الدرس 1 - 2 : المولدات و المحركات الكهربية

المولد الكهربي :

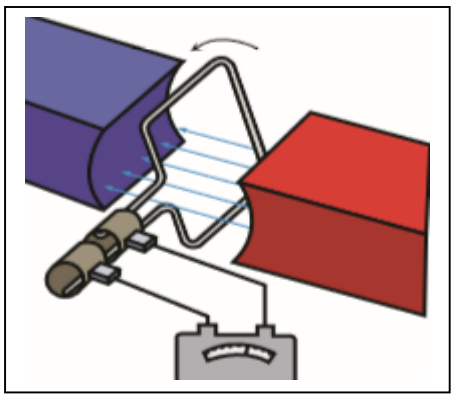
هو جهاز يحول جزء من الطاقة الميكانيكية المبذولة لتحريك الملف في المجال المغناطيسي الي طاقة كهربية .

- درسنا في السابق ان عملية ادخال أحدي طرفي المغناطيس في ملف و أخراجه بحركة اهتزازية مستمرة يولد قوة دافعة كهربية ε .

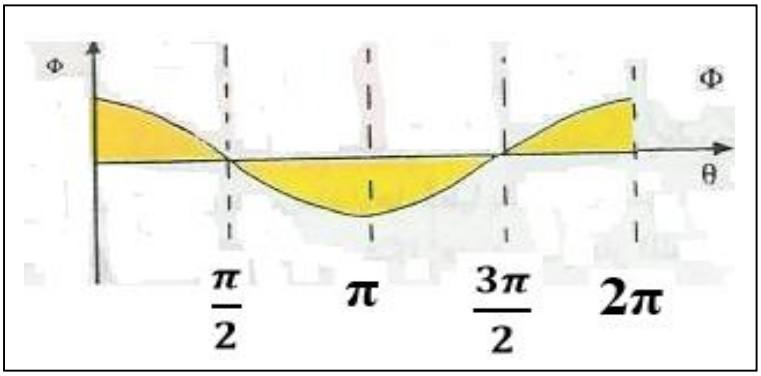
- وحيث أن الحركة بين المغناطيس و الملف نسبية بمعني اننا لا يمكننا التمميز أيهما يتحرك بالنسبة للأخر . فأنه وجد عمليا أن من الأفضل تحريك الملف في المجال المغناطيسي الساكن بدلا من تحريك المغناطيس في الملف .

www.kwedufiles.com

مبدأ عمل المولد الكهربي :



يتكون المولد من ملف يستطيع أن يدور حول محور ثابت , ويتصل طرفا الملف بحلقتين معزولتين مثبتتين ويلامسان فرشتان تصلا الملف بدائرة كهربائية خارجية تسمي دائرة الحمل .



- عندما يدور الملف في المجال المغناطيسي يحدث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف .
عندما يكون الملف عمودي علي الكجال المغنطيسي $\theta = zero$
يكون التدفق المغناطيسي أكبر قيمة و عندما يدور الملف 90^0 ينعدم التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف . وبالتالي يتولد في الملف طبقا لقانون فاراداي قوة دافعة كهربية حثية تولد تيار كهربي حثي في دائرة الحمل .

ـ يمكن حساب القوة الدافعة الكهربية المتولدة و شدة التيار الحثي المتولد كما يلي :

$$\varepsilon = - \frac{d\,\Phi}{d\,t}$$

$$\varepsilon = - \frac{d\,NBA\,\cos\theta}{d\,t}$$

$$\varepsilon = - NBA \frac{d\cos\theta}{d\,t}$$

$$\varepsilon = - NBA \frac{d\,\theta}{dt} \frac{d\cos\theta}{d\,\theta}$$

$$\varepsilon = - N\,B\,A\,(\omega)\,(-\sin\theta)$$

$$\varepsilon = + N\,B\,A\,\omega \sin\theta$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin\theta$$

$$\varepsilon_{max} = N\,B\,A\,\omega \qquad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{\theta}{t}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$$

www.kweduﬁles.com

ومن قانون أوم :

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

بقسمة المعادلة على R

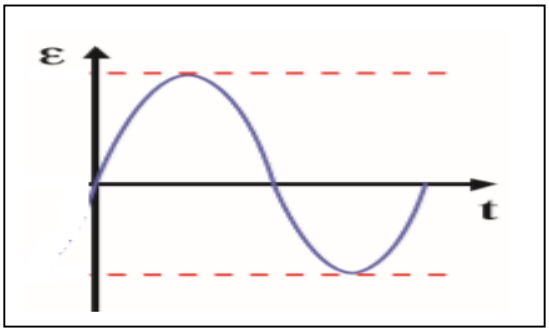
$$\frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} \sin\theta$$

$$i = i_{max} \sin\theta$$

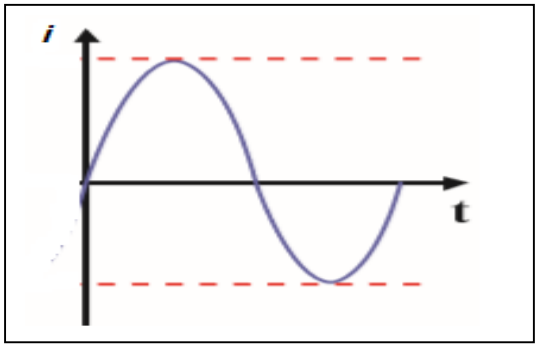
$$i = i_{max}\,Sin\,(\omega t)$$

ε	القوة الدافعة الكهربية اللحظية	====>	V	فولت
ε_{max}	القوة الدافعة الكهربية العظمي	====>	V	فولت
i	شدة التيار الكهربي اللحظي	====>	A	امبير
i_{max}	شدة التيار الكهربي العظمي	====>	A	امبير
θ	زاوية دوران الملف	====>		درجة
ω	السرعة الزاوية لدوران الملف	====>	Rad/sec	راديان/ ثانية
t	الزمن	====>	sec	ثانية

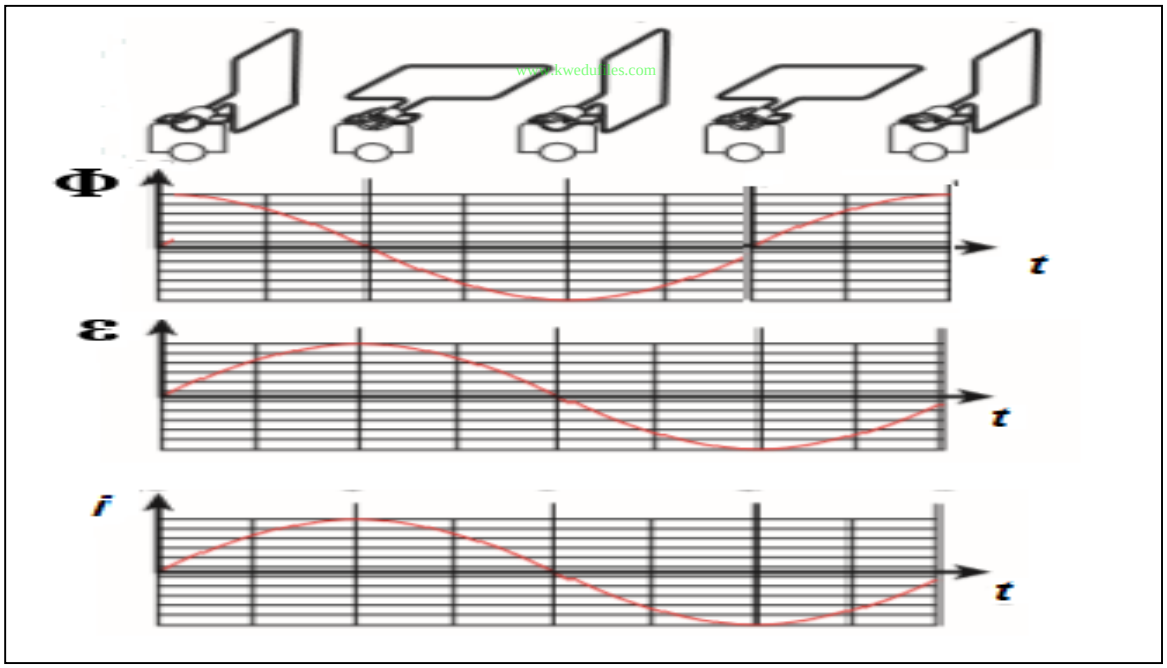
مـــلاحـــظـــات :



1- من معادلة القوة الدافعة الكهربية الحثية يتبين انها تتغير جيبيا بالنسبة للزمن .



2- من معادلة التيار الحثي يتبين أن التيار الحثي عبارة عن تيار متردد (متغير القيمة والاتجاه) بحيث يتغير مقداره جيبيا من صفر الي قيمة عظمي ثم الي صفر ثم قيمة صغري ثم صفر مرة أخري وتتكرر مع كل دورة ملف .



مثال $\frac{1}{26}$

N = 20

A = 0.01 m^2

R = 10 Ω

f = 60 Hz

B = 10 T

ε = ?

ε_{max} = ?

I = ?

I_{max} = ?

$\omega = 2\pi f = 2\pi\ (\ 60\ ) = 120\ \pi$ Rad/s

$\varepsilon_{max} = N\ B\ A\ \omega$

$\varepsilon_{max} = (\ 20\ )\ (\ 10\ )\ (\ 0.01\ )\ (\ 120\ \pi\ ) = 240\ \pi$ V

$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$

$\varepsilon = 240\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} = \frac{240\ \pi}{10} = 24\ \pi$ A

$I = I_{max} \sin(\omega t)$

$I = 24\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

www.kwedufiles.com

مثال $\frac{6}{32}$

N = 200

A = 0.001 m^2

R = 10 Ω

f = 60 Hz

B = 5 T

ε_{max} = ?

ε = ?

I_{max} = ?

I = ?

$\omega = 2\pi f = 2\pi\ (\ 60\ ) = 120\ \pi$ Rad/s

$\varepsilon_{max} = N\ B\ A\ \omega$

$\varepsilon_{max} = (\ 200\ )\ (\ 5\ )\ (\ 0.001\ )\ (\ 120\ \pi\ ) = 120\ \pi$ V

$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$

$\varepsilon = 120\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} = \frac{120\ \pi}{10} = 12\ \pi$ A

$I = I_{max} \sin(\omega t)$

$I = 12\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

مثال $\frac{2}{27}$ الهامش

N = 40

A = 0.01 m^2

f = 50 Hz

B = 2 T

ε = ?

I = ?

R = 10 Ω

$\omega = 2\pi f = 2\pi\ (\ 50\ ) = 100\ \pi$ Rad/s

$\varepsilon_{max} = N\ B\ A\ \omega$

$\varepsilon_{max} = (\ 40\ )\ (\ 2\ )\ (\ 0.01\ )\ (\ 100\ \pi\ ) = 80\ \pi$ V

$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$

$\varepsilon = 80\ \pi \sin(\ 100\pi\ t\ )$

$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} = \frac{80\ \pi}{20} = 4\ \pi$ A

$I = I_{max} \sin(\omega t)$

$I = 4\ \pi \sin(\ 100\pi\ t\ )$

www.kwedufiles.com

مثال $\frac{1}{27}$ الهامش

N = 10

A = 0.04 m^2

B = 0.1 T

$\theta_1 = 60^0$

ε = ?

$\theta_2 = 90^0$

Δt = 0.2 s

$\Phi_1 = B\ A \cos\theta_1 = (0.1)\ (0.04) \cos(60) = 2x10^{-3}$ wb

$\Phi_2 = B\ A \cos\theta_2 = (0.1)\ (0.04) \cos(90) =$ zero

$\varepsilon = -\ N \frac{d\ \Phi}{d\ t}$

$\varepsilon = -\ 10\ \frac{\text{zero} - 2x10^{-3}}{0.2} = 0.1$ v

مثال : ملف مستطيل طوله cm (20) وعرضه cm (10) مكون من (100) لفة على التوالي ، يدور حول محوره بمعدل (2100) لفة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم شدته T (0.1) .... أحسب

1 – القوة الدافعة الكهربية التأثيرية العظمى المتولدة في الملف .

$$f = \frac{n}{t} = \frac{2100}{1 \times 60} = 35 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi (35) = 70 \pi \text{ Rad/s}$$

$$\varepsilon_{max} = N B A \omega$$

$$\varepsilon_{max} = (100) (0.1) (200 \times 10^{-4}) (70 \pi) = 14 \pi \text{ V}$$

$A = 200 \text{ cm}^2$
$N = 100$
$n = 2100$
$t = 1 \text{ Min}$
$B = 0.1 \text{ T}$
$\varepsilon_{max} = ?$

2 – القوة الدافعة الكهربية اللحظية عندما يميل الملف على خطوط المجال بزاوية (60^{o})

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin (\omega t)$$

www.kwedufiles.com

$$\varepsilon = 14 \pi \sin (60)$$

$$\varepsilon = 38.08 \text{ v}$$

$\theta = 60$

$\varepsilon = ?$

3 – القوة الدافعة الكهربية التأثيرية التي يولدها الملف بعد مرور زمن 3 sec

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin (\omega t)$$

$$\varepsilon = 14 \pi \sin (70 \pi \times 3)$$

$$\varepsilon = - 38.19 \text{ v}$$

$t = 3 \text{ s}$

$\varepsilon = ?$

القوة المغناطيسية المؤثرة علي شحنة متحركة :

عندما تتحرك شحنة كهربية في مجال مغناطيسي في اتجاه لا يوازي خطوط المجال المغناطيسي , فأن المجال المغناطيسي يؤثر علي الشحنة الكهربية بقوة حارفة

ـ اذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي بزاوية θ

$$F = q\ v\ B\ Sin\theta$$

F	القوة المغناطيسية	====>	N	نيوتين
q	مقدار الشحنة	====>	C	كولوم
v	السرعة	====>	m/s	متر/ثانية
B	شدة المجال المغناطيسي	====>	T	تسلا
θ	الزاوية بين اتجاه السرعة و اتجاه المجال المغناطيسي	====>		درجة

مـــلاحـظـــات :

1- حالات القوة :

اذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي و هي موازية	اذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي و مائلة بزاوية	اذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي و هي عمودية
$\theta = 0^0$	θ	$\theta = 90^0$
sin 0 = zero	sin θ	sin 90 = 1
F = zero	F = q v B sin θ	F = q v B
تنعدم قيمة القوة		أكبر قيمة للقوة
تتحرك الشحنة في خط مستقيم		تتحرك الشحنة في مسار دائري

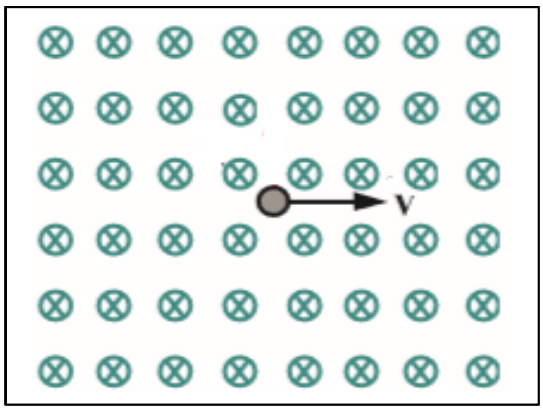
2- يحدد اتجاه القوة المغناطيسية بقاعدة اليد اليمني .

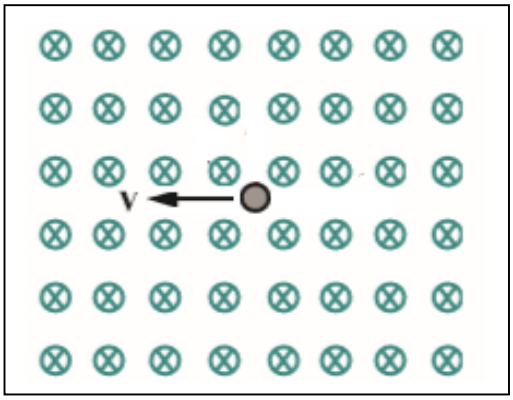
3- من التطبيقات علي القوي المغناطيسية :

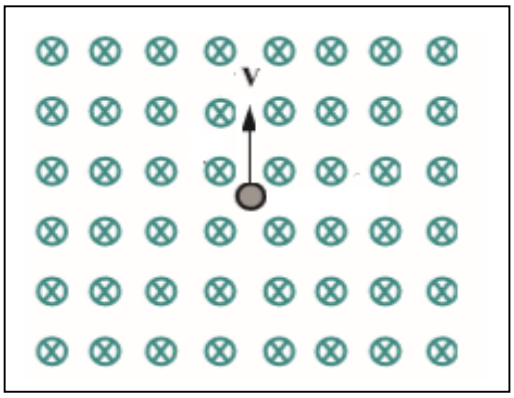
أ – توظيف خاصية انحراف الجسيمات المشحونة في المجالات المغناطيسية لنشر الألكترونات علي السطح الداخلي لشاشة التلفاز لتكوين الصور .

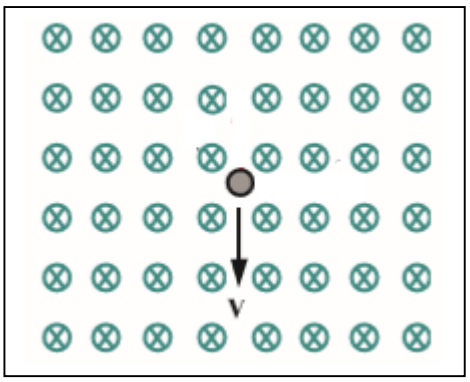
ب – المجال المغناطيسي للأرض يجعل الجسيمات المشحونة القادمة من الفضاء الخارجي تنحرف مبتعدة عنها , مما يخفف شدة الاشعة الكونية التي تصل الي سطح الارض .

ـ حدد علي الرسم اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة علي الشحنة في كل من الاشكال التالية , كذلك ارسم مسار الحركة واتجاهه .

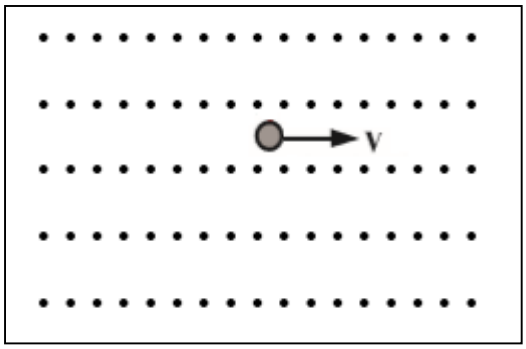


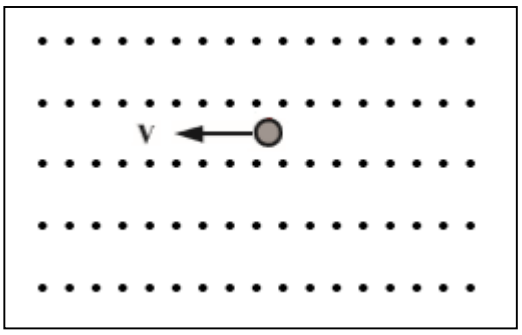


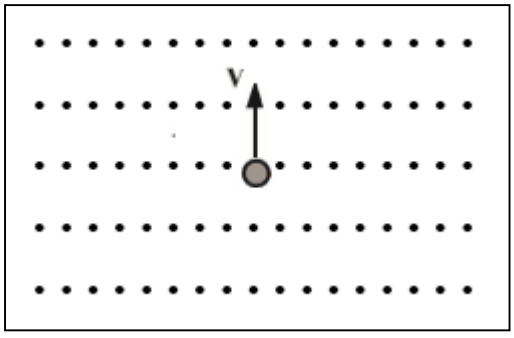


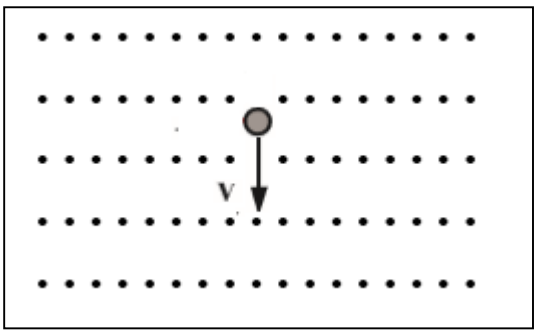


www.kwedufiles.com









مثال $\frac{2}{29}$

$F = q\ v\ B$

$F = (2 \times 10^{-6}) (200) (0.2)$

$F = 0.8 \times 10^{-4}\ N$

$B = 0.2\ T$

$q = 2\ \mu c$

$v = 200\ m/s$

$F = ?$

مثال $\frac{5}{32}$

$F = q\ v\ B$

$F = (1.6 \times 10^{-19}) (3 \times 10^{7}\ ) (1)$

$F = 4.8 \times 10^{-12}\ N$

www.kwedufiles.com

$B = 1\ T$

$q = 1.6 \times 10^{-19}\ c$

$v = 3 \times 10^{7}\ m/s$

$F = ?$

مثال $\frac{7}{63}$

$F = q\ v\ B$

$F = (1.6 \times 10^{-19}) (2 \times 10^{7}\ ) (0.2)$

$F = 6.4 \times 10^{-12}\ N$

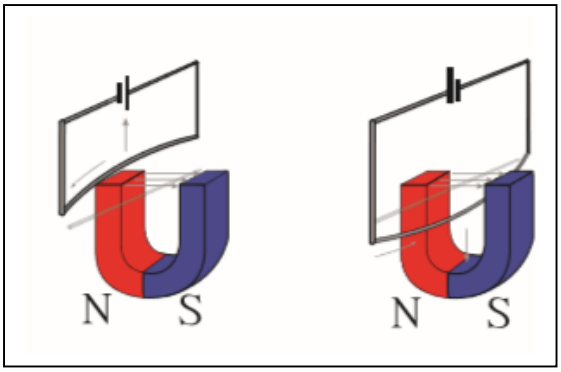
$B = 0.2\ T$

$q = 1.6 \times 10^{-19}\ c$

$v = 2 \times 10^{7}\ m/s$

$F = ?$

القوى المغناطيسية المؤثرة علي الأسلاك الحاملة للتيار :



بما أن الجسم المشحون المتحرك في مجال مغناطيسي يتعرض لقوى حارفة , بالتالي فأن التيار الكهربي المكون من شحنات كهربية متحركة في اتجاه واحد في سلك سيتعرض ايضا لقوة حارفة .

يمكن حساب القوة المؤثرة علي السلك كما يلي :

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

F	القوة المغناطيسية	====>	N	نيوتين
I	شدة التيار الكهربي	====>	A	امبير
L	طول السلك	====>	M	متر
B	شدة المجال المغناطيسي	====>	T	تسلا
θ	الزاوية بين اتجاه التيار الكهربي و اتجاه المجال المغناطيسي	====>		درجة

www.kwedufiles.com

ملاحظات :

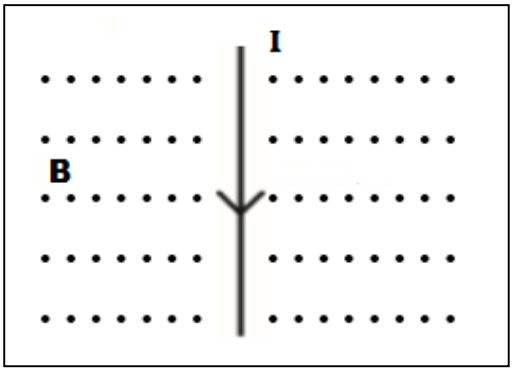
1- حالات القوة

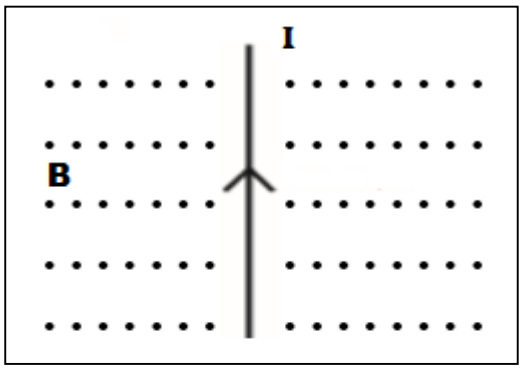
اذا كان السلك موازي لخطوط المجال	اذا كان السلك يميل علي المجال بزاوية	اذا كان السلك عمودي علي اتجاه المجال
$\theta = 0^0$	θ	$\theta = 90^0$
sin 0 = zero	sin θ	sin 90 = 1
F = zero	F = B I L sin θ	F = B I L
تنعدم قيمة القوة		أكبر قيمة للقوة
تتحرك الشحنة في خط مستقيم		تتحرك الشحنة في مسار دائري

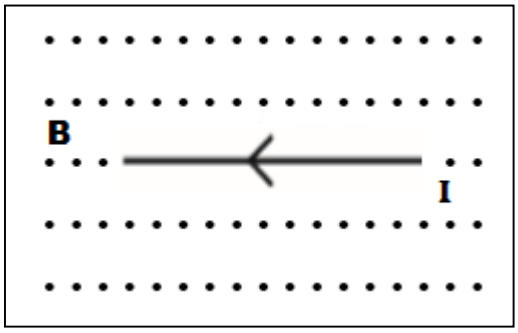
2- القوة المغناطيسية يحدد اتجاها بقاعدة اليد اليمني .

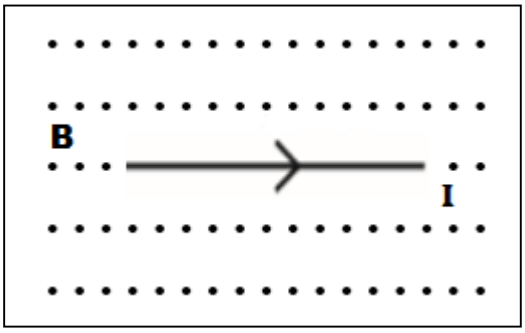
3- تعتبر القوة المغناطيسية المؤثرة علي سلك يمر به تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي هي المبدأ الرئيسي في أكتشاف المحركات الكهربية .

ـ تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة علي سلك مستقيم يمر به تيار كهربي مستمر موضوع في مجال مغناطيسي منتظم :

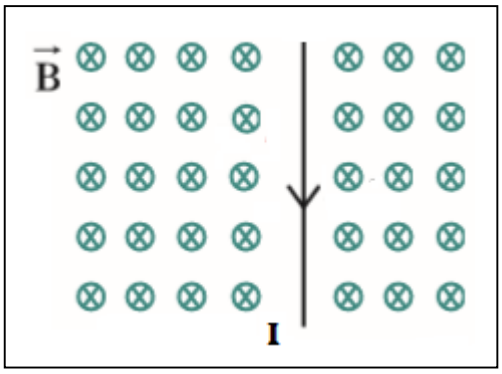


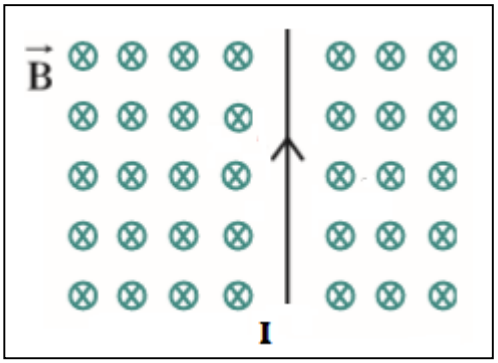


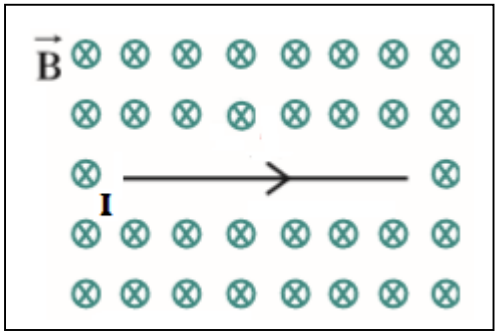


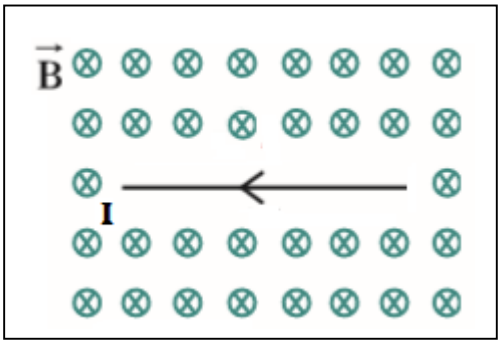


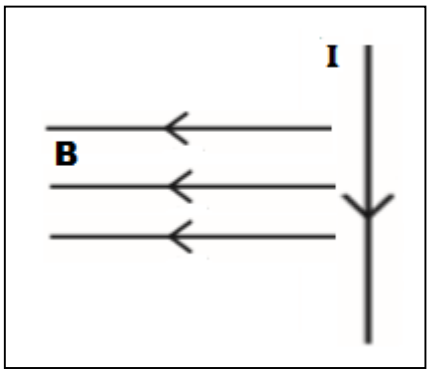
www.kwedufiles.com

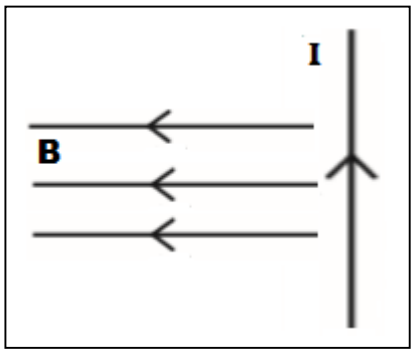


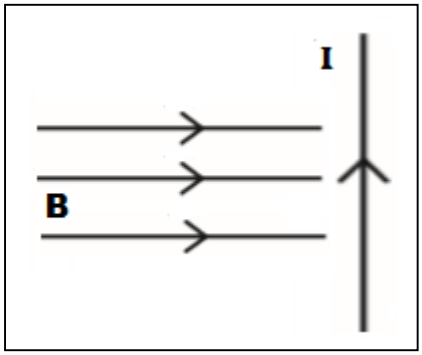


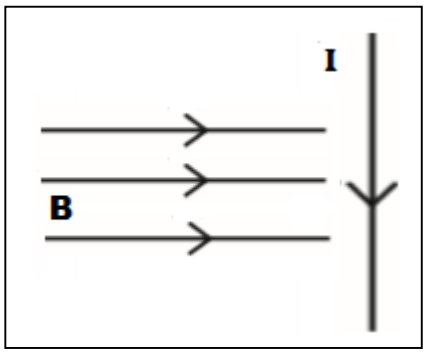




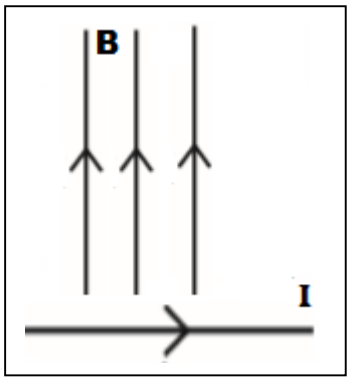


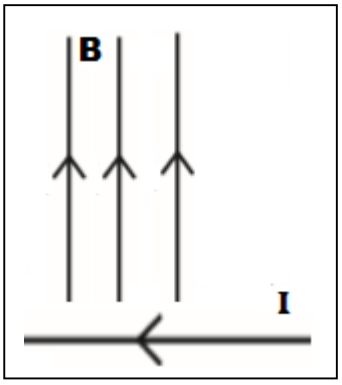


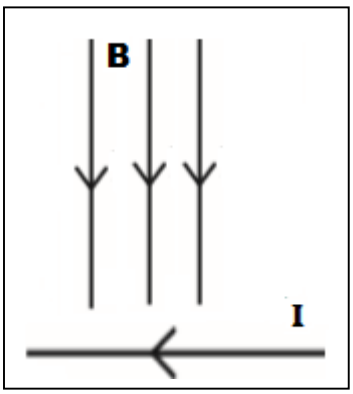


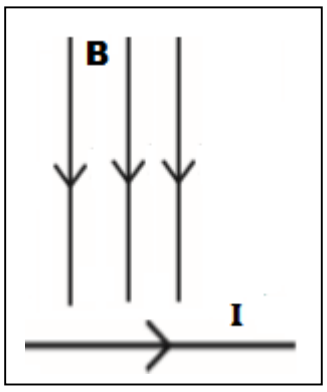


www.kwedufiles.com



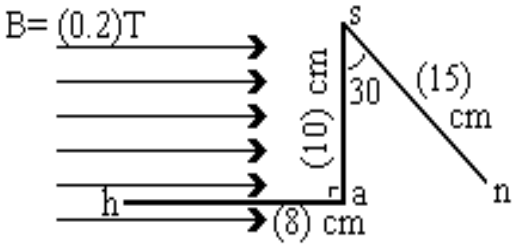






مثال : السلك ($h\ a\ s\ n$) الموضح بالشكل المقابل، يمر به تيار كهربائي مستمر شدته (3) أمبير، فإذا وُضع في مجال مغناطيسي منتظم شدته T (0.2) ، فاحسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على :-

1 - الجزء (h a).



F = zero

لان السلك موازي لخطوط المجال

2 - الجزء (a s).

F = B I L

F = (0.2) (3) ($10X10^{-2}$)

F = 0.06 N

3 - الجزء (s n).

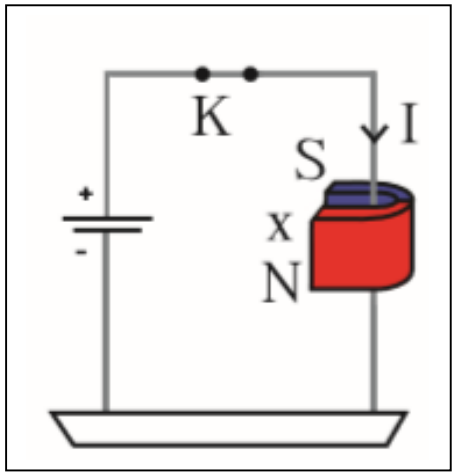
F = B I L sinθ

www.kwedufiles.com

F = (0.2) (3) ($15X10^{-2}$) sin (60)

F = 0.07 N

مثال $\frac{3}{30}$



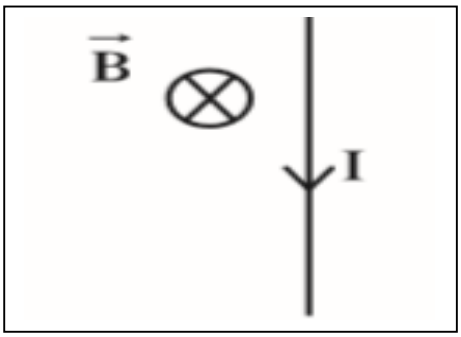
L = 20 cm
B = 0.2 T
I = 0.5 A
F = ?

F = B I L

F = (0.2) (0.5) ($20X10^{-2}$)

F = 0.02 N

مثال $\frac{4}{32}$



L = 25 cm
B = 0.1 T
I = 0.2 A
F = ?

F = B I L

$F = (0.2)\ (0.5)\ (20X10^{-2})$

F = 0.02 N

مثال $\frac{6}{63}$

F = B I L sinθ

www.kwedufiles.com

$F = (0.6)\ (1)\ (80X10^{-2})\ \sin(60)$

F = 0.42 N

L = 80 cm
B = 0.6 T
I = 1 A
F = ?

مثال $\frac{1}{30}$ الهامش

$L = 1\ M$
$\theta = zero$
$I = 5\ A$
$F = ?$

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

مثال $\frac{2}{30}$ الهامش

$L = 50\ cm$
$B = 0.1\ T$
$I = 0.1\ A$
$F = ?$
$\theta = 90^0$

$F = B\ I\ L$
$F = (0.1)\ (0.1)\ (50X10^{-2})$
$F = 50x10^{-3}\ N$

www.kwedufiles.com

مثال $\frac{3}{30}$ الهامش

$L = 10\ cm$
$B = 0.1\ T$
$I = ?$
$F = 0.004\ N$

$F = B\ I\ L$
$0.004 = (0.1)\ (I)\ (10X10^{-2})$
$I = 0.4\ A$

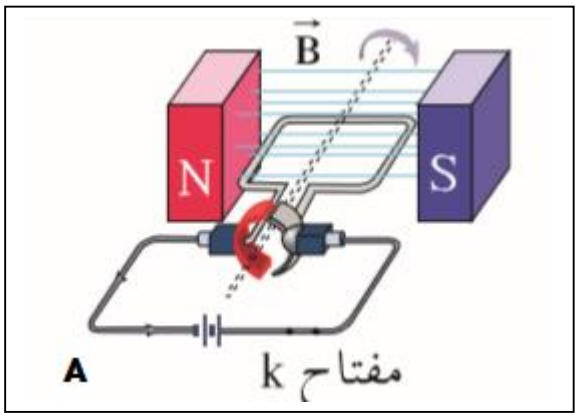
المحرك الكهربي :

هو جهاز يحول جزءا من الطاقة الكهربائية الي طاقة ميكانيكية في وجود مجال مغناطيسي بعد تزويده بتيار كهربي مناسب .

تركيب المحرك الكهربي :

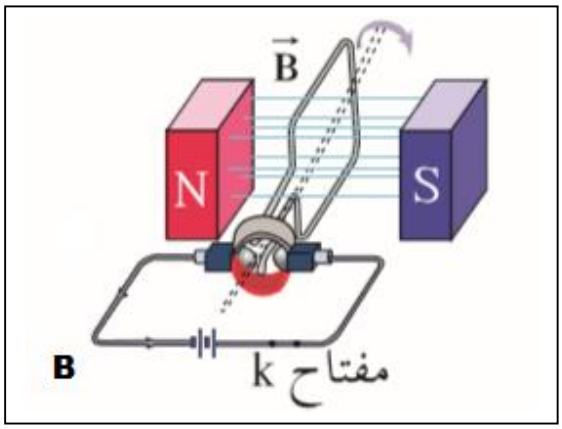
يتكون المحرك الكهربي من ملف مستطيل الشكل قابل للدوران حول محور موضوع في مجال مغناطيسي منتظم , يتصل طرفا الملف بنصفي حلقة معزولتين عن بعضهما البعض ويدوران مع الملف , ويلامسان فرشاتين من الكربون ثابتتين يتصلان بقطبي البطارية .

ـ عند اغلاق المفتاح K يمر في سلك الملف تيار كهربي و يتأثر السلك بقوة مغناطيسية نتيجة وجوده في مجال مغناطيسي منتظم , وبحسب قاعدة اليد اليمني عندما يكون مستوي الملف موازٍ لخطوط المجال المغناطيسي (شكل *A*) نلاحظ ان القوتين اللتين تعملان علي ضلعي الملف المتوازيان تشكلان عزم ازدواج و تجعلان الملف يدور .



www.kwedufiles.com

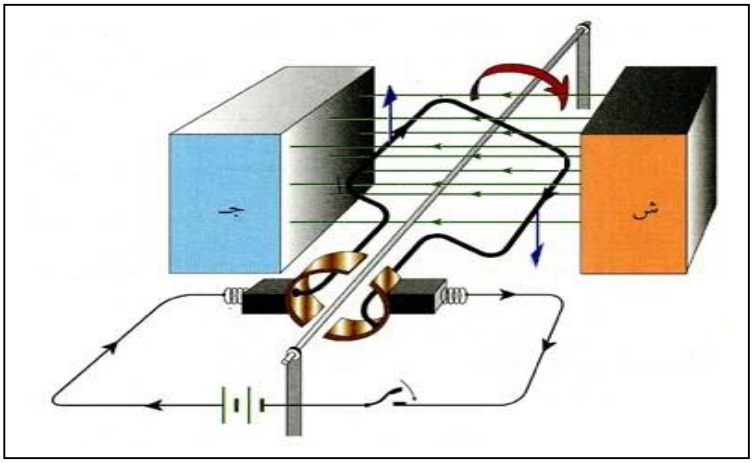
ـ مع دوران الملف يقل العزم تدريجيا علي الملف حتي ينعدم عندما تصبح مستوي الملف عموديا علي خطوط المجال (شكل *B*) حيث ينعدم مرور التيار الكهربائي لعدم اتصال نصفي الحلقة بالفرشتين .



ـ لكن يستمر دوران الملف بسبب قصوره الذاتي ويعود التلامس بين الفرشتين ونصفي الحلقة اللتين تبادلا المواقع فينعكس اتجاه التيار الكهربي المار في الملف مما يحافظ علي الاتجاه نفسه لعزم الازدواج و استمرار دوران الملف .

ـ وظيفة نصفي الحلقة في المحرك هي عكس اتجاه التيار و بالتالي تحافظ علي نفس اتجاه الدوران للمحرك .

حساب عزم الازدواج المؤثر على ملف المحرك الكهربي :



$$\tau = F \ d$$

$$\tau = B \ I \ L \ d$$

$$L \ d = A$$

$$\tau = B \ I \ A$$

www.kwedufiles.com

ـ واذا كان الملف له عدد من اللفات N :

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

τ	عزم القوة	====>	N.M	نيوتين.متر
I	شدة التيار الكهربي	====>	A	امبير
B	شدة المجال المغناطيسي	====>	T	تسلا
A	مساحة الملف	====>	M^2	متر^2
N	عدد لفات الملف	====>		لفة

مثال $\frac{7}{32}$

$\tau = N B I A$

$\tau = (200)\ (0.1)\ (2X10^{-3})\ (4X10^{-4})$

$\tau = 1.6X10^{-6}$ N.M

$N = 200$
$A = 4\ cm^2$
$B = 0.1\ T$
$\tau = ?$
$I = 2\ mA$
$\theta = 90^0$

مثال $\frac{4}{62}$

www.kwedufiles.com

$A = L\ X\ L = 25\ X\ 25 = 225\ cm^2$

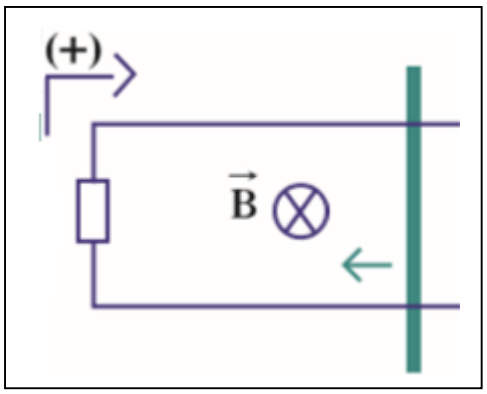
$\tau = N B I A$

$\tau = (200)\ (0.1)\ (4X10^{-3})\ (225X10^{-4})$

$\tau = 5X10^{-3}$ N.M

$L = 25\ cm$
$N = 200$
$B = 0.1\ T$
$\tau = ?$
$I = 4\ mA$
$\theta = 90^0$

مثال $\frac{5}{63}$



L = 1 M
R = 5 Ω
B = 0.6 T
V = 4 m/s
ε = ?
I = ?
F = ?
P = ?
P = ?

(أ)

$\varepsilon = - B l v$

$\varepsilon = - (0.6) (1) (-4) = 2.4 V$

(ب)

$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2.4}{5} = +0.48 A$

www.kwedufiles.com

ج- طبقا لقاعدة لنز يتولد تيار كهربي يولد مجال مغناطيسي معاكس لمسبب , و حيث أن المسبب هو حركة السلك الي داخل السكة , فأن المجال المتولد يكون للداخل X , في نفس اتجاه المجال المغناطيسي للسكة , وبالتالي التيار الكهربي يكون في الاتجاه الموجب

د- الاتجاهين متطابقين

(هـ)

$F = B I L = (0.6) (0.48) (1) = 0.288 N$

(و)

$P = F V = (0.288) (4) = 1.152$ watt

(ز)

$P = \varepsilon I = (2.4) (0.48) = 1.152$ watt