناطيسان متوازيان وأقطابهما المتشابهة متقابلة	3- مغناطيسان متوازيان وأقطابهما المختلفة متقابلة



## القوة المؤثرة في الأجسام الموضوعة في مجالات مغناطيسية:

- 1- القوة المؤثرة على قطب شمالي لمغناطيس موضوع في مجال مغناطيسي يكون اتجاهها في نفس اتجاه خطوط المجال.
- 2- القوة المؤثرة على قطب جنوبي لمغناطيس موضوع في مجال مغناطيسي يكون اتجاهها في عكس اتجاه خطوط المجال.



**التمغنت بالحث:** هو تمغنت مادة فلزية عند وضعها في مجال مغناطيسي دون ملامستها للمغناطيس.

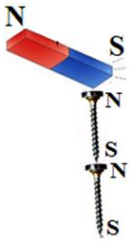
### تفسير التمعنت بالحث:

عند وضع العينة كالكوبلت أو الحديد أو النيكل في المجال المغناطيسي ، تتركز وتكاثف خطوط المجال بداخلها وتبدو خطوط المجال وكأنها تخرج من القطب الشمالي للمغناطيس وتدخل من أحد طرفي العينة لتمر خلالها وتخرج من الطرف الآخر الآخر لذا ، يكون طرف العينة القريب من القطب الشمالي للمغناطيس قطبا جنوبيا فتتجذب العينة نحو المغناطيس.

## أسئلة الكتاب النظرية



- س1: يبين الشكل خمسة مغناط في صورة اقراص مثقوبة بعضها فوق بعض فاذا كان القطب الشمالي للقرص العلوي متجها الي اعلي فما نوع القطب الذي سيكون نحو الاعلي للمغناط الاخرى ؟**  
ج: جنوبي وشمالي وجنوبي و شمالي



- س2: يجذب مغناطيس مسمارا ويجذب المسمار بدورة قطعا صغيرة كما بالشكل اذا كان القطب الشمالي للمغناطيس الدائم عن اليسار كما هو موضح فاي طرفي المسمار يمثل قطبا جنوبيا ؟**  
ج: الطرف السفلي (الراس المدبب)

- س3: علل تكون قراءة البوصلة المغناطيسية غير صحيحة احيانا.**  
ج: وذلك لوجود تأثير مغناطيسي من الاجسام القريبة منه والمصنوعة من الحديد والكوبلت والتي تعمل على تشويه المجال المغناطيسي الارضي.

- س4: كيف تطبق فكرة التنافر في انظمة النقل لتحسين كفاءة الطاقة ؟**  
ج: تستخدم في القطارات المغناطيسية مغناط قوية (مغناط كهربية ) لتوليد تنافر مغناطيسي بين القطار والسكة الحديد وبذلك نتخلص من التلامس الذي يسبب الاحتكاك بينهما .

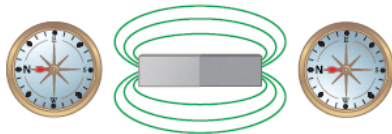
- س5: اين يكون المجال المغناطيسي اكبر عند القطبين ام عند خط الاستواء ؟وضح اجابتك**  
ج: يكون مقدار المجال المغناطيسي الارضي اكبر عند القطبين لان الخطوط تكون متقاربة عند القطبين

- س6: هل القوة المغناطيسية التي تؤثر بها الارض في الابرة المغناطيسية للبوصلة اقل او تساوي او اكبر من القوة التي تؤثر بها ابرة البوصلة في الارض ؟ وضح اجابتك.**  
ج: القوي متساوية وفقا لقانون نيوتن الثالث

- س7: يمثل الشكل استجابة البوصلة في موقعين مختلفين بالقرب من مغناطيس . أين يقع**

**القطب الجنوبي للمغناطيس ؟**

ج: على الطرف الأيمن لأن الأقطاب المختلفة تتجاذب.

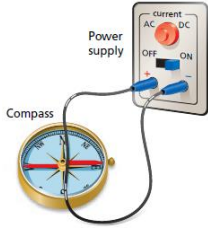


## الكهرومغناطيسية

### تجربة أورستد:

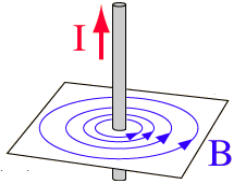
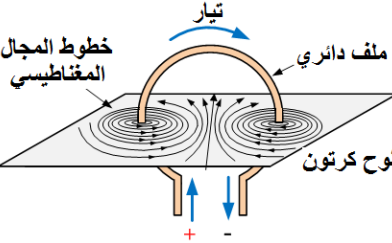
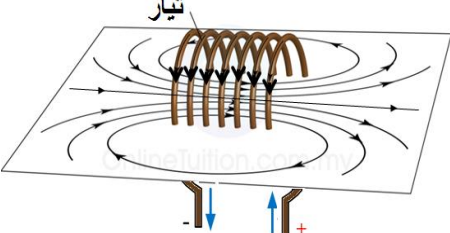
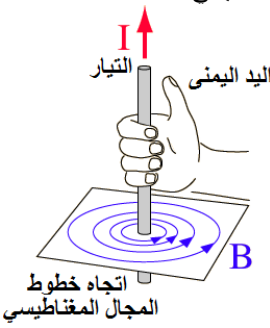


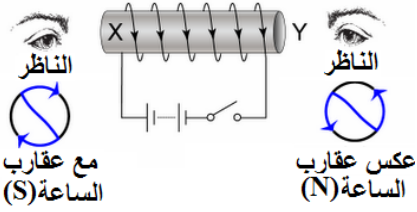
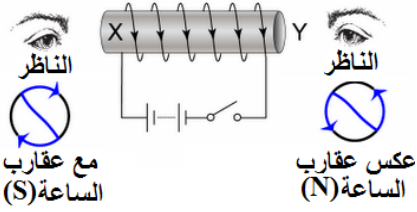
في العام 1820 وضع العالم الدنماركي أورستد سلكا يحمل تيار كهربائي مواز لابرة بوصلة حرة الحركة في المستوى الأفقي ( فوق محور البوصلة ) , ولاحظ انحراف ابرة البوصلة لتصبح في اتجاه عمودي على السلك.

الاستنتاج: التيار الكهربائي المار في موصل له مجالا مغناطيسيا.



### تحديد شكل واتجاه المجال المغناطيسي عمليا والناتج عن موصل يمر به تيار كهربائي

- 1- نضع الموصل المراد رسم مجاله المغناطيسي لينفذ من خلال لوح من الورق المقوى ( قطعة كرتون).
- 2- نرش برادة الحديد على اللوح ونقل الدائرة الكهربائية ليمر التيار الكهربائي.
- 3- نطرق اللوح برفق فتترتب برادة الحديد على شكل المجال المغناطيسي.
- 4- نستخدم البوصلة لتحديد اتجاه خطوط المجال المغناطيسي.

وجه المقارنة	السلك المستقيم	الملف الدائري (حلقة سلكية)	الملف الحلزوني
شكل المجال	<p>دوائر متحدة المركز حول السلك . وتكون خطوط المجال متزاحمة بالقرب من السلك , وتتباعد كلما ابتعدنا عنه.</p> 	<p>دوائر متحدة المركز حول السلك تخرج من أحد الوجهين وتدخل في الوجه الآخر. أما في مركز الملف فيتكون مجال منتظم.</p> 	<p><b>خارج الملف:</b> يشبه المجال الناتج عن قضيب مغناطيسي دائم. <b>داخل الملف:</b> المجال يكون على شكل خطوط متوازية بالقرب من محور الملف (مجال منتظم). عدا عند الأطراف</p> 
تحديد اتجاه المجال	<p><b>القاعدة الأولى لليد اليمنى:</b> عندما تمسك باليد اليمنى قطعة من سلك معزول , بحيث يشير الابهام لاتجاه التيار الاصطلاحي , فان الاصابع تشير لاتجاه المجال المغناطيسي.</p> 	<p><b>القاعدة الأولى لليد اليمنى:</b> عندما تمسك باليد اليمنى قطعة من سلك معزول , بحيث يشير الابهام لاتجاه التيار الاصطلاحي , فان الاصابع تشير لاتجاه المجال المغناطيسي.</p> 	<p><b>القاعدة الثانية لليد اليمنى:</b> عندما تمسك باليد اليمنى ملف معزول , بحيث تدور الاصابع حول اللفات في اتجاه التيار الاصطلاحي , فان الابهام يشير لاتجاه المجال المغناطيسي. (أو القطب الشمالي) المجال (القطب الشمالي)</p> 
الأقطاب المغناطيسية	<p>لا يوجد أقطاب مغناطيسية</p>	<p>يتكون قطبان مغناطيسيان عند وجهي الملف: 1-القطب الشمالي(N) : وتخرج منه خطوط المجال المغناطيسي. 2-القطب الجنوبي(S): وتدخل فيه خطوط المجال المغناطيسي.</p> 	<p>يتكون قطبان مغناطيسيان عند وجهي الملف: 1-القطب الشمالي(N) : وتخرج منه خطوط المجال المغناطيسي. 2-القطب الجنوبي(S): وتدخل فيه خطوط المجال المغناطيسي.</p> 

العوامل التي يتوقف عليها مقدار شدة المجال المغناطيسي	1- مقدار التيار الكهربائي المار بالسلك: كلما زادت شدة التيار في السلك زادت شدة المجال (تناسب طردي) 2- البعد عن السلك: كلما زاد البعد والمسافة عن السلك قل شدة المجال (تناسب عكسي)	1- مقدار التيار المار بالملف: يزداد شدة المجال بزيادة التيار (تناسب طردي) 2- عدد لفات الملف: كلما زادت عدد اللفات زاد شدة المجال (تناسب طردي) 3- نوع مادة القلب: يزداد شدة المجال باستخدام مادة نفاذيتها المغناطيسية كبيرة كالحديد. 4- نصف قطر الملف الدائري: يقل شدة المجال بزيادة نصف القطر (تناسب عكسي)	1- مقدار التيار المار بالملف: يزداد شدة المجال بزيادة التيار (تناسب طردي) 2- عدد لفات الملف: كلما زادت عدد اللفات زاد شدة المجال (تناسب طردي) 3- نوع مادة القلب: يزداد شدة المجال باستخدام مادة نفاذيتها المغناطيسية كبيرة كالحديد. 4- طول الملف الحلزوني: يقل شدة المجال بزيادة طوله (تناسب عكسي)
العوامل التي يتوقف عليها اتجاه المجال المغناطيسي	يعتمد اتجاه المجال المغناطيسي على اتجاه التيار المار في الموصل، وإذا عكس اتجاه التيار ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي.	يعتمد اتجاه المجال المغناطيسي على اتجاه التيار المار في الموصل، وإذا عكس اتجاه التيار ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي.	يعتمد اتجاه المجال المغناطيسي على اتجاه التيار المار في الموصل، وإذا عكس اتجاه التيار ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي.

**المغناطيس الكهربائي:** المغناطيس الذي ينشأ عن سريان تيار كهربائي خلال ملف.

**استخدامات المغناطيس الكهربائية:** تستخدم في روافع نقل الحديد والفولاذ في مواقع الصناعات.

**ملاحظة**



تتقارب خطوط المجال المغناطيسي في المناطق ذات شدة المجال المغناطيسي الكبيرة، وتتباعد في المناطق ذات الشدة الصغيرة.

**ملاحظة**



سوف نستخدم خلال دراستنا القادمة الرموز ( × ) , ( • ) لتحديد الاتجاهات:  
( × ): تعني أن الاتجاه عمودي على مستوى الصفحة وللداخل.  
( • ): تعني أن الاتجاه عمودي على مستوى الصفحة وللخارج.

**س: علل لما يأتي :-**

1- زيادة شدة المجال المغناطيسي لملف بزيادة عدد اللفات.

ج: لأن كل لفة تضيف مجالها إلى مجالات اللفات الأخرى ولأن هذه المجالات تكون في نفس الاتجاه فإن زيادة عدد اللفات يزيد من شدة المجال المغناطيسي للملف.

2- يزداد شدة المجال المغناطيسي (أو قوة المغناطيس الكهربائي) عندما يكون قلب الملف قضيب حديدي.

ج: لأن المجال المغناطيسي للملف يولد مجالا مؤقتا في القلب يضاف إلى مجال الملف نفسه، فتزيد شدة المجال المغناطيسي الكلي.

**س: قارن بين القاعدة الأولى والقاعدة الثانية لليد اليمنى.**

وجه المقارنة	القاعدة الأولى لليد اليمنى	القاعدة الثانية لليد اليمنى
الاستخدام	تحديد اتجاه المجال المغناطيسي المتولد بواسطة سلك أو حلقة سلكية بالنسبة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي.	تحديد اتجاه المجال المغناطيسي المتولد بواسطة مغناطيس كهربائي بالنسبة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي.
نص القاعدة	عندما تمسك باليد اليمنى قطعة من سلك معزول، بحيث يشير الإبهام لاتجاه التيار الاصطلاحي، فإن الأصابع تشير لاتجاه المجال المغناطيسي.	عندما تمسك باليد اليمنى ملف معزول، بحيث تدور الأصابع حول اللفات في اتجاه التيار الاصطلاحي، فإن الإبهام يشير لاتجاه المجال المغناطيسي. (أو القطب الشمالي)

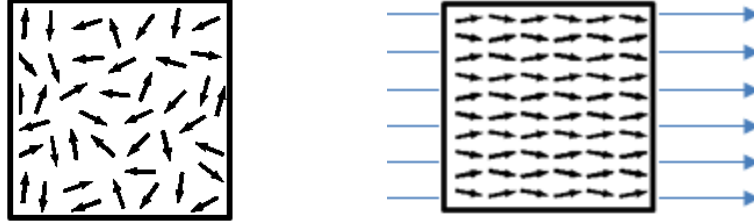
## الصورة المجهرية للمواد المغناطيسية

### المغطة المؤقتة:

- عند وضع مادة فيرومغناطيسية كالحديد أو النيكل أو الكوبلت في مجال مغناطيسي فانها تتمغنط أيضا ( أي تصبح مغناطيسا مؤقتا ) , وعند ابعاد المجال الخارجي يفقد العنصر مغنطته.
- قطبية المغناطيس المؤقت (ترتيب الأقطاب المغناطيسية ) تعتمد على اتجاه المجال الخارجي.

### نظرية المناطق المغناطيسية لتفسير المغطة المؤقتة والدائمة

- 1- كل الكترون في الذرة له مجال مغناطيسي ( أي يعمل كمغناطيس كهربائي صغير).
- 2- تترتب المجالات المغناطيسية للالكترونات في الذرات المتجاورة في الاتجاه نفسه مكونة " منطقة مغناطيسية" , حجمها صغير لا يتجاوز  $(10-1000\mu)$ .
- 3- العينة الصغيرة من المادة كالحديد مثلا تحتوي على عدد هائل من المناطق المغناطيسية , ولكن اتجاهاتها تكون عشوائية , فتلغي مجالاتها المغناطيسية بعضها البعض, لذلك فان قطعة الحديد لا تبدو ممغنطة.
- 4- عند وضع العينة كالحديد في مجال مغناطيسي خارجي تترتب المناطق المغناطيسية , لتصبح في نفس اتجاه المجال , فتصبح العينة ممغنطة.
- 5- في حالة المغناطيس المؤقت تعود المناطق الى عشوائيتها داخل العينة بعد ازالة المجال المغناطيسي الخارجي.
- 6- للحصول على مغناطيس دائم يتم خلط الحديد مع مواد أخرى لانتاج سبائك تحافظ على ترتيب المناطق المغناطيسية بعد ازالة المجال الخارجي.



### المنطقة المغناطيسية

### تعريف

مجموعة صغيرة جدا تتشكل عندما تترتب خطوط المجال المغناطيسي للالكترونات في مجموعة الذرات المتجاورة في الاتجاه نفسه.

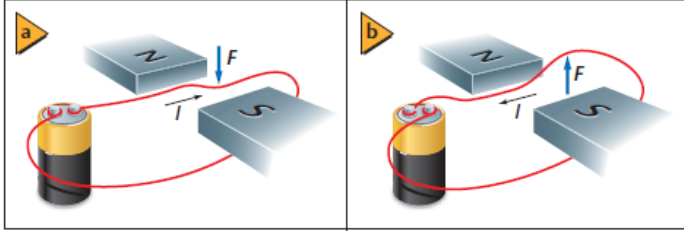
### س: علل لما يلي:

- 1- في المغناطيس المؤقت تزال المغطة مباشرة بازالة المجال المغناطيسي الخارجي.  
ج: لأن المناطق المغناطيسية تترتب بصورة عشوائية داخل العينة بعد ازالة المجال المغناطيسي الخارجي.
- 2- يضعف المغناطيس عند طريقة اوتسخينة .  
ج: بسبب تبعثر المناطق المغناطيسية مقارنة بالنسق الذي كانت عليه سابقا.
- 3 - يتم خلط الحديد مع مواد اخري ( السبائك ) في صناعة المغناطيس .  
ج: للمحافظة على المناطق المغناطيسية مرتبة بعد ازالة تأثير المجال المغناطيسي الخارجي وبالتالي نحصل على مغناط ثابتة.

## 4-2: القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

### القوة المؤثرة في سلك يحمل تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي

عند وضع سلك يحمل تيارا (I) في مجال مغناطيسي مقداره (B), يتولد على السلك قوة (F) تكون عمودية على اتجاه كل من التيار الكهربائي والمجال المغناطيسي.



#### أولاً: تحديد مقدار القوة

$$F = ILB \sin \theta$$

حيث:

$F$ : القوة المؤثرة في سلك يحمل تيار (N)

$I$ : شدة التيار المار في السلك (A)

$L$ : طول السلك الواقع في المجال (m)

$B$ : مقدار المجال المغناطيسي (T) ويكافئ (1N/A.m)

$\theta$ : الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي والسلك

#### حالات خاصة:

1- عندما يكون السلك متعامدا مع المجال المغناطيسي ( $\theta = 90^\circ$ ) تكون القوة أكبر ما يمكن.

$$F = ILB \sin 90^\circ = ILB$$

2- عندما يكون السلك موازيا للمجال المغناطيسي ( $\theta = 0^\circ$ ) تصبح القوة صفرا.

$$F = ILB \sin 0^\circ = 0$$

#### س: ما العوامل التي تعتمد عليها مقدار القوة المؤثرة في سلك يحمل تيارا؟

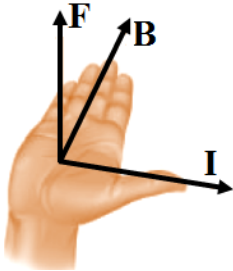
- 1- مقدار التيار المار في السلك.
- 2- طول السلك الواقع في المجال.
- 3- مقدار المجال المغناطيسي.
- 4- الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي والسلك.

#### ثانياً: تحديد اتجاه القوة

لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في سلك يسري فيه تيار موضوع في مجال مغناطيسي نستخدم (القاعدة الثالثة لليد اليمنى)

**الغرض من القاعدة الثالثة لليد اليمنى:** تستخدم لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يحمل تيارا والسلك موجود داخل مجال مغناطيسي.

**نص القاعدة:** " نجعل أصابع اليد اليمنى في اتجاه المجال المغناطيسي , ونجعل الإبهام يشير نحو اتجاه التيار الاصطلاحي في السلك , فيكون اتجاه القوة المؤثرة في السلك عموديا على باطن الكف نحو الخارج "



قوانين تحتاجها لحل المسائل المتعلقة بالموضوع		
الرقم	الكمية	القانون
1	القوة المؤثرة على سلك يحمل تيارا موضوع في مجال مغناطيسي	$F = ILB \sin \theta$
2	التيار الكهربائي المار في دائرة كهربائية (قانون أوم)	$I = \frac{V}{R}$
3	طول سلك ملف عدد لفاته N ونصف قطره r	$L = 2\pi r \times N$

### تدريبات متنوعة على القوة المؤثرة على سلك يحمل تيار موضوع في مجال مغناطيسي

#### 1 تدريب

سلك طوله 75cm يحمل تيارا مقداره 6.0A موضوع عموديا في مجال مغناطيسي منتظم فتأثر بقوة مقدارها 0.60N ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

.....

.....

.....

#### 2 تدريب

سلك نحاسي طوله 40.0cm ووزنه 0.35N فإذا كان السلك يحمل تيارا مقداره 6.0A فاحسب مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يؤثر فيه رأسيا بحيث يكون كافيا لموازنة قوة الجاذبية المؤثرة في السلك (وزن السلك)

.....

.....

.....

#### 3 تدريب

احسب مقدار التيار الذي يجب أن يسري في سلك طوله 10.0cm وموضوع عموديا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.49T ليتأثر بقوة مقدارها 0.38N ؟

.....

.....

.....

#### 4 تدريب

سلك طوله 35cm يحمل تيارا مقداره 4.5A فإذا كان السلك موضوعا في مجال مغناطيسي مقداره 0.53T وموازيا له فاحسب مقدار القوة المؤثرة في السلك ؟

.....

.....

.....

## أسئلة الكتاب النظرية

س1: في اي اتجاه بالنسبة للمجال المغناطيسي يمكنك امرار تيار كهربائي في سلك بحيث تكون القوة المؤثرة فيه صغيرة جدا او صفرا ؟  
نجعل السلك الذي يمر به التيار موازيا لاتجاه المجال المغناطيسي

س2: مر تيار كهربائي كبير في سلك فجأة ، ومع ذلك لم يتأثر بأي قوة ، فهل يمكنك أن تستنتج أنه لا يوجد مجال مغناطيسي في موقع السلك ؟ وضح اجابتك.

ج: لا ، لأنه اذا كان المجال موازيا للسلك فلا توجد قوة مؤثرة.

س3: سلكان متوازيان يحملان تياران متساويين اذا كان التياران متعاكسين اجب عن الاسئلة التالية ؟

(أ) اين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين اكبر من المجال المغناطيسي الناتج عن اي منهما منفرد ؟  
ج/ عند اي نقطة بين السلكين سوف يكون المجال المغناطيسي اكبر ما يمكن

(ب) اين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين مساويا ضعفي المجال الناتج عن سلك منفرد ؟  
علي الخط المنصف للمسافة العمودية بين السلكين

(ج) اذا كان التياران في الاتجاه نفسه ف اين يكون المجال الكلي صفرا ؟  
علي الخط المنصف للمسافة العمودية بين السلكين

س4: تخيل ان سلكا يمتد شرق – غرب متعامدا مع المجال المغناطيسي الارضي ويسري فيه تيار كهربائي نحو الشرق فما اتجاه القوة المؤثرة في السلك ؟

ج/ الي اعلي من سطح الارض ( عمودي على مستوى الصفحة للخارج )

س5: سلك موضوع على طاولة مختبر يسري فيه تيار . صف طريقتين على الأقل يمكنك بهم تحديد اتجاه التيار المار به .

ج: الطريقة الأولى: نستخدم بوصلة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي ثم نستخدم القاعدة الأولى لليد اليمنى لتحديد اتجاه التيار.  
الطريقة الثانية: نؤثر على السلك باستخدام مغناطيس قوي ونحدد اتجاه القوة المؤثرة وب تطبيق القاعدة الثالثة لليد اليمنى نستطيع تحديد اتجاه التيار.

س6: أذكر بعض التطبيقات والاستخدامات العملية على القوة المتولدة على سلك موضوع في مجال مغناطيسي؟

1- مكبرات الصوت (السماعات) 2- الجلفانومترات 3- المحركات الكهربائية

## تطبيقات على القوى المتولدة على سلك يمر به تيار

### أولا: مكبرات الصوت (السماعات)

**السماعة:** جهاز لتحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة صوتية.

**التركيب:** ملف من سلك رفيع مثبت فوق مخروط ورقي موضوع في مجال مغناطيسي.

**طريقة عملها:**

- 1- يرسل المضخم تيارا كهربائيا ممثلا للصوت ومتغير (يتراوح تردده بين 20HZ- 20000HZ ) الى الملف.
- 2- يتأثر الملف بقوة مغناطيسية للداخل والخارج (اعتمادا على اتجاه التيار المرسل من الضخم) , فتزيد سعة الاهتزازة للمخروط الورقي, فيحدث تكبير للصوت.





ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره  $50.0\mu A$   
 (أ) احسب مقدار المقاومة الكلية للجلفانومتر ليصبح أقصى تدريج له يساوي 10V عند انحرافه بالكامل

(ب) إذا كانت مقاومة الجلفانومتر  $1.0K\Omega$  فاحسب مقدار المقاومة الموصولة على التوالي ؟

### أسئلة نظرية

س1: كيف يتغير أقصى تدريج للفولتيمتر في الحالات التالية:

أ- إذا زادت قيمة المقاومة ( مجريء الجهد): سيزداد أقصى تدريج للفولتيمتر.

ب- إذا قلت قيمة المقاومة ( مجريء الجهد): سيقول أقصى تدريج للفولتيمتر.

س2: كيف يتغير أقصى تدريج للأميتير في الحالات التالية:

ت- إذا زادت قيمة المقاومة ( مجريء التيار): سيقول أقصى تدريج للأميتير.

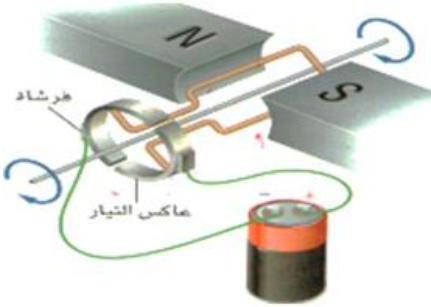
ث- إذا قلت قيمة المقاومة ( مجريء التيار): سيزداد أقصى تدريج للأميتير.

### ثالثا: الحركات الكهربائية

المحرك الكهربائي: جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركة دورانية.

#### تركيبه:

ملف مستطيل ذو قلب حديدي- مغناطيس دائم أو مغناطيس كهربائي- فرشائتين ( شريحتين فلزيتين تصنع عادة من الجرافيت) – عاكس التيار ( نصفى حلقة نحاسية معزولتين مثبتتان في الملف).



#### طريقة عمله:

- 1- عند مرور التيار في الملف , يتأثر السلكان الموازيان لمحور الملف بقوتين متعاكستين أحدهما للأعلى و الأخرى للأسفل تعمل على تدويره بفعل محصلة العزوم, كما وتدور معه نصفى الحلقة (عاكس التيار).
- 2- عندما يصبح الملف في وضع رأسي , يصبح محصلة العزوم صفرا ويكمل الملف حركته بالقصور الذاتي , وعندئذ تتغير الفرشاة الملامسة لكل نصف من الحلقة, فينعكس اتجاه التيار المار في الملف.
- 3- تنعكس اتجاه القوة المؤثرة في جانبي الملف, فيواصل الملف دورانه.
- 4- تتكرر العملية كل نصف دورة مما يجعل الملف يستمر في دورانه.

#### ملاحظة

عندما يصبح الملف في وضع رأسي تصبح القوى المؤثرة موازية لمستوى الملف أي أن محصلة العزوم تكون صفرا, وينعدم تأثيرها الدوراني, لذا نحتاج لعكس اتجاه التيار لاستمرارية الحركة.



**س: عندما يتعامد مستوي ملف المحرك مع المجال المغناطيسي لا تنتج القوي عزما علي الملف فهل هذا يعني ان الملف لا يدور ؟ وضح**

**اجابتك**

ج/ إذا كان الملف متحركا فسوف يعمل القصور الذاتي الدوراني علي استمرار تحريكه ليتجاوز النقطة التي يصبح عندها مقدار العزم صفرا وتسارع الملف هو الذي يصبح صفرا وليست سرعته.

**س: ما وظيفة نصفي الحلقة والفرشيتين في المحرك؟**

تعمل على عكس اتجاه التيار المار في الملف , مما يؤدي الى عكس اتجاه القوة وبذلك تتمكن الملفات في المحرك من الدوران 360 درجة.

**العوامل التي تتوقف عليها سرعة المحرك الكهربائي ( أو القوة الكلية المؤثرة في الملف):**

- 1- **عدد لفات الملف (n) :** بزيادة عدد اللفات تزيد القوة الكلية المؤثرة على الملف ( $F = nILB$ ) , فتزيد سرعة دورانه.
- 2- **شدة التيار المار بالمحرك (I) :** بزيادة شدة التيار المار بالمحرك تزداد سرعة المحرك الكهربائي. وهي الطريقة التي غالبا ما يتم اتباعها.
- 3- **مقدار المجال المغناطيسي (B) :** بزيادة المجال المغناطيسي المار بالمحرك تزداد سرعة المحرك الكهربائي.
- 4- **طول السلك في كل لفة بالمجال (L) أو مساحة مقطع الملف .**

#### معلومات إثرائية

لزيادة قدرة المحرك تستخدم عدة ملفات بين مستوياتها زوايا صغيرة متساوية , وتقسم الحلقة النحاسية الى أجزاء معزولة عددها ضعف عدد الملفات , بحيث يتصل طرفا كل ملف بقطعتين متقابلتين من الحلقة النحاسية.



## القوة المؤثرة في جسيم مشحون يتحرك في مجال مغناطيسي

عندما تتحرك شحنة (q) في مجال مغناطيسي مقداره (B) بسرعة (v)، تتولد على الشحنة الكهربائية قوة مغناطيسية (F) تكون عمودية على كل من اتجاه سرعة الجسيم المشحون واتجاه المجال المغناطيسي.

### أولاً: تحديد مقدار القوة

حيث:

$F$ : القوة المؤثرة في جسيم مشحون (N)

$v$ : سرعة الجسيم المتحرك (m/s)

$q$ : شحنة الجسيم (C)

$B$ : مقدار المجال المغناطيسي (T) وبكافئ (1N/A.m)

$\theta$ : الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي واتجاه حركة الشحنة

$$F = qvB \sin \theta$$

### الاثبات الرياضي للقانون:

نفترض أن الكترون مفرد يتحرك داخل سلك طوله L، فإن التيار المار يكون:

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow (1)$$

نحسب الزمن الذي يستغرقه الالكترن لقطع مسافة السلك L

$$d = vt \Rightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{L}{v} \Rightarrow (2)$$

$$I = \frac{qv}{L} \Rightarrow (3) \text{ في (1) ينتج أن}$$

نحسب القوة المؤثرة على الكترون في السلك يتحرك عموديا داخل مجال مغناطيسي B

$$F = ILB = \left(\frac{qv}{L}\right)LB = qvB$$

### س: ما العوامل التي تعتمد عليها مقدار القوة المؤثرة في جسيم مشحون يتحرك داخل مجال مغناطيسي؟

- 1- شحنة الجسيم المشحون
- 2- سرعة الجسيم المشحون
- 3- مقدار المجال المغناطيسي
- 4- الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي واتجاه حركة الشحنة.

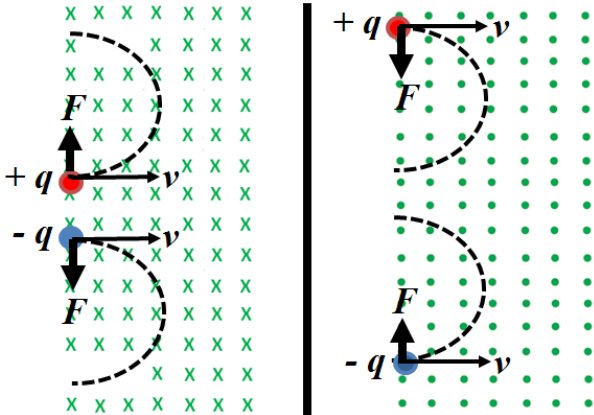
### ثانياً: تحديد اتجاه القوة

لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون يتحرك في مجال مغناطيسي نستخدم (القاعدة الثالثة لليد اليمنى)

**نص القاعدة الثالثة لليد اليمنى:** " نجعل أصابع اليد اليمنى في اتجاه المجال

المغناطيسي، ونجعل الإبهام يشير نحو اتجاه حركة الشحنة الموجبة، فيكون اتجاه القوة المؤثرة في الجسيم المشحون عمودياً على باطن الكف نحو الخارج "

لايجاد اتجاه القوة المؤثرة على الجسيمات المشحونة بشحنة سالبة كالالكترونات، يتم تطبيق القاعدة الثالثة لليد اليمنى مع الأخذ في الاعتبار بأن اتجاه القوة يكون معاكساً لاتجاه الناتج.



س: ما منشأ القوة المغناطيسية المتولدة على سلك يحمل تيارا يتحرك داخل مجال مغناطيسي؟  
بسبب التفاعل بين المجال المغناطيسي الموجود والمجال المغناطيسي المتولد حول التيار الكهربائي.

س: يمكن للمجال المغناطيسي ان يؤثر بقوة في جسيم مشحون فهل يمكن للمجال ان يغير الطاقة الحركية للجسيم؟وضح اجابتك؟  
ج: لا . لان القوة دائما متعامدة مع اتجاه السرعة فلا يبذل شغلا ولذلك لا تتغير الطاقة الحركية

س: هل يمكن تحريك الكترون ساكن بواسطة مجال مغناطيسي قوي ؟ فسر اجابتك.  
ج: لا، لأن المجال المغناطيسي يؤثر على الالكترن بقوة تعطى من العلاقة  $F=qvB$ ، فاذا كانت سرعة الالكترن صفرا فان القوة تساوي صفرا ، لذا يبقى ساكنا.

توأمين تحتاجهما لحل المسائل المتعلقة بالموضوع		
الرقم	الكمية	القانون
1	القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة تتحرك في مجال مغناطيسي	$F = qvB\sin\theta$
2	القوة بدلالة التسارع	$F = ma$
3	الطاقة الحركية لجسيم مشحون	$KE = qV = \frac{1}{2}mv^2$
4	عدد الشحنات الأساسية في جسيم مشحون	$n = \frac{q_{\text{الكليية}}}{q_e}$

## الفصل الخامس : الحث الكهرومغناطيسي

### 5-1: التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

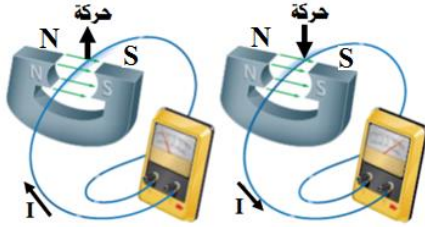
#### نبذة تاريخية

- اكتشف أورستد أن التيار الكهربائي يولد مجالا مغناطيسيا .
- توصل فاراداي من خلال تجاربه والتي استمرت 10 سنوات أنه يمكن توليد تيار كهربائي عن طريق تحريك سلك في مجال مغناطيسي.
- توصل العالم هنري في نفس السنة الى أن تغير المجال المغناطيسي يمكن أن يولد تيار كهربائي.

#### الحث الكهرومغناطيسي

#### تجربة استهلالية (تجربة فاراداي):

وضع فاراداي جزءا من سلك حلقة مغلقة داخل مجال مغناطيسي كما بالشكل , ودرس تأثير حركة السلك في اتجاهات مختلفة على توليد تيار حثي في الدائرة الكهربائية.



#### الملاحظات :

- 1- لا يتولد تيار كهربائي عندما يكون السلك ساكنا او متحركا بموازية المجال المغناطيسي
- 2- يتولد تيار في السلك في اتجاه معين عند تحريك السلك الى اعلي داخل المجال المغناطيسي
- 3- ينعكس اتجاه التيار في السلك عند تحريكه في الاتجاه المعاكس (للاسفل).

#### الاستنتاج :

لا يتولد تيار في السلك الا اذا قطع السلك خطوط المجال المغناطيسي في اثناء حركته أي أن الحركة النسبية بين السلك والمجال المغناطيسي هي التي تولد تيار كهربائيا وهذا ما يسمى " الحث الكهرومغناطيسي".

#### الحث الكهرومغناطيسي

#### تعريف

عملية توليد التيار الكهربائي في دائرة , وسببه الحركة النسبية بين السلك والمجال المغناطيسي, أي عندما يتحرك السلك خلال المجال المغناطيسي, أو عندما يتحرك المجال المغناطيسي, خلال السلك.



#### أولا : حساب مقدار التيار الكهربائي الحثي المتولد (I).

لحساب التيار الكهربائي الحثي المتولد نحسب القوة الدافعة الحثية (EMF) المسببة له , ثم نستخدم قانون أوم لحساب التيار الكهربائي الحثي (I).

#### حيث:

EMF: القوة الدافعة الحثية المتولدة ( V )

B: مقدار المجال المغناطيسي ( T ) ويكافئ ( 1N/A.m )

L: طول السلك المتأثر بالمجال ( m )

v: سرعة السلك المتحرك ( m/s )

$\theta$  : الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي واتجاه الحركة

$$EMF = BLv \sin \theta$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{EMF}{R}$$

التيار الكهربائي الحثي المتولد:

لاحظ: لا يتولد التيار الا اذا كان السلك جزءا من دائرة كهربائية مغلقة.

### س: ما العوامل التي تعتمد عليها القوة الدافعة الحثية؟

- 1- المجال المغناطيسي ( B ) : تناسب طردي
- 2- طول السلك المتأثر بالمجال المغناطيسي ( L ) : تناسب طردي
- 3- المركبة العمودية لسرعة السلك داخل المجال (  $v \sin \theta$  ) : تناسب طردي

### س: ما منشأ القوة الدافعة الكهربائية الحثية في السلك؟

عندما يتحرك سلك داخل مجال مغناطيسي , تؤثر قوة مغناطيسية في الشحنات ( الالكترونات الحرة ) داخل السلك  $F = qvB \sin \theta$  , فتتحركها باتجاه هذه القوة الى أحد طرفي السلك. فيصبح أحد الطرفين موجب والآخر سالب , لينشأ فرق جهد بين طرفي السلك أي تنشأ قوة دافعة كهربائية حثية , تعمل على امرار تيار حثي عندما يكون السلك ضمن دائرة مغلقة.

### ثانيا : تحديد اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد

لتحديد اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد ( أو اتجاه القوة المؤثرة في الشحنات داخل السلك ) نستخدم القاعدة الرابعة لليد اليمنى.

**نص القاعدة الرابعة لليد اليمنى:** ابسط يدك اليمنى بحيث تشير الابهام الي اتجاه حركة السلك وتشير الاصابع الي اتجاه المجال المغناطيسي وعندئذ سيشير العمودي علي باطن الكف نحو الخارج الي اتجاه التيار الاصطلاحي.

**الغرض من القاعدة الرابعة لليد اليمنى:** طريقة تستخدم لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنات الموجودة داخل الموصل المتحرك داخل مجال مغناطيسي.



### مصطلحات تهمك

- ✓ **القوة الدافعة الكهربائية:** هي فرق الجهد المبذول من البطارية ويقاس بوحدة الفولت.
- ✓ **القوة الدافعة الكهربائية الحثية:** هي القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصل نتيجة تغير المجال المغناطيسي الذي يقطعه ويقاس بوحدة الفولت.
- ✓ **التيار الحثي:** هو التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجال المغناطيسي المؤثر في موصل دائرته مغلقة أو ضمن دائرة مغلقة.

القوة الدافعة الكهربائية ليست قوة , وانما هي فرق جهد تقاس بوحدة الفولت.



**فسر ما يلي: لا يمر تيار كهربائي في سلك مستقيم على الرغم من تحركه في مجال مغناطيسي.**

ج: وذلك للاحتمالات التالية:

- أ- قد تكون الدائرة مفتوحة , وبالتالي تتولد قوة دافعة كهربائية حثية ولكن لا يمر تيار كهربائي.
- ب- قد يكون حركة السلك في اتجاه مواز لاتجاه المجال المغناطيسي.

### س: أذكر بعض التطبيقات على القوة الدافعة الكهربائية الحثية.

- 1- الميكروفونات
- 2- المولدات الكهربائية

## تركيبه:

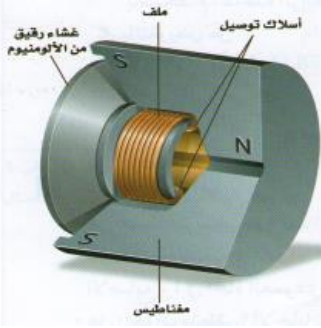
غشاء رقيق يتصل بملف سلكي حر الحركة موضوع داخل مجال مغناطيسي.

## فكرة عمله:

تحريك موصل داخل مجال مغناطيسي يؤدي لتوليد قوة دافعة كهربائية حثية

## طريقة عمله

تعمل الموجات الصوتية علي اهتزاز الغشاء الرقيق الذي سيحرك الملف داخل المجال المغناطيسي وتولد حركة الملف هذه قوة دافعة حثية متغيرة ( اشارات كهربائية) بين طرفي الملف تتغير وفقا لتغير ترددات الصوت ويكون فرق الجهد المتولد صغيرا لذا يتم تضخيمه باستخدام أدوات الكترونية.



## قوانين تحتاجها لحل المسائل المتعلقة بالموضوع

الرقم	الكمية	القانون
1	القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في سلك متحرك في مجال مغناطيسي	$EMF = BLv \sin \theta$
2	التيار الكهربائي الحثي المتولد في سلك متحرك في مجال مغناطيسي	$I = \frac{V}{R} = \frac{EMF}{R}$

## مسائل علي القوة الدافعة الكهربائية الحثية

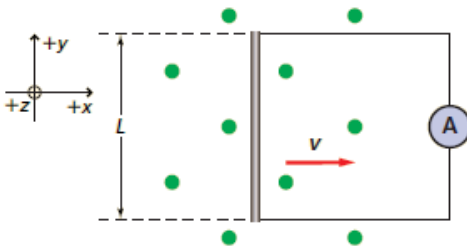
## 1 تدريب

سلك مستقيم طوله 0.2m يتحرك بسرعة ثابتة مقدارها 6m/s عموديا على مجال مغناطيسي شدته  $8 \times 10^{-2} T$ .

اجب عن الآتي :

(أ) ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك ؟

عموديا على الصفحة للخارج  $B$



(ب) إذا كان السلك جزءا من دائرة مقاومتها  $0.5\Omega$  فما مقدار التيار المار بالسلك ؟

(ج) إذا استخدم سلك مصنوع من فلز آخر مقاومته  $0.78\Omega$  فما مقدار التيار الجديد

المتولد ؟

## المولد الكهربائي (الدينامو)



### تركيبية :

- 1- عدد من الملفات موضوعة داخل مجال مغناطيسي قوي
- 2- قلب من الحديد يلف عليه السلك
- 3- فرشائتين
- 4- حلقتين فلزيتين

### الغرض من المولد الكهربائي :

تحويل الطاقة الميكانيكية الي طاقة كهربائية

**فكرة عمله :** تحريك سلك يحمل تيارا في مجال مغناطيسي يؤدي لتوليد قوة دافعة كهربائية حثية.

### شرح العمل :-

يثبت الملف بحيث يكون حر الحركة داخل مجال مغناطيسي وخلال دورانه تقطع لفاته خطوط المجال المغناطيسي فتتولد قوة دافعة كهربائية حثية وتعتمد القوة الدافعة الكهربائي الحثية علي طول السلك الذي يدور في المجال وبزيادة عدد اللفات الملف يزداد طول السلك فتزداد القوة الدافعة الكهربائية .

### علل لما يأتي :- يلف السلك حول قلب من الحديد في المولد الكهربائي .

لتركيز خطوط المجال المغناطيسي وزيادة فاعلية المولد



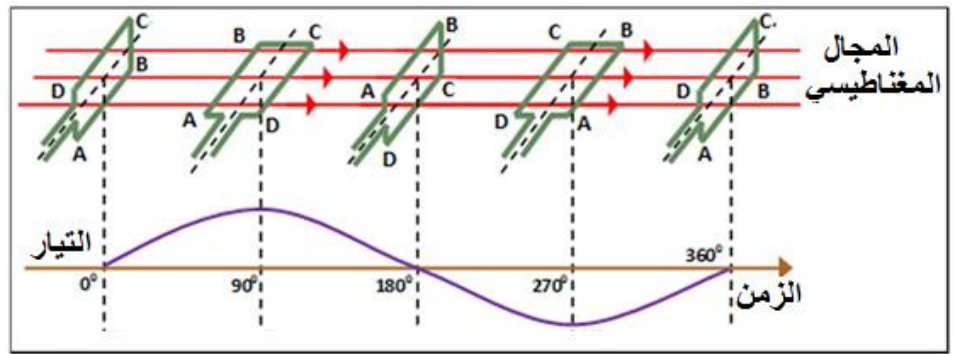
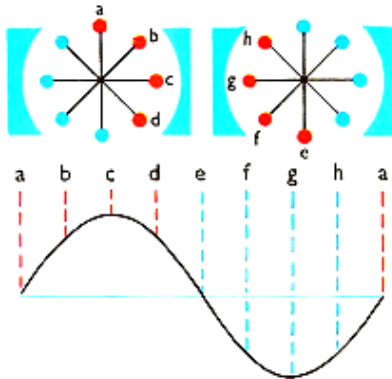
حركة جزء السلك الموجود في المجال هي التي تولد القوة الدافعة الكهربائية الحثية , وليس طول السلك بالكامل.

## التيار الناتج من مولد كهربائي

### س: تتبع بالرسم البياني تغيرات التيار الكهربائي خلال دورة كاملة .

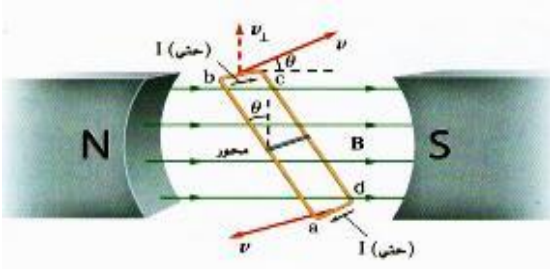
عند دوران الملف يتغير مقدار التيار الكهربائي المتولد واتجاهه كما يلي:

- 1- عندما يكون الملف في وضع رأسي (أي عندما يكون اتجاه حركة الملف موازية لاتجاه المجال المغناطيسي  $\theta = 0^\circ$ ) , يكون التيار الكهربائي المتولد صفرا.
- 2- مع استمرار دوران الملف من الوضع الرأسي الي الوضع الأفقي تزداد الزاوية التي تصنعها مع خطوط المجال المغناطيسي فتقطع عدد أكبر من خطوط المجال المغناطيسي لكل وحدة زمن لذا يزداد التيار الكهربائي المتولد تدريجيا تبعا للعلاقة  $EMF = BLv \sin \theta$  .
- 3- عندما يصبح الملف في وضع أفقي ( أي عندما تكون حركة الملف عمودية على اتجاه المجال المغناطيسي  $\theta = 90^\circ$  ) تصبح قيمة التيار المتولد أكبر ما يمكن.
- 4- مع استمرار دوران الملف فان الجزء الذي كان يتحرك في اتجاه الاعلي سيتحرك في اتجاه الاسفل فينعكس اتجاه التيار المتولد في الملف وهكذا فان اتجاه التيار المتولد ينعكس كلما دار الملف زاوية مقدارها  $180^\circ$  ( نصف دورة ) ويسمى هذا التيار بالتيار المتناوب AC.



- 5- ينتقل التيار الكهربائي من الملف الى الدائرة الخارجية عبر الفرشائتين والحلقتين الفلزيتين المتصلتين بالملف.
- 2- تسمح بعبور التيار الكهربائي الي الدائرة الخارجية
- 1- يسمح للملف بالدوران بحرية





س: علل لما يلي:

لا تساهم جميع أجزاء الملف في توليد قوة دافعة كهربائية حثية (لاحظ الشكل)،  
فيتولد تيار حثي في السلكين (bc, ad)، بينما لا يتولد تيار حثي في السلكين (cd, ab)

ج: لأن اتجاه التيار الحثي في السلكين (cd, ab) في اتجاه عمودي على طوليهما، وبحسب القاعدة الرابعة لليد اليمنى لا يكون هناك تيار على طول هذين الضلعين.

ملاحظة



- 1- يمكن زيادة تردد تيار المولد الكهربائي بزيادة عدد أزواج الأقطاب المغناطيسية.
- 2- في بعض المولدات الكهربائية، يكون الملف ثابت فيما تدور الأقطاب المغناطيسية حوله، فالمهم في المولد الكهربائي هي الحركة النسبية بينهما.

### معلومات إثرائية



**العوامل التي تتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في مولد التيار المتناوب هي:**

- 1- عدد لفات الملف (N)
- 2- شدة المجال المغناطيسي (B)
- 3- مساحة مقطع الملف (A)
- 4- السرعة الزاوية التي يتحرك بها الملف (w)
- 5- الزاوية بين الملف والمجال المغناطيسي ( $\theta$ ) وذلك تبعاً لمعادلة مولد التيار المتناوب

$$(EMF = NBAw \sin \theta)$$

### مولد التيار المتناوب

#### التيار المتناوب

تعريف

تيار متغير في المقدار والاتجاه تتغير شدته واتجاهه بين الصفر والقيمة عظمى في كل نصف دورة أثناء دوران ملف المولد.



#### الكميات التي تصف التيار المتناوب:

$$I_{\text{عظمى}} = 0.707 I_{\text{فعال}} \quad \text{1- التيار الفعال}$$

$$V_{\text{عظمى}} = 0.707 V_{\text{فعال}} \quad \text{2- الجهد الفعال}$$

$$P_{\text{عظمى}} = 0.5 P_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}} \times V_{\text{فعال}} \quad \text{3- القدرة الفعالة (المتوسطة)}$$

**متوسط القدرة:** القدرة الناتجة بواسطة المولد الكهربائي تساوي حاصل ضرب التيار في الجهد ولأن كل من التيار والجهد متغير يكون القدرة المرافقة للتيار المتناوب متغيرة.

س: علل لما يأتي :- القدرة الناتجة بواسطة المولد الكهربائي دائماً موجبة ؟

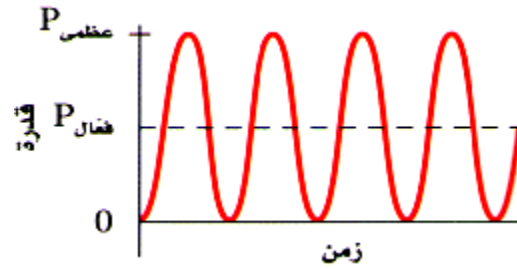
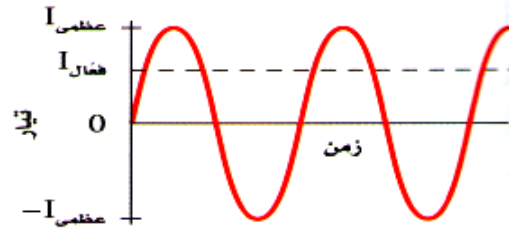
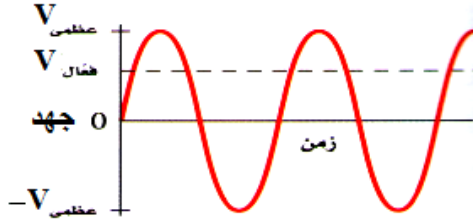
ج: لأن كلا من التيار I والجهد V، اما موجبيين اوسالبيين معا لذا فان القدرة موجبة.

## معلومات إثرائية



ما المقصود بالقيمة الفعالة للتيار المتناوب؟

هي مقدار شدة التيار المستمر ( الثابت بالشدة والاتجاه ) الذي يعطي نفس التأثير الحراري (الطاقة الحرارية) وخلال نفس الزمن. وبالمثل ينطبق ذلك على الجهد الفعال والقدرة الفعالة.



### قوانين تحتاجها لحل المسائل المتعلقة بالموضوع

الرقم	الكمية	القانون
1	التيار الفعال	$I_{\text{فعال}} = 0.707 I_{\text{عظمى}}$
2	الجهد الفعال	$V_{\text{فعال}} = 0.707 V_{\text{عظمى}}$
3	القدرة الفعالة أو المتوسطة	$P_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}} \times V_{\text{فعال}} = 0.5 P_{\text{عظمى}}$
4	فرق الجهد الكهربائي بين طرفي مقاومة	$V = RI$

### مسائل على المولد الكهربائي والتيار المتناوب

#### 1 تدريب

مولد تيار متناوب يولد جهداً ذا قيمة عظمى مقدارها 170V اجب عما يأتي :-

(أ) ما مقدار الجهد الفعال ؟

(ب) إذا وصل مصباح قدرته 60w بمولد وكانت القيمة العظمى للتيار 0.70A فما مقدار التيار الفعال في المصباح؟

## 5-2: تولد المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة كهربية حثية

### قانون لنز

### قانون لنز

### تعريف

ان اتجاه التيار الحثي المتولد يكون اتجاهه دائما بحيث يقاوم التغير في المجال المغناطيسي الذي كان سببا في توليده .

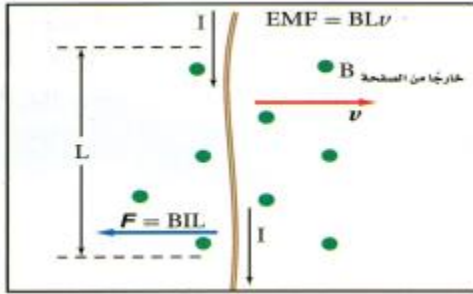


**مثال 1** في الشكل المقابل يتحرك سلك من أحد الحلقات عموديا خلال مجال مغناطيسي عموديا على مستوى الصفحة وللخارج.

حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في السلك وذلك باستخدام :

1- القاعدة الرابعة لليد اليمنى.

2- قانون لنز.



### الحل

1- باستخدام القاعدة الرابعة لليد اليمنى

اتجاه المجال المغناطيسي عمودي على مستوى الصفحة للخارج , واتجاه السرعة نحو اليمين لذا سيكون اتجاه التيار الكهربائي الحثي وأيضا القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة للأسفل بحسب القاعدة الرابعة لليد اليمنى.

2- باستخدام قانون لنز.

ينشأ في السلك تيار كهربائي حثي بحيث تكون القوة المؤثرة على التيار الحثي المتولد معاكسة لاتجاه حركة السلك الأصلية ( أي لليسار) لتقاوم التغير الحادث في المجال المغناطيسي بحسب قانون لنز, وبتطبيق القاعدة الثالثة لليد اليمنى ( القوة لليسار والمجال لخارج الصفحة ) نتوصل الى أن اتجاه التيار الحثي يجب أن يكون للأسفل.

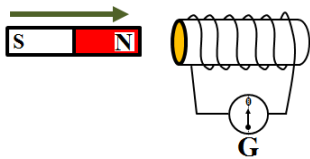
**مثال 2** يوضح الشكل المقابل مغناطيس وملف. أوجد اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف في الحالات التالية:

1- عند تقريب طرف المغناطيس N من الملف.

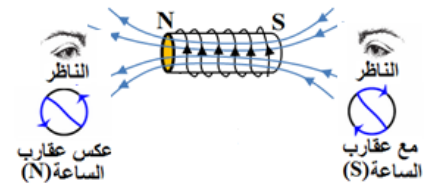
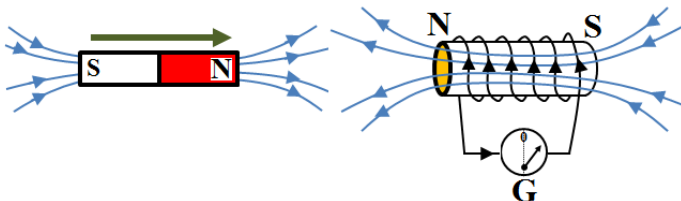
2- عند إبعاد طرف المغناطيس N عن الملف.

### الحل

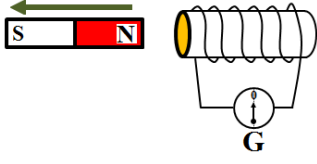
1- عند تقريب طرف المغناطيس N من الملف.



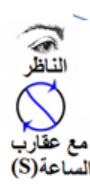
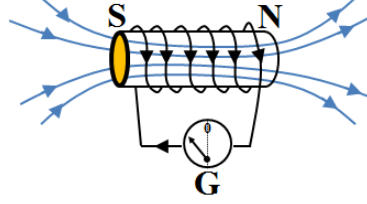
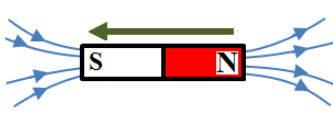
عند تقريب المغناطيس من الطرف الأيسر , يتولد تيار تأثيري في الملف في اتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة عند الطرف الأيسر تخرج منه خطوط المجال طبقا للقاعدة الثانية لليد اليمنى (أي يصبح الطرف الأيسر للملف قطبا شماليا , والأيمن قطبا جنوبيا ) حتى يقاوم اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس بحسب قانون لنز.



## 2- عند ابتعاد طرف المغناطيس N عن الملف.



عند ابتعاد المغناطيس من الطرف الأيسر , يتولد تيار تأثيري في الملف في اتجاه حركة عقارب الساعة عند الطرف الأيسر تدخل فيه خطوط المجال طبقا للقاعدة الثانية لليد اليمنى (أي يصبح الطرف الأيسر للملف قطبا جنوبيا , والأيمن قطبا شماليا) حتى يقاوم ابتعاد القطب الشمالي للمغناطيس بحسب قانون لنز.



مع عقارب الساعة (S)



عكس عقارب الساعة (N)

يوضح الشكل المقابل مغناطيس وملف. أوجد اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف في الحالات التالية:

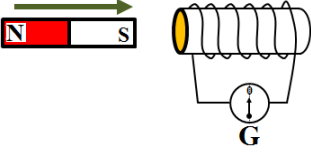
مثال 3

1- عند تقريب طرف المغناطيس S من الملف.

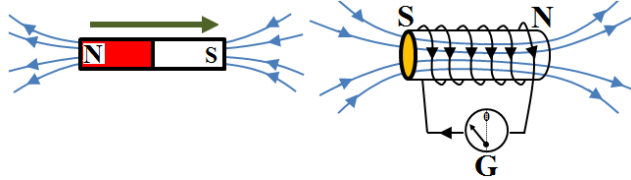
2- عند ابتعاد طرف المغناطيس S عن الملف.

الحل

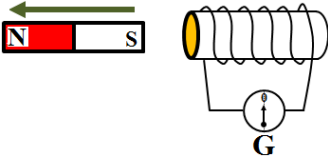
## 1- عند تقريب طرف المغناطيس S من الملف.



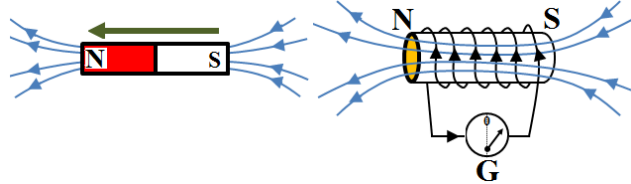
عند تقريب المغناطيس من الطرف الأيسر , يتولد تيار تأثيري في الملف في اتجاه حركة عقارب الساعة عند الطرف الأيسر تدخل فيه خطوط المجال طبقا للقاعدة الثانية لليد اليمنى (أي يصبح الطرف الأيسر للملف قطبا جنوبيا , والطرف الأيمن قطبا شماليا) حتى يقاوم اقتراب القطب الجنوبي للمغناطيس بحسب قانون لنز.



## 2- عند ابتعاد طرف المغناطيس S عن الملف.

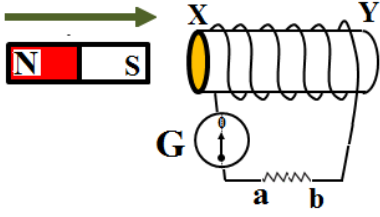


عند ابتعاد المغناطيس من الطرف الأيسر , يتولد تيار تأثيري في الملف في اتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة عند الطرف الأيسر تخرج منه خطوط المجال طبقا للقاعدة الثانية لليد اليمنى (أي يصبح الطرف الأيسر للملف قطبا شماليا , والأيمن قطبا جنوبيا) حتى يقاوم ابتعاد القطب الجنوبي للمغناطيس بحسب قانون لنز.



## تدريبات محلولة على قانون لنز

### 1 تدريب



يوضح الشكل المجاور حركة مغناطيس مقتربا من ملف. أجب عما يلي:

1- ما نوع الأقطاب المتكونة على طرفي الملف.

X: (S) Y: (N)

2- حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في المقاومة. ما اسم القاعدة التي استخدمتها؟

في الاتجاه من b إلى a بحسب القاعدة الثانية لليد اليمنى وقانون لنز.

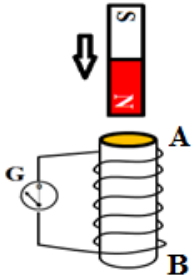
3- ماذا يحدث لانحراف مؤشر الجلفانومتر في الحالات التالية:

أ- زيادة سرعة حركة المغناطيس: يزداد انحراف المؤشر. لأن زيادة السرعة تزيد معدل قطع خطوط المجال لللفات ويزداد التيار الحثي.

ب- وضع قلب حديدي داخل الملف: يزداد انحراف الجلفانومتر. لأن القلب الحديدي يعمل على تركيز خطوط المجال وزيادة شدة المجال.

4- حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في المقاومة عندما يتحرك المغناطيس مبتعدا عن الملف. في الاتجاه من a إلى b.

### 2 تدريب



من الرسم الذي أمامك. أجب عما يلي:

(أ) ما نوع القطب المغناطيسي المتولد عند الطرف (B)؟

قطب جنوبي

(ب) ما أثر وضع اسطوانة من الحديد المطاوع داخل الملف على قيمة الانحراف اللحظي لمؤشر الجلفانومتر؟ يزداد انحراف مؤشر الجلفانومتر، لأن القلب الحديدي يعمل على تركيز وتنظيم خطوط المجال وبالتالي يزداد التيار المتولد.

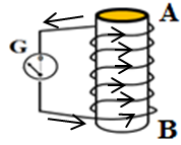
(ج) ما أثر زيادة عدد لفات الملف على انحراف مؤشر الجلفانومتر؟

يزداد انحراف المؤشر لأن زيادة عدد اللفات يزيد من طول السلك المتأثر بالمجال.

(د) حدد على الرسم اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف. اذكر اسم القاعدة التي

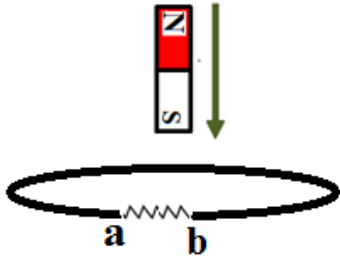
استخدمتها.

ضد عقارب الساعة بالنظر للملف من أعلى. باستخدام قانون لنز والقاعدة الثانية لليد اليمنى.



### 3 تدريب

في الشكل المقابل أسقط مغناطيس فوق حلقة من السلك (ملف دائري) وقطبه الجنوبي للأسفل. حدد اتجاه التيار الحثي في المقاومة في الحالتين التاليتين:



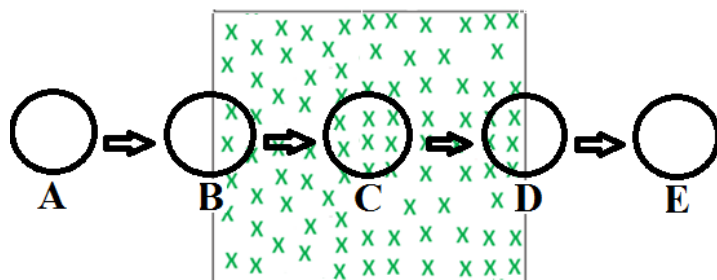
(أ) عندما كان المغناطيس ساقطا نحو الحلقة.

يتكون على الطرف العلوي للملف الدائري قطب جنوبي يعمل على مقاومة التغير في المجال لذا يكون اتجاه التيار الحثي المتولد مع عقارب الساعة بالنظر من أعلى (أي من b إلى a).

(ب) بعد أن مر المغناطيس من الحلقة وتحرك بعيدا عنها.

يتكون على الطرف السفلي للملف الدائري قطب جنوبي يعمل على مقاومة التغير في المجال لذا يكون اتجاه التيار الحثي المتولد مع عقارب الساعة بالنظر من أسفل (أي من a إلى b).

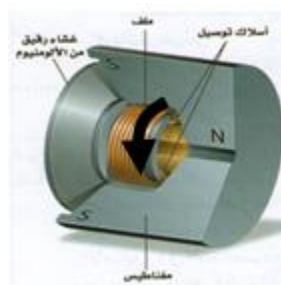
حلقة دائرية من مادة موصلة تدخل تدريجياً في منطقة مجال مغناطيسي منتظم كما يبين الشكل. حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في كل حالة ، مع بيان السبب.



- (A) لا يتولد تيار حثي لأنه لا يوجد تغير في عدد خطوط المجال التي تقطع الحلقة ( لا يؤثر عليها مجال مغناطيسي).  
 (B) يتولد تيار تأثيري في عكس عقارب الساعة (قطب شمالي) مجاله المغناطيسي معاكسا (للخارج) للمجال الأصلي حتى يقاوم الزيادة في عدد خطوط المجال التي تقطع الحلقة بحسب قانون لنز.  
 (C) لا يتولد تيار حثي لأنه لا يوجد تغير في عدد خطوط المجال التي تقطع الحلقة.  
 (D) يتولد تيار تأثيري مع عقارب الساعة (قطب جنوبي) مجاله المغناطيسي في نفس اتجاه (للاخل) المجال الأصلي حتى يقاوم النقصان في عدد خطوط المجال التي تقطع الحلقة بحسب قانون لنز.  
 (E) لا يتولد تيار حثي لأنه لا يوجد تغير في عدد خطوط المجال التي تقطع الحلقة ( لا يؤثر عليها مجال مغناطيسي).

استخدم قاعدة لنز في تحديد اتجاه التيار المتولد في ملف الميكرفون عندما يدفع الغشاء الرقيق للداخل.

عند اندفاع الملف للداخل فإن طرفه الداخلي يقترب من القطب الشمالي للمغناطيس فيصبح طرفه الداخلي قطبا شماليا ليقاوم التغير الحاصل أي يتولد فيه تيار حثي في اتجاه معاكس لحركه عقارب الساعة عند النظر اليه من الداخل أو في نفس اتجاه عقارب الساعة عند النظر اليه من الخارج (جهة الغشاء).



## المولدات الكهربائية وقانون لنز

عندما يدور ملف المولد في مجال مغناطيسي ينتج فيه تيار كهربائي حتي يتأثر بقوة (في اتجاه معاكس لحركته) نتيجة وجوده في مجال مغناطيسي بحسب قانون لنز , وتحاول هذه القوة المعاكسة مقاومة الحركة كما يلي:

- أ- **إذا كان التيار الناتج من المولد الكهربائي صغير:** تكون القوة المعاكسة المؤثرة في تيار ملف المولد صغيرة , لذا يدور الملف بسهولة.
- ب- **إذا كان التيار الناتج من المولد الكهربائي كبير:** تكون القوة المعاكسة المؤثرة في تيار ملف المولد كبيرة , لذا يدور الملف بصعوبة.
- ولذا فإنه لانتاج طاقة كهربائية أكبر , نحتاج لتزويد المولد بطاقة ميكانيكية كبيرة.

## الحركات الكهربائية وقانون لنز

عندما يتحرك سلك يحمل تيارا داخل مجال مغناطيسي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية تسمى " القوة الدافعة الكهربائية العكسية " ويكون اتجاهها معاكسا لاتجاه التيار وتكون كما يلي:

- 1- **عند زيادة سرعة الدوران:** يتولد تيار كبير لحظة الدوران بسبب المقاومة الصغيرة للمحرك, وبزيادة سرعة دوران المحرك تعمل حركة الأسلاك في المجال على زيادة القوة الدافعة الكهربائية العكسية التي تعاكس التيار, فيقل التيار الكلي في المحرك وتقل السرعة.
- 2- **عند ابطاء سرعة الدوران:** عند ابطاء سرعة دوران المحرك أثر حمل ميكانيكي تقل القوة الدافعة الكهربائية العكسية فيزيد التيار الكلي في المحرك وتزيد السرعة.
- 3- **عند قطع التيار الكهربائي :** عند قطع التيار , يعمل التغير المفاجيء في المجال المغناطيسي على توليد قوة دافعة كهربائية عكسية كبيرة في نفس اتجاه التيار, وذلك لمقاومة التغير الحاصل.

### القوة الدافعة الكهربائية العكسية

تعريف

هي القوة الناتجة من تحريك سلك يحمل تيار كهربائي داخل مجال مغناطيسي ويكون اتجاهها معاكسا لاتجاه التيار الكهربائي.



**علل لما يأتي :-**

- 1- **ضعف اضاءة المصابيح المنزل وبعض الاجهزة الاخرى عند بدء تشغيل اداة او جهاز كهربائي ذو محرك كهربائي مثل اجهزة التكيف والمنشار الكهربائي**  
ج/ بسبب تولد القوة الدافعة الكهربائية الحثية العكسية

- 2- **حدوث شرارة كهربائية خلال المفاتيح الكهربائي عند نزع قابس جهاز يعمل بالمحرك الكهربائي (كالكنسة مثلا)، بينما لا تتولد شرارة أثناء اطفاء مصباح كهربائي.**

ج/ بسبب توليد قوة دافعة كهربائية عكسية ناتجة عن التغير المفاجيء في المجال المغناطيسي وهذا الجهد قد يكون كبيرا بدرجة كافية لاحداث شرارة كهربائية خلال المفاتيح الكهربائي. أما في المصباح فلا يتولد قوة دافعة كهربائية عكسية.

- 3- **انتظام سرعة دوران المحرك الكهربائي.**

وذلك بسبب القوة الدافعة الكهربائية العكسية المتغيرة. حيث تزيد مقدارها بزيادة سرعة الدوران , ويقل مقدارها عند ابطاء الدوران , وبالتالي يبقى التيار الكلي في المحرك ثابتا , وتظل سرعة دوران المحرك ثابتة تقريبا.

## التيارات الدوامية

### التيارات الدوامية

#### تعريف

هي تيارات حثية تتولد عندما تتحرك قطعة فلزية داخل مجال مغناطيسي ثابت أو اذا وضعت القطعة الفلزية داخل مجال مغناطيسي متغير (وتسير في مسارات دائرية كالدوامية) .



### معلومات إثرائية



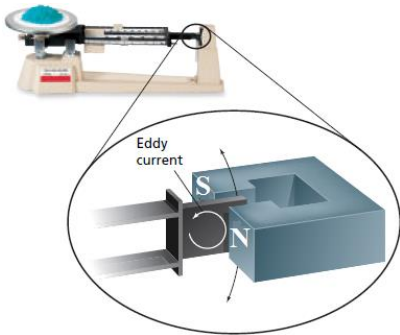
- تكون التيارات الدوامية كبيرة كلما كان مساحة مقطع القطعة الفلزية كبير (سميكة) , لأن مقاومتها تكون صغيرة.
- أضرار التيارات الدوامية:** يتحول جزء من الطاقة الكهربائية الى طاقة حرارية , وبالتالي قد تنصهر المادة العازلة لأسلاك الملف فتتلامس.
- للتقليل من أثر التيارات الدوامية في القلب الحديدي لبعض الأجهزة الكهربائية:**
  - أ- يصنع القلب الحديدي على شكل صفائح رقيقة معزولة , لزيادة مقاومتها , فتقل شدة التيارات الدوامية وتقل الطاقة الكهربائية المفقودة.
  - ب- توضع الصفائح بشكل مواز لخطوط المجال المغناطيسي حتى لا تقطعها , فتقل شدة التيارات الدوامية.
- فوائد التيارات الدوامية:** يمكن استغلال الطاقة الحرارية الكبيرة المتولدة عن التيارات الدوامية في صناعة " أفران الحث".

**علل:** يتركب القلب الحديدي للمحرك أو المحول من صفائح حديدية رقيقة معزولة بعضها عن بعض.  
ج: للتقليل من أثر التيارات الدوامية.

## تطبيقات على قانون لتز

### الميزان الحساس

#### تطبيقات فيزيائية



**يستخدم قانون لتز في إيقاف تأرجح الميزان الحساس عند وضع جسم في كفته.**

**تركيبه:** قطعة فلزية متصلة بذراع الميزان موضوعة بين قطبي مغناطيس حذاء الفرس.

**شرح عمله:** عندما تتحرك قطعة الفلز داخل المجال المغناطيسي , تتولد خلال الفلز تيارات حثية تسمى " التيارات الدوامية" , تنتج تلك التيارات مجالا مغناطيسيا يؤثر في عكس الحركة المسببة لتلك التيارات , مما يسبب تباطؤ حركتها وإيقافها.

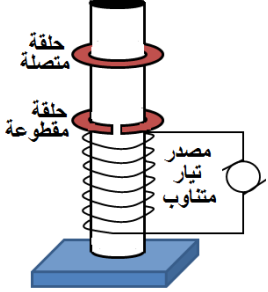
**س: علل:** لا تتغير قراءة الكتلة في الميزان , على الرغم من أن القوة المؤثرة

**تعاكس حركة قطعة الفلز.**

ج: لأنه في حالة الاتزان تكون القطعة ساكنة , وبالتالي لا ينشأ فيها تيارات دوامية ولذلك لا تتأثر القطعة بأي قوة.



فسر ما يلي: عند وضع حلقتين من الألمنيوم أحدهما مقطوعة والأخرى غير مقطوعة فوق ملف يمر فيه تيار متناوب ، ترتفع الحلقة غير المقطوعة للأعلى بينما لا تتحرك الحلقة المقطوعة من مكانها.



ج: عندما يمر تيار متناوب في الملف، يتولد مجال مغناطيسي متغير باستمرار، فتتولد قوة دافعة كهربائية حثية في الحلقات.

في حالة الحلقة الغير مقطوعة: القوة الدافعة الكهربائية الحثية تولد تياراً ينتج مجالاً مغناطيسياً معاكساً للتغير في المجال المغناطيسي المتولد، وبالتالي تندفع الحلقة بعيداً عن الملف، كما يبتعد القطبان الشماليان عن بعضهما.

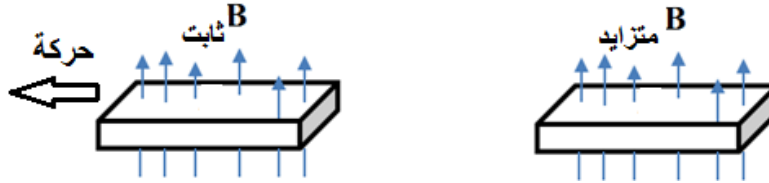
في حالة الحلقة المقطوعة: القوة الدافعة الكهربائية الحثية لا تولد تياراً لعدم اكتمال المسار، ولذلك لا يتولد مجال مغناطيسي فيها، ولا تتحرك من مكانها.

## مثال 1

في الشكل المجاور يخترق مجال مغناطيسي قطعة معدنية عمودياً على سطحها.

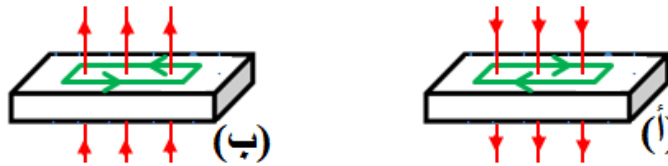
أ- عين اتجاه التيارات الدوامية المتكونة فيها في حالة تزايد شدة المجال.

ب- بافتراض أن شدة المجال ثابتة، وحركنا القطعة المعدنية جهة اليسار، عين اتجاه التيارات الدوامية المتكونة في هذه الحالة.



أ- تتكون تيارات دوامية في اتجاه عقارب الساعة عند النظر للقطعة المعدنية من أعلى، لأن اتجاه المجال المغناطيسي المتولد عنها معاكس للمجال الأصلي لتقاوم الزيادة في المجال الذي سببها.

ب- تتكون تيارات دوامية في عكس اتجاه عقارب الساعة عند النظر للقطعة المعدنية من أعلى، لأن اتجاه المجال المغناطيسي المتولد عنها في نفس اتجاه المجال الأصلي لتقاوم النقصان في المجال الذي سببها.



## مثال 2

في الشكل المجاور تتأرجح قطعة معدنية رقيقة معلقة بين قطبي مغناطيس قوي.

أ- حدد على الرسم اتجاه التيارات الدوامية المتولدة على القطعة لحظة دخولها منطقة المجال.

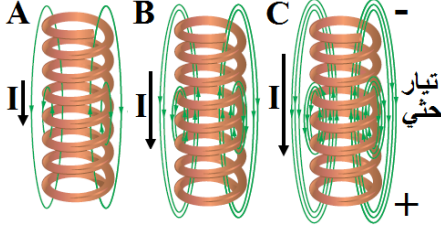
ب- حدد على الرسم اتجاه التيارات الدوامية المتولدة على القطعة لحظة خروجها من منطقة المجال.

ت- علل: تتذبذب الصفيحة عدد قليل من المرات وتتوقف بسرعة.

ج: عندما تدخل قطعة الفلز أو تخرج من منطقة المجال المغناطيسي، تتولد خلال الفلز تيارات حثية " تيارات دوامية"، تنتج تلك التيارات مجالاً مغناطيسياً يؤثر في عكس الحركة المسببة لتلك التيارات، مما يسبب تباطؤ حركتها وإيقافها.

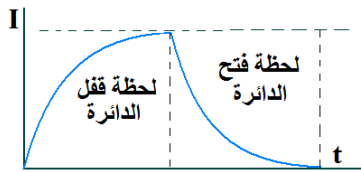
## الحث الذاتي لللف

### تفسير نشأة القوة الدافعة الكهربائية العكسية بحسب فاراداي



أ- **في لحظة قفل دائرة كهربائية تحتوي على ملف**، يتزايد التيار المار في سلك الملف تدريجياً ، فيتولد عنه مجال مغناطيسي متزايد ، و تتزايد عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تقطع الملف ، فتتولد في الملف قوة دافعة كهربائية عكسية لتقاوم نمو التيار ، وبالتالي تزيد الفترة الزمنية التي يستغرقها التيار ليصل الى نهايته العظمى.

ب- **بعد فترة طويلة نسبياً من قفل الدائرة** : تصبح قيمة التيار ثابتة ، وبالتالي يصبح المجال المغناطيسي ثابتاً ، وتكون قيمة القوة الدافعة الكهربائية صفراً .



ت- **في لحظة فتح الدائرة الكهربائية** : يقل التيار بسرعة حتى يصل الى الصفر ، وهذا يؤدي لتلاشي المجال المغناطيسي ، فيتغير المعدل الزمني الذي تتقاطع فيه خطوط المجال مع اللفات ، فتتولد في الملف قوة دافعة كهربائية حثية طردية تعمل على منع النقصان في المجال والتيار وزيادة الفترة الزمنية التي يستغرقها التيار حتى ينعدم . وتسمى هذه القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك الذي يحمل تيار متغيراً " الحث الذاتي " .

## الحث الذاتي لللف

### تعريف

خاصية في الملف تعمل على توليد قوة دافعة كهربائية عكسية عندما يمر فيه تيار متغيراً ..



### معلومات إثرائية

للتخلص من الحث الذاتي للملف ، يمكن لف الأسلاك لفا مزدوجاً ، وبالتالي يكون اتجاه التيار في أحد الفرعين مضاد لاتجاهه في الفرع الآخر ، فيلغي مجاليهما المغناطيسي بعضهما الآخر وينعدم الحث الذاتي للملف . وهذا ما يتم عمله في "المقاومات العيارية" .



### س: علل لما يلي:

1- **يجب أن يبذل شغل إضافي لزيادة مرور التيار في الملف** .  
ج: بسبب ظاهرة الحث الذاتي

2- **عند فتح دائرة كهربائية تحتوي على ملف تحدث شرارة كهربائية عند موضع قطع الدائرة** .

ج: لأنه عندما ينقطع التيار ، يتناقص المجال المغناطيسي الناشئ عنه بسرعة ، فيتولد بالدائرة بالحث الذاتي قوة دافعة كهربائية حثية طردية كبيرة جداً تبعاً لقانون لنز ، تتغلب على مقاومة الهواء عند موضع القطع ، فتتولد شرارة كهربائية .

3- **ينمو التيار بسرعة في سلك مستقيم الى القيمة التي يحددها قانون أوم بينما يتأخر نمو التيار في الملف الكهربائي** .

ج: لأنه في حالة الملف تتولد قوة دافعة كهربائية عكسية تعمل على تأخير نمو التيار . أما في حالة السلك المستقيم فلا تتولد قوة دافعة كهربائية عكسية ولا يتأخر نموه .

## المحولات الكهربائية

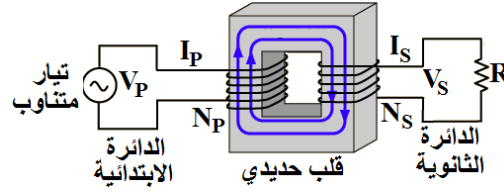
**المحول الكهربائي:** جهاز يستخدم لرفع أو خفض فرق الجهد في دوائر التيار المتردد AC مع فقدان قليل من الطاقة.

**تركيبه:** ملفان معزولان كهربائيا عن بعضهما الآخر (ابتدائي و ثانوي) وملفوفان حول القلب الحديدي نفسه.

**فكرة عمله:** تعتمد فكرة عمله على الحث المتبادل بين ملفين.

**طريقة عمله:**

عند وصل الملف الابتدائي بمصدر جهد متردد , فان التيار المتغير يولد مجالا مغناطيسيا متغيرا في الملف الابتدائي, وينقل هذا التغير عبر القلب الحديدي الى الملف الثانوي, فتتولد فيه قوة دافعة كهربائية (الجهد الثانوي) متغيرة بسبب التغير في المجال. ويسمى هذا التأثير " الحث المتبادل بين ملفين " .



**س: علل لما يأتي :**

- 1- **لا يعمل المحول الكهربائي الا على التيار المتردد ولا يعمل على التيار المستمر.**  
لان التيار المستمر يولد مجالا مغناطيسيا ثابت الشدة والاتجاه فلا يحدث تغيرا في المجال المغناطيسي ولا تنشأ قوة دافعة كهربائية حثية بالملف الثانوي , وبالتالي لا يحدث حث متبادل بين الملفين .  
أما التيار المتردد فهو تيار متغير الشدة والاتجاه يولد مجالا مغناطيسيا متغيرا , فتتولد قوة دافعة كهربائية حثية بالملف الثانوي أي يحدث حث متبادل بين الملفين.
- 2- **يتكون القلب الحديدي للمحول الكهربائي من شرائح رقيقة معزولة عن بعضها البعض.**  
لتقليل التيارات الدوامية , وبالتالي التقليل من الطاقة الكهربائية المفقودة على هيئة طاقة حرارية.

**مصطلحات تهمك:**

- 1- **الملف الابتدائي:** أحد ملفي المحول الكهربائي , يتصل بمصدر فرق جهد متردد AC , ويولد قوة دافعة كهربائية حثية متناوبة في الملف الثانوي.
- 2- **الملف الثانوي:** أحد ملفي المحول الثانوي , تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية متناوبة عند مرور تيار متردد AC بالملف الابتدائي.
- 3- **الجهد الثانوي:** القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الملف الثانوي.

## كفاءة المحول ( $\eta$ )

**كفاءة المحول:** هي النسبة بين القدرة الخارجة ( قدرة الملف الثانوي ) الى القدرة الداخلة ( قدرة الملف الابتدائي ) .

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} = \frac{V_s I_s}{V_p I_p}$$

**معادلة حساب كفاءة المحول:**

**علل: لا توجد محولات ذات كفاءة 100% .**

ج: وذلك بسبب حدوث فقد في الطاقة الكهربائية على شكل طاقة حرارية نتيجة للتيارات الدوامية ومقاومة الأسلاك , وبالتالي تكون القدرة الخارجة أقل من الداخلة.

## المحول المثالي

**المحول المثالي:** هو محول كفاءته 100% (نظريا) وتكون فيه القدرة الواصلة الى الملف الابتدائي مساوية للقدرة المأخوذة من الملف الثانوي أي لا تضيع فيه أي جزء من القدرة أو الطاقة.

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \text{معادلة المحول المثالي:}$$

أي أن النسبة بين التيار في الملف الثانوي والتيار في الملف الابتدائي تساوي النسبة بين جهد الملف الابتدائي وجهد الملف الثانوي، وتساوي النسبة بين عدد لفات الملف الابتدائي وعدد لفات الملف الثانوي أيضا.

## استنتاج القانون

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \quad \text{معادلة كفاءة المحول } (\eta) \text{ تعطى من خلال العلاقة:}$$

في حالة المحول المثالي تكون الكفاءة 100% أو 1

$$1 = \frac{P_s}{P_p} = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \Rightarrow P_s = P_p \Rightarrow V_s I_s = V_p I_p \Rightarrow \frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s}$$

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

$$\therefore \frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

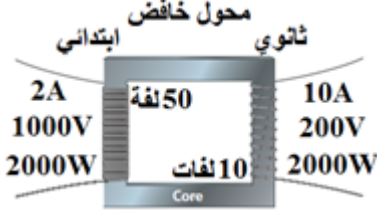

## العوامل التي يعتمد عليها الجهد الثانوي للمحول :

1- الجهد الابتدائي 2- النسبة بين عدد لفات الملف الثانوي وعدد لفات الملف الابتدائي

## أنواع المحولات

- 1- **المحول الرافع:** هو نوع من المحولات يكون فيه فرق الجهد الناتج ( الجهد الثانوي) أكبر من فرق الجهد المدخل اليه (الجهد الابتدائي).
- 2- **المحول الخافض:** هو نوع من المحولات يكون فيه فرق الجهد الناتج ( الجهد الثانوي) أقل من فرق الجهد المدخل اليه (الجهد الابتدائي).

**س: قارن بين المحول الرافع والمحول الخافض للجهد من حيث: جهد و تيار وعدد لفات كل من الملفين الابتدائي والثانوي.**

وجه المقارنة	المحول الرافع	المحول الخافض
التعريف	محول يكون فيه فرق الجهد الناتج أكبر من فرق الجهد المدخل اليه	محول يكون فيه فرق الجهد الناتج أقل من فرق الجهد المدخل اليه
جهد الملفين الابتدائي والثانوي	$V_s > V_p$	$V_s < V_p$
التيار في الملفين الابتدائي والثانوي	$I_s < I_p$	$I_s > I_p$
عدد لفات الملفين الابتدائي والثانوي	$N_s > N_p$	$N_s < N_p$
الرسم		

## الاستعمالات اليومية للمحولات:

1- تستخدم المحولات لنقل الطاقة الكهربائية لمسافات طويلة دون فقدان كبير في الطاقة حيث توضع محولات رافعة للجهد عند محطات توليد الكهرباء وأخرى خافضة للجهد بالقرب من المنازل.

س: علل : تستخدم محولات رافعة للجهد عند محطات توليد الكهرباء وأخرى خافضة للجهد بالقرب من المنازل.  
باستخدام المحولات الرافعة للجهد يقل التيار الكهربائي لأن القدرة ثابتة ( $P=IV$ ) ، وينقصان التيار تقل الطاقة الضائعة على شكل طاقة حرارية في الأسلاك تبعاً للعلاقة ( $E=I^2Rt$ ) ، أما عند المنازل فتستخدم محولات تعمل على خفض الجهد للحد المناسب لتشغيل الأجهزة الكهربائية.

2- توجد المحولات الخافضة في معظم الأجهزة الكهربائية المنزلية مثل أنظمة الألعاب و الطابعات والمسجلات وذلك لتقليل الجهود الكهربائية الى مستويات قابلة للاستعمال .

### س1: علل لما يأتي :-

1- المحول الكهربائي الرفع للجهد خافض للتيار .

ج/لان القدرة الناتجة في المحول ثابتة , وبالتالي فان ارتفاع الجهد يجب أن يقابله انخفاضاً في التيار المار خلال الملف الثانوي تبعاً للعلاقة ( $P=IV$ ).

2- المحول الخافض للجهد رافع للتيار.

ج/لان القدرة الناتجة في المحول ثابتة , وبالتالي فان انخفاض الجهد يجب أن يقابله ارتفاعاً في التيار المار خلال الملف الثانوي تبعاً للعلاقة ( $P=IV$ ).

4- كثيراً ما يكون السلك المستخدم في ملفات المحول المكون من عدد قليل من اللفات سميكا (مقاومة قليلة) بينما يكون سلك الملف المكون من عدد كبير من اللفات رفيعاً ؟

سيتمدد تيار اكبر خلال الملف ذي اللفات الاقل ولذلك يجب ان تكون المقاومة قليلة للحد من الهبوط في الجهد وللحد من القدرة الضائعة وللحد من سخونة الأسلاك.

5- يكاد لا يمر تيار في دائرة الملف الابتدائي اذا اصبحت دائرة الملف الثانوي مفتوحة؟

لانه في الملف الابتدائي تتولد بالحث الذاتي قوة دافعة كهربية حثية عكسية تساو وتعاكس القوة الدافعة للمصدر فلا يمر تيار في الملف الابتدائي.

6- لا تصلح المغناطيس الدائمة لصنع قلب محول جيد.

لأن الجهد الحثي المتولد يعتمد علي تغير المجال المغناطيسي خلال القلب , والمغناطيس الدائمة مجالها المغناطيسي ثابت فهي مصنوعة من مواد تقاوم التغير في المجال المغناطيسي.

س2: وضح ما يحدث لتيار الملف الابتدائي اذا اصبحت دائرة الملف الثانوي دائرة قصر ؟

سوف يزداد تيار الابتدائي بسبب زيادة تيار الثانوي .

قوانين تحتاجها لحل المسائل المتعلقة بالموضوع		
الرقم	الكمية	القانون
1	كفاءة المحول ( $\eta$ ) وتستخدم لجميع أنواع المحولات	$\eta = \frac{P_s}{P_p} = \frac{V_s I_s}{V_p I_p}$
2	معادلة المحول المثالي	$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$
3	القدرة الداخلة ( قدرة الملف الابتدائي)	$P_p = I_p V_p$
4	القدرة الناجمة أو الخارجة ( قدرة الملف الثانوي)	$P_s = I_s V_s$
5	القدرة المستهلكة أو الضائعة في المحول	$\Delta p = P_p - P_s$

### مسائل متنوعة على المحول والحث المتبادل بين ملفين

1

تدريب



محول مثالي رافع عدد لفات ملفه الابتدائي 200 لفة وعدد لفات ملفه الثانوي 3000 لفة إذا وصل ملفه الابتدائي بجهد متناوب فعال مقداره 90.0V اجب عما يلي :-

(أ) ما مقدار الجهد في دائرة الملف الثانوي ؟

.....

(ب) إذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي 2.0A فما مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي ؟

.....

(ج) ما مقدار القدرة المسحوبة بواسطة دائرة الملف الابتدائي ؟ وما مقدار القدرة التي تزودها دائرة الملف الثانوي ؟

.....

2

تدريب



يتكون ملف ابتدائي في محول خافض من 100 لفة، ويتكون الملف الثانوي من 10 لفات. إذا وصلت بالمحول مقاومة حمل قدرتها 2KW. فما مقدار التيار الفعال الابتدائي عتما بأن مقدار الجهد في الملف الثانوي يساوي 60V

.....

3

تدريب



محول مثالي خافض عدد لفات ملفه الابتدائي 7500 لفة وعدد لفات ملفه الثانوي 125 لفة فإذا كان الجهد المتناوب في دائرة الملف الابتدائي 7.2KV

(أ) ما مقدار الجهد في دائرة الملف الثانوي ؟

.....

(ب) إذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي 36A فاحسب مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي ؟

.....

(ج) ما مقدار القدرة الداخلة والقدرة الناتجة من المحول ؟

.....