وزارة التربية
منطقة العاصمة التعليمية

ثانوية جاسم الخرافي
قسم الكيمياء و الفيزياء

دفتر الفيزياء

الصف الثاني عشر - علمي

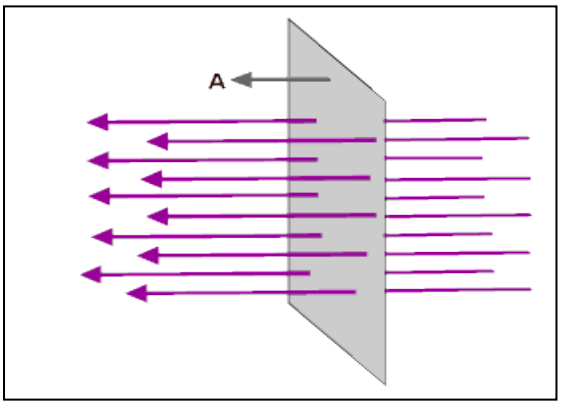
العام الدراسي : 2017/2016

أعداد / محمد نبيل

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسة
الفصل الأول : الحث الكهرومغناطيسي

الدرس 1 - 1 : الحث الكهرومغناطيسي

التدفق المغناطيسي Φ



- عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحا ما بشكل عمودي .

شدة المجال المغناطيسي B :

عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق وحدة المساحات من السطح بشكل عمودي .

$$\Phi = B\ A \cos\theta$$

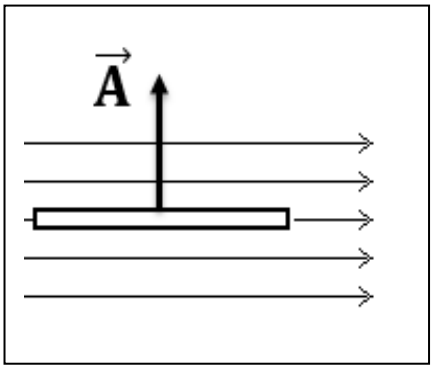
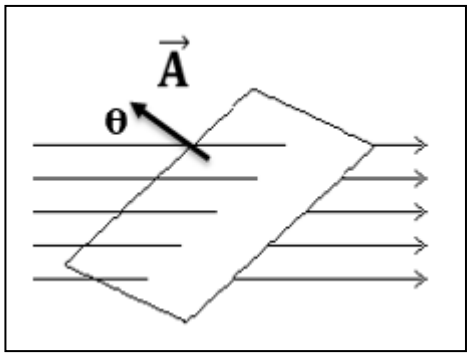
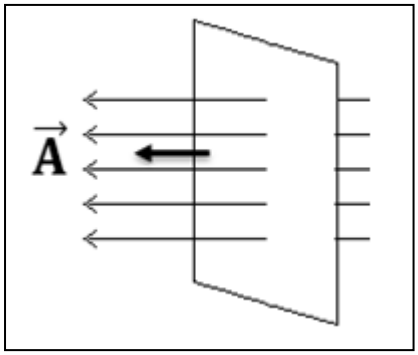
Φ	التدفق المغناطيسي	=====>	Wb	ويبر
B	شدة المجال المغناطيسي	=====>	T	تسلا
A	المساحة	=====>	M^2	متر^2
θ	زاوية سقوط المجال	=====>		درجة

- يقاس التدفق المغناطيسي بوحدة الويبر Wb وهي تكافئ $T.m^2$
- التدفق المغناطيسي كمية عددية بينما شدة المجال المغناطيسي كمية متجهة .
- زاوية سقوط المجال هي الزاوية بين الخط العمودي علي الجسم و خطوط المجال المغناطيسي .

س : أذكر العوامل التي يتوقف عليها التدفق المغناطيسي ؟

1- شدة المجال المغناطيسي 2- مساحة السطح
3- الزاوية بين متجه مساحة السطح و خطوط المجال المغناطيسي .

حالات الزاوية بين متجه المساحة و المجال المغناطيسي :

الجسم يوازي خطوط المجال المغناطيسي	الجسم يميل علي المجال بزاوية θ	الجسم عمودي علي خطوط المجال المغناطيسي
		
$\theta = 90^0$ Cos 90 = zero ϕ = zero	θ Cos θ $\phi = B\ A \cos \theta$	$\theta = 0^0$ Cos 0 = 1 $\phi = B\ A$

ملاحظات :

1- أكبر قيمة للتدفق المغناطيسي عندما يكون الجسم عمودي علي خطوط المجال المغناطيسي لأن : $\theta = 0^0$, Cos 0 = 1

2- ينعدم قيمة التدفق المغناطيسي الذي يخترق الجسم عندما يكون الجسم موازي لخطوط المجال المغناطيسي لأن : $\theta = 90^0$, Cos 90 = 0

3- اذا كان الجسم مكون من عدة لفات و موضوع في المجال المغناطيسي يمكن حساب التدفق المغناطيسي باستخدام العلاقة التالية :

$$\Phi = N\ B\ A \cos \theta$$

N عدد اللفات =====> لفة

مثال $\frac{1}{15}$: لفة دائرية الشكل نصف قطرها *10 cm* موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.4 T أحسب مقدار التدفق المغناطيسي في حال متجه المساحة يصنع زاوية 60^0 مع خط المجال المخترق للسطح

R = 10 CM
B = 0.4 T
Φ = ?
θ = 60^0

$A = \pi R^2 = \pi (10X10^{-2})^2 = 0.0314\ M^2$

$\Phi = B\ A \cos\theta$

$\Phi = (0.4)\ (0.0314)\ \cos(60)$

$\Phi = 6.2x10^{-3}\ wb$

مثال $\frac{5}{22}$: حلقة دائرية الشكل نصف قطرها 20 cm موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.5 T و اتجاهه يشكل مع متجه السطح زاوية 120^0 أحسب مقدار التدفق المغناطيسي المخترق للسطح .

R = 20 CM
B = 0.5 T
θ = 120^0
Φ = ?

$A = \pi R^2 = \pi (20X10^{-2})^2 = 0.1256\ M^2$

$\Phi = B\ A \cos\theta$

$\Phi = (0.5)\ (0.1256)\ \cos(120)$

$\Phi = -0.031\ wb$

مثال $\frac{1}{21}$ <u>الهامش</u> : ملف عدد لفاته 1000 لفة , مساحة مقطع كلا منها 15 cm^2 موضوع في مجال مغناطيسي عمودي علي مستوي اللفات , ومقدار شدته $0.4x10^{-4}$ T أحسب مقدار التدفق المغناطيسي

N = 1000
A = 15 cm^2
B = $0.4x10^{-4}$ T
Φ = ?

$\Phi = N\ B\ A$

$\Phi = (1000)\ (0.4X10^{-4})\ (15X10^{-4})$

$\Phi = 6X10^{-5}\ wb$

ملاحظة : من الممكن ان يعطي في المسائلة زاوية ميل الجسم علي خطوط المجال θ" , وتحسب زاوية سقوط المجال θ في هذة الحالة كما يلي :

$$\theta = 90 - \theta"$$

مثال : أوجد التدفق المغناطيسي لحلقة معدنية قطرها 1 cm موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم شدته 1.5 T أذا كانت الحلقة تميل علي المجال المغناطيسي بزاوية مقدارها 60^0 .

$2R = 1\ cm$
$B = 1.5\ T$
$\Phi = ?$
$\theta" = 60^0$

$R = \frac{1}{2} = 0.5\ cm = 0.5x10^{-2}\ M$

$A = \pi R^2 = \pi\ (0.5X10^{-2})^2 = 7.85X10^{-5}\ M^2$

$\theta = 90 - \theta" = 90 - 60 = 30^0$

$\Phi = B\ A \cos\theta$

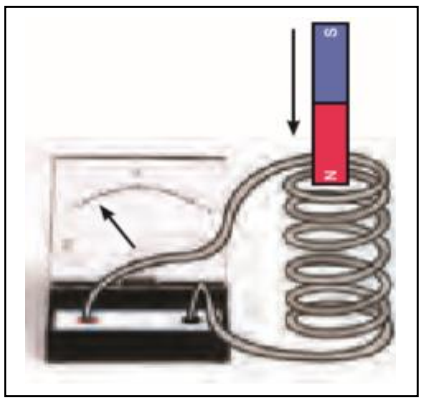
$\Phi = (1.5)\ (7.85X10^{-5})\ \cos(30)$

$\Phi = 1.02x10^{-4}\ wb$

الحث الكهرمغناطيسي :

نشاط 1 :

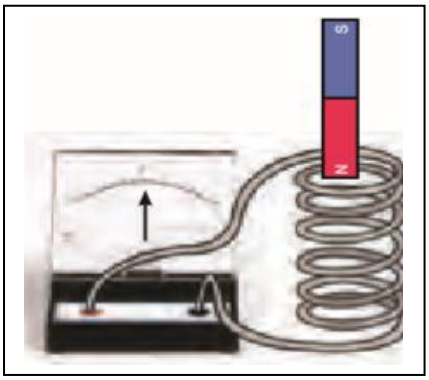
الادوات : ملف – مغناطيس – جلفانومتر .



1- عند امرار المغناطيس داخل الملف الكهربي نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانوميتر في اتجاه معين .

2- عند تثبيت المغناطيس وتحريك الملف نلاحظ ايضا انحراف مؤشر الجلفانومتر .

3- عند تثبيت المغناطيس داخل الملف نلاحظ عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر .



الاستنتاج :

1- في الحالة 1 , 2 يتولد فوة دافعة كهربية ينتج عنها تولد تيار كهربي حثي داخل الملف نتيجة حدوث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف . لذلك ينحرف مؤشر الجلفانوميتر

2- بينما عند ثبات المغناطيس داخل الملف فأن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف يظل ثابت وبالتالي لا يتولد قوة دافعة كهربية داخل الملف ولا ينتج تيار كهربي , لذلك لا ينحرف مؤشر الجلفانوميتر .

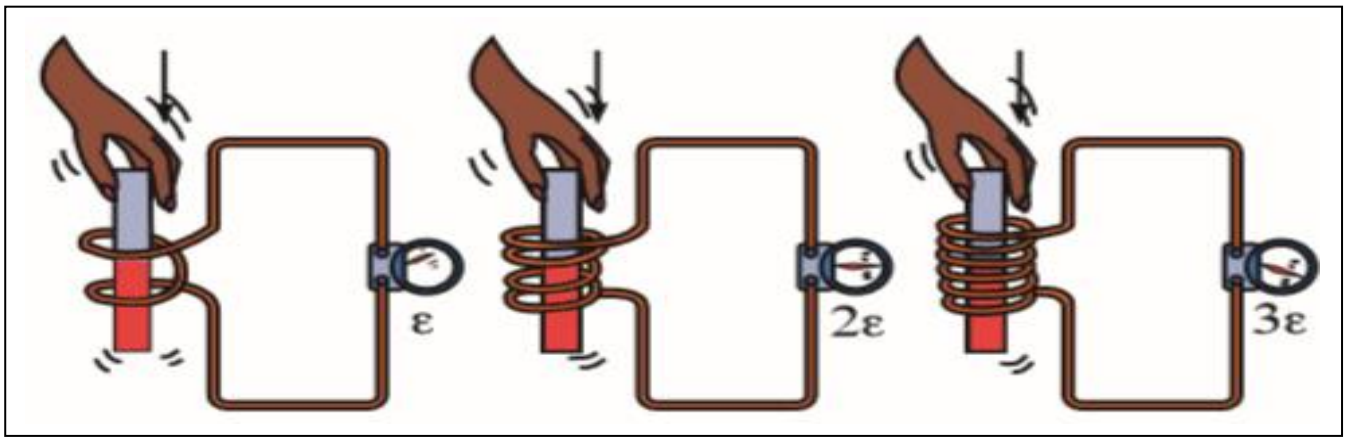
ملاحظات على التجربة :

1- مقدار القوة الدافعة الكهربية و شدة التيار تكونان أكبر كلما كانت الحركة النسبية بين المغناطيس والملف أسرع .

2- يتوقف التيار الكهربي المار في الملف لحظة توقف المغناطيس عن الحركة .

نشاط 2 :

الادوات : ملفات مختلفة – مغناطيس – جلفانومتر .



1- عند امرار المغناطيس في ملف به لفتان يتولد قوة دافعة كهربية تولد تيار كهربي حثي .

2- عند امرار نفس المغناطيس في ملف يحتوي علي اربع لفات (ضعف عدد لفات الملف الأول) يتولد ضعف القوة الدافعة الكهربية المتولدة في الملف الأول .

3- عند امرار نفس المغناطيس في ملف يحتوي علي ست لفات (ثلاث اضعاف عدد لفات الملف الأول) يتولد ثلاث اضعاف القوة الدافعة الكهربية المتولدة في الملف الأول .

الاستنتاج :

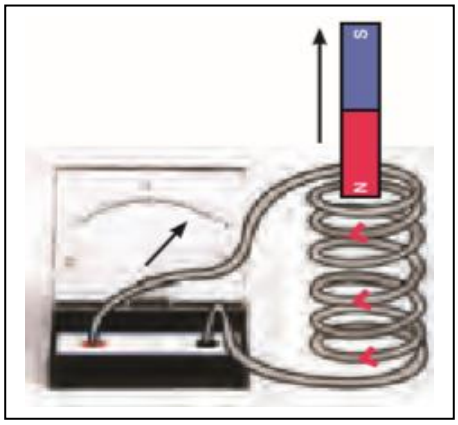
1- بزيادة عدد لفات الملف يزداد القوة المحركة الكهربية المتولدة في الملف .

الحث الكهرومغناطيسي :

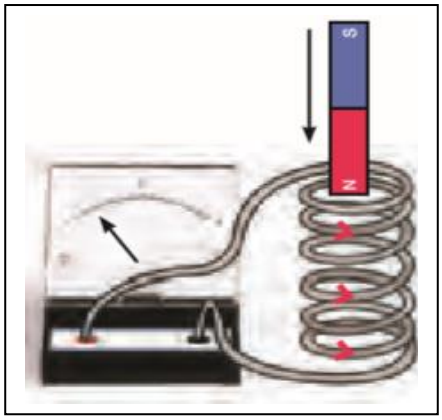
هو ظاهرة توليد القوة الدافعة الكهربية الحثية في موصل نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الموصل .

نشاط 3 :

الادوات : ملف – مغناطيس – جلفانومتر .



1- عند امرار المغناطيس داخل الملف نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانوميتر في اتجاه معين .
2- عند عكس اتجاه حركة المغناطيس نلاحظ انعكاس اتجاه انحراف مؤشر الجلفانوميتر عكس اتجاه التجربة الاولي .



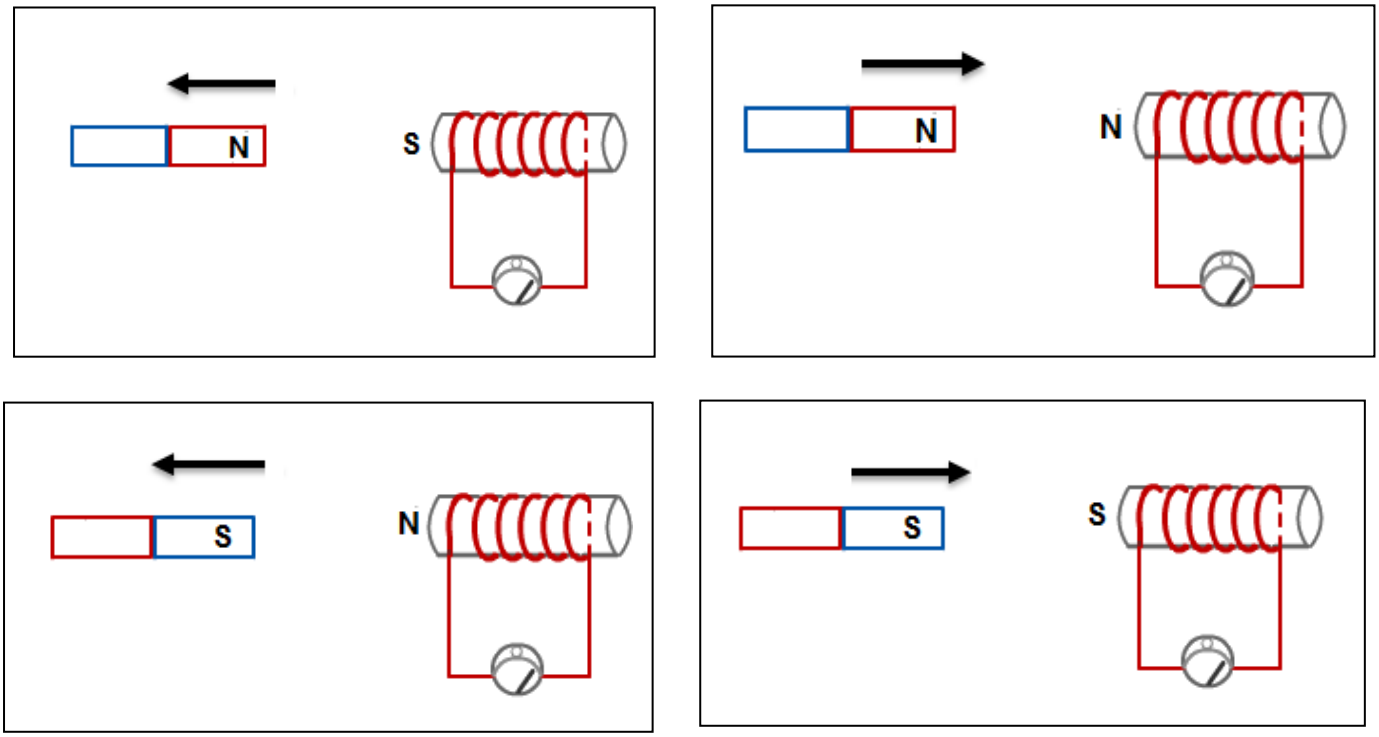
الاستنتاج :
يتغير اتجاه التيار الكهربي المتولد في الملف نتيجة اختلاف اتجاه حركة المغناطيس.

قاعدة لنز :

التيار الكهربي التاثيري المتولد في ملف يسري بأتجاه بحيث يولد مجالا مغناطيسيا يعاكس التغير في التدفق المغناطيسي المولد به .

نشاط :

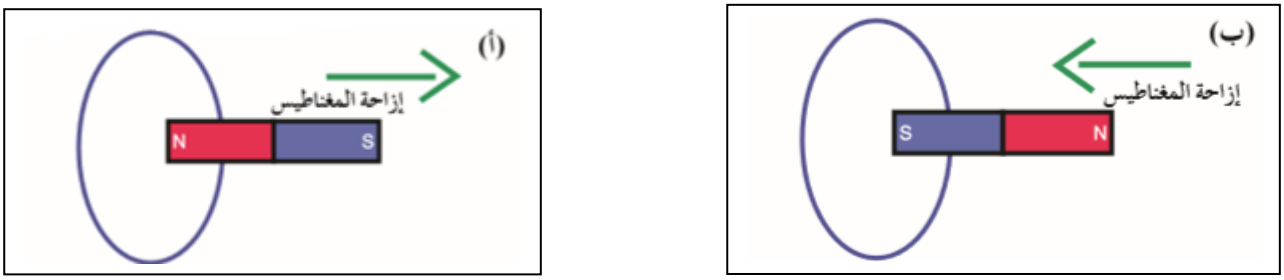
الادوات : ملف – مغناطيس – جلفانومتر .
بين علي الرسم القطب المغناطيسي المتكون عند تحريك المغناطيس كما بالاشكال التالية :



ملاحظة :

1- عندما يتولد عند الملف قطب شمالي N يكون التيار الكهربي المتولد عكس اتجاه عقارب الساعة .
2- عندما يتولد عند الملف قطب جنوبي S يكون التيار الكهربي المتولد مع اتجاه عقارب الساعة .

مثال $\frac{3}{22}$: استخدم قانون لنز لتحدد اتجاه التيار الحثي في الحالات الاتية :



قانون فاراداى :

ـ مقدار القوة الدافعة الكهربية التأثيرية المتولدة في ملف تتناسب طرديا مع ضرب عدد اللفات ومعدل التغيير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز هذة اللفات

ـ القوة الدافعة الكهربية المتولدة في موصل تساوي سالب معدل التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن .

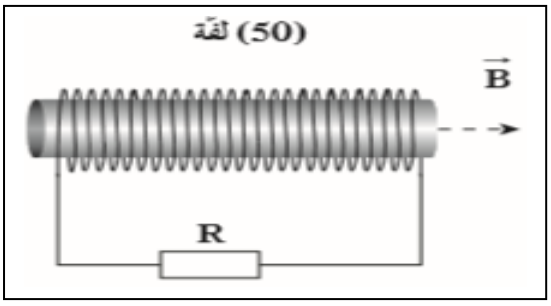
$$\varepsilon = - N \frac{d \Phi}{d t}$$

ε	القوة الدافعة الكهربية	=====>	V	فولت
$d \Phi$	التغير في التدفق المغناطيسي	=====>	Wb	ويبر
$d t$	الزمن	=====>	sec	ثانية
$\frac{d \Phi}{d t}$	المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي	=====>	Wb/sec	ويبر/ ثانية
N	عدد اللفات	=====>	ليس له وحدة	

ملاحظة :

1ـ الاشارة السالبة في قانون فاراداي تشير الي ان القوة الدافعة الكهربية تعاكس السبب المولد لها طبقا لقاعدة لنز .

مثال $\frac{2}{18}$: ملف مكون من 50 لفة حول اسطوانة فارغة مساحتها $1.8\ M^2$ و يؤثر عليه مجال مغناطيسي منتظم اتجاهه عمودي أحسب : أـ مقدار القوة الدافعة الحثية في الملف اذا تغير شدة المجال المغناطيسي بشكل منتظم من 0 T الي 0.55 T خلال 0.85 S .



N = 50
A = 1.8 M^2
B_1 = ZERO
B_2 = 0.55 T
ε = ?
Δt = 0.85 s
I = ?
R = 20 Ω

$\Phi_1 = B_1 A$ = ZERO
$\Phi_2 = B_2 A$ = (0.55) (1.8) = 0.99 wb

$$\varepsilon = - N \frac{d \Phi}{d t} = - 50 \frac{0.99 - zero}{0.85} = -58.2\ V$$

ب – مقدار شدة التيار الحثي اذا كانت المقاومة تساوي 20Ω

$$\varepsilon = I R$$

$$-58.2 = I (20) \ ===> \ I = -2.91\ A$$

مثال : ملف مستطيل الشكل طوله (20) cm وعرضه (10) cm مكون من (100) لفة موضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم شدته (3×10^{-4}) T، فإذا قلب الملف خلال (0.1) s، أحسب :

1-معدل التغير في التدفق المغناطيسي

$\frac{d\Phi}{dt} = ?$

$\Phi_1 = B_1 A = (3X10^{-4}) (200 X 10^{-4}) = 6X10^{-6}$ wb

$\Phi_2 = -6x10^{-6}$ wb

$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{-6x10^{-6}-6X10^{-6}}{0.1} = - 1.2x10^{-4}$ wb/s

2-القوة المحركة الكهربائية التأثيرية المتولدة في الملف .

$\varepsilon = ?$

$\varepsilon = - N \frac{d\Phi}{dt} = - 100 (-1.2x10^{-4}) = + 1.2 \times 10^{-2}$ V

3- مقدار شدة التيار الحثي في الملف اذا كانت مقاومة الدائرة تساوي $R = 10\ \Omega$

$I = ?$
$R = 10\ \Omega$

$\varepsilon = I R$

$1.2X10^{-2} = I (20) \implies I = 0.12$ A

مثال $\frac{2}{21}$ الهامش حلقة دائرية نصف قطرها 22 cm موضوعة عموديا في مجال مغناطيسي منتظم شدته 1 T , سحبت اللفة الي خارج المجال المغناطيسي , خلال 0.25 S أحسب القوة الدافعة الكهربية .

$R = 22$ cm
$B_1 = 1$ T
$B_2 = $ zero
$\Delta t = 0.25$ s
$\varepsilon = ?$

$A = \pi R^2 = \pi (22X10^{-2})^2$

$\Phi_1 = B_1 A = (1) \pi (22X10^{-2})^2 = 0.15$ wb

$\Phi_2 = $ zero

$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{zero-0.15}{0.25} = 0.6$ v

مثال $\frac{3}{21}$ الهامش يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.1 T *علي مستوي لفات ملف مكون من 500* لفة , أحسب القوة الدافعة الكهربية علما أن مساحة اللفة $100\ cm^2$ و المجال المغناطيسي يتناقص ليصبح صفرا خلال 0.1 S .

$B_1 = 0.1$ T
$B_2 = $ zero
$N = 500$
$\varepsilon = ?$
$A = 100\ cm^2$
$\Delta t = 0.1$ s

$\Phi_1 = B_1 A = (0.1) (100X10^{-4}) = 1 \times 10^{-3}$ wb

$\Phi_2 = $ zero

$\varepsilon = - N \frac{d\Phi}{dt} = - 500 \frac{zero - 1X10^{-3}}{0.1} = 5$ v

مثال : وضع ملف مستطيل داخل مجال مغناطيسي كثافة تدفقه (0.04) تسلا وكان اتجاه المجال عمودياً على مستوى اللفات ، فإذا كان عدد لفات الملف (200) لفة و متوسط مساحة كل منهما $8\ cm^2$ فاحسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية التحثية المتولدة في الملف في الحالات التالية

أ- إذا قلب الملف في 0.04 s.

$$\Phi_1 = B_1 A = (0.04)(8X10^{-4}) = 3.2 \times 10^{-5}\ wb$$

$$\Phi_2 = -3.2 \times 10^{-5}\ wb$$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt} = -200\ \frac{-3.2X10^{-5} - 3.2X10^{-5}}{0.04} = 0.32\ v$$

ب- إذا تزايدت كثافة التدفق إلى T 0.08 في 0.2 s.

$$\Phi_1 = B_1 A = (0.04)(8X10^{-4}) = 3.2 \times 10^{-5}\ wb$$

$$\Phi_2 = B_2 A = (0.08)(8X10^{-4}) = 6.4 \times 10^{-5}\ wb$$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt} = -200\ \frac{6.4X10^{-5} - 3.2X10^{-5}}{0.2} = -0.032\ v$$

ج- إذا تناقصت كثافة التدفق إلى T 0.02 في s 0.04.

$$\Phi_1 = B_1 A = (0.04)(8X10^{-4}) = 3.2 \times 10^{-5}\ wb$$

$$\Phi_2 = B_2 A = (0.02)(8X10^{-4}) = 1.6 \times 10^{-5}\ wb$$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt} = -200\ \frac{1.6X10^{-5} - 3.2X10^{-5}}{0.04} = 0.08\ v$$

د- إذا بعد الملف عن المجال في s 0.1.

$$\Phi_1 = B_1 A = (0.04)(8X10^{-4}) = 3.2 \times 10^{-5}\ wb$$

$$\Phi_2 = zero$$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt} = -200\ \frac{zero - 3.2X10^{-5}}{0.1} = 0.32\ v$$

مثال $\frac{1}{62}$: حلقة دائرية نصف قطرها 10 cm موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.2 T عموديا علي مستواها : أحسب

1- التغير في مقدار التدفق المغناطيسي في حال دوران مستوي اللفة بزاوية 90^0

$$A = \pi R^2 = \pi (10X10^{-2})^2 = 0.0314\ M^2$$

$$\Phi_1 = B\ A \cos\theta_1 = (0.2)(0.0314)\cos(0) = 6.2 \times 10^{-3}\ wb$$

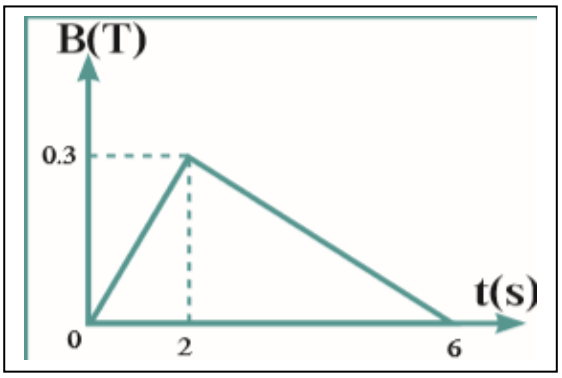
$$\Phi_2 = B\ A \cos\theta_2 = (0.2)(0.0314)\cos(90) = zero$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = zero - 6.2x10^{-3} = -6.2x10^{-3}\ wb$$

R = 10 CM
B = 0.2 T
ΔΦ = ?
θ_1 = zero
$\theta_2 = 90^0$
ε = ?
Δt = 0.1 s

2- أحسب القوة الدفعة الكهربية الناتجة خلال 0.1 S

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{-6.2X10^{-3}}{0.1} = 0.062\ v$$



مثال $\frac{3}{62}$ ملف مستطيل الشكل مؤلف من 100 لفة مساحة كل لفة $200\ cm^2$ موضوع في مجال مغناطيسي عمودي علي مستوي اللفات يتغير بحسب الشكل الموضح , أحسب

أ- القوة المحركة الكهربية في الملف في كل مرحلة

ب- شدة التيار الحثي في كل مرحلة اذا كانت $R = 10\ \Omega$

$N = 100$
$A = 200\ cm^2$
$\varepsilon = ?$

1- t = 0 s =====> t = 2 s

$\Delta t = 2\ s$

$\Phi_1 = B_1 A = (\ zero\ )\ (200x10^{-4}\ ) = zero$

$\Phi_2 = B_2 A = (\ 0.3\ )\ (\ 200x10^{-4}\ ) = 6x10^{-3}\ wb$

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -100\ \frac{6x10^{-3} - zero}{2} = -0.3\ v$$

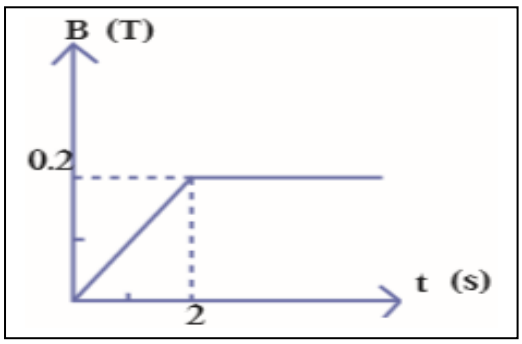
2- t = 2 s =====> t = 6 s

$\Delta t = 6 - 2 = 4\ s$

$\Phi_1 = B_1 A = (\ 0.3\ )\ (\ 200x10^{-4}\ ) = 6x10^{-3}\ wb$

$\Phi_2 = B_2 A = (\ zero\ )\ (200x10^{-4}\ ) = zero$

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -100\ \frac{zero - 6x10^{-3}}{4} = 0.15\ v$$



مثال $\frac{6}{22}$ ملف مكون من 100 لفة حول أسطوانة مساحتها $0.5\ m^2$ يؤثر عليه مجال مغناطيسي عمودي علي مستوي اللفات يتغير كما بالشكل , أحسب

1- مقدار القوة الدافعة الكهربية في المرحلتين

2- شدة التيار الحثي اذا كانت المقاومة ثابتة $R = 10\ \Omega$

$N = 100$
$A = 0.5\ M^2$
$\varepsilon = ?$

t = 0 s =====> t = 2 s ====> $\Delta t = 2\ s$

$\Phi_1 = B_1 A = (\ zero\ )\ (\ 0.5\ ) = zero$

$\Phi_2 = B_2 A = (\ 0.2\ )\ (\ 0.5\ ) = 0.1\ wb$

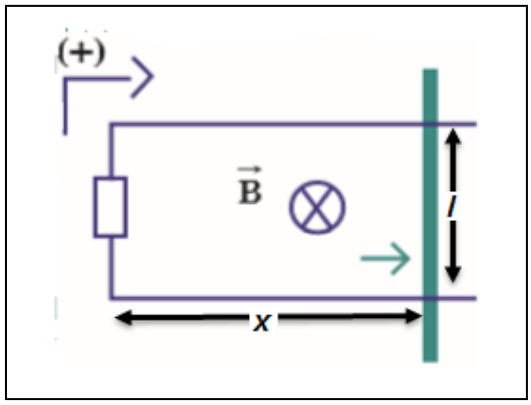
$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -100\ \frac{0.1 - zero}{2} = -5\ v$$

<u>عند زمن أكبر من 2s</u>

لا تتغير قيمة شدة المجال المغناطيسي . و بالتالي $\Delta\Phi = zero$

لذلك لا تتولد قوة محركة كهربية و تكون $\varepsilon = zero$

القوة الدافعة الكهربية الحثية في مجال مغناطيسي منتظم :



عندما يتحرك الموصل في مجال مغناطيسي منتظم (B ثابت المقدار و الاتجاه), مثل حركة سلك معدني مستقيم علي سكة موصلة مغلقة من جهة واحدة , يكون اتجاه المجال المغناطيسي داخل السكة عمودي علي الصفحة للداخل (x) , و عند تحريك السلك مبتعدا عن الجهة المغلقة من السكة يسبب زيادة في المساحة المخترقة من خطوط المجال المغناطيسي وبالتالي يحدث تغير في التدفق المغناطيسي ويتولد قوة دافعة كهربية حثية يتولد عنها تيار حثي ينشأ عن هذا التيار الحثي مجال مغناطيسي عمودي للخارج (.) معاكس لاتجاه المسبب طبقا لقاعدة لنز .

ويمكن استنتاج قيمة القوة الدافعة الكهربية المتولدة في السلك كما يلي :

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

$$\varepsilon = - \frac{d\,B\,A}{d\,t} = - B \frac{d\,A}{d\,t}$$

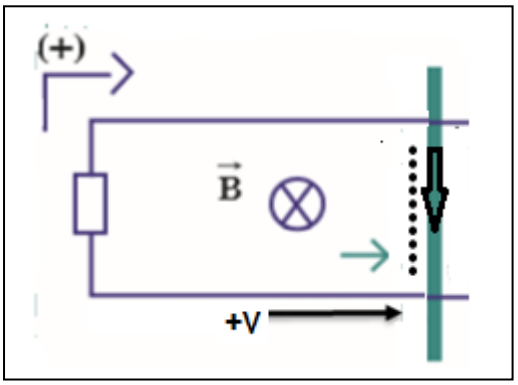
$$\frac{d\,A}{d\,t} = \frac{d\,l\,x}{d\,t} = l \frac{d\,x}{d\,t} = l\,v$$

$$\varepsilon = - B\,l\,v$$

فولت	V	=====>	القوة الدافعة الكهربية	ε
تسلا	T	=====>	شدة المجال المغناطيسي المنتظم	B
متر	m	=====>	طول الموصل	l
متر/ثانية	m/s	=====>	السرعة	v

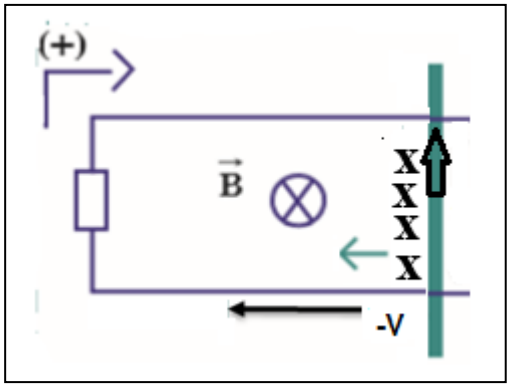
تحديد اتجاه التيار الكهربى فى الموصل المتحرك على سكة مغلقة :

عند تحريك السلك مبتعدا عن الجهة المغلقة من السكة يسبب زيادة في المساحة المخترقة من خطوط المجال المغناطيسي وبالتالي يحدث تغير في التدفق المغناطيسي ويتولد قوة دافعة كهربية حثية يتولد عنها تيار حثي ينشأ عن هذا التيار الحثي مجال مغناطيسي عمودي للخارج (.) معاكس لاتجاه المسبب طبقا لقاعدة لنز و يكون اتجاه التيار الكهربي مع اتجاه التيار الموجب الافتراضي .

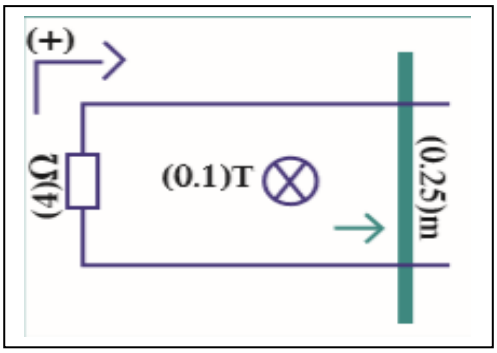


ـ عند تطبيق القانون يوضع للسرعة اشارة + لان حركة السلك في نفس الاتجاه الاختياري الموجب .

عند تحريك السلك مقتربا من الجهة المغلقة من السكة يسبب ذلك نقص في المساحة المخترقة من خطوط المجال المغناطيسي وبالتالي يحدث تغير في التدفق المغناطيسي ويتولد قوة دافعة كهربية حثية يتولد عنها تيار حثي ينشأ عن هذا التيار الحثي مجال مغناطيسي عمودي للداخل (X) معاكس لاتجاه المسبب طبقا لقاعدة لنز و يكون اتجاه التيار الكهربي مع اتجاه التيار الموجب الافتراضي



ـ عند تطبيق القانون يوضع للسرعة اشارة ـ لان حركة السلك في عكس الاتجاه الاختياري الموجب .



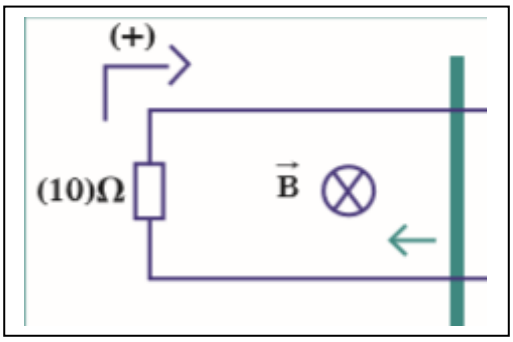
مثال $\frac{3}{20}$ يبين الشكل سلكا مستقيم طوله 0.25 *m* يتحرك علي سكة مغلقة بمقاومة R = 4Ω في مجال مغناطيسي منتظم عمودي علي مستوي اللفات مقداره 0.1 T سحب السلك بعيدا عن الجهة المغلقة بسرعة 2 m/s أحسب القوة الدافة الكهربية الحثية و التيار الكهربائي الحثي مبينا اتجاهه

l = 0.25 cm
R = 4 Ω
B = 0.1 T
v = + 2 m/s
ε = ?
I = ?

$\varepsilon = - B l v$
$\varepsilon = - (0.1) (0.15) (+2)$
$\varepsilon = - 0.05$ V

$\varepsilon = I R$
$-0.05 = I (4) \Rightarrow I = - 0.015$ A

مثال $\frac{7}{23}$: يبين الشكل سلكا مستقيما طوله 0.8 m يتحرك علي سكة مغلقة بمقاومة ثابتة R = 10Ω من جهة واحدة في مجال مغناطيسي عمودي علي مستوي السلك مقداره 0.4 T سحب السلك نحو الجهة المغلقة بسرعة منتظمة مقدارها 2 m/s أحسب مقدار القوة الدافعة الكهربية و شدة التيار الحثي و استخدم قاعدة لنز لتحديد اتجاه التيار .



l = 0.8 cm
R = 10 Ω
B = 0.4 T
v = - 2 m/s
ε = ?
I = ?

$\varepsilon = - B l v$
$\varepsilon = - (0.4) (0.8) (-2)$
$\varepsilon = + 0.64$ V

$\varepsilon = I R$
$+ 0.64 = I (10) \Rightarrow I = + 0.064$ A

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسة

الفصل الأول : الحث الكهرومغناطيسي

الدرس 1 - 2 : المولدات و المحركات الكهربية

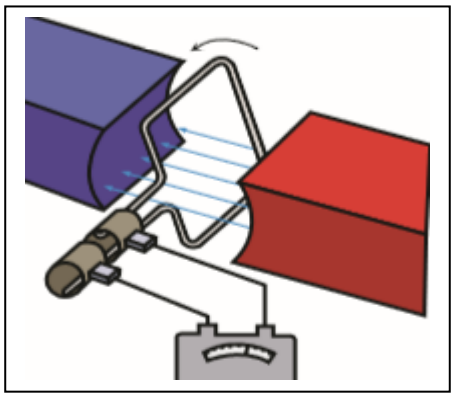
المولد الكهربي :

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

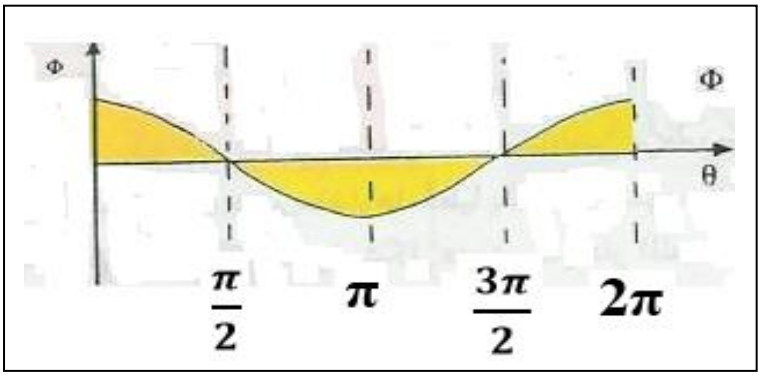
- درسنا في السابق ان عملية ادخال أحدي طرفي المغناطيس في ملف و أخراجه بحركة اهتزازية مستمرة يولد قوة دافعة كهربية ε .

- 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 .

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 θ = 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ومن قانون أوم :

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

بقسمة المعادلة على R

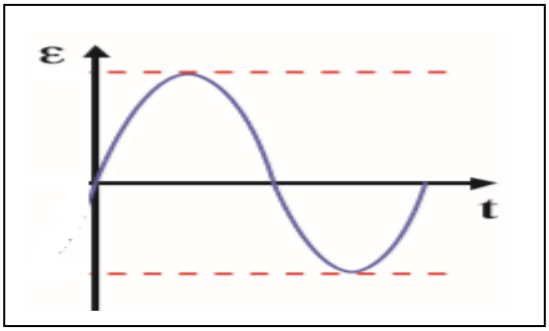
$$\frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} \sin\theta$$

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

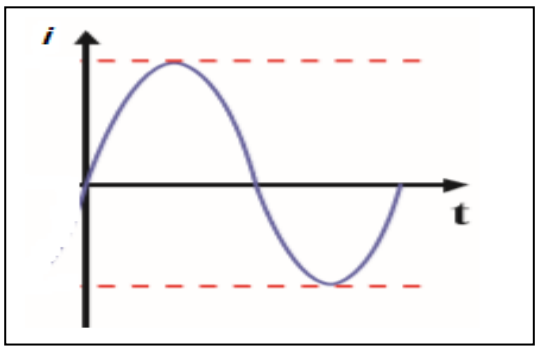
$$i = i_{max}\,Sin\,(\omega t)$$

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

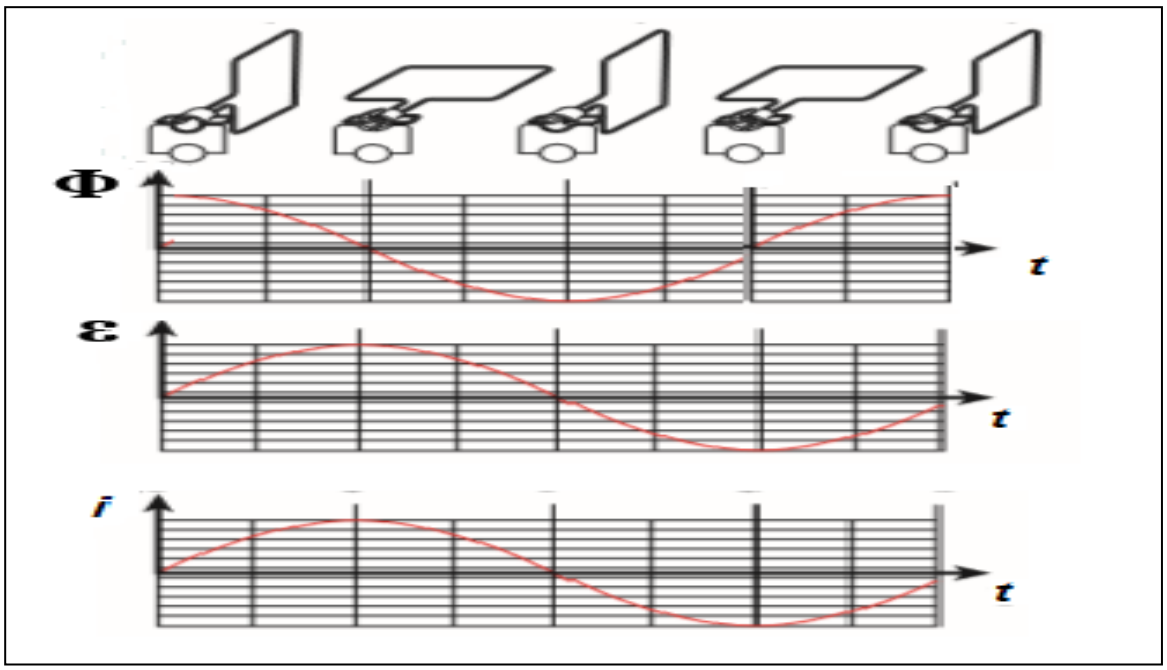
مـــلاحـــظـــات :



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 $\frac{1}{26}$: مولد تيار متردد يتكون من ملف مصنوع من 20 لفة , مساحة كل لفة $0.021\ m^2$ و مقاومته $R = 10\ \Omega$, موضوع ليدور بحركة دائرية منتظمة و بتردد 60 Hz داخل مجال مغناطيسي منتظم شدته 10 T أحسب : 1- أكتب صيغة رياضية للتيار الحثي بدلالة الزمن .
2- أحسب القيمة العظمي للقوة الدافعة الكهربية المولدة في الملف .
3- أحسب القيمة العظمي لشدة التيار الحثي المتولد في الملف .

$N = 20$
$A = 0.01\ m^2$
$R = 10\ \Omega$
$f = 60\ Hz$
$B = 10\ T$
$\varepsilon = ?$
$\varepsilon_{max} = ?$
$I = ?$
$I_{max} = ?$

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

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

$\varepsilon = \varepsilon_{max}\ \sin(\omega t)$
$\varepsilon = 240\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

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

$I = I_{max}\ Sin\ (\omega t)$
$I = 24\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

مثال $\frac{6}{32}$: مولد تيار متردد مصنوع من 200 لفة , مساحة كل لفة $0.001\ m^2$ و مقاومته 10Ω موضوع ليدور بحركة دائرية منتظمة و بتردد 60 Hz داخل مجال مغناطيسي منتظم شدته 5 T و أن خطوط المجال لها اتجاه مساحة مستوي اللفات , أحسب :
1- استخدم قانون فاراداي لتجد القوة الدافعة الكهربية في أي لحظة من دوران الملف
2- أكتب الصيغة الرياضية للتيار الحثي بدلالة الزمن
3- أحسب مقدار القيمة العظمي للقوة الدافعة الكهربية المتولدة
4- أحسب مقدار القيمة العظمي للتيار الحثي المتولد

$N = 200$
$A = 0.001\ m^2$
$R = 10\ \Omega$
$f = 60\ Hz$
$B = 5\ T$
$\varepsilon_{max} = ?$
$\varepsilon = ?$
$I_{max} = ?$
$I = ?$

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

$\varepsilon_{max} = N\ B\ A\ \omega$
$\varepsilon_{max} = (\ 200\ )\ (\ 5\ )\ (\ 0.001\ )\ (\ 120\ \pi\ ) = 120\ \pi\ V$

$\varepsilon = \varepsilon_{max}\ \sin(\omega t)$
$\varepsilon = 120\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

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

$I = I_{max}\ Sin\ (\omega t)$
$I = 12\ \pi \sin(\ 120\pi\ t\ )$

مثال $\frac{2}{27}$ الهامش : مولد تيار متردد يتكون من 40 لفة مساحة كل لفة $A=0.01\ m^2$ و مقاومته 20Ω يدور بحركة دائرية منتظمة و بتردد 50 Hz داخل مجال مغناطيسي منتظم شدته 2 T و عند بداية الحركة كان خطوط المجال لها اتجاه متجه المساحة لمستوي اللفات

1- أكتب الصيغة الرياضية للقوة الدافعة الكهربية في أي لحظة .

2- أكتب الصيغة الرياضية للتيار الحثي بدلالة الزمن

$N = 40$
$A = 0.01\ m^2$
$f = 50\ Hz$
$B = 2\ T$
$\varepsilon = ?$
$I = ?$
$R = 10\ \Omega$

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

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

$$\varepsilon = \varepsilon_{max}\ \sin(\omega t)$$
$$\varepsilon = 80\ \pi \sin(\ 100\pi\ t\ )$$

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

$$I = I_{max}\ Sin\ (\omega t)$$
$$I = 4\ \pi \sin(\ 100\pi\ t\ )$$

مثال $\frac{1}{27}$ الهامش : ملف مكون من 10 لفات , مساحة اللفة $0.04\ m^2$ موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.1 T تصنع خطوط مجاله زاوية 60^0 مع متجه المساحة , أحسب القوة الدافعة الكهربية الناتجة عن تدوير الملف لتصبح الزاوية بين المتجه العمودي للمستوي و اتجاه خطوط المجال 90^0 خلال 0.2 s .

$N = 10$
$A = 0.04\ m^2$
$B = 0.1\ T$
$\theta_1 = 60^0$
$\varepsilon = ?$
$\theta_2 = 90^0$
$\Delta t = 0.2\ s$

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

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

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

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

مثال : ملف مستطيل طوله 20 cm وعرضه 10 cm مكون من 100 لفة على التوالي ، يدور حول محوره بتردد مقداره $\frac{30}{\pi}$ HZ في مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.1 T .... أحسب

1 – القوة الدافعة الكهربية التأثيرية العظمى المتولدة في الملف .

$A = 200\ cm^2$
$N = 100$
$f = \frac{30}{\pi}\ HZ$
$B = 0.1\ T$
$\varepsilon_{max} = ?$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \left(\frac{30}{\pi}\right) = 60 \ \text{Rad/s}$$

$$\varepsilon_{max} = N\ B\ A\ \omega$$
$$\varepsilon_{max} = (100)\ (0.1)\ (200\times10^{-4})\ (60) = 12\ V$$

2 – القوة الدافعة الكهربية اللحظية عندما يميل الملف على خطوط المجال بزاوية (30^{o})

$\theta = 60$

$\varepsilon = ?$

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

$$\varepsilon = 12 \sin(60)$$

$$\varepsilon = 6\ v$$

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

$t = 3\ s$

$\varepsilon = ?$

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

$$\varepsilon = 14\ \pi \sin(60 \times 10)$$
$$\varepsilon = 0.53\ v$$

4- شدة التيار العظمي المتولدة في الملف اذا كانت مقاومة الملف 2Ω .

$I = ?$
$R = 2\ \Omega$

$$\varepsilon_{max} = I_{max}\ R$$
$$12 = I\ (2) \implies I = 6\ A$$

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

مـــلاحـــظـــات :

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

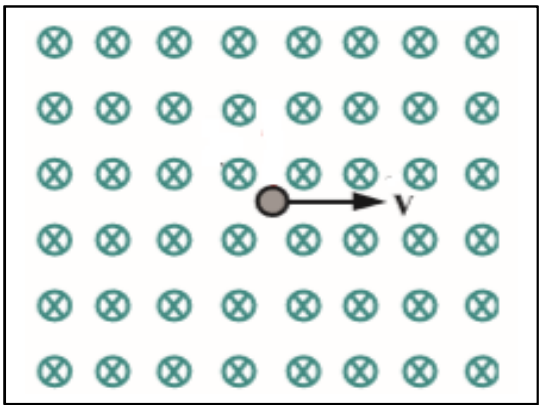
2- يحدد اتجاه القوة المغناطيسية بقاعدة اليد اليمني .

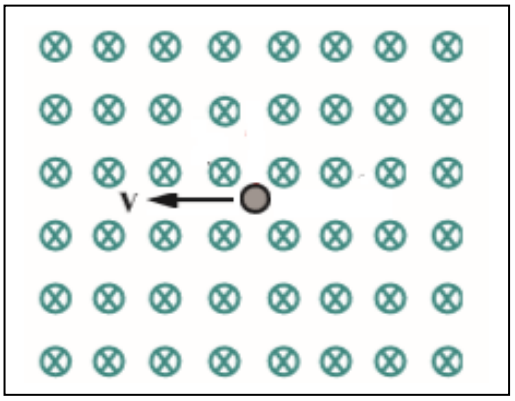
3- من التطبيقات علي القوي المغناطيسية :

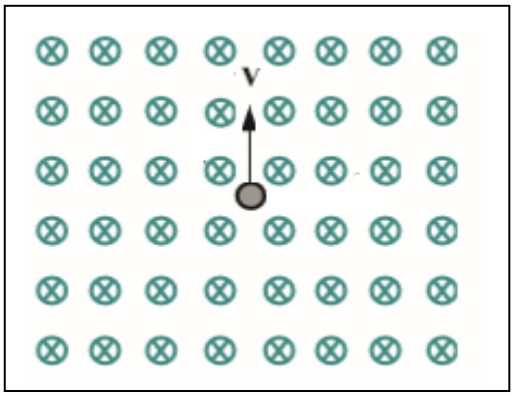
أ – توظيف خاصية انحراف الجسيمات المشحونة في المجالات المغناطيسية لنشر الألكترونات علي السطح الداخلي لشاشة التلفاز لتكوين الصور .

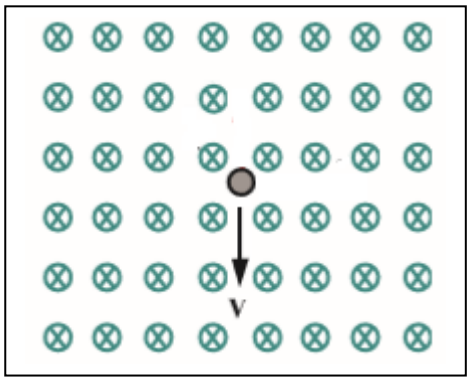
ب – المجال المغناطيسي للأرض يجعل الجسيمات المشحونة القادمة من الفضاء الخارجي تنحرف مبتعدة عنها , مما يخفف شدة الاشعة الكونية التي تصل الي سطح الارض .

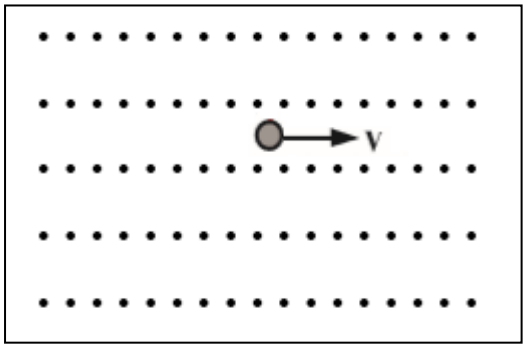
ـ حدد علي الرسم اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة علي الشحنة الموجبة في كل من الاشكال التالية , كذلك ارسم مسار الحركة واتجاهه .

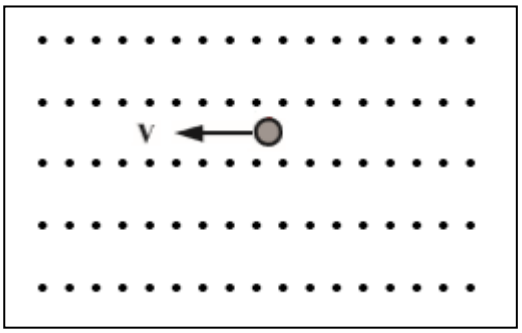


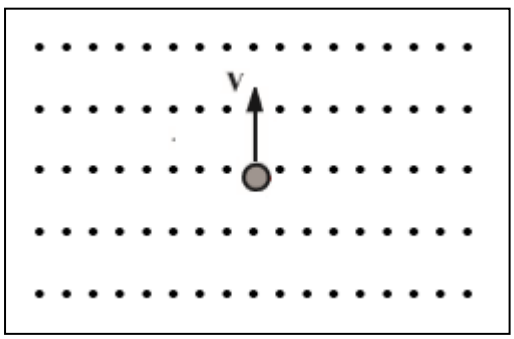


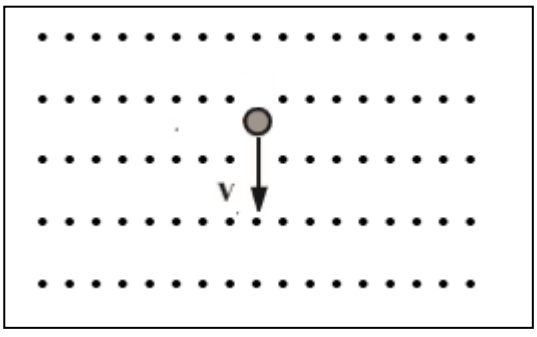




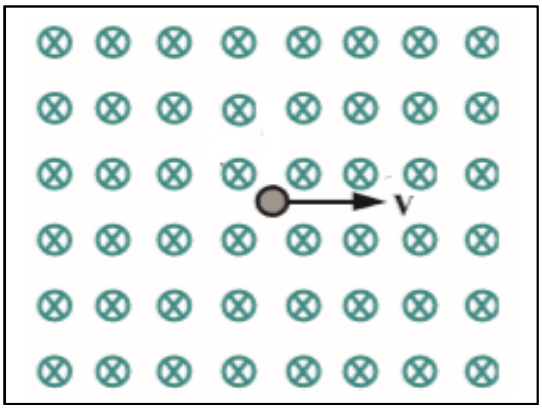


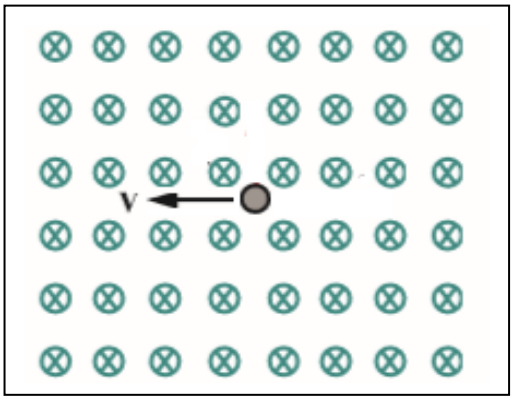


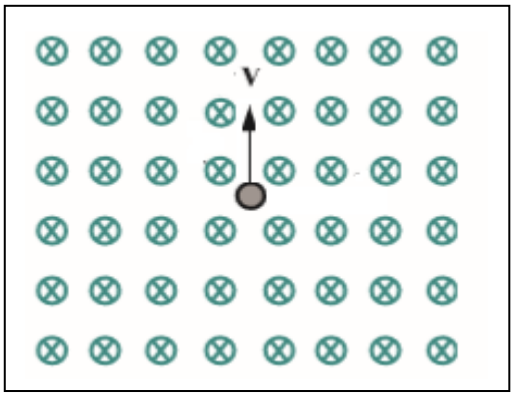


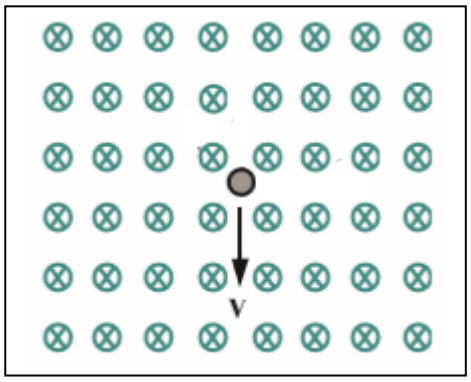


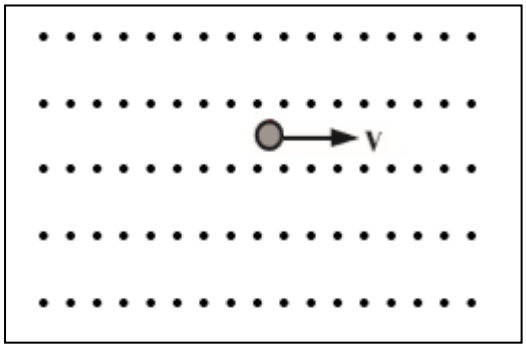
ـ حدد علي الرسم اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة علي الشحنة السالبة في كل من الاشكال التالية , كذلك ارسم مسار الحركة واتجاهه .

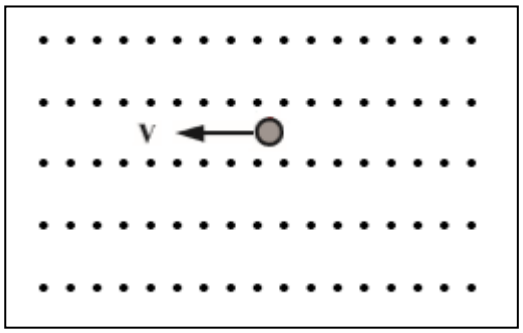


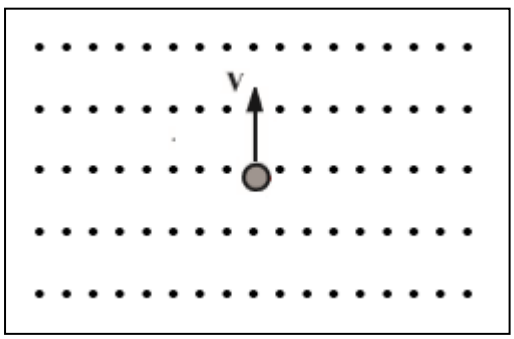


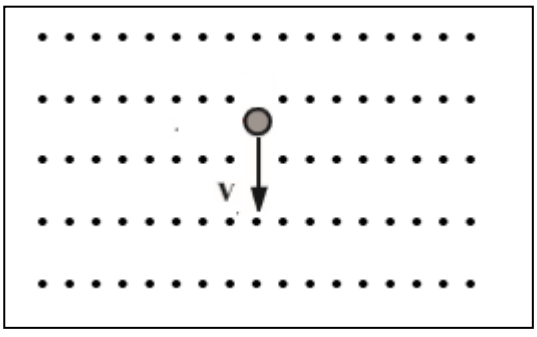












مثال $\frac{2}{29}$: مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.2 T و اتجاهه عمودي داخل الورقة , دخل هذا المجال جسيم مشحون بشحنة مقدارها 2 µC و بسرعة منتظمة 200 m/s أحسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة .

$B = 0.2\ T$

$q = 2\ \mu\ c$

$v = 200\ m/s$

$F = ?$

$F = q\ v\ B$

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

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

مثال $\frac{5}{32}$: أحسب القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي شدته 1 T عمودي علي الورقة , علي بروتون شحنته $1.6X10^{-19}$ C يتحرك بسرعة $3X10^{7}$ m/s

$B = 1\ T$

$q = 1.6\ X10^{-19}\ c$

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

$F = ?$

$F = q\ v\ B$

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

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

مثال $\frac{7}{63}$: أحسب القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي شدته 0.2 T عمودي علي الورقة , علي بروتون شحنته $1.6X10^{-19}$ C يتحرك بسرعة $2X10^{7}$ m/s

$B = 0.2\ T$

$q = 1.6\ X10^{-19}\ c$

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

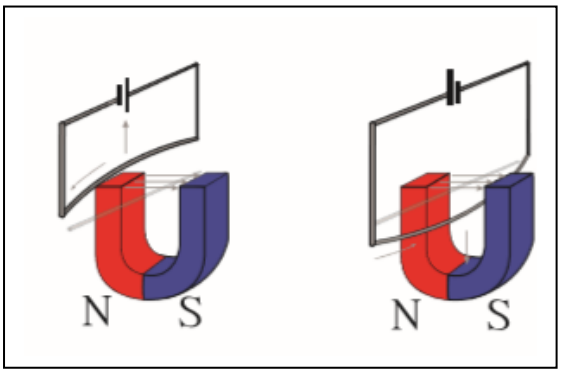
$F = ?$

$F = q\ v\ B$

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

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

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

ملاحظات :

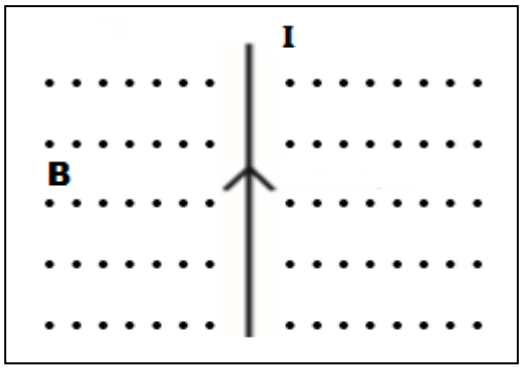
1- حالات القوة

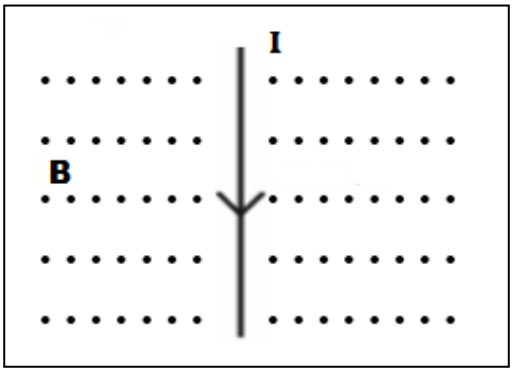
اذا كان السلك موازي لخطوط المجال	اذا كان السلك يميل علي المجال بزاوية	اذا كان السلك عمودي علي اتجاه المجال
$\theta = 0^0$	θ	$\theta = 90^0$
sin 0 = zero	sin θ	sin 90 = 1
F = zero	F = B I L sin θ	F = B I L
تنعدم قيمة القوة		أكبر قيمة للقوة
تتحرك الشحنة في خط مستقيم		تتحرك الشحنة في مسار دائري

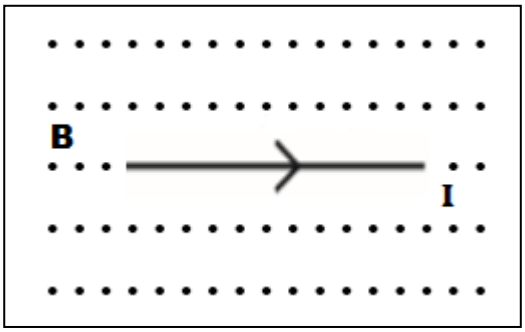
2- القوة المغناطيسية يحدد اتجاها بقاعدة اليد اليمني .

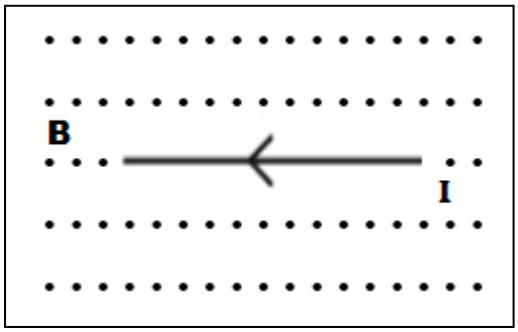
3- تعتبر القوة المغناطيسية المؤثرة علي سلك يمر به تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي هي المبدأ الرئيسي في أكتشاف المحركات الكهربية .

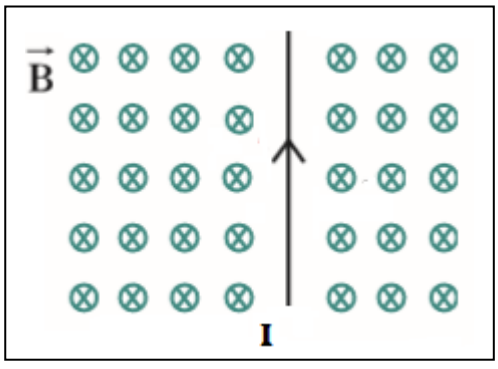
ـ تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة علي سلك مستقيم يمر به تيار كهربي مستمر موضوع في مجال مغناطيسي منتظم :

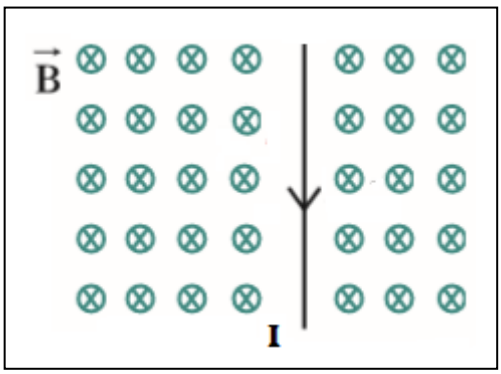


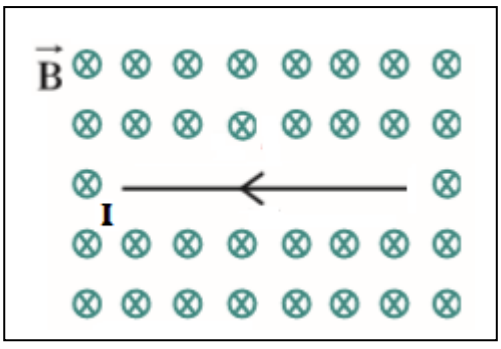


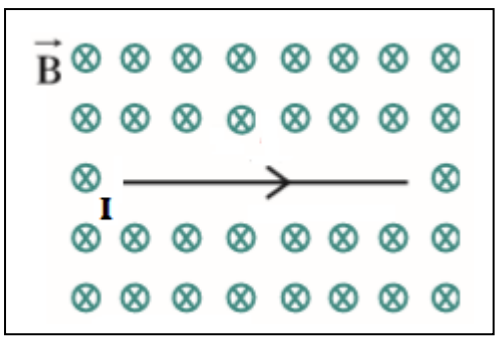


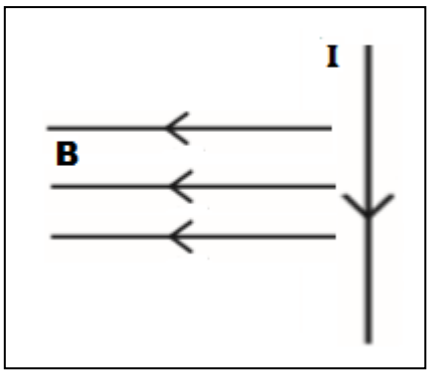


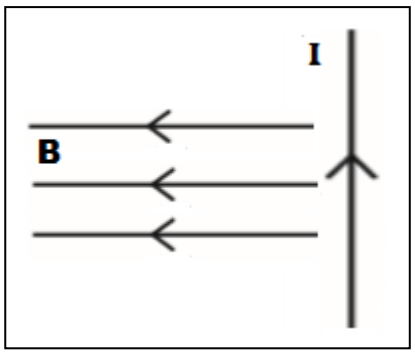


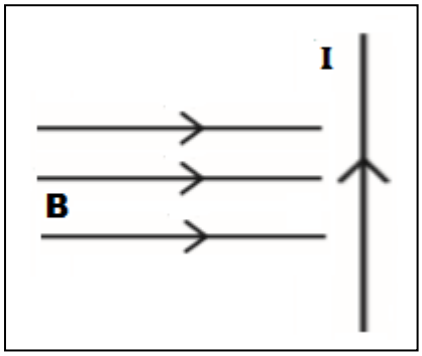


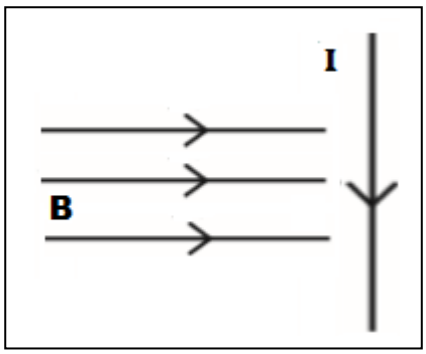


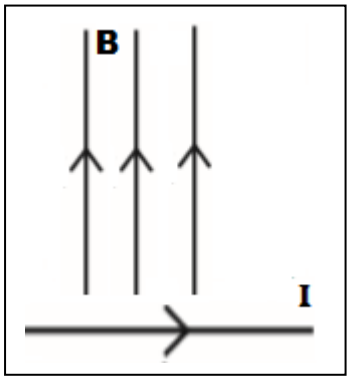


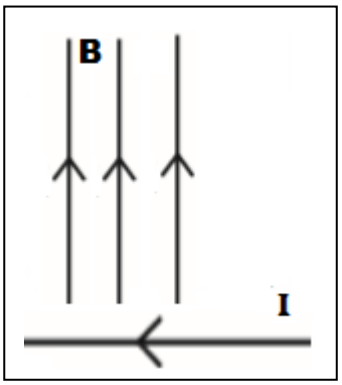

I
B

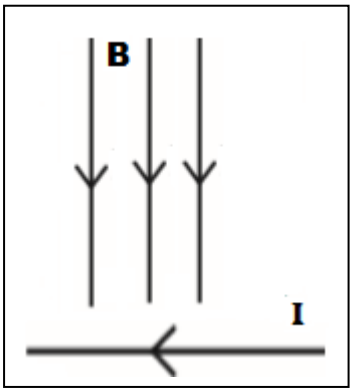

I
B

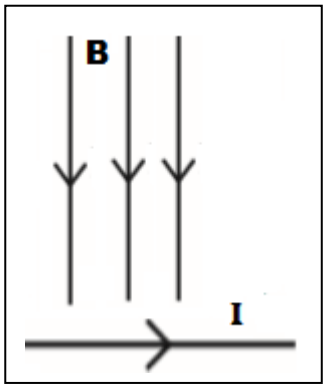

I
B


I
B

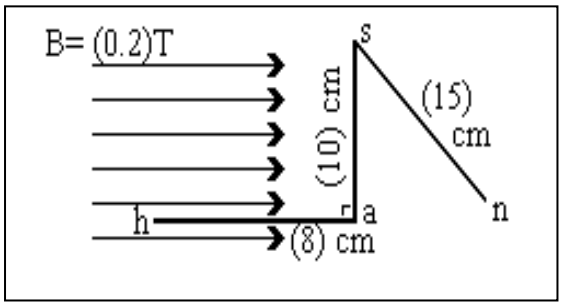

B
I


B
I


B
I


B
I

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

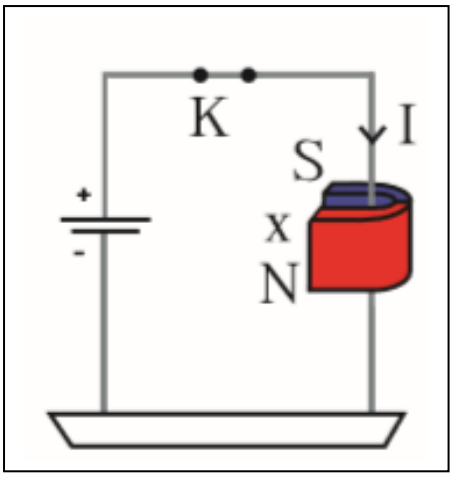
2 - الجزء (a s).

$$F = B\ I\ L$$
$$F = (0.2)\ (3)\ (10X10^{-2})$$
$$F = 0.06\ N$$

3 - الجزء (s n) اذا كان السلك يميل علي المجال بزاوية 60^0.

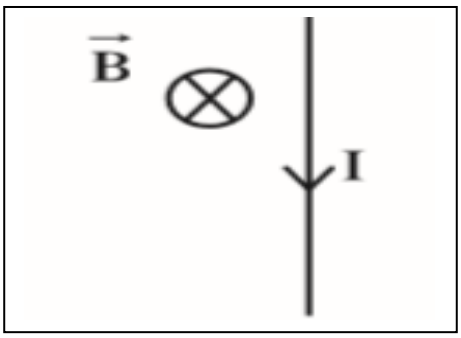
$$F = B\ I\ L \sin\theta$$
$$F = (0.2)\ (3)\ (15X10^{-2})\ \sin(60)$$
$$F = 0.07\ N$$

مثال $\frac{3}{30}$: سلك مستقيم طوله 20 cm موضوع في مجال مغناطيسي شدته 0.2 T و يمر فيه تيار كهربي شدته 0.5 A أحسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك علما أن السلك عمودي علي المجال .



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

$$F = B\ I\ L$$
$$F = (0.2)\ (0.5)\ (20X10^{-2})$$
$$F = 0.02\ N$$



مثال $\frac{4}{32}$: سلك مستقيم طوله 25 cm موضوع في مجال مغناطيسي مقداره 0.1 T و يسري فيه تيار كهربي مقداره 0.2 A أحسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة علي السلك علما أن المجال المغناطيسي عمودي علي السلك .

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 $\frac{6}{63}$: سلك مستقيم طوله 80 cm موضوع في مجال مغناطيسي مقداره 0.6 T و يسري فيه تيار كهربي مقداره 1 A , أحسب القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك , علما ان اتجاه خطوط المجال تصنع زاوية 60^0 علي اتجاه سريان التيار .

F = B I L sinθ
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 : سلك مستقيم طوله 1M يسري فيه تيار كهربي مقداره 5A وموضوع في مجال مغناطيسي خطوطه موازية لاتجاه سريان التيار , أحسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك .

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

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

مثال $\frac{2}{30}$ الهامش : سلك مستقيم طوله 50 cm موضوع في مجال مغناطيسي شدته 0.1 T و يسري فيه تيار كهربي مقداره 0.1 A أحسب القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة علي السلك , علما أن اتجاه المجال عمودي علي اتجاه سريان التيار

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

مثال $\frac{3}{30}$ الهامش : سلك مستقيم طوله 10 cm موضوع في مجال مغناطيسي شدته 0.1 T عمودي علي اتجاه سريان التيار في السلك , أحسب مقدار شدة التيار اذا كانت القوة الكهرومغناطيسية الناتجة عن مروره تساوي 0.004 N .

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

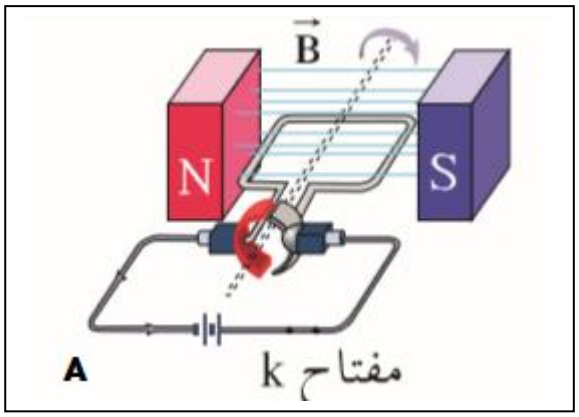
المحرك الكهربي :

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

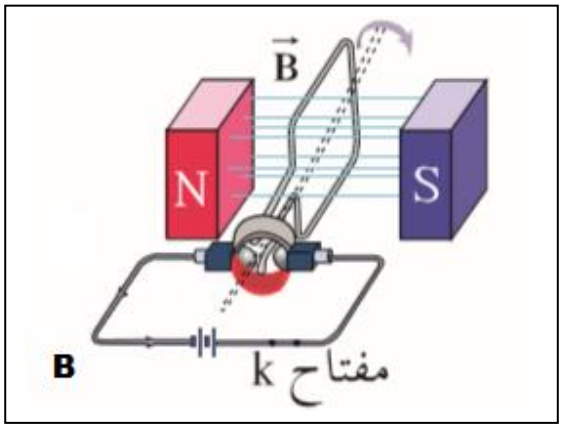
تركيب المحرك الكهربي :

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 .



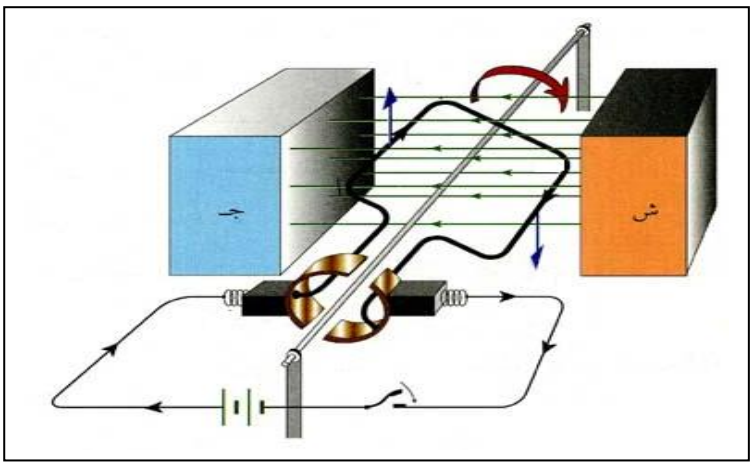
ـ مع دوران الملف يقل العزم تدريجيا علي الملف حتي ينعدم عندما تصبح مستوي الملف عموديا علي خطوط المجال (شكل *B*) حيث ينعدم مرور التيار الكهربائي لعدم اتصال نصفي الحلقة بالفرشتين .



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 الكهربى :



$$\tau = F \ d$$

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

$$L \ d = A$$

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

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 $\frac{7}{32}$: ملف محرك كهربائي مستطيل الشكل يتكون من 200 لفة مساحة كل لفة $4\ cm^2$ موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.1 T أحسب مقدار عزم الازدواج علي الملف اذا مر فيه تيار شدته 2 mA علما أن اتجاه المجال يصنع زاوية تساوي 90^0 مع العمود المقام علي مستوي اللفات .

$\tau = N B I A$

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

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

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

مثال $\frac{4}{62}$: ملف محرك كهربائي مربع الشكل طول ضلعة 25 cm و مؤلف من 200 لفة , موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.1 T أحسب مقدار عزم الازدواج علي الملف اذا مر فيه تيار شدته 4 mA علما ان اتجاه المجال يصنع زاوية 90^0 مع العمود المقام من مستوي الملف .

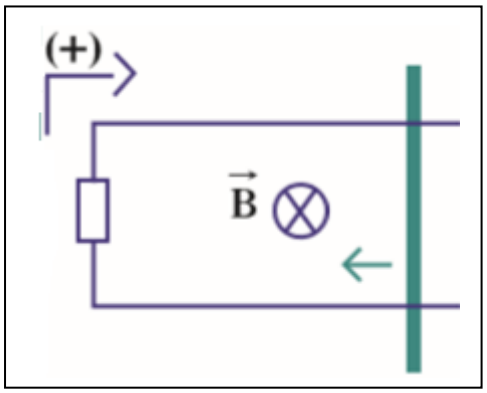
$A = L X L = 25 X 25 = 225\ cm^2$

$\tau = N B I A$

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

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

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



مثال $\frac{5}{63}$ سلك موصل طوله 1 m يتحرك علي سكة مغلقة بمقاومة $R = 5\ \Omega$ و المجال المغناطيسي منتظم و عمودي علي مستوي اللفات مقداره 0.6 T سحب السلك كما بالشكل , بسرعة منتظمة 4 m/s أحسب :

أ- مقدار القوة الدافعة الكهربية الحثية

ب - شدة التيار الكهربي الحثي

ج - أستخدم قانون لنز لتبين أتجاه التيار

د - قارن بين اتجاه التيار باستخدام قانون فاراداي

هـ - أحسب القوة الكهرومغناطيسية المولدة في السلك نتيجة مرور التيار الحثي

و – استنتج القدرة الميكانيكية للقوة الكهرومغناطيسية

ز – القدرة الكهربية المولدة من حركة السلك

$L = 1\ M$
$R = 5\ \Omega$
$B = 0.6\ T$
$V = 4\ m/s$
$\varepsilon = ?$
$I = ?$
$F = ?$
$P = ?$
$P = ?$

(أ)

$\varepsilon = - B\, l\, v$

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

(ب)

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

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

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسة
الفصل الأول : الحث الكهرومغناطيسي

الدرس 1 - 3 : المحولات الكهربائية

الحث الذاتي :

نشاط 1

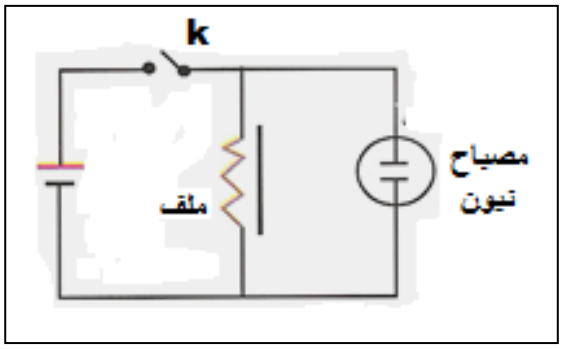
عند تشغيل بعض الأجهزة الالكترونية نلاحظ تأخير في التشغيل عندما تحتوي هذة الأجهزة علي ملف داخلها له عدد كبير من اللفات .

الاستنتاج :

إن التغير السريع للتدفق المغناطيسي عبر لفات الملف الكهربائي ، عند تشغيل الجهاز ، ولد قوة محركة تأثيرية كبيرة ، في عكس اتجاه التيار الأصلي ، مما سبب بطء نمو التيار و تشغيل الجهاز .

نشاط 2 .

1– صل ملفا كبيرا بمصدر كهربائي للتيار المستمر ومفتاح (K) .
أغلق المفتاح ثم افتحه ولاحظ حدوث شرارة كهربائية بين طرفي التماس للمفتاح لحظة قطع التيار .
2 – صل مصباح نيون صغير على التوازي مع طرفي الملف كما بالشكل



ثم استمر في إغلاق المفتاح وفتحه . تلاحظ إضاءة المصباح لحظة فتح الدائرة .

الاستنتاج :

إن التغير السريع للتدفق المغناطيسي عبر لفات الملف الكهربائي ، عند قطع التيار ، ولد قوة محركة تأثيرية كبيرة ، في نفس اتجاه التيار الأصلي ، مما سبب مرور الشرارة الكهربائية بين طرفي التماس للمفتاح وإضاءة مصباح النيون في لحظة قطع التيار .

الحث الذاتي :

حدوث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف زيادة أو نقصانا نتيجة تغير التيار المار فيه يؤدي الي تولد قوة محركة تأثيرية في الملف نفسه

- و بتطبيق قاعدة لنز , نجد أن

1- عند زيادة شدة التيار المار في دائرة الملف تولد قوة محركة تأثيرية ذاتية تولد تيار حثي عكس اتجاه التيار الأصلي للدائرة و يقاوم نمو التيار المستمر و يبطئ مروره في الدائرة .

2- عند تقليل شدة التيار في دائرة الملف يتولد قوة محركة تأثيرية ذاتية تولد تيار حثي في نفس اتجاه التيار الأصلي للدائرة و بالتالي تنخفض شدة التيار في الدائرة ببطء و يحدث شرارة بين طرفي المفتاح .

حساب القوة المحركة الكهربية التأثيرية الذاتية :

- من الممكن استخدام قانون فاراداي لحساب القوة المحركة الكهربية :

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

- ويمكن حساب القوة المحركة الكهربية بدلالة التغير في شدة التيار المار في الدائرة .

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

ε	القوة الدافعة الكهربية	=====>	V	فولت
dI	التغير في شدة التيار الكهربي	=====>	A	أمبير
dt	الزمن	=====>	sec	ثانية
$\frac{dI}{dt}$	المعدل الزمني للتغير في شدة التيار الكهربي	=====>	A/sec	أمبير/ ثانية
L	معامل الحث الذاتي للملف	=====>	H	هنري

معامل الحث للملف L :

هو مقدار القوة المحركة الكهربائية التأثيرية الذاتية المتولدة في الملف بسبب تغير شدة التيار بمعدل 1A في كل ثانية .

س : أذكر العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث الذاتي لملف ؟

1- طول الملف
2- عدد اللفات
3- مساحة مقطع اللفة
4- مادة الوسط داخل الملف

ملاحظات :

1- يقاس معامل الحث الذاتي بوحدة الهنري H وهي تكافئ Vs/A

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

2- معامل الحث الذاتي يختلف من ملف الي أخر بل من الممكن أن يختلف معامل الحث الذاتي للملف الواحد بأختلاف نوع مادة الوسط داخل الملف .

3- عند وضع قلب حديدي في الملف فأن معامل الحث الذاتي للملف يزداد بشكل كبير جدا .

4- معامل الحث الذاتي للملف دائما قيمة موجبة لأن القوة المحركة الكهربية التأثيرية الذاتية عكسية تقاوم التغير في شدة التيار (طبقا لقاعدة لنز)

الهنري H :

هو معامل الحث الذاتي لملف تتولد فيه قوة محركة تأثيرية مقدارها 1V عند تغير شدة التيار المارة في الملف بمعدل 1A لكل ثانية .

مثال : ملف لولبي عدد لفاته 600 لفه يسري به تيار مستمر شدته 2.5A ويحدث فيه تدفقا مغناطيسيا مقداره 200 µWB احسب

1- مقدار القوة المحركة الكهربية المتولدة في الملف اذا عكس التيار الكهربي اتجاهه خلال 0.2 S

$N = 600$
$I_1 = 2.5\ A$
$\Phi_1 = 200X10^{-6}\ wb$
$I_2 = -2.5\ A$
$\Phi_2 = -200X10^{-6}\ wb$
$\Delta t = 0.2\ s$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt} = -600\ \frac{-200X10^{-6} - 200X10^{-6}}{0.2}$$

$$\varepsilon = 1.2\ v$$

2- معامل الحث الذاتي للملف

$L = ?$

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$$

$$1.2 = -L\ \frac{-2.5 - 2.5}{0.2}$$

$$L = 0.048\ H$$

مثال : ملف لولبي معامل حثه الذاتي 0.1 H تغيرت شدة التيار الماره فيه من 2A الي 3 A خلال 0.2 S احسب1- القوة المحركة الكهربية المتولدة في الملف خلال التغير في شدة التيار

$L = 0.1\ H$
$I_1 = 2\ A$
$I_2 = 3\ A$
$\Delta t = 0.2\ s$
$\varepsilon = ?$

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$$
$$\varepsilon = -0.1\frac{3-2}{0.2} = -0.5\ V$$

2- المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي خلال نفس الزمن اذا كان عدد لفاته 200 لفة

$\frac{d\Phi}{dt} = ?$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt}$$
$$-0.5 = -200\ \frac{d\Phi}{dt}$$
$$\frac{d\Phi}{dt} = 2.5x10^{-3}\ wb/s$$

مثال : ملف لولبي عدد لفاته (200) لفة يمر به تيار مستمر شدته A (2) فيتولد به مجال مغناطيسي تدفقه يساوي w (2.5×10^{-4}) إذا إنعدمت شدة التيار المار فيه خلال s (0.2) , أحسب :

1- القوة المحركة التأثيرية المتولدة في الملف

$N = 200$
$I_1 = 2\ A$
$\Phi_1 = 2.5X10^{-4}\ Wb$
$I_2 = zero$
$\Phi_2 = zero$
$\Delta t = 0.2\ s$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt}$$
$$\varepsilon = -200\frac{zero - 2.5x10^{-4}}{0.2} = -0.25\ V$$

2- معامل الحث الذاتي للملف .

$L = ?$

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$$
$$0.25 = -L\frac{0-2}{0.2}$$
$$L = 0.025\ H$$

مثال : ملف لولبي يتكون من 400 لفه اذا علمت ان معامل الحث الذاتي للملف 8 مللي هنري ومعدل التغير في شدة التيار بالملف 3 A/S احسب1- مقدار القوة المحركة الكهربية المتولدة في الملف

$N = 400$
$L = 8X10^{-3}\ H$
$\frac{dI}{dt} = 3\ A/S$
$\varepsilon = ?$

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$$
$$\varepsilon = -(8X10^{-3})\ (3) = -24X10^{-3}\ V$$

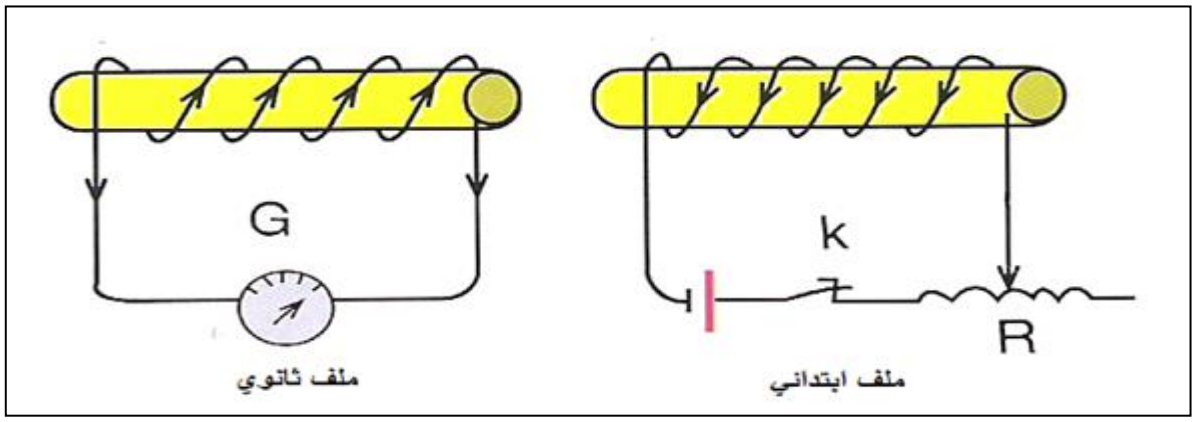
2- مقدار التغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف

$\frac{d\Phi}{dt} = ?$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt}$$
$$-24X10^{-3} = -(400)\ \frac{d\Phi}{dt}$$
$$\frac{d\Phi}{dt} = 6X10^{-5}\ wb/s$$

الحث المتبادل

نشاط :



1- أحضر ملفين حلزونيين ، صل الأول بمصدر كهربائي ومفتاح ومقاومة متغيـــرة (ريوستات) ويسمي ملف ابتدائي ، وصل الآخر بجلفانومتر ويسمي ملف ثانوي ، وضعهما بجوار بعضهما بحيث يكون محاورهما على امتداد واحد . كما بالشكل المقابل :

2 -أغلق المفتاح (K) ولاحظ مؤشر الجلفانومتر . نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانوميتر في اتجاه معين .

3 -أقطع التيار عن طريق فتح المفتاح (K) ولاحظ مؤشر الجلفانومتر . نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر في الاتجاه المعاكس .

4 -كرر قفل وفتح المفتاح (K) وقارن اتجاه الانحراف في كل حالة . نلاحظ ان اتجاه الانحراف متعاكس في حالتي الفتح و الغلق .

5 -احتفظ بالمفتاح مغلقا ولاحظ مؤشر الجلفانومتر .لا يستمر انحراف الجلفانومتر

6 -غير شدة التيار الكهربائي في الدائرة الأولى – عن طريق تحريك المقاومة المتغيرة – مرة بالزيادة ومرة بالنقصان – نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر واتجاه الانحراف يختلف في حالة زيادة التيار عن نقصانه .

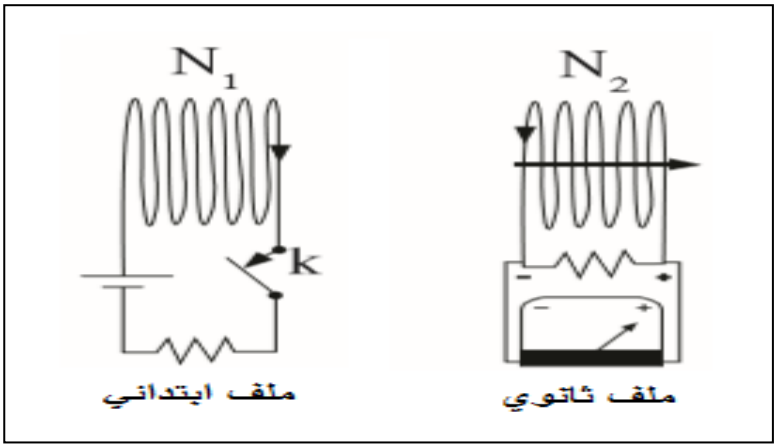
الاستنتاج :

عند حدوث تغير في التدفق التيار الكهربي في الملف الابتدائي يتولد في الملف الثانوي قوة محركة كهربية تولد تيار حثيا – ويعتمد اتجاه التيار الحثي في الملف الثانوي على اتجاه التغير في شدة التيار الكهربي ، بالزيادة أو بالنقصان.

الحث المتبادل :

هو التأثير الكهرومغناطيسي الذي يحدث بين ملفين متجاورين أو متداخلين بحيث يؤدي التغير في شدة التيار المار في الملف الأبتدائي الي تولد قوة دافعة كهربائية في دائرة الملف الثانوي الذي يعمل علي مقاومة هذا التغير .

حساب القوة ا لمحركة الكهربية المتولدة فى الملف الثانوى :



بالنسبة للملف الأبتدائى :

$$\varepsilon_1 = - N_1 \left(\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right)_1$$

$$\varepsilon_1 = - L_1 \left(\frac{d\,I}{d\,t}\right)_1$$

بالنسبة للملف الثانوي :

التدفق المتولد في الملف الابتدائي يخترق بالكامل الملف الثانوي لذلك :

$$\left(\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right)_1 = \left(\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right)_2$$

$$\varepsilon_2 = - N_2 \left(\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right)_2$$

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{d\,I}{d\,t}\right)_1$$

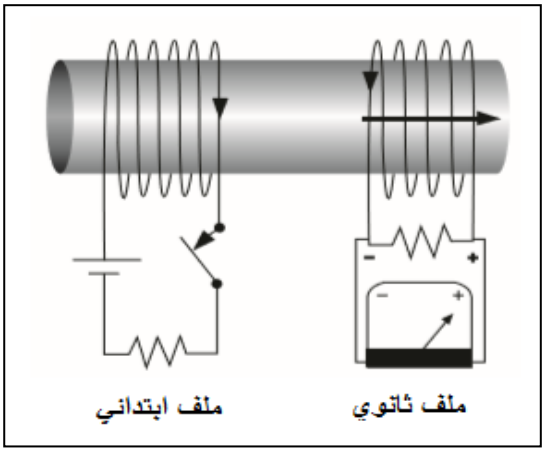
هنري H =====> معامل الحث المتبادل بين الملفين M

معامل الحث المتبادل بين ملفين :

هو مقدار القوة المحركة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف بسبب تغير شدة التيار في الملف المجاور بمعدل 1A في كل ثانية .

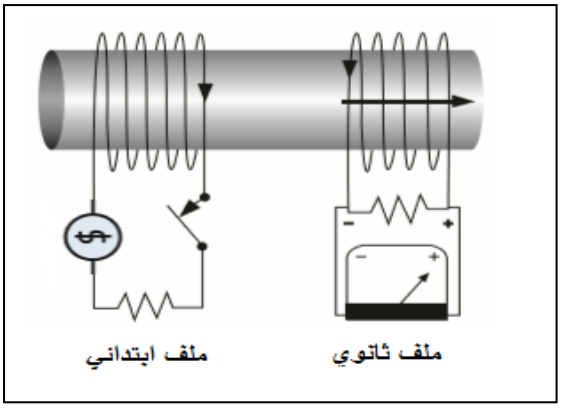
نشاط 2 :

عند وضع نواة من الحديد داخل الملفين الأبتدائي و الثانوي كما بالشكل , يجعل شدة المجال المغناطيسي داخل الملف الأبتدائي أكبر نتيجة الحقول المغناطيسية في الحديد , ويؤدي أيضا الي زيادة في خطوط المجال المغناطيسي المتغيرة في الملف الثانوي , بحيث يظهر الجلفانومتر تغيرا أكبر في شدة التيار عند فتح مفتاح دائرة الملف الابتدائي و أغلاقه .



نشاط 3 :

استخدام مصدر للتيار المتردد في الملف الابتدائي يؤدي الي حدوث تغير في مقدار و اتجاه شدة التيار الكهربي في الملف الأبتدائي بدلا من فتح مفتاح الدائرة و غلقه , وبالتالي يؤدي الي احداث تغير في شدة المجال المغناطيسي في الملف الأبتدائي , و يكون معدل التغير في شدة المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي مساويا لتردد التيار المتردد , مما يسبب تولد قوة محركة كهربية في الملف الثانوي بصورة مستمرة بدلا من لحظة الاغلاق و الفتح لمفتاح الدائرة الابتدائية .



مثال $\frac{1}{36}$: أحسب القوة الدافعة الكهربية الناتجة عن الحث المتبادل بين ملفين اذا تغير التيار الكهربائي في الملف الابتدائي من 20 A الي صفر خلال 0.04 S علما ان معامل الحث المتبادل يساوي 2 H .

$I_1 = 20\ A$
$I_2 = zero$
$\Delta t = 0.040\ s$
$M = 2\ H$
$\varepsilon_2 = ?$

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{d I}{d t} \right)_1$$

$$\varepsilon_2 = - 2 \left(\frac{zero - 20}{0.04} \right)$$

$$\varepsilon_2 = 1000\ v$$

مثال $\frac{8}{40}$: أحسب القوة الدافعة الكهربية الناتجة عن الحث المتبادل بين ملفين اذا تغير التيار الكهربائي في الملف الابتدائي من 5A الي 15 A خلال 0.05 s علما ان معامل الحث المتبادل بين الملفين يساوي 1.4 H .

$\varepsilon = ?$
$I_1 = 5\ A$
$I_2 = 15\ A$
$\Delta t = 0.05\ s$
$M = 1.4\ H$

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{dI}{dt}\right)_1$$
$$\varepsilon_2 = - 1.4 \left(\frac{15-5}{0.05}\right)$$
$$\varepsilon_2 = -280\ v$$

مثال $\frac{1}{36}$ الهامش : ان تغير شدة التيار في الملف الابتدائي من 10 A الي الصفر خلال فترة زمنية ادي الي نشوء قوة دافعة كهربية في دائرة الملف الثانوي ناتجة عن الحث المتبادل بين الملفين مقدارها 10 KV أحسب الفترة الزمنية , اذا علمت ان معامل الحث المتبادل بين الملفين 4 H

$I_1 = 10\ A$
$I_2 = zero$
$\varepsilon = 10\ Kv$
$M = 4\ H$
$\Delta t = ?$

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{dI}{dt}\right)_1$$
$$10 \times 1000 = - 4 \left(\frac{zero-10}{\Delta t}\right)$$
$$\Delta t = 4 \times 10^{-3}\ s$$

مثال $\frac{2}{36}$ الهامش : أحسب معامل الحث المتبادل بين الملفين اذا علمت أن مقدار القوة الدافعة الكهربية الناتجة عن الملف الثانوي تساوي 500 V – نتيجة تغير التيار الكهربي في الملف الابتدائي من 10 A الي 20 A خلال 0.025 s .

$M = ?$
$\varepsilon = -500\ V$
$I_1 = 10\ A$
$I_2 = 20\ A$
$\Delta t = 0.025\ s$

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{dI}{dt}\right)_1$$
$$-500 = - M \left(\frac{20-10}{0.025}\right)$$
$$M = 1.25\ H$$

مثال : ملفان معامل الحث الذاتي للأول $0.1)H$ وعدد لفاته (200) لفة وعندما يمر به تيار مستمر شدته $A(10)$ يخترقه تدفق مغناطيسي (ϕ) يجتاز بالكامل ملف آخر عدد لفاته (300) لفة وملفوف فوق الأول أوجد:

1 – القوة المحركة الكهربية التأثيرية المتولدة بالملف الأول اذا انعدم التيار خلال $(0.1)\ s$

$$\varepsilon_1 = - L_1 \left(\frac{d I}{d t} \right)_1$$

$$\varepsilon_1 = - 0.1 \left(\frac{zero - 10}{0.1} \right)$$

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ V}$$

2 - معدل التغيرفي التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف الثاني .

$$\varepsilon_1 = - N_1 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1$$

$$10 = - 200 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1$$

$$\left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1 = - 0.05 \text{ wb/s}$$

$$\left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1 = \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_2 = - 0.05 \text{ wb/s}$$

3 - القوة المحركة التأثيرية المتولدة بالملف الثاني .

$$\varepsilon_2 = - N_2 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_2$$

$$\varepsilon_2 = - 300 \ (-0.05)$$

$$\varepsilon_2 = 15 \text{ V}$$

4 - معامل الحث المتبادل بين الملفين .

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{d I}{d t} \right)_1$$

$$15 = - M \left(\frac{zero - 10}{0.1} \right)_1$$

$$M = 0.15 \text{ H}$$

مثال : ملف عدد لفاته (500) لفة ومعامل حثه الذاتي 0.1 H و يمر فيه تيار شدته 10A لف عليه ملف آخر عدد لفاته (100) لفة بحيث كان التدفق المغناطيسي المتولد بالأول يخترق بالكامل الملف الثاني فاذا عكس التيار بالأول خلال (0.05) ثانية أوجد :

1 – القوة المحركة التأثيرية المتولدة بالأول .

$$\varepsilon_1 = - L_1 \left(\frac{d I}{d t} \right)_1$$

$$\varepsilon_1 = - 0.1 \left(\frac{-10-10}{0.05} \right)$$

$$\varepsilon_1 = 40 \text{ V}$$

2 – القوة المحركة التأثيرية المتولدة بالملف الثاني بسبب عكس اتجاه التيار .

$$\varepsilon_1 = - N_1 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1$$

$$40 = - 500 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1$$

$$\left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1 = - 0.08 \text{ wb/s}$$

$$\left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_1 = \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_2 = - 0.08 \text{ wb/s}$$

$$\varepsilon_2 = - N_2 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)_2$$

$$\varepsilon_2 = - 100 \ (-0.08)$$

$$\varepsilon_2 = 8 \text{ V}$$

3- معامل الحث المتبادل بين الملفين .

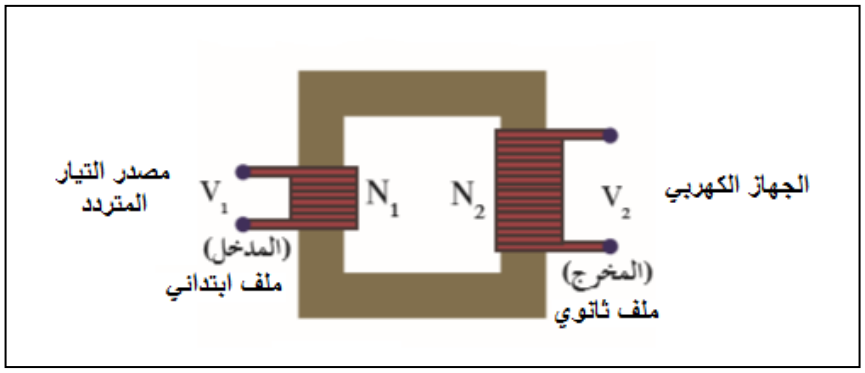
$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{d I}{d t} \right)_1$$

$$8 = - M \left(\frac{-10-10}{0.05} \right)_1$$

$$M = 0.02 \text{ H}$$

المحول الكهربى :

هو جهاز يعمل علي رفع او خفض القوة الدافعة الكهربائية المترددة الناتجة من مصدر جهد كهربائي متردد من دون أن يحدث أي تعديل علي مقدار التردد .



- يستخدم المحول الكهربي في نقل الطاقة الكهربائية من محطات التوليد الي أماكن الاستهلاك بدون خسارة تذكر .
- لا يستخدم المحول في رفع أو خفض جهد التيار المستمر , لان التيار المستمر شدته ثابت و بالتالي لا يتولد قوة محركة كهربية في الملف

تركيب المحول الكهربائى :

يتكون المحول الكهربي من ملفين ملفوفين علي قلب واحد من الحديد وهما :
1- الملف الأبتدائي و عدد لفاته N_1 ويتصل بدائرة التيار المتردد .
2- الملف الثانوي و عدد لفاته N_2 و يتصل بدائر الحمل (الجهاز الكهربي)

طريقة عمل المحول الكهربائى :

التيار المتردد في الملف الأبتدائي يؤدي الي تدفق مغناطيسي متغير ينتج عنه قوة دافعة كهربية عند طرفيه

$$\varepsilon_1 = - N_1 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)$$

تنتشر خطوط المجال المغناطيسي عبر القلب الحديدي لتحدث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف الثانوي و يتولد عند طرفية قوة دافعة كهربائية

$$\varepsilon_2 = - N_2 \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)$$

بقسمة المعادلتين علي بعض

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

و يمكن التعبير عن القوة المحركة الكهربية بقيمة فرق الجهد الكهربي

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

ملاحظات :

1- ينقسم المحول الي نوعان اساسيان :

أ- محول رافع للجهد	$V_2 > V_1$	$N_2 > N_1$
ب- محول خافض للجهد	$V_2 < V_1$	$N_2 < N_1$

المحول المثالى :

هو المحول الذي لا يسبب أي خسارة في القدرة بين الملفين .

$$P_1 = P_2$$

$$I_1V_1 = I_2V_2$$

وبالتالي :

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

فولت	V	=====>	فرق الجهد بين طرفي الملف الابتدائي	V_1
فولت	V	=====>	فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي	V_2
ليس له وحدة		=====>	عدد لفات الملف الابتدائي	N_1
ليس له وحدة		=====>	عدد لفات الملف الثانوي	N_2
وات	Watt	=====>	القدرة في الملف الابتدائي	P_1
وات	Watt	=====>	القدرة في الملف الثانوي	P_2
امبير	A	=====>	شدة التيار في الملف الابتدائي	I_1
امبير	A	=====>	شدة التيار في الملف الثانوي	I_2

ملاحظات :

1- المحول المثالي كفائته 100% و لا يسبب فقد في القدرة .

2- نلاحظ أن العلاقة عكسية في المحول الكهربي بين الجهد و شدة التيار فالمحول رافع الجهد يكون خافض للتيار و المحول خافض الجهد يكون رافع للتيار

3- لا يوجد محول مثالي في الطبيعة و ذلك لسببين :

أ- فقدان جزء من التدفق المغناطيسي في الهواء
ب- فقدان جزء من الطاقة علي شكل طاقة حرارية في أسلاك الملفين و في القلب الحديدي .

المحول غير المثالي :

هو المحول الذي تكون كفائته أقل من 100 % .

كفاءة المحول :

هي النسبة بين القدرة الكهربية في الملف الثانوي الي القدرة الكهربية في الملف الأبتدائي .

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2 V_2}{I_1 V_1}$$

ملاحظات :

1- كفاءة المحول ليس لها وحدة .
2- كفاءة المحول المثالي = 1 أو $P_1 = P_2$
3- المحول غير المثالي $P_1 \neq P_2$ و تكون كفاءته أقل من الواحد الصحيح

مثال $\frac{2}{38}$: محول مثالي يتألف ملفه الابتدائي من 50 لفة و ملفه الثانوي من 500 لفة و فرق الجهد علي ملفه الابتدائي يساوي 10 v أ- حدد نوع المحول المستخدم
ب- أحسب فرق الجهد علي طرفي ملفه الثانوي .

$N_1 = 50$
$N_2 = 500$
$V_1 = 10\ V$
$V_2 = ?$

المحول رافع للجهد , خافض للتيار

$N_2 > N_1$

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

$$\frac{V_2}{10} = \frac{500}{50}$$

$V_2 = 100\ V$

مثال $\frac{1}{38}$ الهامش : محول مثالي يتألف ملفه الابتدائي من 100 لفة و ملفه الثانوي من 2000 لفة
فرق الجهد علي ملفه الابتدائي 100 V أ- حدد نوع الملف
ب- أحسب فرق الجهد علي طرفي ملفه الثانوي .

$N_1 = 100$
$N_2 = 2000$
$V_1 = 100\ V$
$V_2 = ?$

$N_2 > N_1$

المحول رافع للجهد , خافض للتيار

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

$$\frac{V_2}{100} = \frac{2000}{100}$$

$V_2 = 2000\ V$

مثال $\frac{2}{38}$ الهامش : محول مثالي يتألف ملفه الابتدائي من 100 لفة و ملفه الثانوي من 2000 لفة
وصل ملفه الثانوي الي مقاومة 50Ω أحسب :
أ- التيار الكهربي في ملفه الثانوي علما ان الجهد علي ملفه الثانوي يساوي 200 V .
ب- القدرة الكهربية علي الملف الثانوي .
ج- مقدار التيار الكهربي في ملفه الابتدائي

$N_1 = 100$
$N_2 = 2000$
$V_2 = 200\ V$
$I_2 = ?$
$P_2 = ?$
$R_2 = 50\ \Omega$
$I_1 = ?$

$V_2 = I_2 R_2$

$200 = I_2\ (50)$ =====> $I_2 = 4\ A$

$P_2 = I_2 V_2 = (200)\ (4) = 800\ Watt$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \text{ =====> } \frac{I_1}{4} = \frac{2000}{100}$$

$I_1 = 80\ A$

مثال $\frac{7}{40}$: محول كهربائي عدد لفات ملفه الثانوي عشرة أضعاف عدد لفات ملفه الابتدائي أحسب
القوة الدافعة الكهربية في الملف الثانوي اذا كانت القوة الدافعة الكهربية في ملفه الابتدائي 6 V

$N_2 = 10\ N_1$
$V_2 = ?$
$V_1 = 6\ V$

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

$$\frac{V_2}{6} = \frac{10N_1}{N_1}$$

$V_2 = 60\ V$

مثال $\frac{8}{64}$: يتغير التيار الكهربي في الملف الابتدائي لمحول كهربي من 10 A الي 20 A خلال 0.02 s أحسب القوة المحركة الكهربية الناتجة عن الحث المتبادل بين ملفي المحول علما ان معامل الحث المتبادل يساوي 0.5 H .

$I_1 = 10\ A$
$I_2 = 20\ A$
$\Delta t = 0.02\ s$
$M = 0.5\ H$
$\varepsilon_2 = ?$

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{d I}{d t} \right)_1$$

$$\varepsilon_2 = - 0.5 \left(\frac{20-10}{0.02} \right)$$

$$\varepsilon_2 = -250\ v$$

مثال : محول كهربائى عدد لفات ملفيه (1000) , (500) لفة ، و مصدر كهربائي متردد قوته المحركة الكهربائية (200 V) .. احسب أكبر و أصغر قوة محركة يمكن الحصول عليها من هذا المصدر بإستخدام المحول .

محول خافض للجهد

$N_1 = 1000$,, $N_2 = 500$

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

$$\frac{V_2}{200} = \frac{500}{1000}$$

$$V_2 = 100\ V$$

محول رافع للجهد

$N_1 = 500$,, $N_2 = 1000$

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

$$\frac{V_2}{200} = \frac{1000}{500}$$

$$V_2 = 400\ V$$

مثال : يعمل مصباح كهربائي بفرق جهد قدره (240)V وقدرة كهربائية مقدارها (100) W فإذا أردنا تشغيل المصباح بواسطة منبع للتيار المتردد بفرق جهد (100)V فإنه يستخدم محول كهربائي مثالي أحسب :

أ-شدة التيار المار في المصباح .

$V_2 = 240\ V$
$P_2 = 100\ watt$
$V_1 = 100\ V$
$I_2 = ?$

$P_2 = I_2\ V_2$
$100 = I_2\ (240)$
$I_2 = 0.416\ A$

ب-عدد لفات الملف الثانوي إذا كانت عدد لفات ملفه الابتدائي (100) لفه

$N_2 = ?$
$N_1 = 100$

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

$$\frac{240}{100} = \frac{N_2}{100}$$

$N_2 = 240$

مثال $\frac{9}{40}$: محول يتألف ملفه الابتدائي من 800 لفة و ملفه الثانوي 2400 لفة وصل ملفه الثانوي الي مقاومة 10 Ω أحسب :

أ- مقدار التيار الكهربي في الملف الثانوي اذا كان مقدار الجهد علي ملفه الثانوي 2200 V .

ب- القدرة الكهربية علي الملف الثانوي

ج – القدرة الكهربية علي الملف الابتدائي اذا كانت كفاءة المحول 95%

د – مقدار التيار الكهربي في ملفه الابتدائي .

$N_1 = 800$
$N_2 = 2400$
$R_2 = 50\ \Omega$
$I_2 = ?$
$V_2 = 2200\ V$
$P_2 = ?$
$P_1 = ?$
$\eta = 95\%$
$I_1 = ?$

$V_2 = I_2\ R_2$
$2200 = I_2\ (10)$ =====> $I_2 = 220\ A$

$P_2 = I_2\ V_2 = (220)\ (2200) = 484000\ Watt$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad \text{======>} \quad \frac{95}{100} = \frac{484000}{P_1}$$

$P_1 = 509473.6\ Watt$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad \text{=====>} \quad \frac{2200}{V_1} = \frac{2400}{800}$$

$V_1 = 733.3\ V$

$P_1 = I_1\ V_1$
$509473.6 = I_1\ 733.33$
$I_1 = 694.74\ A$

مثال : يعمل محول كفاءته (80 %) يزود بقدره كهربائية مقدارها (5)KW وبفرق جهد مقداره (200)V فإذا كانت نسبة عدد لفات ملفه الثانوي إلى عدد لفات ملفه الابتدائي(1:4)أحسب : أ-القدرة الكهربائية الناتجة في الملف الثانوي .

$\eta = \frac{80}{100} = 0.8$
$P_1 = 5\ Kw$
$V_1 = 200\ V$
$\frac{N_2}{N_1} = \frac{4}{1}$
$P_2 = ?$

$\eta = \frac{P_2}{P_1}$

$0.8 = \frac{P_2}{5\ X\ 100}$

$P_2 = 4000\ Watt$

ب-فرق الجهد الكهربي بين طرفي الملف الثانوي .

$V_2 = ?$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$ =====> $\frac{V_2}{200} = \frac{4}{1}$

$V_2 = 800\ V$

ت-شدة التيار الناتج في الملف الثانوي .

$I_2 = ?$

$P_2 = I_2\ V_2$

$4000 = I_2\ (800)$ =====> $I_2 = 5\ A$

مثال : محول كهربائي كفاءته % (80) يتصل بمصدر جهده v (240) ويستخدم لتشغيل محرك يعمل بجهد v(12)، فإذا كان عدد لفات الملف الابتدائي(200) لفة وشدة التيار الناتج من المحول A (4) أحسب :

أ ـ عدد لفات الملف الثانوي.

$\eta = 0.8$
$V_1 = 240\ V$
$V_2 = 12\ V$
$N_2 = 200$
$I_2 = 4\ A$
$N_2 = ?$

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

$\frac{12}{240} = \frac{N_2}{200}$

$N_2 = 10$

ب- شدة التيار الداخل للمحول.

$I_1 = ?$

$\eta = \frac{I_2 V_2}{I_1 V_1}$ ====> $0.8 = \frac{(4)(12)}{I_1\ (240)}$

$I_1 = 0.25\ A$

جـ القدرة الناتجة من المحول

$P_2 = ?$

$P_2 = I_2\ V_2 = (4)\ (12) = 48\ Watt$

مشكلة نقل الطاقة :

عند نقل التيار الكهربي من محطات التوليد الي أماكن الاستخدام يحدث فقد في القدرة الكهربية المنقولة علي شكل حرارة في أسلاك النقل .

ـ عند محطة التوليد :

تكون القدرة المتولدة P_1

$$P_1 = I\ V_1$$

$$I = \frac{P_1}{V_1}$$

ـ القدرة المفقودة في الأسلاك :

$$P' = I^2\ R$$

$$P' = \left(\frac{P_1}{V_1}\right)^2 R$$

V_1	فرق الجهد عند محطة الارسال	=====>	V	فولت
P_1	القدرة المنقولة	=====>	Watt	وات
P'	القدرة المفقودة	=====>	Watt	وات
I	شدة التيار المنقول	=====>	A	امبير

ـ لذلك لتقليل قيمة القدرة المفقودة في الأسلاك يجب رفع قيمة الجهد المرسل من المحطة و خفض قيمة التيار المرسل . وبالتالي يستخدم محولات رافعة للجهد خافضة للتيار عند محطات التوليد , وعندما تصل الي المدينة تستخدم محولات خافضة للجهد رافعة للتيار لكي تستخدم في المنازل .

مثال : محطة لتوليد الكهرباء تغذي مصنعاً خلال شبكة من الأسلاك مقاومتها (100) أوم فإذا كانت قدرة المحطة (600)K W وفرق الجهد عندها (3000) V أحسب :

أ- مقدار القدرة المفقودة في الأسلاك .

$P' = ?$
$R = 100\ \Omega$
$P_1 = 600\ KW$
$V_1 = 3000\ V$

$$P' = \left(\frac{P_1}{V_1}\right)^2 R$$

$$P' = \left(\frac{600\ X\ 1000}{3000}\right)^2 (100) = 4X10^6\ Watt$$

ب- إذا استخدم محول رافع للجهد عند محطة التوليد بحيث أصبح فرق الجهد الناتج $(3X10^4)V$ أحسب القدرة المفقودة في هذه الحالة

$P' = ?$
$V_1 = 3X10^4\ V$

$$P' = \left(\frac{P_1}{V_1}\right)^2 R$$

$$P' = \left(\frac{600\ X\ 1000}{3\ x\ 10^4}\right)^2 (100) = 4x10^4\ Watt$$

مثال : نقلت قدرة كهربائية مقدارها (400 K.watt) من محطة التوليد إلى مصنع , فإذا كان فرق الجهد عند محطة التوليد (2000 v) وكانت مقاومة أسلاك نقل الطاقة (0.5 Ω) احسب:

1- شدة التيار المار فى أسلاك نقل الطاقة .

$P_1 = 400\ KW$
$V_1 = 2000\ V$
$R = 0.5\ \Omega$

$$P_1 = I\ V_1$$
$$400X10^3 = I\ (2000)$$
$$I = 200\ A$$

2- القدرة المفقودة فى أسلاك نقل الطاقة .

$P' = ?$

$$P' = I^2 R$$
$$P' = (200)^2\ (0.5) = 20000\ Watt$$

3- اذا رفع الجهد عند محطة التوليد إلى (20000 v) بواسطة محول كهربائى ... احسب القدرة المفقودة

$V_1 = 20000\ V$
$P' = ?$

$$P' = \left(\frac{P_1}{V_1}\right)^2 R$$

$$P' = \left(\frac{400\ X\ 1000}{20000}\right)^2 (0.5) = 200\ Watt$$

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسة

الفصل الثاني : التيار المتردد

الدرس 2 - 1 : التيـــــار المتـردد

الجهد المتردد و التيار المتردد :

عند دوران الملف في المجال المغناطيسي يحدث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف مما يؤدي الي تولد قوة دافعة كهربية ε تتغير كدالة جيبية بالنسبة للزمن بحسب المعادلة التالية :

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

ويمكن التعامل مع القوة الدافعة الكهربية علي انها الجهد الكهربي :

$$V_t = V_{max} \sin(\omega t)$$

وبتالي فأن التيار المتولد في الملف يحسب بالمعادلة التالية :

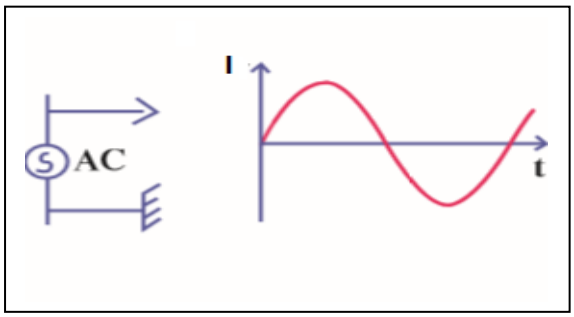
$$I = I_{max} \, Sin(\omega t)$$

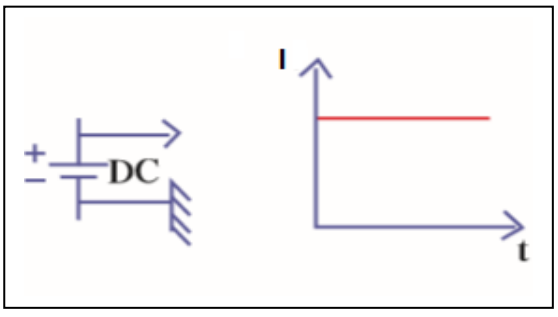
يتغير هذا التيار جيبيا بالنسبة الي الزمن لذلك يسمي التيار المتردد الجيبي

- يختلف هذا التيار عن التيار المستمر ويمكن ملاحظة الاختلاف عمليا باستخدام راسم الأشارة .

نشاط عملي (1) :

عند توصيل مصدر جهد متردد AC ومصدر جهد مستمر DC نلاحظ شكل الأشارة المرسومة علي الجهاز .





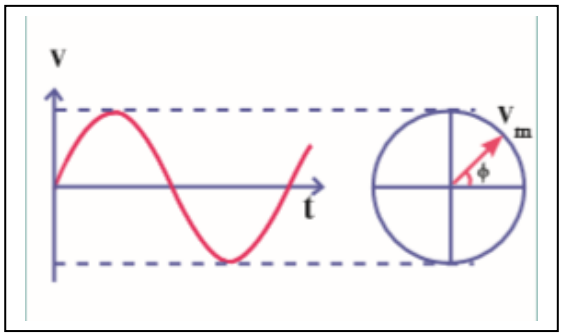
التيار المستمر يظهر علي صورة خط مستقيم مما يدل علي ثبات مقداره و اتجاهه.

التيار المتردد يظهر علي صورة دالة جيبية مما يدل علي تغير مقداره و اتجاهه .

التيار المتردد :

هو تيار يغير اتجاهه كل نصف دورة و معدل مقدار شدته يساوي صفرا في الدورة الواحدة .

التمثيل المتجه للتيار و الجهد المتردد :



يمكن تمثيل الجهد المتردد بمتجه طور , بحيث يساوي طوله القيمي العظمي V_m و يدور بسرعة زاوية و يصنع مع المحور الفقي زاوية $(\omega t + \phi)$

- بنفس الطريقة يمكن تمثيل التيار المتردد .

المقدار الفعال للتيار و الجهد المتردد :

- حيث أن شدة التيار المتردد تتغير لحظيا مع الزمن , فأن القيمة تتغير لحظيا لكل من الجهد و شدة التيار مع مرور الزمن , وبالتالي لابد من ايجاد قيمة فعالة (متوسطة) لشدة التيار المتردد , بحيث تستطيع أجهزة الأميتر (جهاز قياس شدة التيار) قراءة هذة القيمة , وحيث أن مرور التيار الكهربي في أي مقاومة تتحول الطاقة الكهربية الي طاقة حرارية , يمكن أيجاد القيمة الفعالة كما يلي :

الشدة الفعالة للتيار المتردد :

هي شدة التيار المستمر الذي يولد كمية الحرارة نفسها الذي ينتجها التيار المتردد في مقاومة أومية لها نفس القيمة خلال الفترة الزمنية نفسها .

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

وبالمماثلة يمكن أيجاد القيمة الفعالة للجهد الكهربي :

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

- و تكون قراءة جهاز الفولتميتر (جهاز قياس فرق الجهد) هي القيمة الفعالة .

ملاحظات :

1- الشدة الفعالة للتيار المتردد تتناسب طرديا مع شدتة العظمي .

2- مرور تيار متردد شدته العظمي I_m في المقاومة R لفترة زمنية t يولد كمية الحرارة التي يولدها تيار مستمر شدته $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ في المقاومة نفسها و خلال الفترة الزمنية نفسها .

3- الأجهزة الكهربائية التي تعمل علي التيار المتردد تسجل عليها القيمة الفعالة من شدة التيار أو من مقدار الجهد , كما أن أجهز القياس (الأميتر و الفولتميتر) تقيس القيم الفعالة فقط .

4- تحسب الطاقة الحرارية E في المقاومة R و القدرة الحرارية P بالأعتماد علي الشدة الفعالة , حيث أن :

$$E = I^2_{rms}\ R\ t$$

$$P = \frac{E}{t} = I^2_{rms}\ R$$

E	الطاقة الحرارية	=====>	J	جول
i_{rms}	الشدة الفعالة للتيار الكهربي	=====>	A	أمبير
R	المقاومة	=====>	Ω	أوم
t	الزمن	=====>	sec	ثانية
P	القدرة الحرارية	=====>	Watt	وات

مثال $\frac{1}{44}$ مكواة ملابس تعمل علي مصدر جهد متردد , شدة التيار العظمي $5\sqrt{2}$ A أحسب الطاقة الحرارية الناتجة عن عمل المكواة لمدة ساعة علما ان مقاومة المكواة 1000 Ω .

$I_{max} = 5\sqrt{2}$ A
E = ?
t = 1 hr
R = 1000 Ω

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{5\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 5\ A$$

$$E = I^2_{rms}\ R\ t$$
$$E = (5)^2\ (1000)\ (1X60X60)$$
$$E = 90X10^6\ J$$

مثال $\frac{10}{64}$ تيار متردد يمثل بمعادلة شدة التيار اللحظية التالية

$$I = 2\sqrt{2}\ \text{Sin}\ (120\pi t)$$

أحسب : أ- مقدار الشدة الفعالة للتيار المتردد

ب- الزمن الدوري للتيار المتردد

ج – تردد التيار

$I_{rms} = ?$

$T = ?$

$f = ?$

$$I = 2\sqrt{2}\ \text{Sin}\ (120\pi t)$$

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

$I_{max} = 2\sqrt{2}$ A ,,,,,, $\omega = 120\pi$ Rad/s

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2A$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$120\pi = \frac{2\pi}{T} \quad =====> T = \frac{1}{60}\ \text{sec}$$

$$f = \frac{1}{T} = 60\ \text{Hz}$$

فرق الطور :

عند تطبيق جهد متردد علي دائرة كهربائية

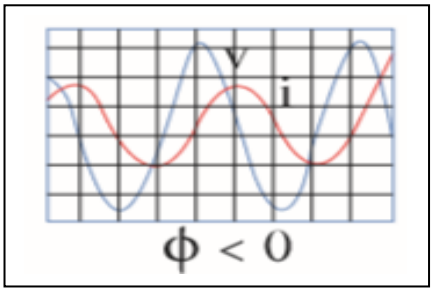
$$V_t = V_{max} \sin(\omega t + \phi)$$

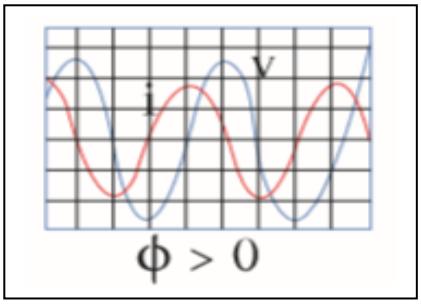
يمر في الدائرة الكهربية تيار متردد يعطي بالعلاقة التالية :

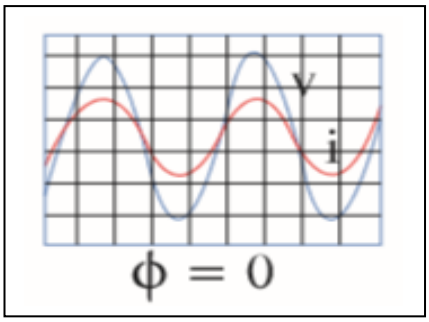
$$I = I_{max} \sin(\omega t)$$

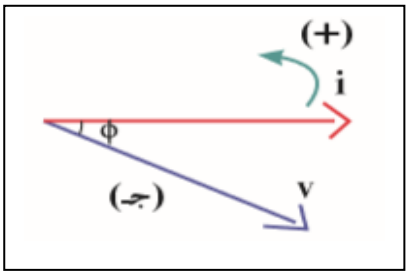
يحدد فرق الطور من يسبق الاخر في الدائرة الجهد الكهربي أو التيار الكهربي , بحيث :

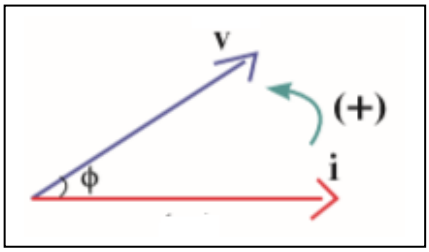
- يمثل فرق الطور بأقرب مسافة أفقية بين قمتيين متتاليتين لمنحني كل من فرق الجهد وشدة التيار اللذين يظهران علي راسم الأشارة :

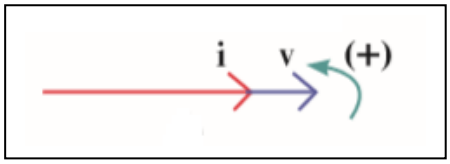












ϕ = -

شدة التيار تسبق الجهد

ϕ = +

الجهد يسبق التيار

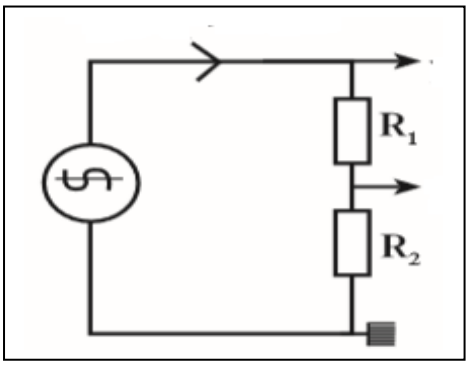
ϕ = zero

الجهد و التيار متفقين في الطور

تطبيق قانون أوم علي دوائر التيار المتردد :

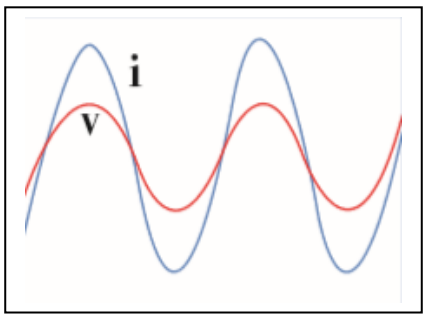
1- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار تحوي مقاومتين أوميتين R:

المقاومة الأومية R:



هي المقاومة التي تحول الطاقة الكهربائية بأكملها الي طاقة حرارية فقط و ليس لديها تأثير ذاتي .

- تصنع المقاومة الأومية علي شكل ملف ملفوف لفا مزدوجا لألغاء الحث الذاتي الناتج عنه أو علي شكل سلك مستقيم .



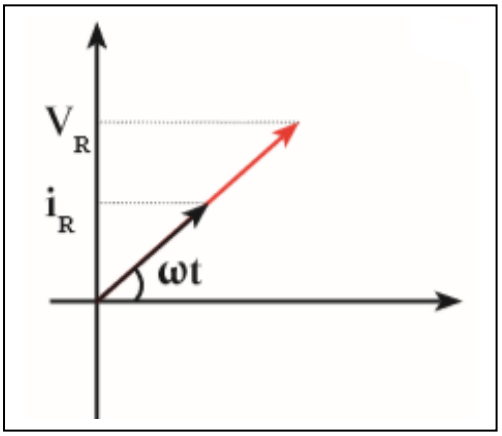
- في دائرة التيار المتردد التي تحتوي علي المقاومة الأومية فقط نلاحظ أن التيار و الجهد الكهربي متفقين في الطور , أي يتغيران بكيفية واحدة , يزدادان معا و يتناقصان معا , ϕ = zero .

يمكن التعبير عن فرق الجهد و شدة التيار في المقاومة بالمعادلتيين التاليين :

$$V_{(t)\,R} = V_{max} \sin(\omega t)$$

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

- ويمكن تمثيل ذلك بيانيا كما بالشكل :



بتطبيق قانون أوم علي الدائرة :

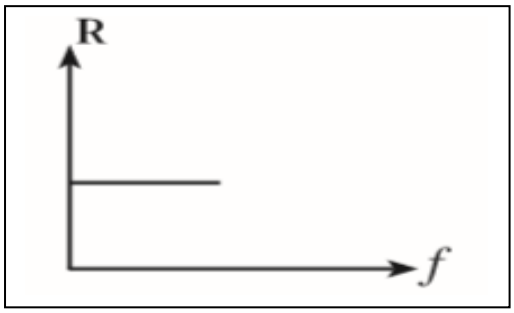
$$V_R = I_R R$$

V_R	فرق الجهد بين طرفي المقاومة	=====>	V	فولت
I_R	شدة التيار المار في المقاومة	=====>	A	أمبير
R	المقاومة	=====>	Ω	أوم

- مقدار المقاومة الأومية يكون ثابت ويساوي :

$$R = \frac{V_t}{I_t} = \frac{V_{max}}{I_{max}} = \frac{V_{rms}}{I_{rms}}$$

- أي أن بزيادة الجهد يزداد شدة التيار و تظل قيمة المقاومة ثابتة .
- تختلف قيمة المقاومة طبقا للعلاقة التالية :



$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R	المقاومة	=====>	Ω	أوم
ρ	المقاومة النوعية	=====>	Ω.M	أوم . متر
L	طول المقاومة	=====>	M	متر
A	مساحة المقطع	=====>	M^2	متر^2

ملاحظات :

1- يتوقف مقدار المقاومة الأومية علي :

1- طول السلك 2- المقاومة النوعية 3- مساحة المقطع

2- قيمة المقاومة الأومية لا تتغير بتغير نوع التيار سواء أكان مترددا أو مستمرا

3- قيمة المقاومة الأومية لا تتغير بتغير تردد التيار الكهربي المتردد .

مثال $\frac{4}{56}$: اذا كانت القيمة العظمي لفرق الجهد المتردد المطبق علي مقاومة أومية هو 8 V , اذا كانت قيمة المقاومة الصرفة 10 Ω . أحسب :
أ- مقدار فرق الجهد الفعال ب- القيمة العظمي لشدة التيار

$V_{max} = 8$ V
$R = 10$ Ω
$V_{rms} = ?$
$I_{max} = ?$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{8}{\sqrt{2}} = 4\sqrt{2} \text{ V}$$

$$V_{max} = I_{max} R$$
$$8 = I_{max} (10)$$
$$I_{max} = 0.8 \text{ A}$$

مثال : مدفأة كهربائية تعمل بتيار متردد جهده الأعظم v (282.8) ومقاومة سلكها Ω (500) أحسب
1- القدرة الحرارية للمدفأه .

$V_{max} = 282.8$ V
$R = 500$ Ω
$P = ?$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{282.8}{\sqrt{2}} = 200 \text{ V}$$

$$V_{rms} = I_{rms} R$$
$$200 = I_{rms} (500) \quad ======> I_{rms} = 0.4 \text{ A}$$

$$P = I^2_{rms} R = (0.4)^2 (500) = 80 \text{ Watt}$$

2- الطاقة الحرارية المتولدة عند تشغيل المدفأة لمدة نصف ساعة .

$E = ?$
$t = 30$ min

$$E = P t$$
$$E = (80) (30x60)$$
$$E = 14400 \text{ J}$$

مثال: تيار متردد شدته اللحظية تعطي من العلاقة التالية يمر في مقاومة اومية مقدارها 30 Ω

$$I = 3.2 \sin 4000t$$

احسب

1- القيمة العظمي والقيمة الفعالة لشدة التيار

من مقارنة المعادلتين

$$I = 3.2 \sin 4000t$$

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

$I_{max} = 3.2$ A ,,,,,, $\omega = 4000$ Rad/s

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{3.2}{\sqrt{2}} = 2.26A$$

2- القيمة العظمي والقيمة الفعالة لفرق الجهد عبر المقاومة

$$V_{max} = I_{max} R = (3.2)(30) = 96 \text{ V}$$
$$V_{rms} = I_{rms} R = (2.26)(30) = 67.88 \text{ V}$$

مثال : اذا كانت القيمة اللحظية للتيار المتردد في دائرة كهربية تعطي من المعادلة التالية

$$I = 3.5 \sin \theta$$

فاذا كانت مقاومة الدائرة 150 Ω احسب

1- القدرة المستهلكة

P = ?

$$I = 3.5 \sin \theta$$

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

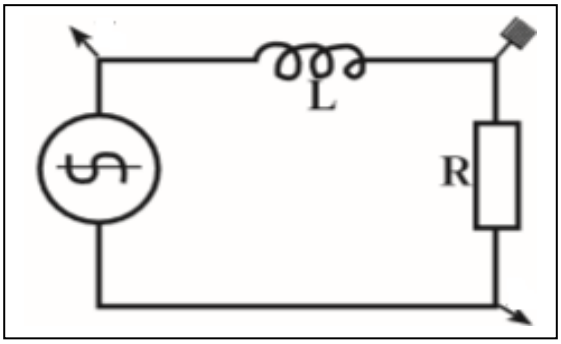
$I_{max} = 3.5$ A ====> $I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{3.5}{\sqrt{2}} = 2.47A$

$$P = I^2_{rms} R = (2.47)^2 (150) = 918.75 \text{ Watt}$$

2- القيمة الفعالة للجهد الكهربي

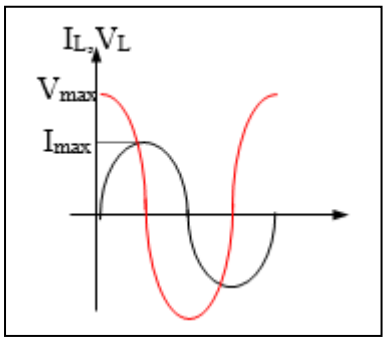
$$V_{rms} = I_{rms} R = (2.47)(150) = 370.5 \text{ V}$$

2- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحوى على ملف حثي نقى L :



الملف الحثي النقي :

هو الملف الذي له تأثير حثي , حيث أن معامل حثه الذاتي L كبير و مقاومته الأومية R معدومة



ـ في دائرة التيار المتردد التي تحتوي علي الملف الحثي النقي فقط نلاحظ أن جهد الملف يتقدم (يسبق) التيار بربع دورة (زاوية طور) $\phi = 90 = \pi/2$.

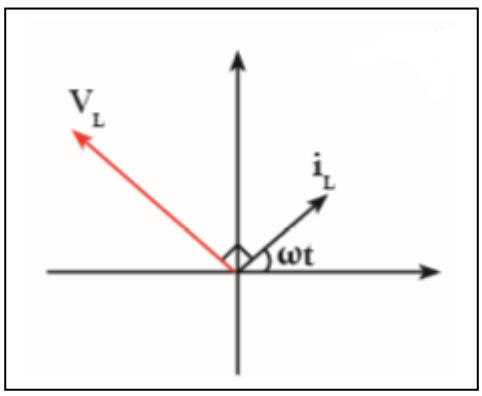
ـ عند مرور التيار المتردد في دائرة الملف الحثي النقي و بسبب تغير مقدار شدة التيار و اتجاهه كل نصف دورة يتولد في الملف قوة محركة كهربية تولد تيار يعاكس مسببها دائما مما يعيق مرور التيار في الملف فيسبق الجهد التيار .

ـ يمكن التعبير عن مقدار فرق الجهد اللحظي بين طرفي الملف الحثي النقي وشدة التيار الكهربي المارة فيه كما يلي :

$$V_{(t)\,L} = V_{max} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

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

ـ يمكن تمثيل ذلك بيانيا كما يلي :



- بتطبيق قانون أوم علي الدائرة :

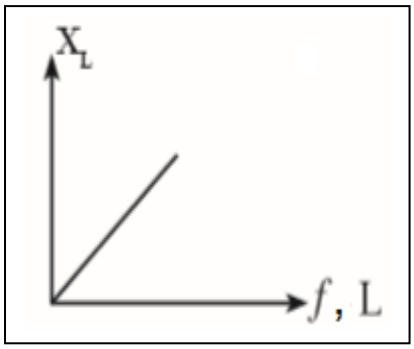
$$V_L = I_L X_L$$

فولت	V	=====>	فرق الجهد بين طرفي الملف	V_L
أمبير	A	=====>	شدة التيار المار في الملف	I_L
أوم	Ω	=====>	الممانعة الحثية	X_L

الممانعة الحثية للملف :

هي الممانعة التي يبديها الملف لمرور التيار المتردد من خلاله .

س: استنتج قانون لحساب الممانعة الحثية لملف :



$$X_L \alpha f$$
$$X_L \alpha L$$
$$X_L \alpha f L$$
$$X_L = \text{ثابت } f L$$
$$X_L = 2\pi f L$$
$$X_L = \omega L$$

أوم	Ω	=====>	الممانعة الحثية	X_L
هيرتز	Hz	=====>	التردد	f
هنري	H	=====>	معامل الحث الذاتي	L
راديان/ثانية	Rad/sec	=====>	السرعة الزاوية	ω

ملاحظات :

1- يتوقف مقدار الممانعة الحثية علي :

1- تردد التيار 2- معامل الحث الذاتي للملف

2- في حالة التيار المستمر فان التردد يساوي صفر , وبالتالي تصبح الممانعة الحثية للملف تساوي صفر , وبالتالي لا تظهر أي ممانعة حثية في دوائر التيار المستمر .

3- تستخدم الملفات الحثية في فصل الترددات المرتفعة عن الترددات المنخفضة , لان الترددات المرتفعة تجد ممانعة حثية كبيرة فلا يمر في الدائرة بينما الترددات المنخفضة تجد ممانعة حثية منخفضة فتمر في الدائرة .

$$X_L \alpha f$$

4 – الممانعة الحثية للملف ليست مقاومة أومية , أي انها لا تحول الطاقة الكهربائية الي طاقة حرارية , بل الي طاقة مغناطيسية U_B تختزن في المجال المغناطيسي للملف .

$$U_B = \frac{1}{2} L I_{rms}^2$$

U_B	الطاقة المغناطيسية	=====>	J	جول
i_{rms}	شدة التيار الفعال	=====>	A	أمبير
L	معامل الحث الذاتي	=====>	H	هنري

5- يمكن حساب الممانعة الحثية كما يلي :

$$X_L = \frac{V_t}{I_t} = \frac{V_{max\ L}}{I_{max\ L}} = \frac{V_{rms\ L}}{I_{rms\ L}}$$

مثال : تيار متردد معادلته كما يلي

$$I = 14.14 \sin 628\ t$$

يمر في دائرة تحتوي علي ملف حثي نقي معامل حثه الذاتي 0.01 H احسب

1- الشدة الفعالة للتيار المتردد

$I_{max} = 14.14$ A ,,,,,, $\omega = 628$ Rad/s

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{14.14}{\sqrt{2}} = 10A$$

2- تردد التيار

$\omega = 2\pi f$

$628 = 2\pi f$ ======> $f = 100$ Hz

3- ممانعة الملف الحثية

$X_L = \omega L = (628)(0.01) = 6.28\ \Omega$

4- الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف .

$$U_B = \frac{1}{2} L I_{rms}^2 = \frac{1}{2}(0.01)(10)^2 = 0.5\ J$$

5- فرق الجهد بين طرفي الملف .

$V_L = I_L X_L = (10)(6.28) = 62.8$ V

مثال $\frac{3}{49}$ دائر تيار متردد تحتوي علي ملف حثي نقي معامل حثه الذاتي 0.01 H يمر فيه تيار لحظي يمثل بالعلاقة التالية

$$I = 2 \sin (100\pi t)$$

أحسب : أ- ممانعة الملف الحثية ب – فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف

$I = 2 \sin (100\pi t)$

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

$L = 0.01$ H
$I_{max} = 2$ A
$\omega = 100\pi$ rad/s
$X_L = ?$
$V_L = ?$

$$X_L = \omega L = (100\pi)(0.01) = 3.14\ \Omega$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}\ A$$

$$V_L = I_L X_L$$
$$V_L = (\sqrt{2})(3.14) = 4.4\ V$$

مثال :يتصل مصدر للتيار المتردد يعطي فرقا في الجهد قيمته العظمي $(100\sqrt{2})$ v بدائرة تحتوي علي ملف حثي نقي . إذا علمت أن $L = 0.1$ H ، $f = 50$ Hz

1- كم تكون قراءة الأميتر وقراءة الفولتميتر

$V_{max} = 100\sqrt{2}$ V
f = 50 HZ
L = 0. 1 H
$V_L = ?$
$I_L = ?$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100\ V$$

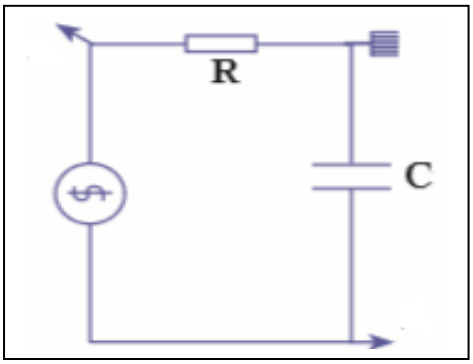
$$X_L = 2\pi f L = (2\pi)(50)(0.1) = 31.4\ \Omega$$

$$V_L = I_L X_L$$
$$100 = I_L (31.4)$$
$$I_L = 3.18\ A$$

2- ماذا يحدث لقراءة الأميتر عند زيادة تردد تيار الدائرة ؟

بزيادة التردد تزداد الممانعة الحثية للملف , و بالتالي تزداد المقاومة و تقل قيمة شدة التيار المارة في الملف .

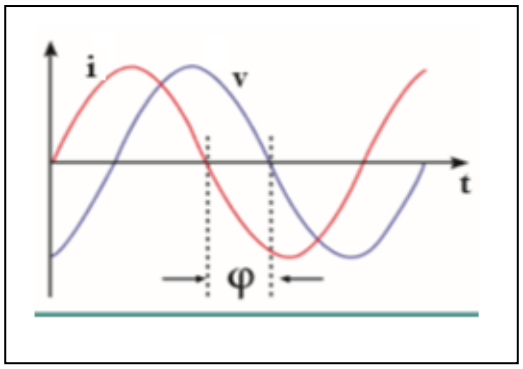
3- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحتوى على مكثف C



- في دائرة التيار المتردد التي تحتوي علي المكثف الكهربي فقط نلاحظ أن جهد الملف يتأخر علي التيار بربع دورة (زاوية طور) $\phi = 90 = \pi/2$

- تنشأ ممانعة المكثف نتيجة تراكم الشحنات الكهربية علي سطحي المكثف مما ينتج عنه فرق جهد عكسي وبالتالي يسبق التيار الجهد .

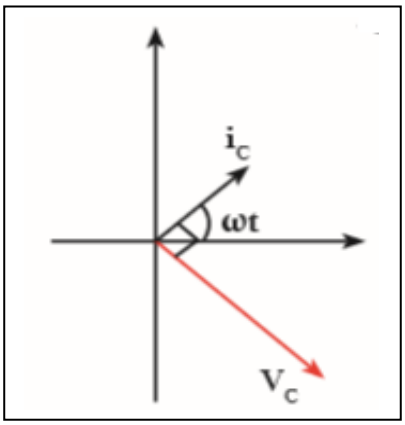
يمكن التعبير عن مقدار فرق الجهد اللحظي بين طرفي المكثف الكهربي وشدة التيار الكهربي المارة في الدائرة كما يلي :



$$V_{(t)\,C} = V_{max} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

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

- يمكن تمثيل ذلك بيانيا كما يلي :



- بتطبيق قانون أوم علي الدائرة :

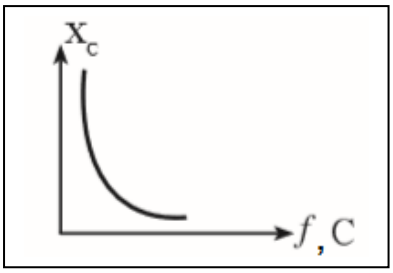
$$V_C = I_C X_C$$

V_C	فرق الجهد بين طرفي المكثف	=====>	V	فولت
I_C	شدة التيار المار في دائرة المكثف	=====>	A	أمبير
X_C	الممانعة السعوية	=====>	Ω	أوم

الممانعة السعوية X_C :

هي الممانعة التي يبديها المكثف لمرور التيار المتردد خلاله .

س : أستنتج قانون لحساب الممانعة السعوية ؟



$$X_C \alpha \frac{1}{f}$$

$$X_C \alpha \frac{1}{C}$$

$$X_C \alpha \frac{1}{f\,C}$$

$$X_C = \text{ثابت} \frac{1}{f\,C}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f\,C}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega\,C}$$

X_C	الممانعة السعوية	=====>	Ω	أوم
f	التردد	=====>	Hz	هيرتز
C	سعة المكثف	=====>	F	فاراد
ω	السرعة الزاوية	=====>	Rad/sec	راديان/ثانية

ملاحظات :

1- يتوقف مقدار الممانعة السعوية علي :

1- تردد التيار 2- سعة المكثف

2- في حالة التيار المستمر فأن تردد التيار يساوي صفر و بالتالي فأن ممانعة المكثف لا نهائية القيمة (كبيرة جدا) , أي أن دائرة التيار المستمر مفتوحة ولا يمر فيها التيار الكهربي .
بينما يسمح المكثف بمرور التيار المتردد بسبب تعاقب عملتي الشحن و التفريغ المتعاقب و بالتالي يمر التيار المتردد في الدائرة برغم من وجود مادة عازلة بين لوحي المكثف .

3- تستخدم المكثفات في فصل التيارات منخفضة التردد عن مرتفعة التردد , لان الترددات المرتفعة تجد ممانعة سعوية صغيرة فيمر التيار بينما الترددات المنخفضة تجد ممانعة سعوية كبيرة جدا فلا تمر في الدائرة .

$$X_C \; \alpha \; \frac{1}{f}$$

4- الممانعة السعوية ليست مقاومة أومية وبالتالي فأن المكثف لا يحول أي جزء من الطاقة الكهربية الي طاقة حرارية , بل الي طاقة كهربية تختزن في المجال الكهربي للمكثف .

$$U_E = \frac{1}{2} \; C \; V_{rms}^2$$

U_E	الطاقة الكهربية	=====>	J	جول
V_{rms}	فرق الجهد الفعال	=====>	V	فولت
C	سعة المكثف	=====>	F	فاراد

5- يمكن حساب الممانعة السعوية كما يلي :

$$X_C = \frac{V_t}{I_t} = \frac{V_{max\,C}}{I_{max\,C}} = \frac{V_{rms\,C}}{I_{rms\,C}}$$

مثال $\frac{4}{51}$: دائر تيار متردد تحتوي علي مكثف سعته 400 µF يمر فيها تيار لحظي يمثل بالعلاقة التالية :

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

أحسب : أ- الممانعة السعوية للمكثف ب- فرق الجهد الفعال بين طرفي المكثف

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

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

$C = 400\ \mu F$

$X_C = ?$

$V_C = ?$

$I_{max} = 4\ A$,,,,, $\omega = 100\pi\ rad/s$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(100\pi)(400X10^{-6})} = 7.96\ \Omega$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2.82\ A$$

$$V_C = I_C X_C = (2.82)(7.96) = 22.5\ V$$

مثال : مصدر للتيار المتردد تردده ($\frac{100}{\pi}$) Hz وفرق الجهد الفعال بين قطبيه (200) v وصل علي التوالي مع مكثف سعته (200) µ F . أحسب :

1- الممانعة السعوية للمكثف .

$f = \frac{100}{\pi}$ Hz

$V_C = 200\ V$

$C = 200\ \mu F$

$X_C = ?$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi (\frac{100}{\pi})(200X10^{-6})} = 25\ \Omega$$

2- أحسب الشدة الفعالة للتيار المار

$V_C = I_C X_C$

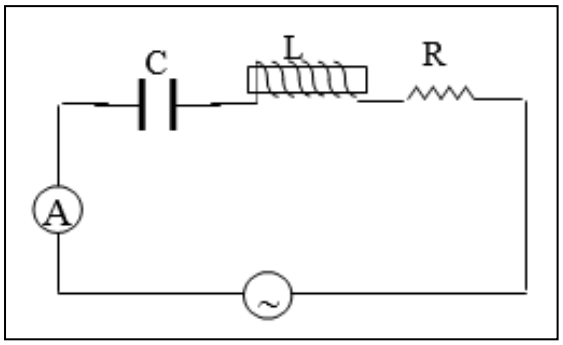
$200 = I_C (25)$

$I_C = 8\ A$

3- ماذا يحدث لشدة تيار الدائرة إذا زاد تردد التيار ؟

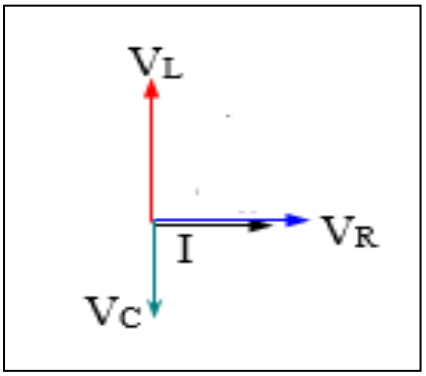
بزيادة التردد تقل الممانعة السعوية للمكثف , و بالتالي يزداد شدة التيار المارة في الدائرة

4- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة أومية R و ملف حثي نقي L و مكثف سعوي C متصلة على التوالي : RLC circuit



- مما سبق مثلنا اتجاهيا زاوية الطور بين الجهد و شدة التيار في الملف ووجدنا انهم :

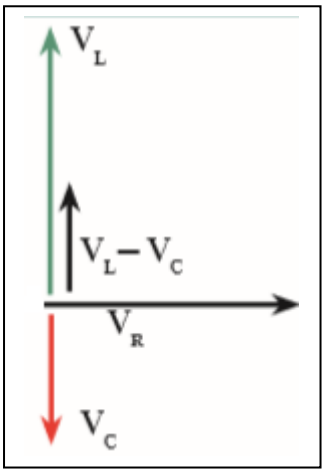
1- متفقين في الطور في حالة المقاومة الأومية .
2- الجهد يسبق التيار في حالة الملف الحثي النقي .
3- الجهد يتأخر عن التيار في حالة المكثف السعوي .



- وبالتالي فأن الجهد الكلي للدائرة في هذة الحالة لا يساوي المجموع الجبري للجهود عند R,L,C

$$V \neq V_R + V_L + V_C$$

ولكن جمع الجهود في هذة الحالة هو جمع اتجاهي لانهما مختلفين في زوايا الطور , وكما هو مبين بالشكل يمكن التعبير عن قيمة الجهد الكلي كما يلي :



$$\mathbf{V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}}$$

- كذلك يمكن ايجاد قيمة الممانعة الكلية Z للدائرة :

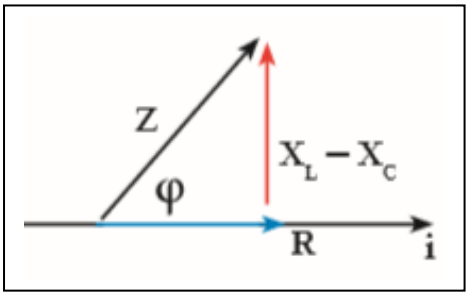
$$\mathbf{Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

- ليصبح قانون أوم كما يلي :

$$\mathbf{V = I\,Z}$$

V	فرق الجهد الكلي (المصدر)	=====>	V	فولت
I	شدة التيار الكلية المارة في الدائرة	=====>	A	أمبير
Z	المقاومة الكلية	=====>	Ω	أوم

ويمكن ايجاد فرق الطور بين الجهد و شدة التيار من المعادلة التالية :



$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$

$$\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

- وبالتالي تصبح قيمة الممانعة الكلية للدائرة تحسب كما يلي :

$$Z = \frac{V_{t\,T}}{I_{t\,T}} = \frac{V_{max\,T}}{I_{max\,T}} = \frac{V_{rms\,T}}{I_{rms\,T}}$$

مثال $\frac{5}{53}$: في دائرة توالي تحتوي علي ملف حثي نقي ممانعته الحثية 16 Ω و مكثف ممانعته السعوية 6 Ω و مقاومة اومية 10 Ω و متصلة علي مصدر تيار متردد تردده 60 Hz أحسب : أ- المقاومة الكلية ب- شدة التيار العظمي علما ان V_{max} = 10 V
ج - فرق الطور بين الجهد والتيار في الدائرة .

$X_L = 16\Omega$
$X_C = 6\ \Omega$
$R = 10\ \Omega$
$f = 60$ Hz
$Z = ?$
$I_{max} = ?$
$V_{max} = 10$ V

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$
$$Z = \sqrt{(10)^2 + (16 - 6)^2} = 14.14\ \Omega$$

$$V_{max} = I_{max}\, Z$$
$$10 = I_{max}\,(14.14)$$
$$I_{max} = 0.7\ A$$

$$\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{16 - 6}{10} = 1$$
$$\Phi = 45^0$$

الجهد يسبق التيار

مثال : مولد تيار يعطي فرقا في الجهد مقدارة 220 v وتردده 50 Hz وصل علي التوالي مع ملف معامل تأثيره الذاتي 0.28 H ومقاومة صرفه 50 Ω ومكثف سعته 397.8 µF احسب

1- مقاومة الدائرة Z .

V = 220 V
f = 60 Hz
L = 0.28 H
R = 10 Ω
C = 397.8 µF
Z = ?

$X_L = 2\pi f L = (2\pi)(50)(0.28) = 87.96\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi (50)(397.8X10^{-6})} = 8\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$Z = \sqrt{(50)^2 + (87.96 - 8)^2} = 94.3\ \Omega$

2- الشدة الفعالة للتيار المار بالدائرة .

$V = I\ Z$

$220 = I\ (94.3)$

$I = 2.33\ A$

3- فرق الطور .

$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{87.96 - 8}{50} = 1.59$

$\Phi = 57^0$

الجهد يسبق التيار

4- فرق الجهد بين طرفي المقاومة الأومية .

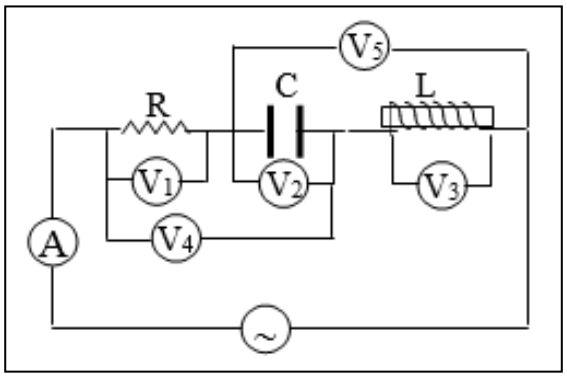
$V_R = I\ R = (2.33)(50) = 116.5\ V$

5- فرق الجهد بين طرفي الملف الحثي .

$V_L = I\ X_L = (2.33)(87.96) = 204.95\ V$

6- فرق الجهد بين طرفي المكثف .

$V_C = I\ X_C = (2.33)(8) = 18.64\ V$



مثال : مستعينا بالبيانات المسجلة علي الشكل المقابل علما بأن

$V_{rms} = 50\ V$,,,, $R = 12\ \Omega$

$X_C = 5\ \Omega$,,,, $X_L = 14\ \Omega$

$f = 50\ Hz$

أحسب كلا مما يلي :

1- المقاومة الكلية للدائرة

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{(12)^2 + (14 - 5)^2} = 15\ \Omega$$

2- شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة (قراءة الأميتر)

$$V = I\ Z$$

$$50 = I\ (15)$$

$$I = 3.33\ A$$

3- اوجد قراءة الفولتميترات الخمسة.

$V_1 = V_R = I\ R = (3.33)\ (12) = 40\ V$

$V_2 = V_L = I\ X_L = (3.33)\ (5) = 16.66\ V$

$V_3 = V_C = I\ X_C = (3.33)\ (14) = 46.66\ V$

$$V_4 = V_{RC} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = \sqrt{40^2 + 46.66^2} = 43.3\ V$$

$$V_5 = V_{LC} = |V_L - V_C| = |46.66 - 16.66| = 30\ V$$

4- فرق الطور .

$$\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{46.66 - 16.66}{40} = 0.75$$

$$\Phi = 36^0$$

الجهد يسبق التيار

دائرة الرنين الكهربائى :

هي دائرة تحتوي علي R,L,C ولكن تكون فيها المقاومة السعوية للمكثف تساوي الممانعة الحثية للملف الحثي .

وبالتالي :

$$X_L = X_C$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$$

خصائص دائرة الرنين :

1- الممانعة الحثية تساوي الممانعة السعوية .

2- مقاومة الدائرة الكلية تساوي مقدار المقاومة الأومية فقط . وهي أقل مقاومة للدائرة , وبالتالي يمر عندها أكبر قيمة للتيار الكهربي .

3- شدة تيار الرنين هي أكبر قيمة لشدة التيار التي تسري في الدائرة .

4- الجهد الكلي في الدائرة يساوي الجهد علي المقاومة الأومية .

$$V_L = V_C$$

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} = V_R$$

5- الجهد و التيار في الدائرة متفقين في الطور .

$\Phi = \text{zero}$

- يمكن الوصول الي دائرة الرنين عن طريق تغير تردد المصدر الي الوصول الي تردد معين عنده يتساوي الممانعة الحثية مع الممانعة السعوية , ويمكن استنتاج قيمة تردد الرنين كما يلي :

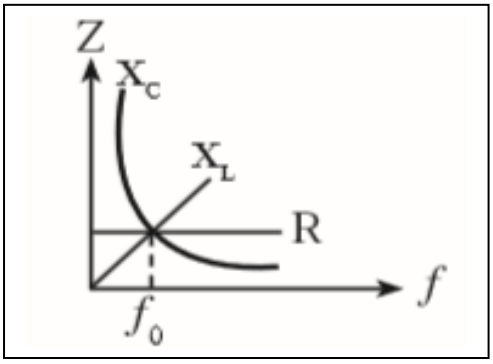
$$X_L = X_C$$

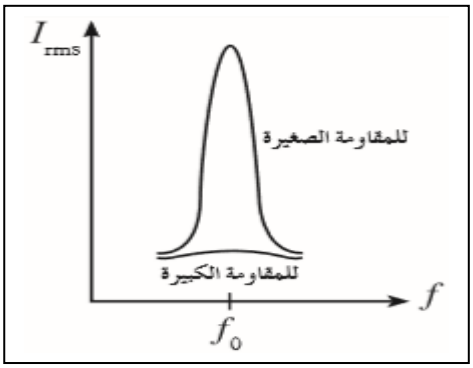
$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 L C}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C}}$$

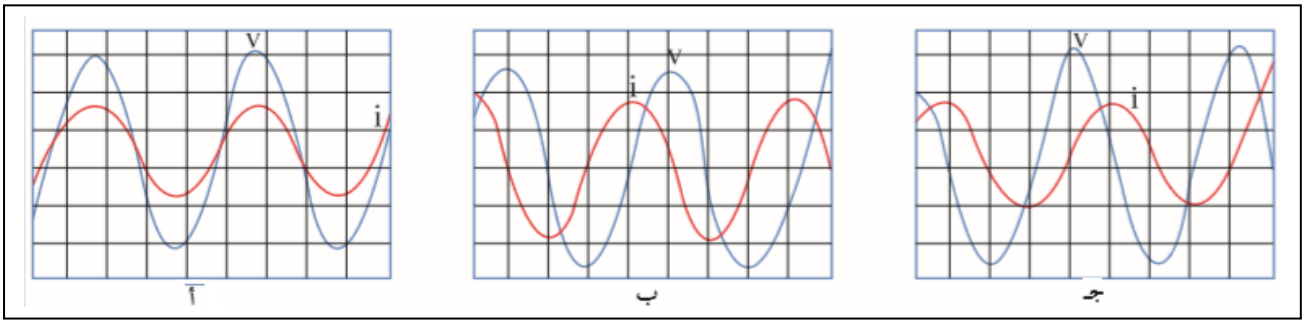
العلاقة بين تردد المصدر و شدة التيار الكهربى المار فى الدائرة :





ملاحظات :

1- عند تردد الرنين يكون الجهد و التيار متفقين في الطور . شكل أ
2- عند تردد أكبر من تردد الرنين يسبق الجهد التيار . شكل ب
3- عند تردد أقل من تردد الرنين يتأخر الجهد عن التيار . شكل ج



مثال $\frac{6}{55}$ دائرة توالي مؤلفة من مكثف سعته 1 µf و ملف تأثيري نقي له معامل حث ذاتي يساوي 70 mH و مقاومة 60 Ω متصلة بمصدر جهد متردد جهده الفعال 220 V
أحسب أ- مقدار تردد الرنين ب- الشدة الفعالة للتيار في حالة الرنين

C = 1 µF
L = 70 mH
R = 60 Ω
V = 220 V
f_0 = ?
I = ?

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(70X10^{-3})(1X10^{-6})}}$$

$f_0 = 601.55$ Hz

V = I R
220 = I (60)
I = 3.66 A

مثال $\frac{9}{64}$: دائرة توالي مؤلفة من مكثف سعته 2 µF و ملف تأثيري نقي له معامل حث ذاتي 120 mH و مقاومة صرفة 50Ω متصلة بمصدر جهد متردد و القيمة العظمي للجهد 311 V أحسب : أ- مقدار تردد الرنين
ب- القيمة العظمي لشدة التيار في حالة الرنين

$C = 2\ \mu F$
$L = 120\ mH$
$R = 50\ \Omega$
$V_{max} = 311\ V$
$f_0 = ?$
$I_{max} = ?$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(120X10^{-3})(2X10^{-6})}}$$

$f_0 = 325\ Hz$

$V_{max} = I_{max} R$
$311 = I\ (50)$
$I = 6.22\ A$

مثال $\frac{5}{56}$ دائرة توالي مؤلفة من مكثف و ملف تأثيري نقي له معامل حث ذاتي 20 mH و مقاومة 150 Ω موصلة علي مصدر جهد متردد جهده الفعال 20 V و تردده يساوي تردد الرنين $f_0 = 796\ Hz$,أحسب :
أ- مقدار سعة المكثف في حالة الرنين .
ب- المقدار الفعال للتيار الكهربائي في حالة الرنين .

$L = 20\ mH$
$R = 150\ \Omega$
$V = 20\ V$
$f_0 = 796\ Hz$
$C = ?$
$I = ?$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$796 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(20X10^{-3})C}}$$

$C = 1.99\ X\ 10^{-6}\ F$

$V = I R$
$20 = I\ (150)$
$I = 0.133\ A$

مثال $\frac{12}{64}$: دائرة تيار متردد تتكون من مقاومة صرفة مقدارها 100Ω وملف حثي نقي معامل تأثيره الذاتي 0.52 H و مكثف سعته 14μF ومصدر تيار متردد جهده الفعال 100V و يمكن التحكم في تغير تردده أحسب :

1- تردد التيار لكي تصبح ممانعة المكثف مساوية للمانعة الملف الحثي

2- شدة التيار الفعالة في الدائرة و فرق الجهد الفعال بين كل عنصر من عناصرها

$R = 100\ \Omega$
$L = 0.5\ H$
$C = 14\ \mu F$
$V = 100\ V$
$f_0 = ?$
$I_{max} = ?$
$V_R = ?$
$V_L = ?$
$V_C = ?$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0.5)(14X10^{-6})}}$$

$f_0 = 60.2\ Hz$

$V = I\,R$

$100 = I\,(100)$

$I = 1\ A$

$V_R = 100\ V$

$X_L = 2\pi\,f\,L = (2\pi)(60.2)\,(0.5) = 189.1\ \Omega$

$V_L = I_L\,X_L = (1)\,(189.1) = 189.1\ V$

$V_c = V_L = 189.1\ V$

مثال $\frac{11}{64}$: دائرة تيار متردد تتكون من مصدر للتيار المتردد جهده الفعال 220 V و ترده $200/\pi$ Hz يتصل علي التوالي مع مكثف سعته 50 µF و ملف حثي نقي معامل تأثيره الذاتي 100 mH أحسب : 1- المقاومة الكلية للدائرة
2- شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة 3- فرق الجهد الفعال بين لوحي المكثف
4- سعة المكثف الذي يوضع بدل من المكثف الأول و يجعل الدائرة في حالة رنين

V = 100 V
$f = \frac{200}{\pi}$ Hz
C = 50 µF
L = 100 mH
Z = ?
I = ?
V_C = ?
C = ?

$X_L = 2\pi f L = (2\pi)(\frac{200}{\pi})\ (100X10^{-3}) = 40\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi\ (\frac{200}{\pi})\ (50X10^{-6})} = 50\ \Omega$

$Z = |X_L - X_C| = |40 - 50| = 10\ \Omega$

$V = I Z$
$220 = I\ (10)$
$I = 22\ A$

$V_C = I X_C = (22)\ (50) = 1100\ V$

عند الرنين :

$X_L = X_C$
$X_C = 40\ \Omega$
$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ ======> $40 = \frac{1}{2\pi\ (\frac{200}{\pi})\ C}$
$C = 6.25X10^{-5}\ F$

الوحدة الثالثة : الإلكترونيات

الفصل الأول : الإلكترونيات

الدرس 1 - 1 : الوصلة الثنائية

التوصيل الكهربي :

تقسم المواد حسب درجة توصيلها الكهربي الي ثلاث أنواع :

1- الموصلات :

هي الفلزات التي ينتهي توزيعها الألكتروني ب 1 ,2,3 الكترون , حيث تميل الي فقد الكترونات للوصول الي حالة الاستقرار و تتحول الي ايونات موجبة (كاتيون) وبالتالي فان المادة تحتوي علي الكترونات حرة الحركة مما يتيح لها التوصيل الكهربي بصورة جيدة

2- العوازل :

هي الافلزات , وهي العناصر التي ينتهي توزيعها الألكتروني ب 5,6,7 الكترون , حيث تميل الي أكتساب الالكترونات للوصول الي حالة الاستقرار , وتتحول الي ايونات سالبة , وبالتالي لا تحتوي علي الكترونات حرة الحركة وبالتالي لا توصل التيار الكهربي (تكون عازل للتيار الكهربي)

3- اشباه الموصلات :

هي العناصر التي ينتهي توزيعها الالكتروني ب 4 الكترونات , حيث تميل الي الدخول في روابط تساهمية لتكوين بلورات , و يختلف درجة توصيلها الكهربي بأختلاف درجة الحرارة .

- تعمل اشباه الموصلات كعوازل في درجات الحرارة المنخفضة .

- تعمل أشباه الموصلات كموصلات في درجات الحرارة المرتفعة .

- عناصر المحموعة الرابعة هي :

السيليكون si , الجرمانيوم Ge

نطاقات الطاقة :

تتحد الذرات مع بعضها البعض عن طريق الروابط الكيميائية لتكوين بلورات , ويحدث تداخل بين مستويات الطاقة للألكترونات , حيث تتداخل المستويات لتكون ما يعرف بأسم نطاقات الطاقة .

انواع نطاقات الطاقة :

1- نطاق التكافؤ :

ينشأ نطاق التكافؤ نتيجة حدوث تداخل بين مستويات الطاقة الخارجية مما يشكل مدار جزئي يسمي نطاق اللتكافؤ .

2- نطاق التوصيل :

ينشأ نطاق التوصيل نتيجة حدوث تداخل بين مستويات طاقة أعلي من مستوي التكافؤ . وهو المسؤل عن التوصيل الكهربي . بمعني :

- اذا وجدت الكترونات في نطاق التوصيل تكون المادة موصل للتيار الكهربي .
- اذا كان نطاق التوصيل خالي من الالكترونات تكون المادة عازل للتيار الكهربي .

3- فجوة الطاقة (طاقة الفجوة المحظورة)

هو مكان يستحيل تواجد الألكترونات فيه و يقع بين نطاق التكافؤ و نطاق التوصيل و لكي ينتقل الألكترون من نطاق التكافؤ الي نطاق التوصيل لابد أن يكتسب قدر من الطاقة مساوي لفجوة الطاقة المحظورة .

- وبالتالي كلما كان فجوة الطاقة كبيرة كلما أصبح انتقال الالكترونات من نطاق التكافؤ الي نطاق التوصيل أصعب , و كلما كانت فجوة الطاقة أقل كلما أصبح انتقال الالكترونات من نطاق التكافؤ الي نطاق التوصيل أسهل

ـ في ضوء نطاقات الطاقة يمكن اعادة تقسيم المواد حسب درجة توصيلها الكهربي الي ثلاث أنواع وهي :

1- الموصلات :

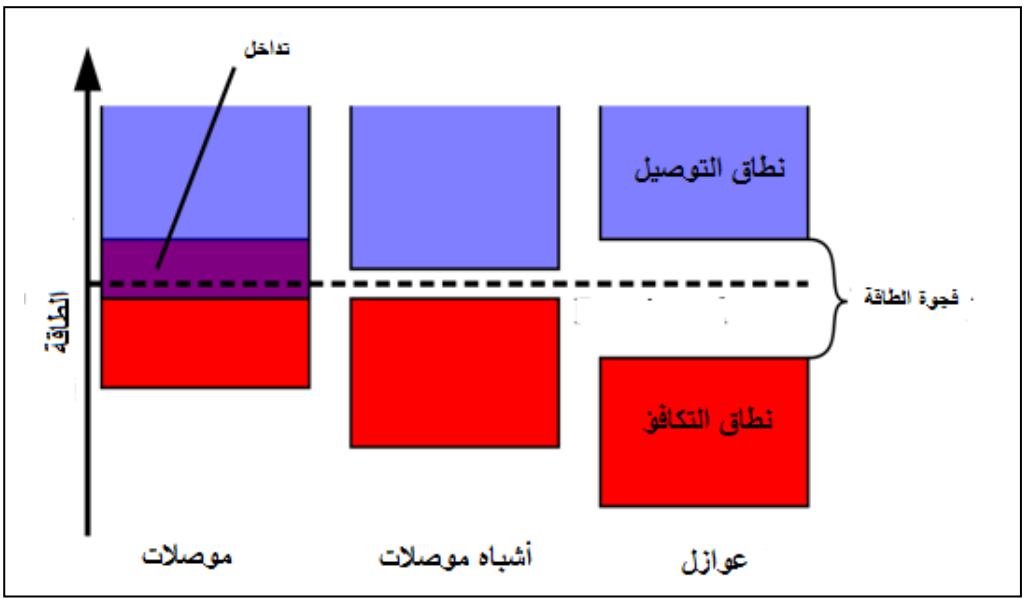
هي المواد التي التي يكون نطاق التوصيل متصلا بنطاق التكافؤ , اي أن هناك تداخل بين النطاقيين , وتكون فجوة الطاقة المحظورة تساوي صفر .
وبالتالي عند رفع درجة حرارة المادة فوق الصفر المطلق فأن الالكترونات الموجودة في نطاق التكافؤ تكتسب طاقة كافية وتنتقل الي نطاق التوصيل وبالتالي تعمل المادة كموصل للتيار الكهربي .

2- العوازل :

هي المواد التي يكون اتساع فجوة الطاقة المحظورة بين 4 ev و 12 ev وهي طاقة عالية جدا بالنسبة الي الألكترون , وبالتالي لا يستطيع الألكترون القفز من نطاق التكافؤ الي نطاق التوصيل , وبالتالي يكون نطاق التوصيل خالي من اللكترونات وتعمل المادة كعازل للتيار الكهربي .

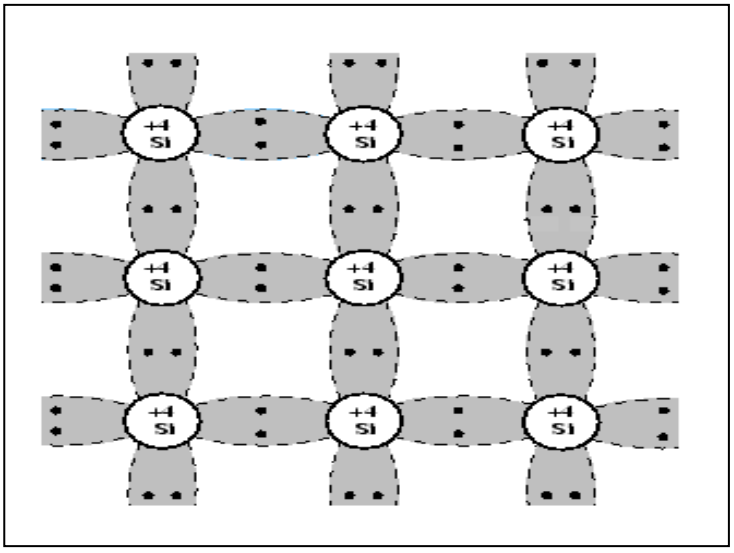
3- أشباه الموصلات :

هي المواد التي يكون أتساع فجوة الطاقة المحظورة فيها متوسط (أكبر من صفر و أقل من 4 ev) , وهي طاقة معتدلة يستطيع الألكترون أكتسابها و القفز من نطاق التكافؤ الي نطاق التوصيل عند درجة الحرارة العادية .



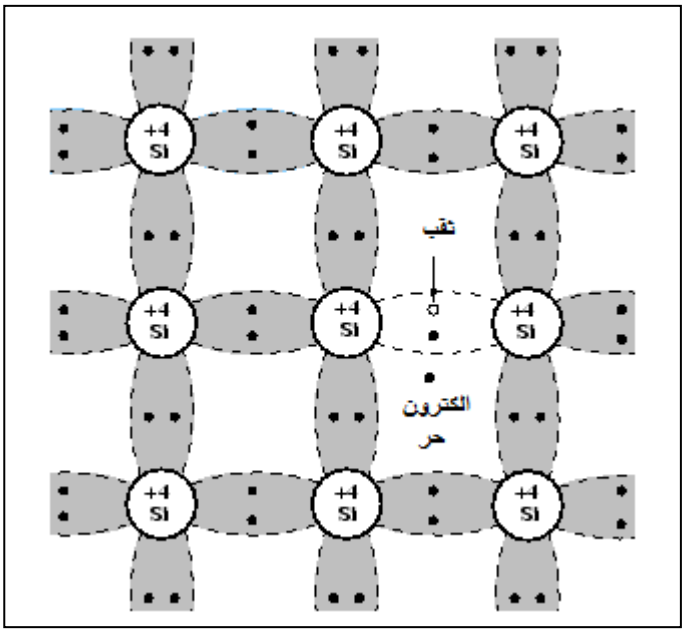
أشباه الموصلات النقية :

هي عناصر المجموعة الرابعة , وهي تميل الي الدخول في روابط تساهمية للوصول الي حالة الاستقرار .



- في درجة حرارة الصفر المطلق يكون البناء البلوري مكتمل ولا تحتوي البلورة علي الكترونات حرة الحركة و بالتالي تعمل المادة كعازل للتيار الكهربي .

- عند رفع درجة حرارة البلورة الي درجة حرارة الغرفة يحدث كسر في بعض روابط التركيب البلوري , وينتج عن هذا الكترون حر الحركة و يترك هذا الالكترون موقعه في البلورة ليصنع مكانه فجوة (ثقب) , ويعمل كلا من الالكترون و الثقب علي تحسين التوصيل الكهربي للبلورة , لتعمل البلورة كموصل للتيار الكهربي .



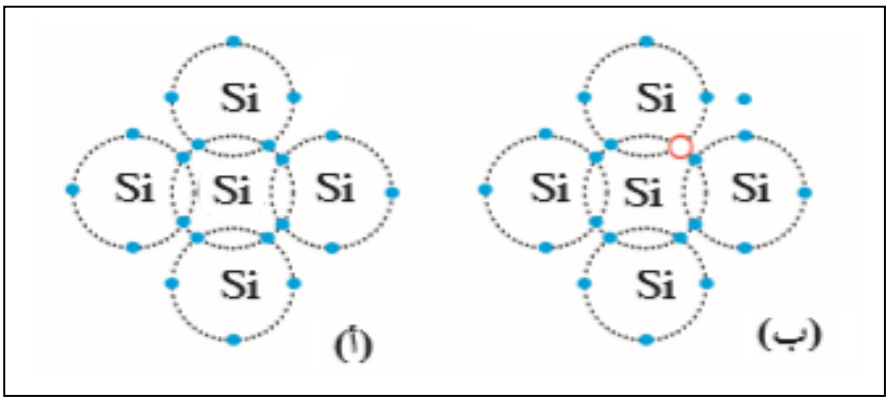
- يسمي كلا من الالكترون الحر و الثقوب حاملات الشحنة .

- برفع درجة الحرارة أكثر يحدث كسر في روابط أكثر في البلورة و يتحرر الكترونات أكثر و تظهر ثقوب أكثر (يزداد عدد حاملات الشحنة) و بالتالي تتحسن الخواص الكهربية للبلورة , ويزداد درجة توصيلها الكهربي .

- عند توصيل البلورة النقية بمصدر للتيار الكهربي عند درجة حرارة الغرفة فأنها تعمل كموصل للتيار الكهربي .حيث تتحرك الالكترونات في أتجاه معاكس للمجال الكهربي و تتحرك الثقوب في اتجاه المجال الكهربي مما يولد تيار كهربي اصطلاحي

- نلاحظ أن حركة الالكترونات الحرة معاكسة لحركة الثقوب , وأن اتجاه التيار الكهربي الاصطلاحي يتفق مع أتجاه حركة الثقوب في البلورة .

- الشكل (أ) يمثل بلورة شبه موصل نقية في درجة الصفر المطلق , والشكل (ب) يمثل بلورة شبه موصل نقية في درجة حرارة الغرفة



- في البلورة النقية يكون عدد الألكترونات الحرة مساوي لعدد الثقوب .

$$n_i = P_i$$

ويكون العدد الكلي لحاملات الشحنة مساوي لمجموع الألكترونات الحرة و الثقوب

$$n_i + P_i$$

مثال $\frac{1}{71}$ يبلغ عدد الثقوب في قطعة من السليكون $1.2x10^{10} / cm^3$ عند درجة الحرارة العادية , ما هو العدد الكلي لحاملات الشحنة

$P_i = 1.2X10^{10}$

عدد حاملات الشحنة $= n_i + P_i = 1.2x10^{10} + 1.2x10^{10}$

عدد حاملات الشحنة $= 2.4x10^{10} / cm^3$

المادة شبه موصل

أشباه الموصلات المطعمة :

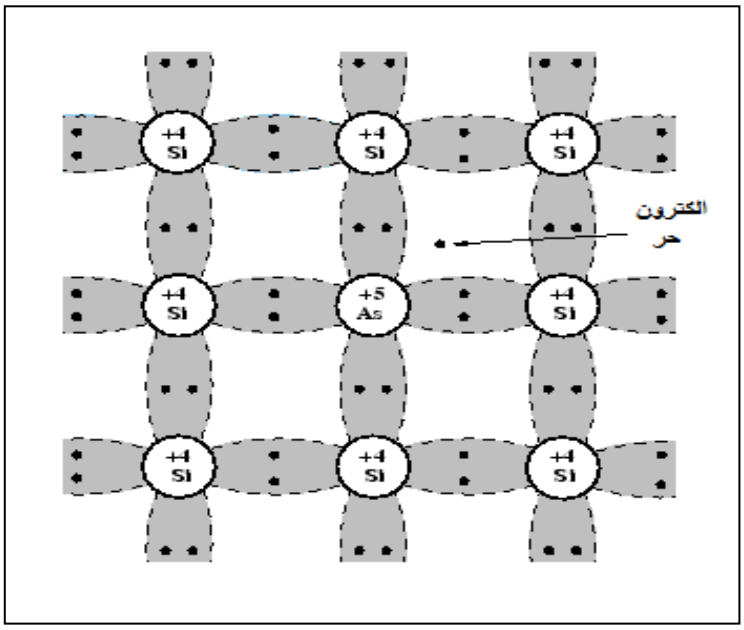
التطعيم :

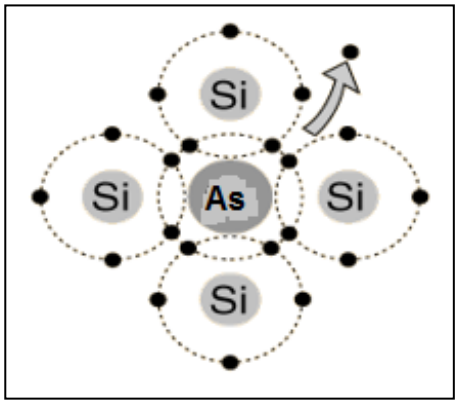
هو أضافة عناصر اخري لها عدد مختلف من الالكترونات في غلافها الخارجي مما يساهم في زيادة مقدرة شية الموصل علي التوصيل الكهربي .

- ينتج عن التطعيم نوعان من أشباه الموصلات المطعمة :

1- شبة الموصل من النوع السالب N- Type

عند تطعيم بلورة شبه الموصل النقية بعناصر المجموعة الخامسة (لافلزات) والتي تحتوي علي خمس الكترونات في مستوي التكافؤ لها , وبالتالي فأنها تنشي أربع روابط تساهمية مع ذرات شبه الموصل بينما يبقي الألكترون الخامس حر الحركة ويتمكن بسهولة من القفز الي نطاق التوصيل وتتحسن الخواص الكهربية للبلورة .





- تسمي ذرة المجموعة الخامسة المضافة بالذرة المانحة لان كل ذرة تضاف تمنح البلورة الكترون حر الحركة . وبالتالي فأن عدد حاملات الشحنة في البلورة يمكن حسابه باستخدام القانون التالي

$$N_d + n_i + P_i$$

N_d	عدد ذرات المجموعة 5 المضافة عدد الألكترونات حرة الحركة عدد الذرات المانحة	=====>	ليس له وحدة

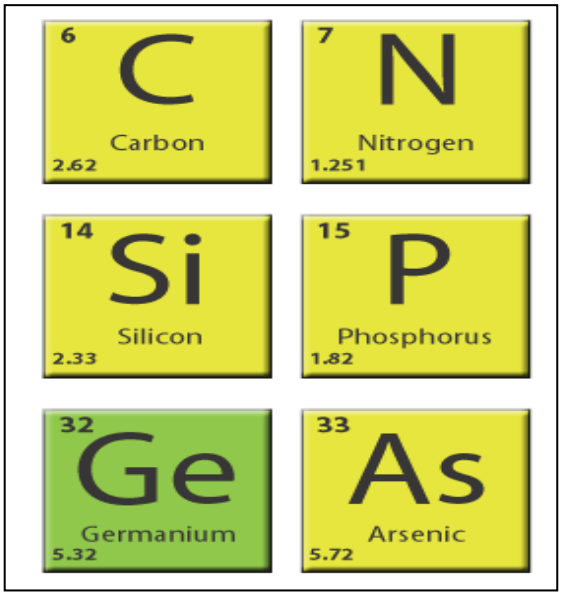
- في البلورة N- Type تكون حاملات الشحنة الأكثرية هي الالكترونات الحرة و حاملات الشحنة الأقلية هي الثقوب .

- علي الرغم من تسمية البلورة بالنوع السالب N-Type الا ان البلورة متعادلة كهربيا , لان عدد الالكترونات في البلورة مساوي لعدد البروتونات .

- من أمثلة البلورة N-Type :

1- بلورة السليكون Si - زرنيخ As

2- بلورة الجرمانيوم Ge – فوسفور P



مثال $\frac{2}{73}$: لو طعمنا الجرمانيوم النقي ب $7.2x10^{18}$ / cm^3 من ذرات الفسفور علما بأن بلورة الجرمانيوم النقية تحتوي علي $2.4x10^{13}/cm^3$ ثقبا عند درجة الحرارة العادية أحسب العدد الكلي لحاملات الشحنة .

$N_d = 7.2x10^{18}/cm^3$
$P_i = 2.4X10^{13}/cm^3$

$N_d + n_i + P_i = 2.4X10^{13} + 2.4X10^{13} + 7.2X10^{18} = 7.200048X10^{18}\ /cm^3$

النتيجة مقبولة

مثال $\frac{1}{73}$ الهامش يحتوي شبه موصل مطعم علي 100 مليون ذرة سيليكون , و 15 مليون ذرة من مادة تحتوي علي 5 الكترونات في غلافها الخارجي , ما هو عدد الالكترونات الحرة الموجودة في المادة .

$N_d = 15x10^6$
عدد الالكترونات الحرة = ?

عدد الالكترونات الحرة = $N_d = 15x10^6$

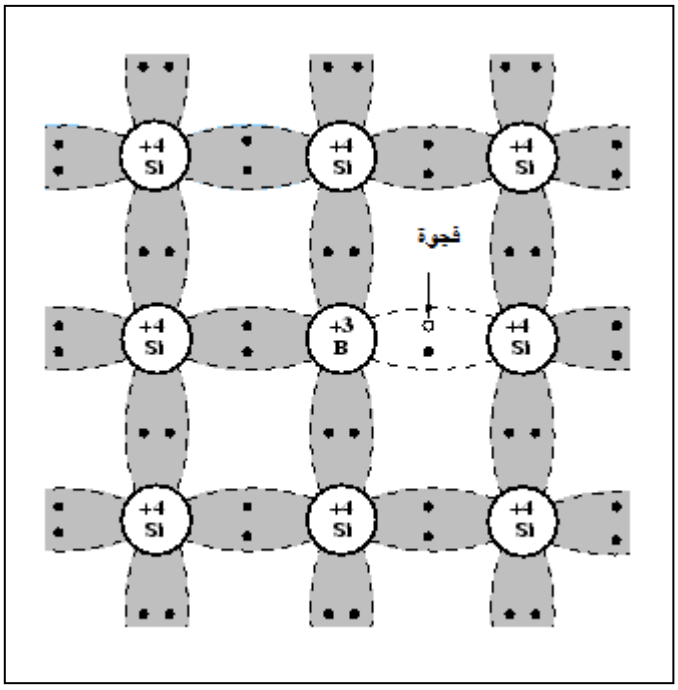
مثال $\frac{2}{73}$ الهامش ما هو عدد حاملات الشحنة في شبه موصل نقي يحتوي علي $1.4x10^{14}/cm^3$ ثقبا اذا ما طعم ب $6.2x10^{20}/cm^3$ ذرة من مادة تحتوي علي 5 الكترونات في غلافها الخارجي , و حدد نوع شبه الموصل .

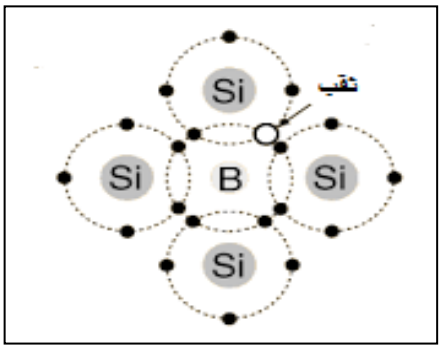
$P_i = 1.4x10^{14}$
$N_d = 6.2x10^{20}$
حاملات الشحنة = ?

حاملات الشحنة = $N_d + P_i + n_i$
حاملات الشحنة = $6.2x10^{20} + 1.4x10^{14} + 1.4x10^{14}$
حاملات الشحنة = $6.2000028\ x10^{20}$

2- شبه الموصل من النوع الموجب : P – Type

عند تطعيم بلورة شبه الموصل النقية بعناصر المجموعة الثالثة (فلزات) والتي تحتوي علي ثلاث الكترونات في مستوي التكافؤ لها , وبالتالي فأنها تنشي ثلاث روابط تساهمية مع ذرات شبه الموصل بينما يبقي الألكترون الرابع في ذرة السيليكون ليكون رابطة تساهمية ناقصة مع الذرة الثلاثية , يسمي هذا الألكترون الناقص ثقبا , و يتم التوصيل الكهربي بواسطة الثقوب وتتحسن الخواص الكهربية للبلورة .





تسمي ذرة المجموعة الثالثة المضافة بالذرة المتقبلة لان كل ذرة تضاف تمنح البلورة ثقبا واحدا . وبالتالي فأن عدد حاملات الشحنة في البلورة يمكن حسابه باستخدام القانون التالي

$$N_a + n_i + P_i$$

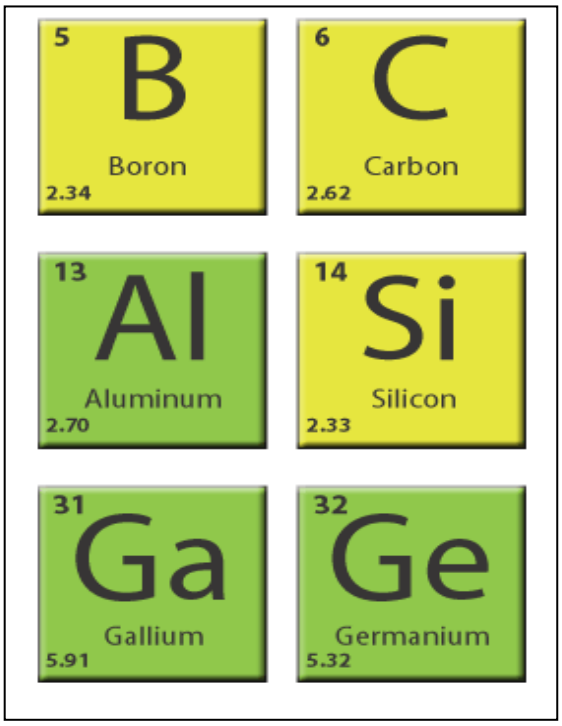
ليس له وحدة <=====> عدد ذرات المجموعة 3 المضافة / عدد الثقوب / عدد الذرات المتقبلة — N_a

- في البلورة P- Type تكون حاملات الشحنة الأكثرية هي الثقوب و حاملات الشحنة الأقلية هي الألكترونات الحرة .
- علي الرغم من تسمية البلورة بالنوع الموجب P-Type الا ان البلورة متعادلة كهربيا , لان عدد الالكترونات في البلورة مساوي لعدد البروتونات .

- من أمثلة البلورة P-Type :

1- بلورة السليكون Si - بورون B

2- بلورة الجرمانيوم Ge – جاليوم Ga



مثال $\frac{3}{73}$ الهامش : طعمت بلورة نقية تحتوي علي $1.4x10^{14}/cm^3$ ثقبا , ب $8x10^{20}/cm^3$ ذرة تحتوي علي ثلاث الكترونات , ما هو عدد حاملات الشحنة , وما نوع شبه الموصل .

$P_i = 1.4x10^{14}$

$N_a = 8x10^{20}$

حاملات الشحنة = ?

حاملات الشحنة $= N_a + P_i + n_i$

حاملات الشحنة $= 8x10^{20} + 1.4x10^{14} + 1.4x10^{14}$

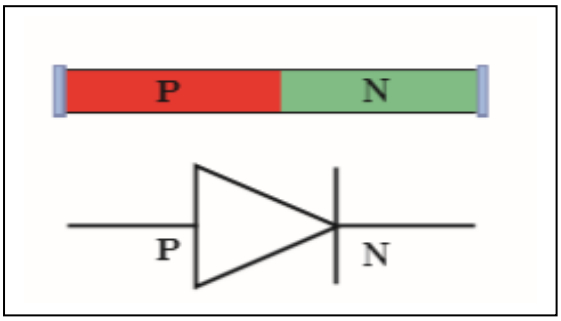
حاملات الشحنة $= 8.0000028\ x10^{20}$

البلورة من النوع الموجب p – type

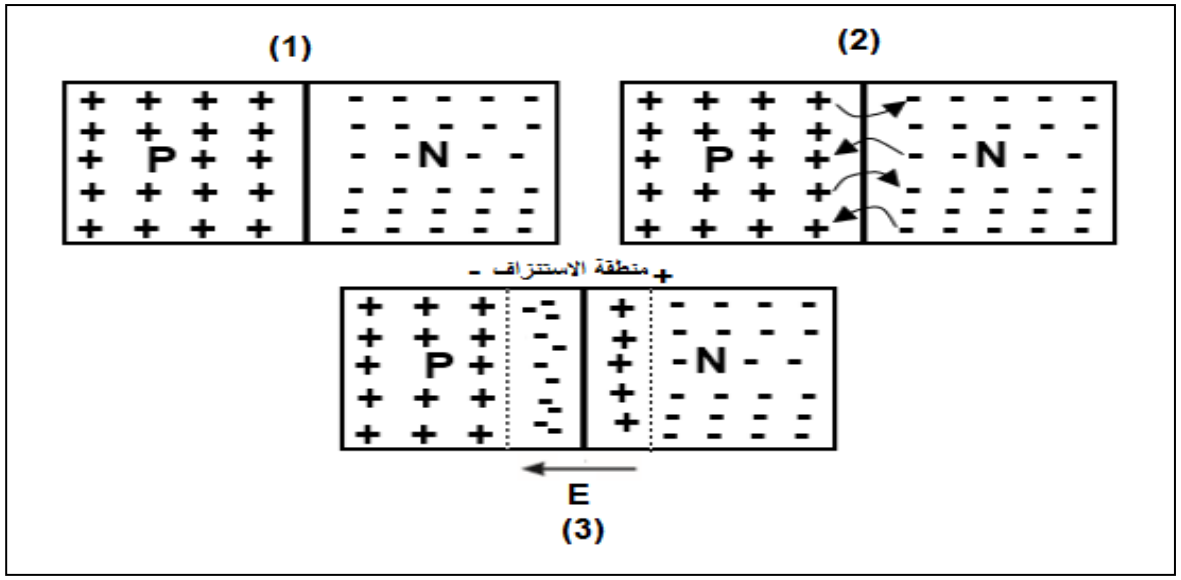
الوصلة الثنائية Diode :

تتكون الوصلة الثنائية من شبه موصل من النوع السالب ملتحم بشبه موصل من النوع الموجب , و يطلي السطحان الخارجيان بمادة موصلة من أجل وصلها بأسلاك كهربائية .

- رمزها في الدائرة الكهربية :



- عند توصيل البلورة P بالبلورة N , يحدث انتقال للألكترونات من البلورة N الي البلورة P , وكذلك انتقال للثقوب من البلورة P الي البلورة N , وعندما تتحد الالكترونات بالثقوب , تتشكل منطقة خالية من حاملات الشحنة علي جانبي منطقة الالتحام تسمي منطقة الاستنزاف (النضوب) كما موضح بالشكل التالي :



- عندما تنتقل الالكترونات من البلورة N الي البلورة P تصبح البلورة N موجبة الشحنة , وتصبح البلورة P سالبة الشحنة , وبالتالي ينشأ علي جانبي منطقة الاستنزاف فرق جهد V_i و ينشأ داخل المنطقة مجال كهربي E_i من البلورة N (موجبة الشحنة) الي البلورة P (سالبة الشحنة) , وعند الوصول الي التوازن الكهربائي فأن المجال الكهربي يمنع حاملات الشحنة من الاستمرار في الانتقال بين البلورتين .

- يمكن حساب فرق الجهد بين طرفي الدايود بأستخدام العلاقة التالية :

$$V_i = E_i \, d$$

V_i	فرق الجهد بين طرفي منطقة الاستنزاف	=====>	V	فولت
E_i	شدة المجال الكهربي داخل الدايود	=====>	V/M	فولت/متر
d	اتساع منطقة الاستنزاف	=====>	M	متر

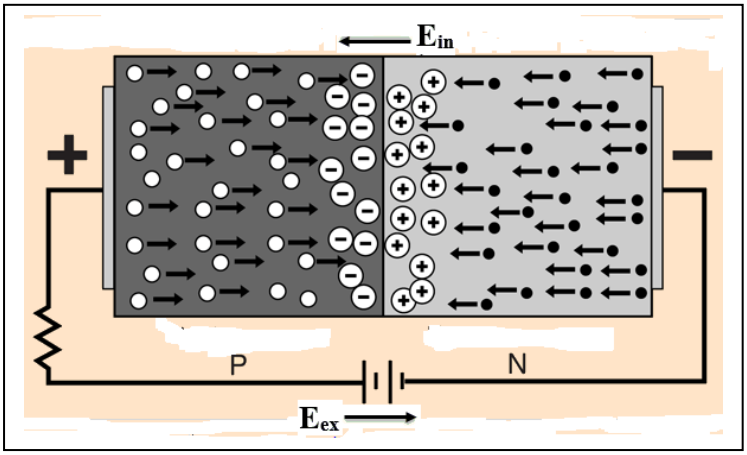
- بزيادة حجم منطقة الاستنزاف تزداد مقاومة الدايود .

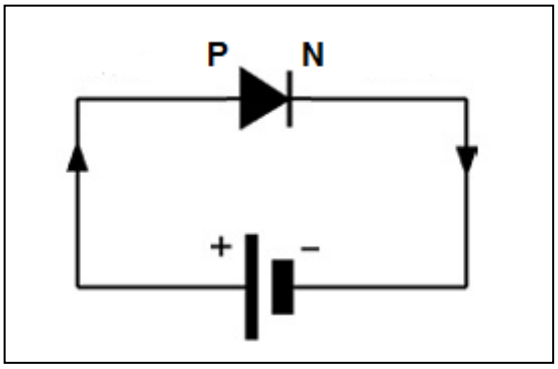
طرق توصيل الدايود فى الدائرة الكهربية :

1- الأنحياز الأمامى :

عند توصيل البلورة P بالقطب الموجب للبطارية و البلورة N بالقطب السالب للبطارية , يسمي هذا التوصيل بالانحياز الامامي , يكون اتجاه المجال الكهربي الخارجي E_{ex} (للبطارية) معاكس للمجال الكهربي الداخلي للدايود E_{in} في منطقة الاستنزاف , مما يقلل من سمكها و يقلل مقاومتها ويؤدي ذلك الي مرور تيار كهربي في الدائرة

- وبالتالي يعمل الدايود كموصل للتيار الكهربي .
- نلاحظ أن حركة الثقوب في البلورة الموجبة P يكون معاكس لحركة الالكترونات في البلورة السالبة N .
- يكون اتجاه التيار الكهربي الاصطلاحي هو اتجاه حركة الثقوب و معاكس لاتجاه حركة الالكترونات .

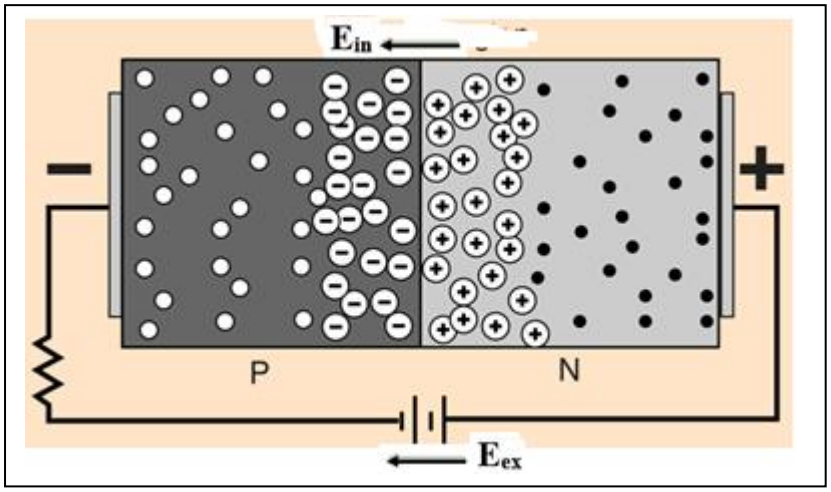


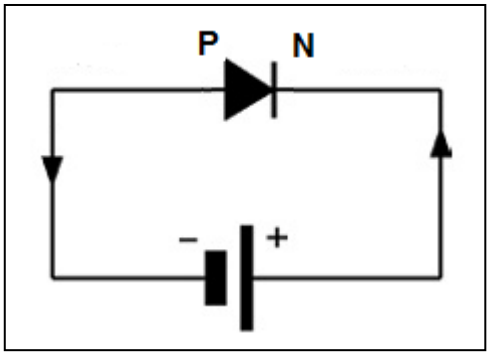


2- الأنحياز العكسي :

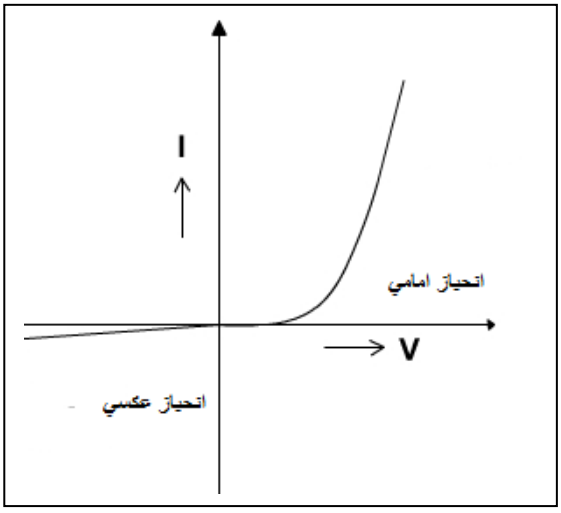
عند توصيل البلورة P بالقطب السالب للبطارية و البلورة N بالقطب الموجب للبطارية , يسمي هذا التوصيل بالانحياز العكسي , يكون اتجاه المجال الكهربي الخارجي E_{ex} (للبطارية) نفس اتجاه المجال الكهربي الداخلي للدايود E_{in} في منطقة الاستنزاف , مما يزيد من سمكها و يزيد مقاومتها ويؤدي ذلك الي عدم مرور تيار كهربي في الدائرة باستثناء تيار ضعيف جدا يسمي تيار الانحياز العكسي

- وبالتالي يعمل الدايود كعازل للتيار الكهربي .





العلاقة بين شدة التيار و الجهد الكهربي في دائرة الدايود :



تطبيقات الوصلة الثنائية (الدايود) :

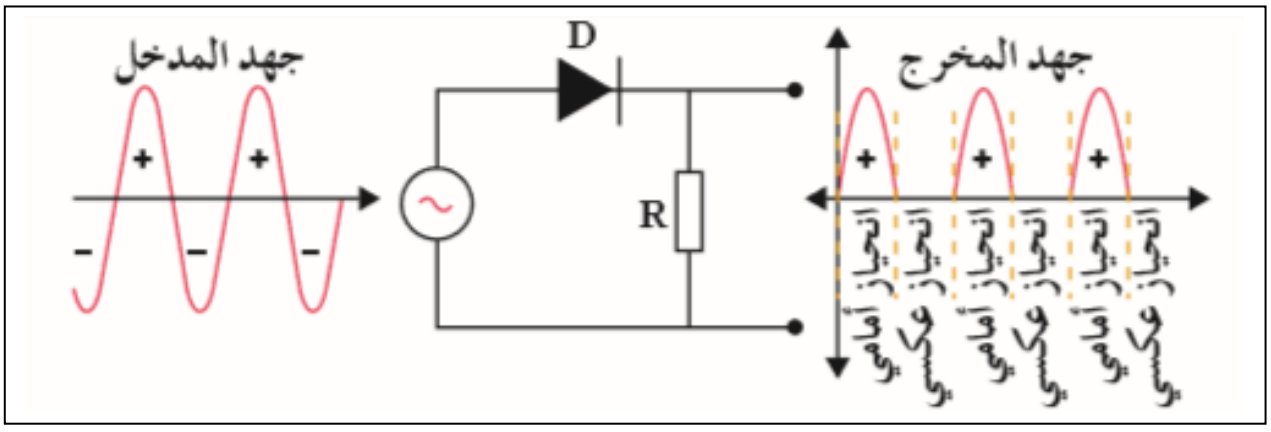
1- تستخدم الوصلة الثنائية كمفتاح الكتروني , بحيث تعمل علي توصيل التيار الكهربي عندما توصل بطريقة الانحياز الامامي و تعمل كعازل للتيار الكهربي عندما توصل بطريقة الانحياز العكسي

2- تقويم التيار المتردد :

عند توصيل الدايود في دائرة تيار كهربي متردد , نلاحظ ان في نصف الدورة الأول للتيار المتردد يكون الدايود في وضع الانحياز الامامي فيعمل كموصل للتيار الكهربي و يمر التيار الكهربي .

- في نصف الدورة الثاني من التيار الكهربي يعكس التيار الكهربي اتجاهه و بالتالي يكون الدايود في وضع الانحياز العكسي , وبالتالي يعمل الدايود كعازل للتيار الكهربي ولا يمر التيار .

- وبالتالي نحصل علي نصف الموجة الموجبة فقط من التيار المتردد .



مثال $\frac{9}{77}$: اذا كان اتساع منطقة الاستنزاف 0.4 mm ومقدار الجهد ا لداخلي 0.6 V ما هو مقدار شدة المجال الكهربي في الوصلة الثنائية .

$V_i = 0.6\ V$
$d = 0.4\ mm$
$E_i = ?$

$V_i = E_i\ d$
$0.6 = E_i\ (\frac{0.4}{1000})$
$E_i = 1500\ V/M$

الوحدة الثالثة : الالكترونيات

الفصل الأول : الالكترونيات

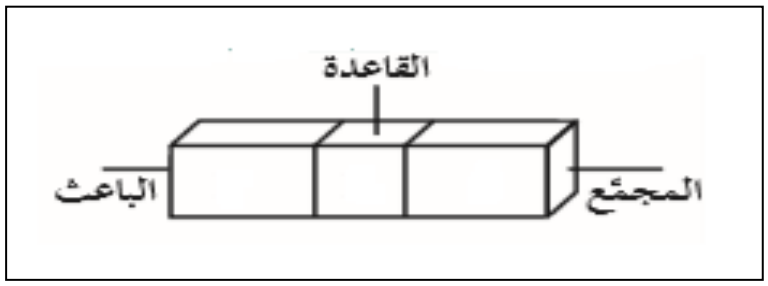
الدرس 1 - 2 : الترانزستور

الترانزستور :

عبارة عن وصلة ثلاثية ناتجة عن التصاق ثلاث قطع من اشباه الموصلات المطعمة .

تركيب الترانزستور :

يتكون الترانزستور من ثلاث قطع من اشباه الموصلات تسمي كما يلي :



1- الباعث E

هي أحدي بلورتي الطرف وهو يحتوي علي اعلي نسبة شوائب و سمكها أقل من المجمع و أكثر سماكة من القاعدة , و هي أقلهم مقاومة و أكثرهم قدرة علي التوصيل الكهربي .

2- القاعدة B :

هي البلورة الوسطي وهي أقلهم نسبة شوائب , و أقل سمكا و أكبرهم مقاومة و أقلهم توصيل كهربي

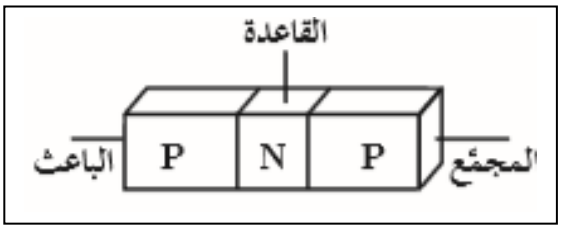
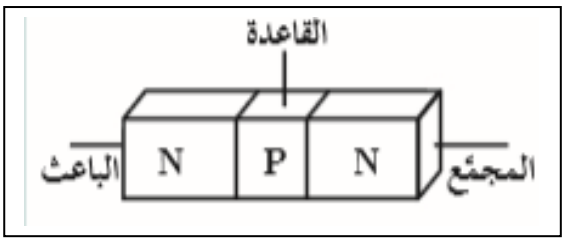
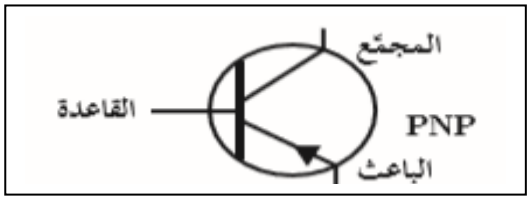
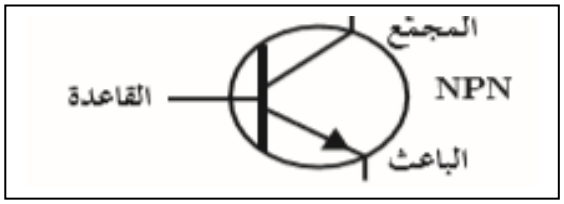
3- المجمع C :

هي البلورة الطرفية الأخري , نسبة الشوائب فيها أكبر من القاعدة و أقل من الباعث , و أكبرهم سمكا , و مقاومتها متوسطة , وقدرتها علي التوصيل الكهربي متوسط.

يمكن ترتيب اجزاء الترانزستور من حيث :

السماكة	C > E > B
الشوائب ـ التطعيم	E > C > B
التوصيل الكهربي	E > C > B
المقاومة	B > C > E

انواع الترانزستور :

PNP	NPN
	
رمزها في الدائرة الكهربية	رمزها في الدائرة الكهربية
	

- طريقة عمل الترانزستور هي نفسها في النوعان باستثناء تغير حاملات الشحنة و سهولة انسياب التيار الكهربي و انعكاس الجهد الكهربي عند التوصيل .
- يوضع سهم عند الباعث E لتميزه عن المجمع C .

- استخدامات الترانزستور :

يستخدم الترانزستور في تكبير الجهد و القدرة الكهربية , في اجهزة الراديو و المسجلات الكهربية .

- توصيلات الترانزستور :

لابد من توصيل الترانزستور في دائرتين كهربائيتين و ليس دائرة واحدة .
- هنك ثلاث طرق لتوصيل الترانزستور :

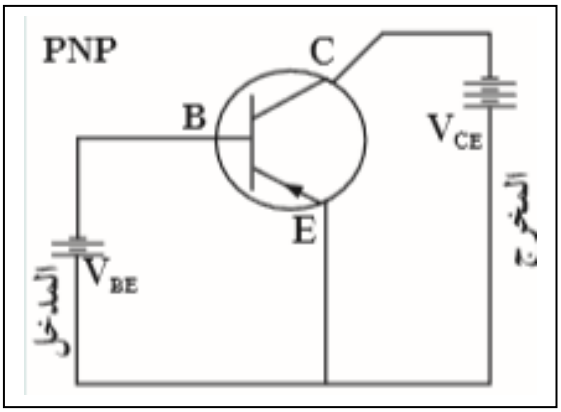
1- طريقة القاعدة المشتركة
2- طريقة الباعث المشترك
3- طريقة المجمع المشترك .

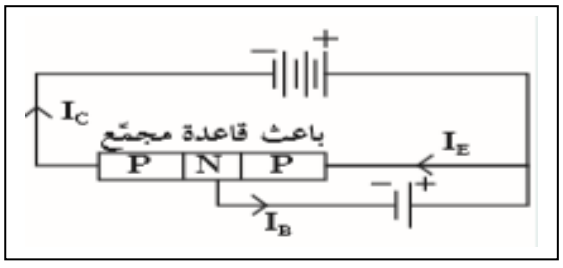
توصيل الترانزستور بطريقة الباعث المشترك :

يتم توصيل الدائرتان بحيث يكون الباعث مشترك بينهما و تتكون التوصيلة من دائرتان , وهما :

1- دائرة القاعدة و الباعث ====> تسمي دائرة المدخل
2- دائرة المجمع و الباعث ====> تسمي دائرة المخرج
- تكون وصلة الباعث – القاعدة ===> توصيلا اماميا
- تكون وصلة المجمع – القاعدة ===> توصيلا عكسيا .

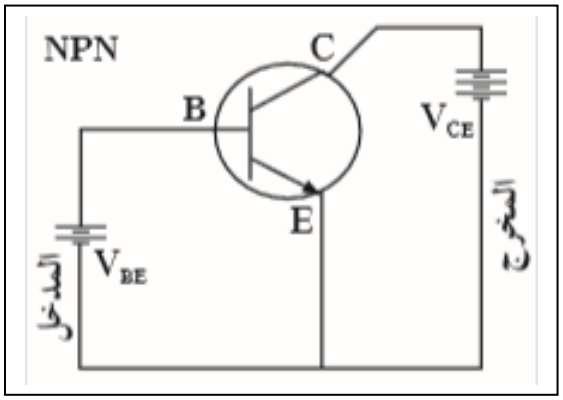
PNP

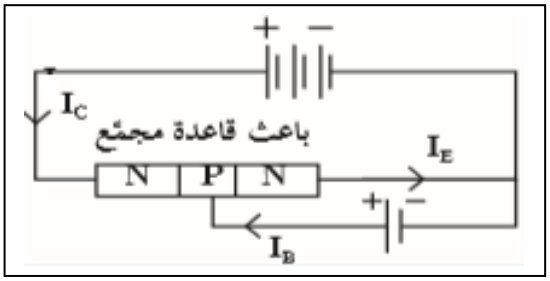




- يكون للقاعدة و المجمع جهد سالب
- يكون اتجاه التيار داخل الترانزستور من الباعث الي القاعدة
(موضح من اتجاه السهم)

NPN





- يكون للقاعدة و المجمع جهد موجب
- يكون اتجاه التيار داخل الترانزستور من القاعدة الي الباعث
(موضح من اتجاه السهم)

طريقة عمل الترانزستور :

عند توصيل الترانزستور بطريقة الباعث المشترك فأن تيار الباعث I_E يتجه نحو المجمع I_C و لا يخرج من القاعدة I_B الا تيار بسيط للغاية , بحيث يكون دائما :

$$I_E = I_B + I_C$$

وتبين من التجارب أن تيار المجمع I_C يتأثر كثير بتيار القاعدة I_B , ويؤدي توقف تيار القاعدة الي توقف تيار المجمع .

معامل التكبير : β

النسبة الثابتة بين ازدياد تيار القاعدة او انخفاضها الي ازدياد تيار المجمع او انخفاضها

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

- وبالتالي نجد ان تيار المجمع أكبر من تيار القاعدة , لذلك نجد دائما أن معامل التكبير دائما أكبر من الواحد الصحيح .

- كذلك يمكن حساب مقدار كسب التيار بالعلاقة التالية :

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

- وبما ان تيار المجمع اقل من تيار الباعث بمقدار بسيط , نجد دائما ان مقدار كسب التيار أقل من الواحد الصحيح بمقدار بسيط .
- لذلك يكون تيار المجمع تقريبا مساوي لتيار الباعث .
- معامل التكبير β و كسب التيار α ليس لهما وحدة لانهما نسبة بين تيارين .

- العلاقة بين معامل التكبير و نسبة كسب التيار :

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta+1}$$

مثال $\frac{1}{83}$: يبلغ شدة تيار المجمع $6x10^{-3}$ A , و شدة تيار القاعدة $60X10^{-6}$ في ترانزستور متصل بطريقة الباعث المشترك , أحسب 1- معامل التكبير 2- شدة تيار الباعث .

$I_C = 6X10^{-3}$ A
$I_B = 60X10^{-6}$ A
$\beta = ?$
$I_E = ?$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{6X10^{-3}}{60X10^{-6}} = 100$$

$I_E = I_B + I_C = 6X10^{-3}+60X10^{-6} = 0000606$ A

مثال $\frac{2}{83}$ الهامش : ترانزستور NPN متصل بطريقة الباعث المشترك , شدة تيار الباعث $2.5X10^{-3}$ A و تيار القاعدة 63 µA أحسب :

1- شدة تيار المجمع 2- معامل التكبير 3- معامل التناسب

$I_E = 2.563X10^{-3}$A
$I_B = 63$ µA
$I_C = ?$
$\beta = ?$
$\alpha = ?$

$I_E = I_B + I_C$
$2.563X10^{-3} = 63X10^{-6} + I_C$
$I_C = 2.5X10^{-3}$ A

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2.5X10^{-3}}{63X10^{-6}} = 39.68$$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{2.5X10^{-3}}{2.5X10^{-3}} = 0.975$$

مثال $\frac{3}{83}$ الهامش : ترامزستور متصل بطريقة الباعث المشترك , شدة تيار المجمع 3 mA و تيار القاعدة 30 µA أحسب :

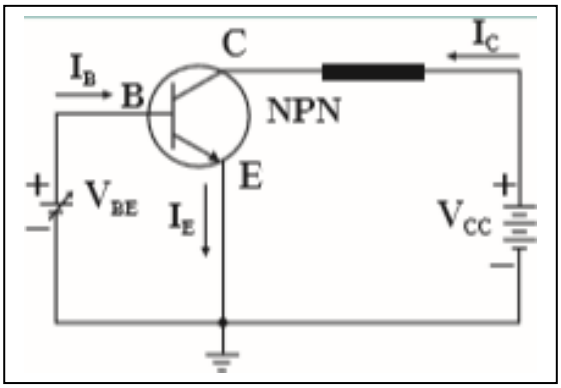
1- شدة تيار الباعث 2- معامل التكبير 3- معامل التناسب

$I_C = 3$ mA
$I_B = 30$ µA
$I_E = ?$
$\beta = ?$
$\alpha = ?$

$I_E = I_B + I_C$
$I_E = 30X10^{-6} + 3X10^{-3}$
$I_E = 3.03X10^{-3}$ A

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3X10^{-3}}{30X10^{-6}} = 100$$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{3X10^{-3}}{3.03X10^{-3}} = 0.99$$

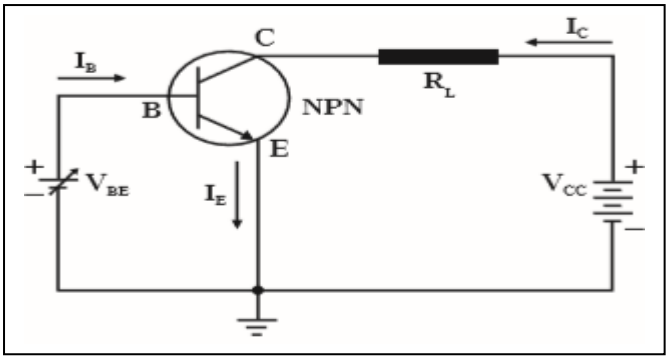


مثال $\frac{2}{84}$: ترانزستور موصل كما بالشكل , مقدار معامل التكبير 100 أحسب تيار المجمع و الباعث اذا كان مقادير تيار القاعدة

0 mA , 1 mA , 5 mA

$\beta = 100$
$I_C = ?$
$I_E = ?$

I_B	$I_C = \beta I_B = 100 I_B$	$I_E = I_B + I_C$
0 mA	0	0 m A
1 mA	100 m A	101 m A
5 mA	500 mA	505 m A



مثال $\frac{4}{90}$ تم توصيل ترانزستور كما بالشكل , ومقدار معامل التكبير 100 , أحسب

1- تيار المجمع و الباعث , اذا كان تيار القاعدة 10 mA

2- معامل التناسب .

$\beta = 100$
$I_C = ?$
$I_E = ?$
$I_B = 10$ mA
$\alpha = ?$

$I_C = \beta I_B = 100\ (10X10^{-3}) = 1$ A

$I_E = I_B + I_C = 10X10^{-3} + 1 = 1.01$ A

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1}{1.01} = 0.99$$

يمكن استنتاج العلاقة بين معامل التكبير و كسب التيار كما يلي :

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta I_B}{I_C + I_B} = \frac{\beta I_B}{\beta I_B + I_B}$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

الوحدة الرابعة : الفيزياء الذرية و الفيزياء النووية

الفصل الأول : الذرة و الكم

الدرس 1 - 1 : نماذج الذرة
نظرية الكم

نماذج الذرة :

وضع العلماء علي مر العصور مجموعة تصورات لشكل الذرة و تركيبها الداخلي و تطورت هذة النماذج علي مر العصور كما يلي :

1- نموذج دالتون :

اعتبر أن الذرة أصغر جزء من المادة و لا يمكن تقسيمه الي أجزاء اخري أصغر منه و يحمل خواص المادة .

2- نموذج طومسون :

افترض طومسون أن الذرة تحتوي علي شحنات موجبة و اخري سالبة وان الشحنات السالبة تتوزع داخل كتلة موجبة , كتوزيع اللب داخل البطيخ , لذلك يسمي النموذج بنموذج البطيخة .

3- نموذج رذرفورد :

أطلق رذرفورد سيل من أشعة الفا (وهي جسيمات موجبة الشحنة) علي صفيحة من الذهب ولاحظ مايلي :

1- نفاذ معظم جسيمات الفا دون انحراف
2- انحراف عدد قليل من جسيمات الفا
3- ارتداد عدد قليل جدا من جسيمات الفا

- وبناء علي هذة المشاهدات اقترح رذرفورد أن الذرة عبارة عن نواة صغيرة و موجبة الشحنة و يدور حولها جسيمات سالبية الشحنة تسمي الكترونات .

4- نوذج بور :

اعتبر بور ان الالكترونات تدور حول النواة في مدارات كما تدور الكواكب حول الشمس , لذلك يسمي النموذج بالنموذج الكوكبي .
- وسنعتمد في دراستنا التالية علي نموذج بور لانه الاقرب الي الشكل الحقيقي للذرة .

نماذج الضوء :

اختلف العلماء في تفسير طبيعة الضوء اذا كانت موجات او جسيمات , فالموجات عبارة عن طاقة لا كتلة لها , والجسيمات عبارة عن كتل لا طاقة لها .
- افترض كلا من يونج و ماكسويل و هرتز ان الضوء عبارة عن موجة
- بينما افترض نيوتين ان الضوء عبارة عن جسيمات متناهية الصغر
- ووضع اينشتين تصور عن الطبيعة المذدوجة للضوء , فالضوء يحمل خواص الموجة و صفات الجسيم .

- فرضية بلانك للتكميم :

كانت الفيزياء الكلاسيكية ان الشحنات عندما تهتز داخل الذرة (عندما تنتقل الالكترونات بين مستويات الطاقة داخل الذرة) تصدر سيل متصل من الاشعاعات تسمي الاطياف (تصدر جميع الموجات و الترددات) . ولكن مع التجارب الحديثة اكشفنا ان الاشعاعات التي تصدر ليست متصلة و لكن علي صورة كمات محددة من الطاقة (ذو ترددات محددة) .

فرضيات بلانك :

1- الطاقة الاشعاعية لا تنبعث ولا تمتص من المادة بشكل سيل مستمر بل علي صورة وحدات من الطاقة متتابعة و منفصلة عن بعضها تسمي الفوتونات أو الكمة

طاقة الفوتون :

هو أصغر قدر من الطاقة يمكن ان يتواجد مستقلا .

2- طاقة الفوتون تتناسب طرديا مع تردده

$$E = h f = h \frac{c}{\lambda}$$

E	طاقة الفوتون	=====>	J	جول
h	ثابت بلانك	=====>	$6.6x10^{-34}$ J.S	
f	تردد الفوتون	=====>	Hz	هيرتز
c	سرعة الضوء	=====>	$3x10^{8}$ m/s	
λ	الطول الموجي	=====>	m	متر

ثابت بلانك :

مقدار ثابت يساوي النسبة بين طاقة الفوتون و تردده .

كمات الضوء ــ طاقة الفوتون :

اقترح اينشتين أن كمات الضوء تسمي فوتونات , وهي تتحرك بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء $c = 3x\ 10^8\ m/s$ وهي أكبر سرعة من الممكن أن يتحرك بها اي جسم .

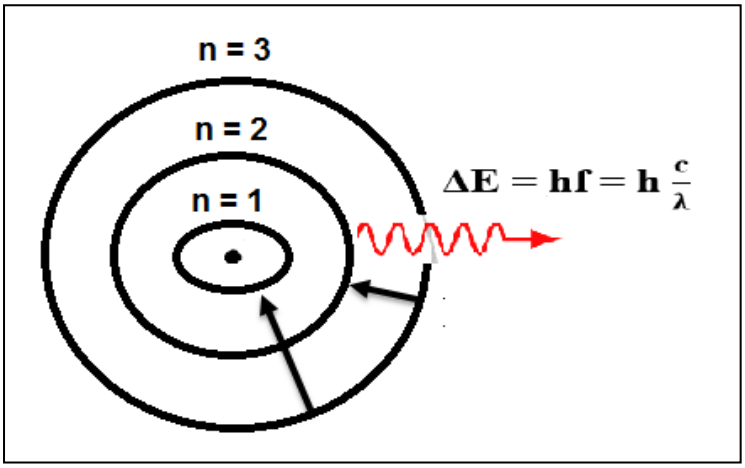
ـ العلاقة بين التردد و الطول الموجي تحسب من العلاقة التالية :

$$c = \lambda f$$

هيرتز	Hz	=====>	تردد الفوتون	f
	$3x10^8\ m/s$	=====>	سرعة الضوء	c
متر	m	=====>	الطول الموجي	λ

ـ افترض اينشتين ان المادة تطلق الفوتونات نتيجة انتقال الالكترونات داخل الذرة من مستوي طاقة أكبر الي مستوي طاقة أقل بحيث يفقد الالكترون الفرق في الطاقة بين المستويين علي صورة فوتون .

ويمكن حساب طاقة الفوتون المنبعث من الذرة بالعلاقة التالية :



$$E_{photon} = E_f - E_i = \Delta E$$

$$E_{photon} = h\,f = h\,\frac{c}{\lambda}$$

جول	J	=====>	طاقة الفوتون	E_{photon}
جول	J	=====>	طاقة المستوي النهائي	E_f
جول	J	=====>	طاقة المستوي الابتدائي	E_i
جول	J	=====>	الفرق في الطاقة بين المستويين	ΔE

ـ هناك وحدات مختلفة لقياس الطاقة غير وحدة الجول J وهي وحدة الالكترون فولت ev حيث أن :

$$1\ ev = 1.6x10^{-19}\ J$$

الالكترون فولت : ev

هو الشغل المبذول لنقل الكترون بين نقتطين فرق الجهد بينهم 1V .

مثال $\frac{1}{97}$ الهامش أحسب بوحدة ev طاقة فوتون له تردد $2.6x10^{15}$ Hz علما ان ثابت بلانك يساوي 6.6×10^{-34} J.s

$E = ?\ ev$
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s
$f = 2.6 \times 10^{15}$ Hz

$E = h\ f$

$E = (6.6 \times 10^{-34})\ (2.6 \times 10^{15}) = 1.7\ X\ 10^{-18}$ J

$$E = \frac{1.716\ X\ 10^{-18}}{1.6\ X\ 10^{-19}} = 10.725\ ev$$

مثال $\frac{8}{103}$: أحسب طاقة فوتون ضوء طوله الموجي 0.6 µ m علما أن سرعة الضوء تساوي 3×10^{8} m/s و ثابت بلانك يساوي 6.6×10^{-34} J.s

$\lambda = 0.6\ \mu m$
$c = 3 \times 10^{8}$ m/s
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s
$E = ?$

$$E = h\frac{c}{\lambda}$$

$$E = (6.6 \times 10^{-34})\ \frac{3x10^{8}}{0.6x10^{-6}} = 3.3\ X\ 10^{-19}\ J$$

مثال $\frac{1}{97}$: انبعث فوتون نتيجة انتقال الالكترون من مستوي طاقته 3.4 ev - الي مستوي طاقته 13.6 ev - أحسب : 1- طاقة الفوتون المنبعث
2- تردد الفوتون المنبعث

$E_1 = -3.4$ ev
$E_2 = -13.6$ ev
$E_{ph} = ?$
$f = ?$
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s

$E_{ph} = E_f - E_i$

$E_{ph} = -3.4 - (-13.6) = 10.2$ ev

$E_{ph} = 10.2 \times 1.6x10^{-19} = 1.632x10^{-18}$ J

$E = h\ f$

$1.632x10^{-18} = (6.6 \times 10^{-34})\ f$

$f = 2.47x10^{15}$ Hz

مثال $\frac{2}{97}$ الهامش : أحسب تردد فوتون انبعث من سقوط الكترون من مستوي طاقة $-2.6X10^{-19}$ J الي مستوي طاقة $-4.6X10^{-19}$ J

$E_1 = -2.6X10^{-19}$ J
$E_2 = -4.6X10^{-19}$ J
$f = ?$
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s

$E_{ph} = E_f - E_i$
$h f = E_f - E_i$

$6.6 \times 10^{-34} f = -2.6X10^{-19} - (-4.6X10^{-19})$

$f = 3.03x10^{14}$ Hz

مثال $\frac{3}{97}$ الهامش : أحسب بوحدة الجول كمية الطاقة التي تجب أن تمتصها ذرة الهيدروجين لينتقل داخلها الالكترون من مستوي طاقته 13.6 ev - الي مستوي طاقة 3.4 ev -

$E_1 = -13.6$ ev
$E_2 = -3.4$ ev
$\Delta E = ?$

$\Delta E = E_f - E_i$
$\Delta E = -3.4 - (-13.6) = 10.2$ ev
$\Delta E = 10.2 \times 1.6x10^{-19} = 1.632x10^{-18}$ J

مثال $\frac{9}{103}$: انتقل الكترون داخل الذرة من مستوي طاقة 1.51 ev - الي مستوي طاقة 3.4 ev - أحسب : 1- طاقة الفوتون المنبعث 2- تردد الفوتون المنبعث

$E_1 = -1.51$ ev
$E_2 = -3.4$ ev
$E_{ph} = ?$
$f = ?$
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s

$E_{ph} = E_f - E_i$
$E_{ph} = -1.51 - (-3.4) = 1.89$ ev

$E_{ph} = hf$
$1.89 \times 1.6x10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) f$
$f = 4.5x10^{14}$ Hz

مثال $\frac{5}{142}$: انتقل الكترون داخل الذرة من مستوي طاقة 0.85 ev - الي مستوي طاقة 13.6 ev - أحسب : 1- طاقة الفوتون المنبعث 2- تردد الفوتون المنبعث

$E_1 = -0.85$ ev
$E_2 = -13.6$ ev
$E_{ph} = ?$
$f = ?$
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s

$E_{ph} = E_f - E_i$
$E_{ph} = -0.85 - (-13.6) = 12.75$ ev

$E_{ph} = hf$
$12.75 \times 1.6\times10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) f$
$f = 3.09\times10^{15}$ Hz

مثال $\frac{4}{142}$: أحسب تردد الفوتون القادر علي جعل الكترون يقفز من مستوي طاقة 3.8 ev - الي مستوي طاقة 2.6 ev -

$E_1 = -3.8$ ev
$E_2 = -2.6$ ev
$f = ?$
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s

$E_{ph} = E_f - E_i$
$E_{ph} = = -2.6 - (-3.8) = 1.2$ ev

$1.2 \times1.6\times10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) f$

$f = 2.9\times10^{14}$ Hz

مثال $\frac{6}{142}$: أحسب طول موجة الفوتون المنبعث من نواة عندما تنتقل من حالة اثارة $E_3 = 0.616$ Mev الي مستوي $E_2 = 0.04$ Mev .

$\lambda = ?$
$E_3 = 0.616$ Mev
$E_2 = 0.04$ Mev
$c = 3 \times 10^8$ m/s
$h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s

$E_{ph} = E_f - E_i$
$E_{ph} = 0.616 - 0.04 = 0.576$ Mev

$E = h \frac{c}{\lambda}$

$0.576\ X10^6\ X1.6X10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) \frac{3x10^8}{\lambda}$

$\lambda = 2.14X10^{-12}$ M

الضوء :

هو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي و يمثل الوان الطيف السبعة .

خواص الموجات الكهرومغناطيسية :

1- غير مشحونة ولا تتأثر بالمجالات الكهربية ولا المغناطيسية
2- تتحرك في خطوط مستقيمة و بسرعات ثابته في الاوساط المختلفة , و سرعتها في الفراغ تساوي $3x10^8$ m/s .
3- تختلف الموجات الكهرومغناطيسية في التردد f و الطول الموجي λ و تظل سرعتها ثابتة C .

λ ⟵ تقل

اشعة جاما	الاشعة السينية	الاشعة فوق البنفسجية	الضوء المرئي	الاشعة تحت الحمراء	موجات الراديو

f ⟵ يزداد
E ⟵ تزداد

- تختلف الوان الضوء المرئي في طاقتها , فاللون الاحمر هو أقلهم طاقة و اللون البنفسجي أكبرهم طاقة , ويمكن ترتيب الوان الطيف المرئي حسب طاقاتها كما يلي

أحمر – برتقالي – أصفر – أخضر – أزرق – نيلي – بنفسجي

- يمكن أختصار ترتيب الالوان الي الكلمة التالية (حرص خزين) يشير كل حرف الي ثاني حرف من اللون .

الطبيعة المزدوجة للضوء :

الضوء يحمل صفات الموجات و خواص الجسيمات .

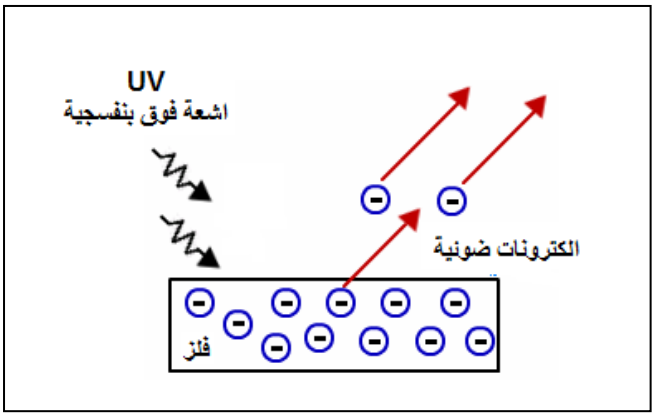
- يتعامل الضوء في بعض خواصه كموجة و في خواص أخري كجسم .
- في التجارب التالية سنتناول بعض الظواهر التي تؤكد علي فرضية ان الضوء له خواص جسيمية .

التأثير الكهروضوئي :

انبعاث الالكترونات من فلزات معينة نتيجة سقوط ضوء له تردد مناسب

الالكترونات الضوئية :

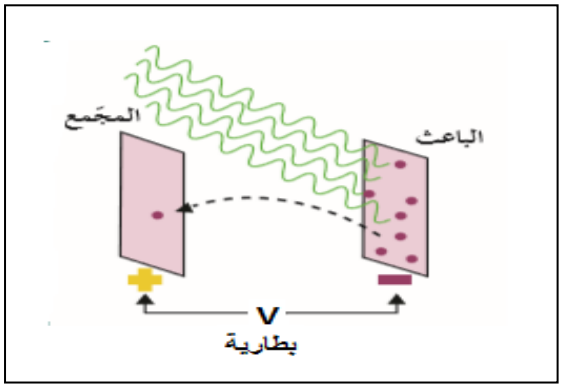
هي الالكترونات المنبعثة من اسطح الفلزات نتيجة سقوط ضوء ذو تردد مناسب عليها .



تجربة :

لاحظ العلماء انبعاث الكترونات من لوح معدني حساس للضوء نتيجة سقوط أشعة فوق بنفسجية UV .

الخلية الكهروضوئية :



1- الباعث : وهو لوح معدني حساس للضوء ومتصل بالقطب السالب للبطارية

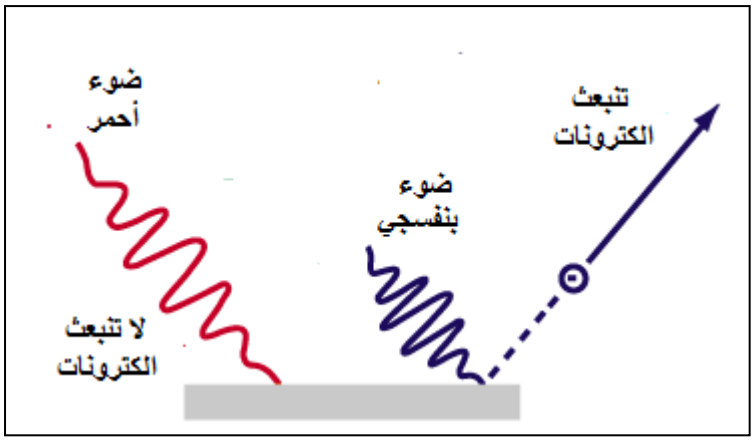
2- المجمع : سطح معدني اخر متصل بالقطب الموجب للبطارية

فكرة عمل الجهاز :

عند سقوط الضوء علي الباعث , فأن الالكترونات تمتص طاقة فوتونات الضوء بالكامل لتتحرر من الذرة و باقي الطاقة تحولها الي طاقة حركية تمكنها من الحركة و الوصول الي المجمع المتصل بالقطب الموجب للبطارية مما يسبب مرور تيار كهربي ضعيف .

- و في ما يلي سنتناول بعض التجارب لفهم تجربة التأثير الكهروضوئي .

تجربة 1

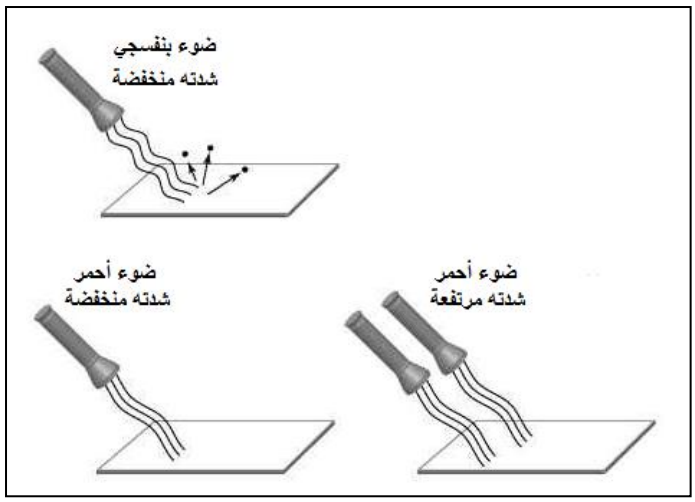


عند اسقاط شعاع ضوء مرئي بنفسجي واخر أحمر نلاحظ انبعاث الاشعة الضوئية نتيجة سقوط الشعاع البنفسجي فقط و ليس الاحمر , وذلك لان طاقة اللون البنفسجي أكبر من الاحمر مما يمكن الشعاع من انبعاث الكترونات ضوئية .

الاستنتاج :

انبعاث الالكترونات الضوئية من الباعث تتوقف علي طاقة الضوء الساقط وذلك لكي طاقة فوتون الضوء البنفسجي الساقط مناسبة كي يمتصها الالكترون ويتحرر من ذرات الباعث لكن طاقة فوتونات الضوء الاحمر غير كافية لتحرر الالكترونات من ذرات مادة الباعث .

تجربة 2



عند اسقاط ضوء مرئي أحمر علي سطح الفز لاحظنا عدم انبعاث الكترونات ضوئية من الباعث و مع زيادة شدة الشعاع (عدد الاشعة الضوئية الساقطة) لا ينبعث ايضا الكترونات ضوئية , لكن عند اسقاط شعاع ازرق او بنفسجي علي سطح الفلز شدته منخفضة ينبعث الكترونات ضوئية من سطح الفلز

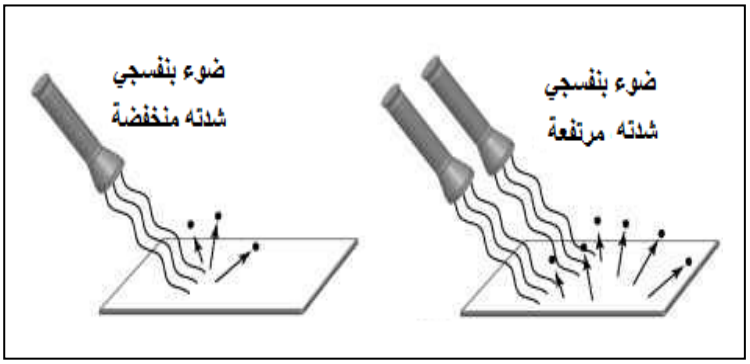
الاستنتاج :

لا يتوقف انبعاث الالكترونات الضوئية علي شدة الضوء الساقط بل علي طاقة الضوء الساقط

- اللون الاحمر لا يبعث الكترونات ضوئية من سطح الفلز مهما زادت شدته وذلك لان طاقته منخفضة

- بينما الضوء الازرق أو البنفسجي يبعث الكترونات ضوئية من سطح الفلز حتي وان كانت شدته خافتة جدا وذلك لان طاقته كبيرة.

تجربة 3



عند سقوط ضوء بنفسجي علي الباعث , ينبعث منه الكترونات ضوئية مما يسبب مرور تيار كهربي , لكن بزيادة شدة الضوء الساقط يزداد عدد الفوتونات الساقطة علي سطح الباعث مما يزيد من عدد الالكترونات الضوئية المتحررة من سطح الباعث وبالتالي يزداد شدة التيار الكهربي المار .

الاستنتاج :

بزيادة شدة الضوء الذي له طاقة (تردد) مناسب يؤدي الي زيادة عدد الفوتونات الساقطة وبالتالي تزداد عدد الالكترونات الضوئية المنبعثة لذلك يزداد شدة التيار الكهربي المارة.

دالة الشغل : Φ

اقل قدر من الطاقة يلزم لتحرير الالكترون من سطح الفلز .

$$\Phi = h\, f_0$$

Φ	دالة الشغل	=====>	J	جول
h	ثابت بلانك	=====>	6.6×10^{-34} J.S	
f_0	تردد العتبة	=====>	Hz	هيرتز

تردد العتبة :

أقل تردد يلزم لتحرير الالكترونات الضوئية من سطح الفلز .

ملاحظات :

1- تتوقف قيمة دالة الشغل علي مدي ارتباط الالكترون بالذرة , بمعني انه كلما ازداد ارتباط الالكترون بالذرة فانه يحتاج الي طاقة كبير ليتحرر وبالتالي يكون له دالة شغل كبير , وكلما كان ارتباط الالكترون بالذرة ضعيف فأنه يحتاج الي طاقة صغيرة ليتحرر من الذرة وبالتالي تكون دالة الشغل له صغيرة

- وبالتالي تكون دالة الشغل صفة مميزة لنوع الفلز

- العوامل التي يتوقف عليها دالة الشغل (تردد العتبة)

1- نوع مادة الفلز .

- زيادة شدة الضوء او طاقته لا يغير من مقدار دالة الشغل .

2- اذا سقط ضوء تردده مساوي أو أكبر من تردد العتبة , معني ذلك أن طاقة الفوتون الساقط مساوية أو أكبر من دالة الشغل , وبالتالي يستطيع شعاع الضوء تحرير الكترونات ضوئية من سطح الباعث .

3- اذا سقط شعاع ضوئي تردده اقل من تردد العتبة معني ذلك ان طاقة الفوتون الساقط أقل من دالة الشغل وبالتالي لا يستطيع شعاع الضوء تحرير الالكترونات الضوئية من سطح الفلز .

4- اذا كانت طاقة الفوتون الساقط أكبر من دالة الشغل فأن الالكترون يمتص طاقة الفوتون بالكامل , ويتحرر الالكترون من ذرة الباعث و يتحول باقي طاقة الفوتون الي طاقة حركية للألكترون تمكنه من الحركة و امرار التيار الكهربي .

- يمكن التعبير رياضيا عن ذلك كما يلي :

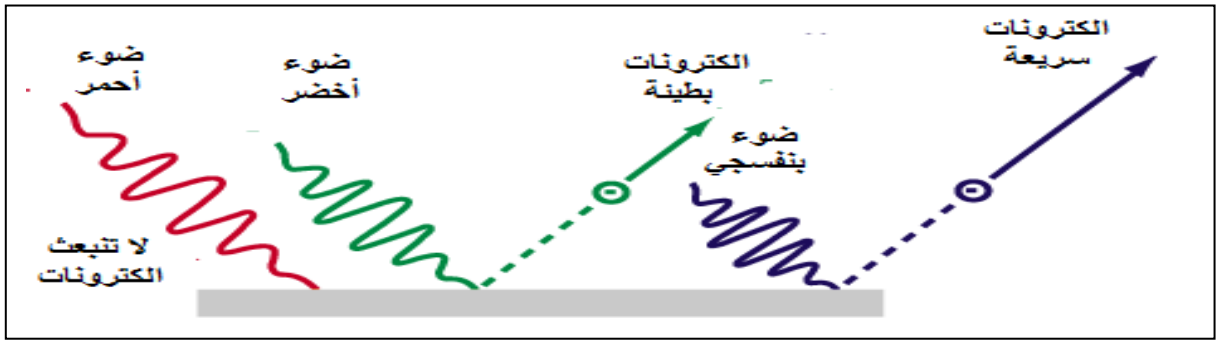
$$E = \Phi + KE$$

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2} m v^2$$

E	طاقة الضوء - الفوتون	=====>	J	جول
Φ	دالة الشغل	=====>	J	جول
KE	طاقة حركة الالكترونات الضوئية	=====>	J	جول
h	ثابت بلانك	=====>	$6.6x10^{-34}$ J.S	
f	تردد الضوء - الفوتون	=====>	Hz	هيرتز
f_0	تردد العتبة	=====>	Hz	هيرتز
m	كتلة الالكترون	=====>	$9.1X10^{-31}$ Kg	
V	سرعة الالكترونات	=====>	m/s	متر/ثانية

ملاحظات :

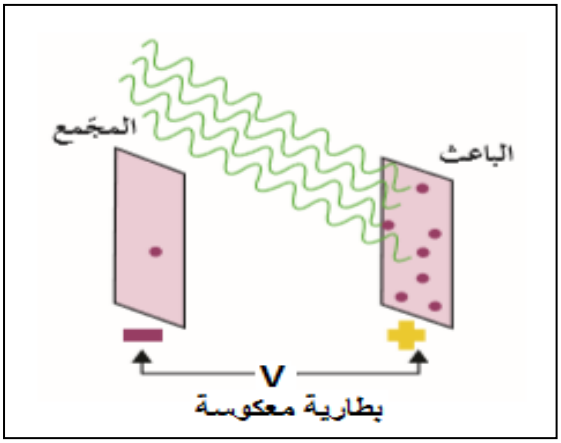
1- بزيادة طاقة الضوء الساقط , فأن دالة الشغل لا تتغير(لانها تتوقف علي نوع مادة الفلز فقط) بينما تزداد طاقة حركة الالكترونات الضوئية , وبالتالي تزداد سرعة الالكترونات الكهروضوئية المنبعثة .



2- بزيادة شدة الضوء الساقط فان طاقة الضوء الساقط (الفوتونات) لا تتغير وبالتالي لا تتغير طاقة حركة الالكترونات الضوئية ولا سرعتها .

3- اذا سقط شعاع ضوئي طاقته تساوي دالة الشغل بالظبط فان الالكترونات الضوئية المتحررة تكون طاقة حركتها تساوي صفر .

تجربة :



عند عكس اقطاب البطارية , يصبح المجمع جهده سالب و بالتالي ينشأ مجال كهربي معاكس لحركة الالكترونات الضوئية مما يبطئ سرعتها و يمنعها من الوصول الي المجمع وبالتالي يقل عدد الالكترونات الضوئية التي تصل الي المجمع و يقل شدة التيار المارة حتي نصل الي قيمة جهد معين يسمي (جهد القطع) عنده لا يستطيع أي الكترون الوصول الي المجمع فيتوقف (ينقطع) مرور التيار الكهربي .

جهد القطع : V_{cut}

هو اكبر فرق جهد يؤدي الي ايقاف الالكترونات .

$$KE = e\ V_{cut}$$

جول	J	=====>	طاقة حركة الالكترونات الضوئية	KE
فولت	V	=====>	جهد القطع	V_{cut}
	$1.6x10^{-19}$ C	=====>	شحنة الالكترون	e

ملاحظات :

1- زيادة طاقة الضوء الساقط يؤدي الي زيادة طاقة حركة الالكترونات الضوئية و بالتالي زيادة جهد القطع .

2- زيادة شدة الضوء الساقط لا يغير من طاقة الضوء الساقط و بالتالي لا يغير من طاقة حركة الالكترونات الضوئية ولا من جهد القطع

- اذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار جهد القطع

1- طاقة (تردد) الضوء الساقط .

وفي النهاية يمكن التعبير رياضا عن التأثير الكهروضوئي كما يلي :

$$E = \Phi + KE$$

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$h\frac{c}{\lambda} = hf_0 + e V_{cut}$$

E	طاقة الضوء - الفوتون	=====>	J	جول
Φ	دالة الشغل	=====>	J	جول
KE	طاقة حركة الالكترونات الضوئية	=====>	J	جول
h	ثابت بلانك	=====>	$6.6x10^{-34}$ J.S	
f	تردد الضوء - الفوتون	=====>	Hz	هيرتز
f_0	تردد العتبة	=====>	Hz	هيرتز
m	كتلة الالكترون	=====>	$9.1X10^{-31}$ Kg	
V	سرعة الالكترونات	=====>	m/s	متر/ثانية
c	سرعة الضوء	=====>	$3x10^8$ m/s	
λ	الطول الموجي للضوء الساقط	=====>	m	متر
e	شحنة الالكترون	=====>	$1.6x10^{-19}$ C	
V_{cut}	جهد القطع	=====>	V	فولت

ملاحظات :

1- بزيادة تردد الضوء الساقط , يقل الطول الموجي و تزداد طاقة الفوتون و تزداد طاقة حركة الالكترونات الضوئية و تزداد سرعتها ويزداد جهد القطع .

2- تغير شدة اشعاع الضوئي الساقط لا يغير من طاقة الضوء وبالتالي لا يؤثر في تردد الضوء ولا طوله الموجي ولا طاقة حركة الالكترونات الضوئية ولا جهد القطع

3- دالة الشغل (تردد العتبة) لا تتأثر بطاقة الضوء الساقط ولا بترده ولا طوله الموجي بل تتوقف فقط علي نوع مادة الفلز .

مثال $\frac{2}{100}$: سقط ضوء تردده 10^{15} Hz علي سطح الومنيوم تردد العتبه له $9.78x10^{14}$ Hz

أحسب : 1- طاقة الفوتون الساقط 2- دالة الشغل

3- هل الفوتون قادر علي انتزاع الكترون 4- الطاقة الحركية للألكترون المنبعث

$f = 10^{15}$ Hz
$f_0 = 9.78x10^{14}$ Hz
$h = 6.6x10^{-34}$ J.s
E = ?
Φ = ?
K.E = ?

$E = h f = (6.6X10^{-34}) (10^{15}) = 6.6X10^{-19}$ J

$\Phi = h f_0$

$\Phi = (6.6X10^{-34}) (9.78X10^{-14}) = 6.45X10^{-19}$ J

$K.E = E - \Phi$

$K.E = 6.6X10^{-19} - 6.45X10^{-19} = 1.452X10^{-20}$J

مثال $\frac{10}{103}$: سقط ضوء تردده $1.5X10^{15}$ Hz علي سطح الومنيوم تردد العتبه له $9.92x10^{14}$ Hz

أحسب : 1- طاقة الفوتون 2- داله الشغل

3- استنتج هل يستطيع الفوتون انتزاع الكترون 4- الطاقة الحركية للألكترون

5- سرعة الالكترون لحظة تركه سطح الالمنيوم 6- جهد القطع

$f = 1.5X10^{15}$ Hz
$f_0 = 9.92x10^{14}$ Hz
$h = 6.6x10^{-34}$ J.s
$m_e = 9.1x10^{-31}$ Kg
E = ?
Φ = ?
K.E = ?
V = ?
V_{cut} = ?

$E = h f = (6.6X10^{-34}) (1.5x10^{15}) = 9.9X10^{-19}$ J

$\Phi = h f_0$

$\Phi = (6.6X10^{-34}) (9.92X10^{-14}) = 6.55X10^{-19}$ J

$E > \Phi$ ينتزع الفوتون الكترون لأن

$K.E = E - \Phi$

$K.E = 9.9X10^{-19} - 6.55X10^{-19} = 3.35X10^{-20}$J

$K.E = \frac{1}{2} m v^2$

$3.35x10^{-20} = \frac{1}{2} (9.1X10^{-31}) v^2$

$v = 0.86X10^{6}$ m/s

$K.E = e V_{cut}$

$3.35x10^{-20} = 1.6x10^{-19} V_{cut}$

$V_{cut} = 2.1$ V

مثال $\frac{10}{142}$: سقط ضوء تردده $2X10^{15}$ Hz علي سطح فلز له تردد عتبه $1.4x10^{15}$ Hz
استنتج أن الفوتون قادر علي انتزاع الكترون . أحسب :
1- طاقة الفوتون الساقط 2- دالة الشغل 3- الطاقة الحركية للألكترون المنبعث
4- سرعة الالكترون لحظة تركه سطح الفلز

$f = 2X10^{15}$ Hz
$f_0 = 1.4x10^{15}$ Hz
$h = 6.6x10^{-34}$ J.s
$m_e = 9.1x10^{-31}$ Kg
E = ?
Φ = ?
K.E = ?
v = ?

ينتزع الفوتون الكترون لأن $f > f_0$

$E = h f = (6.6X10^{-34})\ (2x10^{15}) = 1.32X10^{-18}$ J

$\Phi = h f_0$
$\Phi = (6.6X10^{-34})\ (1.4X10^{-15}) = 9.24X10^{-19}$ J

$K.E = E - \Phi$
$K.E = 1.32X10^{-18} - 9.24X10^{-19} = 3.96X10^{-19}$J

$K.E = \frac{1}{2} m v^2$
$3.96X10^{-19} = \frac{1}{2} (9.1X10^{-31})\ v^2$
$v = 932914$ m/s

مثال : إذا علمت أن دالة الشغل للبوتاسيوم تساوي (2.1) e.v و إذا سقط على سطح البوتاسيوم ضوء طول موجته $5x10^{-7}$ m و كانت سرعة الضوء(C)= $(3X10^8$ m\S)
و ثابت بلانك(h)= ($^{-34}$ 6.6X10) j.s فأحسب ما يلي :
أ- تردد العتبة الكهروضوئية للبوتاسيوم .

$\Phi = h f_0$
$2.1\ X1.6X10^{-19} = (6.6X10^{-34})\ f_0$
$f_0 = 5.09X10^{14}$ Hz

ب- تردد الفوتونات الساقطة

$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3x10^8}{5x10^{-7}} = 6x10^{14}$ Hz

ج- طاقة الحركة للإلكترونات الضوئية المنبعثة من السطح

$K.E = E - \Phi = hf - \Phi$
$K.E = [\ (6.6X10^{-34})\ (6x10^{14})\ ] - [\ (2.1)(1.6x10^{-19})\ ] = 6X10^{-20}$J

د- جهد الإيقاف .

$K.E = e\ V_{cut}$
$6x10^{-20} = 1.6x10^{-19}\ V_{cut}$
$V_{cut} = 0.375$ V

مثال : خلية كهر وضوئية سلط على الباعث فيها إشعاع كهر ومغناطيسي طوله الموجي $3x10^{-7}$ m فانبعث منه إلكترونات ضوئية، فإذا علمت أن أقل تردد يلزم لتحرير الإلكترونات الضوئية من سطح الباعث يساوي $5x10^{14}$ Hz
وسرعة الضوء(C) =($3X10^{8}$ m\S) و ثابت بلانك(h) = ($6.6X10^{-34}$) j.s
فاحسب ما يلي:

1- أدنى مقدار من الطاقة يلزم لتحرير إلكترون ضوئي بدون إكسابه طاقة حركية

$\lambda = 3x10^{-10}$ m
$f_0 = 5x10^{14}$ Hz
Φ = ?

$\Phi = h f_0$
$\Phi = (6.6x10^{-34})\ (5x10^{14}) = 3.3x10^{-19}$ J

2- أقصى سرعة للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح الباعث ، علما بأن: كتلة الإلكترون=($9X10^{-31}$kg)

$E = \Phi - K.E$
$K.E = E - \Phi$
$K.E = h\frac{c}{\lambda} - \Phi = [\ (6.6x10^{-34})\ (\frac{3x10^{8}}{3x10^{-7}})\ ] - 3.3x10^{-19} = 3.3x10^{-19}$ J

$K.E = \frac{1}{2} m v^2$
$3.3X10^{-19} = \frac{1}{2}(9.1X10^{-31})\ v^2$
$v = 851630.62$ m/s

3- أكبر جهد للخلية يكفي لمنع مرور التيار الكهرومغناطيسي في دائرة الخلية، علما بأن: شحنة الإلكترون=($-1.6X10^{-19}$) كولوم

$K.E = e\ V_{cut}$
$3.3x10^{-19} = 1.6x10^{-19}\ V_{cut}$
$V_{cut} = 2.06$ V

حساب انصاف أقطار مدارات الالكترون فى ذرة الهيدروجين :

- بأستخدام نموذج بور و قوانين التفاعل الكهربي بين الشحنة الموجبة للبروتون في النواة و شحنة الالكترون السالبة في المدار تمكنا من استنتاج قيم انصاف اقطار مدارات الالكترون في ذرة الهيدروجين فقط .
- ذرة الهيدروجين تحتوي علي الكترون واحد و علي بروتون واحد داخل النواة .

- افترض بور أن كمية الحركة الزاوية للإلكترون عبارة عن كمات محددة كما يلي :

$$L = m\,v\,r_n = \frac{n\,h}{2\pi}$$

- وبالتالي يمكن استنتاج أنصاف اقطار المدارات كما يلي :
-التجاذب الكهربي بين البروتون و الالكترون في مداره كما يلي :

$$F = K\frac{q_1 q_2}{d^2} = K\frac{e^2}{r_n^2}$$

وحيث أن هذة القوة مركزية ناتجة عن دوران الالكترون في مداره .

$$F = \frac{m\,v^2}{r_n}$$

وبالتالي من تساوي مقدار القوتين :

$$K\frac{e^2}{r_n^2} = \frac{m\,v^2}{r_n}$$

$$v^2 = \frac{K\,e^2}{r_n\,m}$$

ومن معادلة بور للحركة الزاوية

$$m\,v\,r_n = \frac{n\,h}{2\pi}$$

بتربيع المعادلة :

$$m^2\,v^2\,r_n^2 = \frac{n^2\,h^2}{4\pi^2}$$

وبالتعويض في قيمة v^2 :

$$m^2\left(\frac{K\,e^2}{r\,m}\right) r_n^2 = \frac{n^2\,h^2}{4\pi^2}$$

$$r_n = \frac{n^2\,h^2}{4\pi^2 m\,k\,e^2} = n^2 \text{ مقدار ثابت}$$

$$r_n = n^2\,r_1 = n^2\,5.29x10^{-11}$$

- وبالتالي في حالة استقرار الذرة يكون الالكترون في مستوي الطاقة الاول و يمكن نصف قطر المدار الاول كما يلي

$r_1 = 1^2\ r_1 = 1 \times 5.29\times10^{-11} = 5.29\times10^{-11}\ m$

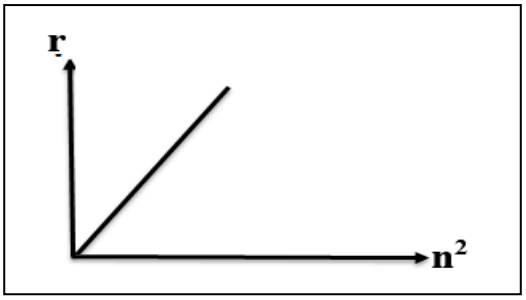
- وبالمثل يمكن حساب انصاف اقطار المدارات الاخري كما يلي :

$r_2 = n^2\ r_1 = 2^2\ r_1 = 4\ r_1 = 4 \times 5.29\times10^{-11} = 2.116\times10^{-10}\ m$

$r_3 = n^2\ r_1 = 3^2\ r_1 = 9\ r_1 = 9 \times 5.29\times10^{-11} = 4.761\times10^{-10}\ m$

$r_4 = n^2\ r_1 = 4^2\ r_1 = 16\ r_1 = 16 \times 5.29\times10^{-11} = 8.464\times10^{-10}\ m$

- وبالتالي يمكن اعتبار ان نصف قطر المدار يتناسب طرديا مع مربع رتبة المدار :



$r \alpha n^2$

مثال : اذا علمت ان نصف قطر احد مدارات ذرة الهيدروجين يساوي $4.761X10^{-10}\ m$ أحسب رتبة المدار ؟

$r_n = n^2\ r_1$

$4.761X10^{-10} = n^2\ 5.29\times10^{-11}$

$n = 3$

المستوي الثالث

ملاحظة :

طبقا لأفترض بور أن كمية الحركة الزاوية للإلكترون عبارة عن كمات محددة يمكن ايجاد صيغة لحساب كمية الحركة الزاوية للالكترونات في المدار كما يلي :

$$L = \frac{n\ h}{2\pi}$$

$$L_1 = \frac{1\ h}{2\pi} = \frac{h}{2\pi}$$

$$L_2 = \frac{2\ h}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$$

$$L_3 = \frac{3\ h}{2\pi}$$

الدرس 2 - 1 : نواة الذرة

نواة الذرة :

أكد رذرفورد في نموذجه أن النواة تحتوي علي بروتونات موجبة الشحنة , و أكتشف العالم شادويك أن النواة تحتوي علي جسيمات متعادلة تسمي نيترونات .

- وبالتالي فأن النواة عبارة عن جسيم موجب الشحنة يحتوي علي بروتونات موجبة الشحنة و نيترونات متعادلة الشحنة .

النيوكلون :

أسم يطلق علي اي جسيم داخل النواة (البروتونات و النيترونات)

العدد الذري : Z

هو عدد البروتونات = عدد الالكترونات

العدد الكتلي : A

هو عدد البروتونات + عدد النيترونات .

$$A = N + Z$$

عدد ليس له وحدة	=====>	العدد الكتلي	A
عدد ليس له وحدة	=====>	عدد النيترونات	N
عدد ليس له وحدة	=====>	العدد الذري – عدد البروتونات	Z

- يمكن حساب عدد النيترونات في الذرة كما يلي :

$$N = A - Z$$

- كتلة البروتونات مساوية تقريبا لكتلة النيترونات , وكتلة البروتون أكبر 1835 مرة من كتلة الالكترون , وبالتالي كتلة الذرة مركزة في نواتها و يهمل كتلة الالكترونات المحيطة بها .

- يكتب رمز العنصر مع العدد الذري و الكتلي كما يلي ${}^{A}_{Z}X$

النظائر :

هي ذرات لها نفس العدد الذري و تختلف في العدد الكتلي .

- وبالتالي فأن النظائر لها نفس الخواص الكيميائية لان لها نفس العدد الذري و تختلف في الخواص الفيزيائية لانها تختلف في العدد الكتلي .

- تتواجد النظائر بنسب مختلفة في الطبيعة .

- عنصر الكربون مثلا $^{12}_{6}C$ نسبة وجودة في الطبيعة 98.89% بينما باقي النسبة تتوزع علي باقي النظائر $^{16}_{6}C$, $^{15}_{6}C$, $^{14}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, $^{11}_{6}C$, $^{10}_{6}C$

خواص النواة :

تم قياس كتل مكونات النواة بوحدة الكيلوجرام , ولكن تستخدم وحدة أخري لقياس كتل النواة تسمي وحدة الكتل الذرية a.m.u

وحدة الكتل الذرية : a.m.u

تساوي $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون $^{12}_{6}C$

- وجد أن $1\ amu = 1.660539 \times 10^{-27}\ kg$

وبناء علي ذلك يمكن استخدام المقادير التالية في حساب كتلة النيوكلونات :

الجسيم	الرمز	الكتلة *kg*	الكتلة *amu*
البروتون	$^{1}_{1}H$	$1.67262 \times 10^{-27}\ kg$	1.00727 amu
النيترون	$^{1}_{0}n$	$1.67493 \times 10^{-27}\ kg$	1.00866 amu

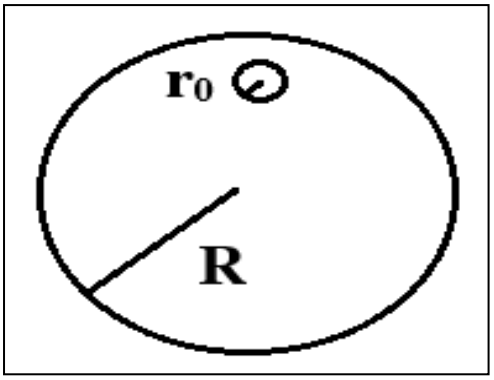
- من الارقام يتضح التقارب بين كتلتي البروتون و النيترونات , ولذلك يسمي النيوكلون ويمكن حساب متوسط كتلة البروتون و النيترون (النيوكلون) , وان متوسط كتلة النيوكلون $1.66 \times 10^{-27}\ kg$.

- وبالتالي يمكن حساب كتلة النواة كما يلي :

$$m = A\ m_0$$

m	كتلة النواة	=====>	kg
A	العدد الكتلي	=====>	عدد ليس له وحدة
m_0	كتلة النيوكلون	=====>	$1.66 \times 10^{-27}\ kg$

- النيوكلونات اجسام كروية و كذلك النواة كروية الشكل , لذلك هناك نصف قطر للنيوكلون r_0 و نصف قطر للنواة R .



- لذلك فأن حجم النيوكلون يحسب من العلاقة :

$$V_0 = \frac{4}{3}\pi r_0^3$$

- وبالتالي فأن حجم النواه يحسب من العلاقة :

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

- كذلك يمكن حساب حجم النواة كما يلي :

$$V = A\,V_0$$

V	حجم النواة	=====>	M^3
A	العدد الكتلي	=====>	عدد ليس له وحدة
V_0	حجم النيوكلون	=====>	M^3

- كذلك يمكن ايجاد علاقة بين نصف قطر النواة و نصف قطر النيوكلون باستخدام العلاقة التالية :

$$R = r_0\,A^{\frac{1}{3}}$$

R	نصف قطر النواة	=====>	M
A	العدد الكتلي	=====>	عدد ليس له وحدة
r_0	نصف قطر النيوكلون	=====>	$1.2x10^{-15}$ M

- يمكن حساب الكثافة (الكتلة الحجمية) للنواة كما يلي :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_0}{V_0}$$

ρ	كثافة النواة – الكتلة الحجمية	=====>	kg/m^3
m	كتلة النواة	=====>	kg
m_0	كتلة النيوكلون	=====>	$1.66x10^{-27}$ kg
V	حجم النواة	=====>	M^3
V_0	حجم النيوكلون	=====>	M^3

- و بالتالي فأن كثافة النواة مقدار ثابت و تساوي $2.3x10^{17}$ kg/m^3

مثال $\frac{3}{116}$ الهامش : أحسب مقدار نصف قطر نواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ أذا علمت ان نصف قطر النيوكلون يساوي $r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$R = ?$
$^{56}_{26}Fe$
$r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

$R = 1.2X10^{-15} (56)^{\frac{1}{3}} = 4.59X10^{-15}$ M

مثال $\frac{2}{120}$: أحسب مقدار نصف قطر نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$ أذا علمت ان نصف قطر النيوكلون يساوي $r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$R = ?$
$^{206}_{82}Pb$
$r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

$R = 1.2X10^{-15} (206)^{\frac{1}{3}} = 7.08X10^{-15}$ M

مثال $\frac{1}{116}$ الهامش : تحتوي ذرة الالومنيوم علي 27 نيوكلون أحسب حجم النواة , أذا علمت ان نصف قطر النيوكلون يساوي $r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$A = 27$
$V = ?$
$r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

$R = 1.2X10^{-15} (27)^{\frac{1}{3}} = 3.6X10^{-15}$ M

$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (3.6X10^{-15})^3 = 1.95X10^{-43}$ m^3

مثال $\frac{2}{116}$ الهامش : أحسب عدد النيوكلونات الموجودة في نواة نصف قطرها يساوي $3.6X10^{-15}$ m أذا علمت ان نصف قطر النيوكلون يساوي $r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$A = ?$
$R = 3.6X10^{-15}$ m
$r_0 = 1.2x10^{-15}$ m

$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

$3.6X10^{-15} = 1.2X10^{-15} A^{\frac{1}{3}}$

$A = 27$

مثال $\frac{1}{116}$: اذا كان مقدار كتلة النيوكلون الواحد $1.66x10^{-27}$ kg و نصف قطر النيوكلون الواحد $1.2x10^{-15}$ m أحسب : 1- كتلة نواة الكربون $^{15}_{6}C$

2- مقدار نصف قطر النواة 3- كثافة النواة

$m_0 = 1.66x10^{-27}$ kg
$r_0 = 1.2x10^{-15}$ m
$^{15}_{6}C$
m = ?
R = ?
ρ = ?

$m = A\ m_0$

$m = (15)\ (1.66X10^{-27}) = 25.5X10^{-27}$ Kg

$R = r_0\ A^{\frac{1}{3}}$

$R = 1.2X10^{-15}\ (15)^{\frac{1}{3}} = 2.959X10^{-15}$ M

$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi\ (2.959X10^{-15})^3 = 1.08X10^{-43}\ m^3$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{25.5x10^{-27}}{1.08x10^{-43}} = 2.3x10^{17}\ Kg/m^3$

مثال $\frac{2}{142}$: تحتوي نواة الزنك علي 56 نيوكلون أحسب :

1- نصف قطر النواة 2- حجم النواة 3- كثافة النواة الحجمية

A = 65
$m_0 = 1.66x10^{-27}$ kg
$r_0 = 1.2x10^{-15}$ m
R = ?
V = ?
ρ = ?

$R = r_0\ A^{\frac{1}{3}}$

$R = 1.2X10^{-15}\ (65)^{\frac{1}{3}} = 4.82X10^{-15}$ M

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$V = \frac{4}{3}\pi\ (4.82X10^{-15})^3 = 4.68X10^{-43}\ m^3$

$m = A\ m_0$

$m = (65)\ (1.66X10^{-27}) = 1.079X10^{-25}$ Kg

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1.079X10^{-25}}{4.68x10^{-43}} = 2.3x10^{17}\ Kg/m^3$

طاقة السكون

الطاقة المكافئة لكتلة الجسيم .

- وضع اينشتين معادلة يمكن عن طريقها حساب الطاقة المكافئة للكتلة , بمعني اذا تحولت الكتلة الي طاقة تحسب الطاقة الناتجة من العلاقة التالية :

$$E = m C^2$$

E	طاقة السكون	=====>	J
m	كتلة الجسيم	=====>	kg
C	سرعة الضوء	=====>	$3X10^8$ m/s

- يمكن من خلال هذة المعادلة استنتاج مقدار الطاقة المكافئة لوحدة الكتل الذرية 1amu كما يلي :

$$E = (1.66X10^{-27}) (3X10^8)^2$$
$$E = 14.9X10^{-11} \text{ J}$$

- وعند تحويلها الي وحدة مليون الالكترون فولت يقسم الناتج علي $1.6X10^{-13}$:

$$E = 931.5 \text{ Mev}$$

- وبالتالي يمكن حساب طاقة السكون بوحدة Mev للكتل بوحدة amu كما يلي :

$$E = m\ 931.5$$

E	طاقة السكون	=====>	Mev
m	كتلة الجسيم	=====>	amu

مثال $\frac{6}{120}$ أحسب طاقة السكون بوحدة ميجا الكترون فولت , لكتلة مقدارها 1 g علما ان $c = 3x10^8$ m/s

E = ?
m = 1 g
$c = 3x10^8$ m/s

$E = m C^2$
$E = (1X10^{-3}) (3X10^8)^2 = 9X10^{13}$ J
$E = \frac{9X10^{13}}{1.6X10^{-13}} = 5.6X10^{26}$ Mev

استقرار النواة :

تتفاعل النيوكلونات داخل بعضها بقوة تجاذب تسمي القوة النووية

القوة النووية :

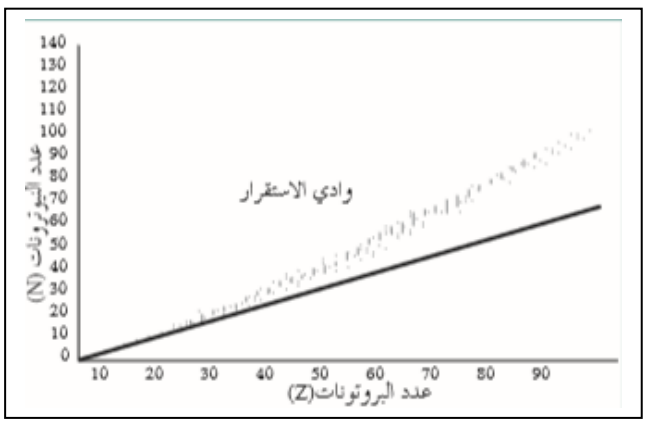
هي قوة التجاذب بين نيوكلونات النواة

خواص القوة النووية :

1- قوة لا تعتمد علي شحنة النيوكلون , بمعني انه يوجد قوي تجاذب نووية بين البروتون و البروتون , وبين البروتون والنيترون , وبين النيترون و النيترون
2- قوة قصيرة المدي , تنشاء بين النيكليونات المتجاورة .
3- مقدار القوة النووية يكفي لمنع زوج من البروتونات من التنافر الكهربي بسبب شحنتهم الموجبة.

ملاحظات :

1- كلما زاد عدد النيترونات في النواة ازداد مقدار قوي التجاذب النووية علي قوة التنافر الكهربي بين البروتونات و بالتالي يؤدي ذلك الي زيادة استقرار النواة , بسبب التجاذب النووي الذي يحفظ البروتونات من الابتعاد بسبب التنافر الكهربي .
2- في الانوية الخفيفة (عددها الكتلي قليل) نجد أن عدد البروتونات مساوي لعدد النيترونات N = Z
3- لكن في الانوية الثقيلة (عددها الكتلي كبير) نجد أن عدد النيترونات أكبر من عدد البروتونات وذلك بسبب زيادة قوة التنافر بسبب زيادة عدد البروتونات في الانوية الثقيلة , وبالتالي تحتاج النواة الي زيادة عدد النيترونات لتزيد من القوة النووية و تحافظ علي استقرار النواة .
4- عند رسم علاقة بين عدد البروتونات N وعدد البروتونات Z نجد أن في الجزء الاسفل من المنحني عند الانوية الخفيفة يكون N=Z اما في الانوية الثقيلة ذات الاعداد الذرية أكبر من 82 أعلي المنحني ينحرف الخط , بسبب زيادة قوة التنافر بين البروتونات ولا تستطيع زيادة النيترونات تعويض زيادة قوة التنافر الكهربية بين البروتونات و لذلك تسمي انوية غير مستقرة .



طاقة الربط النووية : E_b

- الطاقة الكلية الازمة لكسر النواة و فصل نيوكليونتها فصلا تاما
- مقدار الطاقة المحررة من تجمع نيوكليونات غير مترابطة مع بعضها البعض لتكوين نواة

- عند حساب كتلة مكونات النواة بمفردها نجد أن كتلة مكونات النواة أكبر من كتلة النواة نفسها , بحيث يوجد فقد في كتلة النواة عن كتلة مكوناتها , ويتحول هذا الفقد في الكتلة الي طاقة الربط النووية .

- يمكن حساب كتلة مكونات النواة كما يلي :

$$m_{\text{مكونات}} = Z\ m_p + N\ m_n$$

$m_{\text{مكونات}}$	كتلة النواة	=====>	kg
m_p	كتلة البروتون	=====>	عدد ليس له وحدة
m_n	كتلة النيوترون	=====>	$1.66x10^{-27}$ kg

- و الفقد في الكتلة كما يلي :

$$\Delta m = m_{\text{مكونات}} - m_{\text{نواة}}$$

- وبالتالي فأن طاقة الربط النووية تساوي :

$$E_b = \Delta m\ 931.5$$

E_b	طاقة الربط النووية	=====>	Mev
Δm	الفقد في الكتلة	=====>	amu

طاقة الربط النووية لكل نيوكلون :

هي متوسط طاقة الربط النووية للنواة

$$E_{b/\ nucleon} = \frac{E_b}{A}$$

$E_{b/nucleon}$	طاقة الربط النووية لكل نيوكلون	=====>	Mev
E_b	طاقة الربط النووية	=====>	Mev
A	العدد الكتلي	=====>	عدد ليس له وحدة

مثال $\frac{2}{119}$: أحسب طاقة الربط النووية لكل نيوكلون لنواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ علما أن كتلة نواة الحديد تساوي 55.9206 amu

$E_{b/n} = ?$
$^{56}_{26}Fe$
$m_{Fe} = 55.9206$ amu
$m_p = 1.00727$ amu
$m_n = 1.00866$ amu

$Z = 26$
$N = A - Z = 56 - 26 = 30$
$m_{مكونات} = (26 \times 1.00727) + (30 \times 1.00866)$
$m_{مكونات} = 56.44882$ amu

$\Delta m = m_{مكونات} - m_{نواة}$
$\Delta m = 56.44882 - 55.9206 = 0.52822$ amu
$E_b = \Delta m\ 931.5$
$E_b = (0.52822)\ (931.5) = 492$ Mev

$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{492}{56} = 8.79$ Mev

مثال $\frac{1}{119}$ الهامش : أحسب طاقة الربط النووية و طاقة الربط لكل نيوكلون لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$

$E_b = ?$
$E_{b/n} = ?$
$^{235}_{92}U$
$m_U = 234.9934$ amu
$m_p = 1.00727$ amu
$m_n = 1.00866$ amu

$Z = 92$
$N = A - Z = 235 - 92 = 143$

$\Delta m = m_{مكونات} - m_{نواة}$
$\Delta m = (92 \times 1.00727) + (143 \times 1.00866) - 234.9934$
$\Delta m = 1.91382$ amu

$E_b = \Delta m\ 931.5 = (1.91382)\ (931.5) = 1782.72$ Mev

$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{1782.72}{235} = 7.586$ Mev

مثال $\frac{2}{119}$ الهامش : أحسب طاقة الربط النووية و طاقة الربط لكل نيوكلون لنواة الهيليوم $^{4}_{2}He$

$E_b = ?$
$E_{b/n} = ?$
$^{4}_{2}He$
$m_{He} = 4.0015$ amu
$m_p = 1.00727$ amu
$m_n = 1.00866$ amu

$Z = 2$
$N = A - Z = 4 - 2 = 2$

$\Delta m = m_{مكونات} - m_{نواة}$
$\Delta m = (2 \times 1.00727) + (2 \times 1.00866) - 4.0015$
$\Delta m = 0.03036$ amu

$E_b = \Delta m\ 931.5 = (0.03036)\ (931.5) = 28.28$ Mev
$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{28.28}{4} = 7.07$ Mev

مثال $\frac{7}{120}$: أحسب طاقة الربط النووية لكل نيوكلون لنواة الرصاص $^{208}_{82}Pb$ علما أن كتلة نواة الرصاص تساوي 207.97664 amu

$E_{b/n}$ = ?
$^{208}_{82}Pb$
m_{Pb} = 207.97664 amu
m_p = 1.00727 amu
m_n = 1.00866 amu

Z = 82
N = A – Z = 208 – 82 = 126

$E_b = \Delta m\ 931.5$
$E_b = (m_{\text{مكونات}} - m_{\text{نواة}})\ 931.5$

E_b = [(82 x 1.00727) + (126 x 1.00866) – 207.97664] (931.5)
E_b = 1593.47979 Mev
$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{1593.47979}{208}$ = 7.66 Mev

مثال $\frac{8}{120}$: أحسب طاقة الربط لكل نيوكلون لنواة الكربون $^{12}_{6}C$ علما أن نواة كتلة الكربون m_C = 11174.7 Mev

$E_{b/n}$ = ?
$^{12}_{6}C$
m_C = 11174.7 Mev
m_p = 1.00727 amu
m_n = 1.00866 amu

Z = 6
N = A – Z = 12 – 6 = 6

$E_b = \Delta m\ 931.5$
$E_b = (m_{\text{مكونات}} - m_{\text{نواة}})\ 931.5$

E_b = [(6 x 1.00727) + (6 x 1.00866)] (931.5) – 11174. 7
E_b = 93.45 Mev

$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{93.45}{12}$ = 7.78 Mev

مثال $\frac{11}{143}$:اذا كانت طاقة الربط النووية للتريتيوم $^{3}_{1}H$ تساوي 2.8 Mev أحسب كتلة النواة

E_b = 2.8 Mev
$^{3}_{1}H$
m_H = ?
m_p = 1.00727 amu
m_n = 1.00866 amu

Z = 1 ,,, N = A – Z = 3 – 1 = 2

$E_b = \Delta m\ 931.5$
2.8 = Δm 931.5 ====> $\Delta m = 3X10^{-3}$ amu

$\Delta m = m_{\text{مكونات}} - m_{\text{نواة}}$
$3X10^{-3}$ = (1 x 1.00727) + (2 x 1.00866) - $m_{\text{نواة}}$
$m_{\text{نواة}}$ = 3.02198 amu

مثال $\frac{3}{119}$ الهامش : اذا كانت طاقة الربط لكل نيوكلون لنواة الكالسيوم $^{40}_{20}Ca$ تساوي 8.552 Mev أحسب كتلة النواة .

$E_{b/n} = 8.552$ Mev
$^{40}_{20}Ca$
$m_{Ca} = ?$
$m_p = 1.00727$ amu
$m_n = 1.00866$ amu

Z = 20 ,,,, N = A – Z = 40 – 20 = 20

$E_{b/n} = \frac{E_b}{A}$ =====> $8.552 = \frac{E_b}{40}$

$E_b = 342.08$ Mev

$E_b = \Delta m\ 931.5$

$342.08 = \Delta m\ 931.5$ ====> $\Delta m = 0.3672$ amu

$\Delta m = m_{\text{مكونات}} - m_{\text{نواة}}$

$0.3672 = (20 \times 1.00727) + (20 \times 1.00866) - m_{\text{نواة}}$

$m_{\text{نواة}} = 39.95136$ amu

ملاحظات :

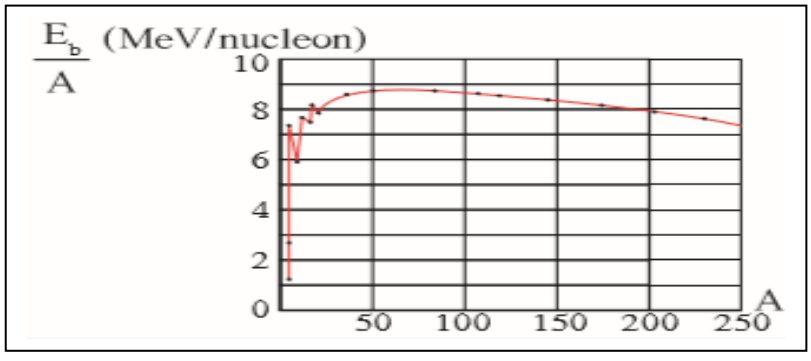
1- يعتبر طاقة الربط النووية لكل نيوكلون هي المعيار لمدي استقرار النواة وليس طاقة الربط النووية نفسها , بمعني أن النواة التي لها اكبر متوسط طاقة برط نووية تكون أكثر استقرار .

2- الانوية المتوسطة (لها عدد كتلي متوسط) في الجدول الدوري هي أكثر الانوية استقرار لان لها طاقة ربط نووية لكل نيوكلون عالية جدا

3- الانوية الخفيفة (لها عدد كتلي صغير) تكون أقل استقرار لان لها طاقة ربط نووية لكل نيوكلون صغيرة , وتميل الي الدخول في تفاعلات نووية اندماجية ليزداد عددها الكتلي و يزداد طاقة ربطها النووية لكل نيوكليون و تستقر .

4- الانوية الثقيلة (لها عدد كتلي كبير) تكون أقل استقرار لان لها طاقة ربط نووية لكل الكترون صغيرة , وتميل الي الدخول في تفاعلات انشطارية ليقل عددها الكتلي و يزداد طاقة ربطها النووي لكل نيوكليون و تستقر .

5- أكثر الانوية استقرار في الجدول الدوري هو عنصر النيكل Ni حيث ان له أكبر طاقة ربط نووية لكل نيوكلون و مقدارها 8.8 Mev .



الوحدة الرابعة : الفيزياء الذرية و الفيزياء النووية

الفصل الثاني : نواة الذرة و النشاط الاشعاعي

الدرس 2 - 2 : الانحلال الاشعاعي

النشاط الاشعاعي :

عملية اضمحلال تلقائي مستمر من دون مؤثر خارجي لانوية غير مستقرة لتصبح أكثر استقرار حيث تزداد طاقة الربط بين نيوكليونتها و تقل كتلتها .

- يرافق عملية اضمحلال الانوية غير المستقرة انبعاث ثلاث انواع من الاشعاعات وهي اشعاعات الفا α و اشعاعات بيتا β و اشعاعات جاما γ .

- ينقسم النشاط الاشعاعي الي نوعان اساسيان :

النشاط الاشعاعي الطبيعي	النشاط الاشعاعي الاصطناعي
عندما تكون النواة المشعة موجودة طبيعيا	عندما تكون النواة المشعة محضرة اصطناعيا

قوانين البقاء في التفاعلات و التحولات النووية :

تخضع التفاعلات النووية و التحولات الطبيعية و الاصطناعية للنواة الي قوانين بقاء تنظمها وهي كما يلي :

$$\underset{m_1}{{}^{A_1}_{Z_1}X} \longrightarrow \underset{m_2}{{}^{A_2}_{Z_2}B} + \underset{m_3}{{}^{A_3}_{Z_3}C} + E$$

1- قانون بقاء العدد الذري Z :

العدد الذري للنواة قبل الانحلال = مجموع الاعداد الذرية للأنوية الناتجة بعد الانحلال

$$Z_1 = Z_2 + Z_3$$

2- قانون بقاء العدد الكتلي : A

العدد الكتلي للنواة قبل الانحلال = مجموع الاعداد الكتلية للانوية الناتجة بعد الانحلال

$$A_1 = A_2 + A_3$$

3- قانون بقاء الكتلة و الطاقة :

مجموع الكتل و الطاقات قبل الانحلال = مجوع الكتل والطاقات بعد الانحلال

$$(m_1 \times 931.5) = (m_2 \times 931.5) + (m_3 \times 931.5) + E$$

1- اضمحلال الفا :

جسيمات الفا عبارة عن نواة عنصر الهيليوم ^4_2He , وبالتالي فهي جسيمات موجبة الشحنة , وبالتالي كتلتها تعتبر كبيرة , لذلك في بطيئة و يمكن ايقافها بورقة سميكة نسبيا , شحنتها الموجبة تتفاعل مع الجزيئات التي تقابلها في مسارها , وعندما تسير في الهواء تتوقف بعد 2.5 cm الي 8 cm نتيجة التقاطها الكترونات و تحولها الي ذرة هيليوم غير خطرة .

$$^A_ZX \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He + E$$

- بالتالي فأن عند انبعاث جسيمات الفا من النواة فانها تفقد اثنين من البروتونات و اثنين من النيترونات فيقل عددها الذري بمقدار2 , و يقل عددها الكتلي بمقدار 4 .

مثال $\frac{1}{124}$: أحسب العدد الذري و الكتلي لنواة الثوريوم الناتجة من انبعاث جسيم الفا من نواة يورانيوم .

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^A_ZTh + {}^4_2He + E$$

A = ?
Z = ?

A = 238 – 4 = 234
Z = 92 – 2 = 90

مثال $\frac{1}{130}$ الهامش : ما هو العدد الذري و الكتلي الناتج عن انحلال الفا لنواة الرادون $^{226}_{88}Ra$

A = ?
Z = ?
$^{226}_{88}Ra$

A = 226 – 4 = 222
Z = 88 – 2 = 86

مثال $\frac{2}{124}$: أحسب الطاقة الناتجة عن التفاعل النووي التالي :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He + E$$

(238.0508) (234.0435) (4.0026)

E = ?

$\Delta m = 238.0508 - 234.0435 - 4.0026 = 4.7x10^{-3}$ u

$E = \Delta m\ 931.5$

$E = (4.7X10^{-3})\ (931.5) = 4.37805$ Mev

مثال $\frac{16}{143}$: تتحل نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ الي نواة ثوريوم Th بأنبعاث هيليوم $^{4}_{2}He$
أكتب التفاعل النووي , و أحسب العدد الذري و الكتلي لنواة الثوريوم , و الطاقة الناتجة من التفاعل

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}Th + {}^{4}_{2}He + E$$
(238.0508) (234.0435) (4.0026)

E = ?
A =?
Z = ?

A = 238 – 4 = 234
Z = 92 – 2 = 90
$\Delta m = 238.0508 - 234.0435 - 4.0026 = 4.7x10^{-3}$ u
E = Δm 931.5
E = $(4.7X10^{-3})$ (931.5) = 4.37805 Mev

مثال : ينبعث جسيم الفا من نواة عنصر النوديوم Nd فيتحول بذلك الي عنصر السيريوم طبقا للمعادلة التالية

$$^{144}_{72}Nd \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{X}_{Z}Ce + \gamma$$
(143.9560) U (4.0015) U (139.905434) U

احسب :
1- العدد الذري والعدد الكتلي للسيريوم

144 = 4 + x =====> x = 144 – 4 = 140

$^{140}_{70}Ce$

72 = 2 + z =====> z = 72 – 2 = 70

2- طاقة الربط النووية للسيريوم

Δm = [70 x 1.00727] + [70 x 1.00866] – 139.905434 = 1.205466 u

E_b = Δm 931.5 = (1.205466) (931.5) = 1122.8915 Mev

3- طاقة الربط لكل نيوكلون

$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{1122.8915}{140} = 8.02$ Mev

3- الطاقة المتحررة من التفاعل

Δm =[143.956] – [4.0015] – [139.905434] = 0.049066 u

E = Δm 931.5 = (0.049066) (931.5) = 45.70497 Mev

2- اضمحلال بيتا :

جسيما بيتا β هي الكترونات سالبة $_{-1}^{0}e$, $_{-1}^{0}\beta$ و تنتج عن اضمحلال الانوية الطبيعية , ينتج الالكترون داخل النواة نتيجة تحول النيترون داخل النواة الي بروتون والكترون , و ينطلق الالكترون من النواة علي صورة جسيم بيتا .

$$_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{1}^{1}\mathrm{p} + {}_{-1}^{0}e$$

- بالتالي يزداد العدد الذري للنواة الناتجة عن الاضمحلال بمقدار 1 و يظل العدد الكتلي كما هو .

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e + E$$

- تسير اشعاعات بيتا بسرعة أكبر من اشعة الفا , يمكن ايقافها ببضع رقائق من الالومنيوم , تسير في الهواء لمسافات قبل ان تفقد طاقتها عندما تصطدم بالالكترونات .

مثال $\frac{3}{130}$ الهامش : أحسب طاقة الالكترون الناتجة عن انحلال بيتا سالب , من نواة هيدروجين طبقا للمعادلة التالية :

$$\underset{(3.01605)}{{}_{1}^{3}\mathrm{H}} \longrightarrow \underset{(3.001603)}{{}_{2}^{3}\mathrm{He}} + {}_{-1}^{0}e$$

$\Delta m = [\ 3.01606\ ] - [\ 3.001603\ ] = 0.014447\ u$

$E = \Delta m\ 931.5 = (\ 0.014447\ )\ (931.5) = 13.457\ Mev$

مثال يتحول عنصر اليورانيوم $^{235}_{92}U$ اثناء تحللة الي عنصر البولينيوم (Po) فيطلق خمس جسيمات الفا واثنين جسيم بيتا والمطلوب :

1- اكتب معادلة التحول

$$^{235}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{A}_{Z}\mathrm{Po} + 5\,{}^{4}_{2}\mathrm{He} + 2\,{}^{0}_{-1}\beta$$

2- العدد الذري والعدد الكتلي لنواة البولينيوم

235 = A + [(5) (4)] + [(2) (zero)]
A = 215

====> $^{215}_{84}\mathrm{Po}$

92 = Z + [(5) (2)] + [(2) (-1)]
z = 84

3- طاقة الربط النووية لكل نيوكلون للبولنيوم اذا علمت ان كتلة نواته Po = 213.995177 u

$^{215}_{84}\mathrm{Po}$ **z = 84 ,,, N = 215 – 84 = 131**

$$\Delta m = [\,(84)\,(1.00727\,)\,] + [\,(131)\,(1.00866)\,] - 213.995177 = 2.7499\ u$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{\Delta m\ 931.5}{A} = \frac{(2.7499)\ (931.5)}{215} = 11.91\ Mev$$

مثال $\frac{15}{143}$ الهامش : تتحول نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ بعد عدد انحلالات الفا و بيتا الي نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$ أكتب معادلة التفاعل , و أحسب عدد جسيمات الفا و بيتا

$$^{238}_{92}U \longrightarrow x\ ^{4}_{2}He + z\ ^{0}_{-1}e + ^{206}_{82}Pb$$

من قانون حفظ العدد الكتلى :

238 = x (4) + z (zero) + 206
238 – 206 = 4x
x = 8

من قانون حفظ العدد الذرى

92 = x(2) + z(-1) + 82
92 = 2x – z + 82
92 = [(2) (8)] – z + 82
92 = 16 – z + 82
z = 6

النواه تطلق 8 جسيمات الفا و 6 جسيمات بيتا

مثال : أحسب عدد جسيمات ألفا (α) وعدد جسيمات بيتا السالبة (β) التي تنطلق أثناء تحلل عنصر الثوريوم $^{234}_{90}Th$ و تحوله إلى رصاص $^{214}_{82}Pb$

$$^{234}_{90}Th \longrightarrow ^{214}_{82}Pb + x\ ^{4}_{2}He + y\ ^{0}_{-1}e$$

234 = 214 + 4x + (zero)y
234 = 214 + 4x
x = 5

90 = 82 + 2x + (-1)y
90 = 82 + [(2) (5)] -y
90 = 82 + 10 - y
y = 2

النواة تطلق 5 جسيمات الفا و 2 جسيمات بيتا

3 – انبعاث جاما :

عندما تبعث النواة المشعة جسيم الفا أو بيتا غالبا ما تكون النواة الناتجة في حالة اثارة , و تحتاج الي اطلاق طاقة لتصبح مستقرة , لذلك تطلق النواة اشعة جاما لتعود الي مستوي الاستقرار , واشعة جاما هي فوتونات غير مشحونة و ليس لها كتلة و بالتالي لا تتأثر بالمجالات الكهربية ولا المغناطيسية , ولها طاقة كبيرة وبالتالي لها قدرة كبيرة علي الاختراق و يحتاج ايقافها الي درعا من المواد الثقيلة مثل الرصاص .

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma $$

نواة غير مستقرة — نواة مستقرة

- بالتالي انبعاث اشعة جاما لا يغير من العدد الذري ولا العدد الكتلي للنواة الناتجة.

مثال $\frac{3}{125}$ الهامش : أحسب طول موجة الفوتون المنبعث من نواة $^{24}_{12}Mg$ عندما تنتقل من حالة اثارة $E_i = 5.22$ Mev الي حالة استقرار $E_f = 4.12$ Mev

$E_3 = 5.22$ Mev
$E_4 = 4.12$ Mev
$\lambda = ?$

$$E_f - E_i = h\frac{c}{\lambda}$$

$$[\,5.22 - 4.12\,](1.6\times10^{-13}) = 6.6\times10^{-34}\frac{3\times10^{8}}{\lambda}$$

$$\lambda = 11.3\times10^{-13}\ m$$

مثال $\frac{4}{130}$: أحسب طول موجة الفوتون المنبعث من نواة مشعة عندما تنتقل من حالة اثارة $E_i = 4.22$ Mev الي حالة استقرار $E_f = 3.12$ Mev

$E_i = 4.22$ Mev
$E_f = 3.12$ Mev
$\lambda = ?$

$$E_f - E_i = h\frac{c}{\lambda}$$

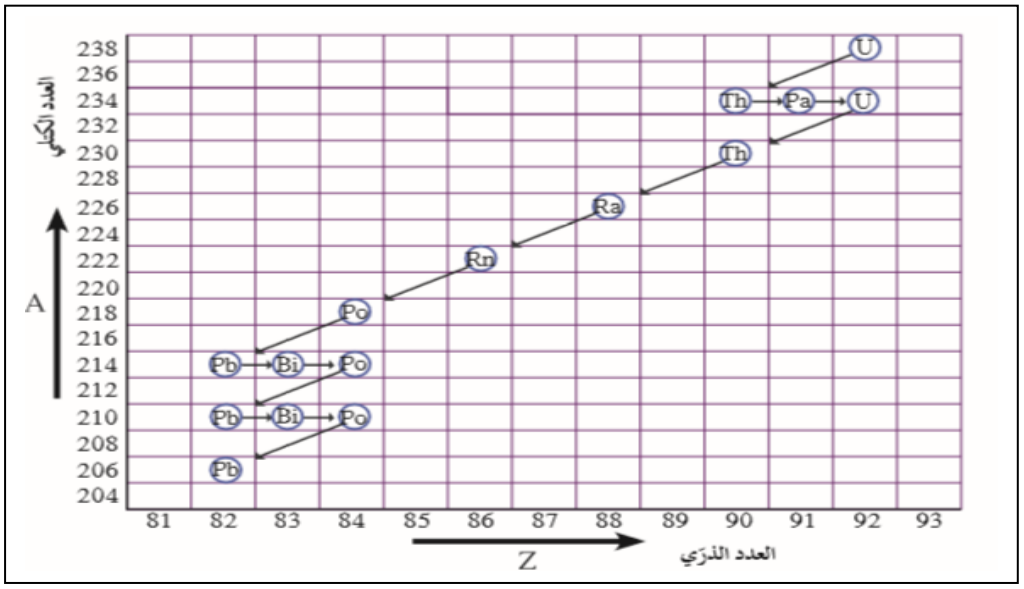
$$[\,4.22 - 3.12\,](1.6\times10^{-13}) = 6.6\times10^{-34}\frac{3\times10^{8}}{\lambda}$$

$$\lambda = 11.3\times10^{-13}\ m$$

سلاسل التحلل الاشعاعي :

مجموعة العناصر المشعة التي ينحل أحدها ليعطي عنصرا مشعا اخر حتي ينتهي بعنصر مستقر .

ـ تسمي السلسلة بأسم أول عنصر فيها .
ـ مثلا سلسلة اليورانيوم تبدأ بعنصر اليورانيوم $^{238}_{92}U$ و تنتهي بعنصر الرصاص $^{206}_{82}Pb$, وذلك بعد ان تطلق جسيمات الفا وبيتا .
ـ هناك سلاسل أخري طبيعية مثل الثوريوم و الأكتنيوم .
ـ و هناك سلاسل اصطناعية مثل النبتونيوم , والتي تبدا بالنبتونيوم $^{237}_{92}Np$ وتنتهي بالبيزموث $^{209}_{83}Bi$.
ـ الشكل التالي يبين أحدي سلاسل التحلل الاشعاعي الطبيعية وهي سلسلة اليورانيوم , يوضح من الشكل ان الازاحة اربع وحدات الي أسفل و وحدتين الي اليسار يعني انبعاث جسيم الفا , و تمثل الازاحة وحدة واحدة الي اليمين انبعاث بيتا سالب (تنطلق بيتا سالب فقط وليس بيتا موجب في السلاسل الطبيعية) .



مثال : الشكل التخطيطي المصاحب يمثل جزءاً من إحدى سلاسل التحلل الإشعاعي

$$^{238}_{92}D \longrightarrow {}^{234}_{90}C \longrightarrow {}^{234}_{91}B \longrightarrow {}^{234}_{92}A$$

المرحلة الأولى — المرحلة الثانية — المرحلة الثالثة

اذكر اسم الجسيم المنطلق في كل من المرحلتين الأولى والثالثة ؟

المرحلة الأولي ====> جسيم α ,, المرحلة الثالثة ====> جسيم β

عمر النصف :

الزمن الازم لتتحلل نصف عدد أنوية ذرات العنصر المشع .

ملاحظات :

1- يختلف عمر النصف من عنصر الي اخر .

س : أذكر العوامل التي يتوقف عليها عمر النصف ؟

1- نوع العنصر فقط

2- يوجد عناصر عمر النصف لها دقائق معدودة و عناصر عمر النصف لها سنوات

3- يمكن حساب الزمن الكلي لعملية تحلل أشعاعي كما يلي :

$$t = n\, t_{1/2}$$

مثال $\frac{4}{129}$: عينة مشعة تحتوي علي 10 g أحسب الكتلة المتبقية بعد زمن يساوي 5 مرات عمر النصف

n = 5
m = 10 g
$m_{متبقية}$ = ?

10 ==> 5 ==> 2.5 ==> 1.25 ==> 0.625 ==> 0.3125

n = 5

$m_{متبقية}$ = 0.3125 gm

$m_{متحللة}$ = 10 – 0.3125 = 9.6875 gm

مثال $\frac{5}{130}$ الهامش : عينة من عنصر مشع تحتوي علي $8x10^{-4}$ mg و عمر النصف لها 7 days كم يتبقي من العنصر بعد مرور زمن 28 day

t = 28 day
$t_{1/2}$ = 7 days
n = ?
$m = 8x10^{-4}$ mg
$m_{متبقية}$ = ?

$$n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{28}{7} = 4$$

$8x10^{-4}$ ==> $4x10^{-4}$ ==> $2x10^{-4}$ ==> $1x10^{-4}$ ==> $0.5x10^{-4}$

$m_{متبقية}$ = $0.5x10^{-4}$ mg

$m_{متحللة}$ = $8x10^{-4}$ - $0.5x10^{-4}$ = $7.5x10^{-4}$ mg

مثال $\frac{5}{130}$: عينة من عنصر مشع تحتوي علي 20 g أحسب الكتلة المتبقية بعد مرور زمن $6\ t_{1/2}$

20 ==> 10 ==> 5 ==> 2.5 ==> 1.25 ==> 0.625 ==> 0.3125

$t = 6\ t_{1/2}$
$n = 6$
$m_{متبقية} = ?$

$m_{متبقية} = 0.315\ g$
$m_{متحللة} = 20 - 0.315 = 19.6875\ g$

مثال $\frac{4}{130}$ الهامش : أحسب نصف العمر لعينة كانت كتلتها 1 mg و أصحبت $\frac{1}{4}\ gm$ بعد مرور ساعتين .

$t = 2\ hr$
$t_{1/2} = ?$
$m = 1\ mg$
$m_{متبقية} = \frac{1}{4}$

1 ==> $\frac{1}{2}$ ==> $\frac{1}{4}$

$n = 2$

$t = n\ t_{1/2}$
$2 = 2\ t_{1/2}$
$t_{1/2} = 1\ hr$

مثال $\frac{6}{130}$ الهامش : عينة من عنصر مشع تبقي $\frac{1}{32}$ منها بعد مرور 15 يوم , أوجد فترة عمر النصف .

1 ==> $\frac{1}{2}$ ==> $\frac{1}{4}$ ==> $\frac{1}{8}$ ==> $\frac{1}{16}$ ==> $\frac{1}{32}$

$t = 15\ day$
$t_{1/2} = ?$
$m_{متبقية} = \frac{1}{32}$

$n = 5$

$t = n\ t_{1/2}$
$15 = 5\ t_{1/2}$
$t_{1/2} = 3\ day$

مثال $\frac{6}{130}$: عينة من عنصر مشع تبقي $\frac{1}{8}$ منها بعد مرور 36 ساعة , أوجد فترة عمر النصف .

$1 \xrightarrow{} \frac{1}{2} \xrightarrow{} \frac{1}{4} \xrightarrow{} \frac{1}{8}$

$n = 3$

$t = 36\ hr$
$t_{1/2} = ?$
$m_{متبقية} = \frac{1}{8}$

$t = n\, t_{1/2}$
$36 = 3\, t_{1/2}$
$t_{1/2} = 12\ hr$

مثال $\frac{14}{143}$: عينة من عنصر مشع تبقي $\frac{1}{32}$ منها بعد مرور 20 ساعة , أوجد فترة عمر النصف .

$1 \xrightarrow{} \frac{1}{2} \xrightarrow{} \frac{1}{4} \xrightarrow{} \frac{1}{8} \xrightarrow{} \frac{1}{16} \xrightarrow{} \frac{1}{32}$

$n = 5$

$t = 20\ hr$
$t_{1/2} = ?$
$m_{متبقية} = \frac{1}{32}$

$t = n\, t_{1/2}$
$20 = 5\, t_{1/2}$
$t_{1/2} = 4\ hr$

تطبيقات على الانحلال الاشعاعي :

1- تحديد العمر :

نسبة الكربون $^{14}_{6}C$ الي $^{12}_{6}C$ في المخلوقات الحية يكون ثابت وعندما يموت المخلوق تختلف هذة النسبة , وبقياس نسب الانحلال نستطيع تحديد تاريخ الوفاة .
- فترة عمر النصف للكربون المشع حوالي $5.7x10^{3}$ سنة لذلك يستخدم لتحديد تاريخ وفاة المومياوات .

- اما في الأشياء غير الحية يستخدم نظائر اليورانيوم التي تتحول الي رصاص وكلما كان الجسم أطول عمرا كان نسبة الرصاص فيه أكبر , وباستخدام عمر النصف لليورانيوم و نسبة الرصاص يمكن تحديد تاريخ تكون العينة .
- فترة عمر النصف لليورانيوم المشع حوالي $4.5x10^{9}$ سنة لذلك يستخدم لتحديد التكوينات القديمة للغاية (الاثار) .

الوحدة الرابعة : الفيزياء الذرية و الفيزياء النووية

الفصل الثاني : نواة الذرة و النشاط الاشعاعي

الدرس 3 - 1 : الانشطار و الاندماج النووي

التفاعلات النووية :

التفاعلات التي تؤدي الي تغيير في أنوية العناصر .

- تنقسم التفاعلات النووية الي نوعان :

1- تفاعلات نووية انشطارية : حيث تنقسم النواة الي نواتين أو ثلاث أنوية أصغر

2- تفاعلات نووية اندماجية : حيث تتحد نواتين أو ثلاث انوية لتكون نواة جديدة

قوانين البقاء في التفاعلات و التحولات النووية :

تخضع التفاعلات النووية و التحولات الطبيعية و الاصطناعية للنواة الي قوانين بقاء تنظمها وهي كما يلي :

$$\underset{m_1}{{}^{A_1}_{Z_1}X} + \underset{m_2}{{}^{A_2}_{Z_2}Y} \longrightarrow \underset{m_3}{{}^{A_3}_{Z_3}B} + \underset{m_4}{{}^{A_4}_{Z_4}C} + E$$

1- قانون بقاء العدد الذري Z :

العدد الذري للنواة قبل الانحلال = مجموع الاعداد الذرية للأنوية الناتجة بعد الانحلال

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

2- قانون بقاء العدد الكتلي : A

العدد الكتلي للنواة قبل الانحلال = مجموع الاعداد الكتلية للانوية الناتجة بعد الانحلال

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

3- قانون بقاء الكتلة و الطاقة :

مجموع الكتل و الطاقات قبل الانحلال = مجوع الكتل والطاقات بعد الانحلال

$$(m_1 \times 931.5) + (m_2 \times 931.5) = (m_3 \times 931.5) + (m_4 \times 931.5) + E$$

$$E = (m_1 \times 931.5) + (m_2 \times 931.5) - (m_3 \times 931.5) - (m_4 \times 931.5)$$

- لا يطبق قانون بقاء الكتلة علي قوانين التفاعلات النووية لان جزء من كتل المتفاعلات يتحول الي طاقة مع النواتج, ولكن يطبق قانون حفظ الكتلة و الطاقة معا

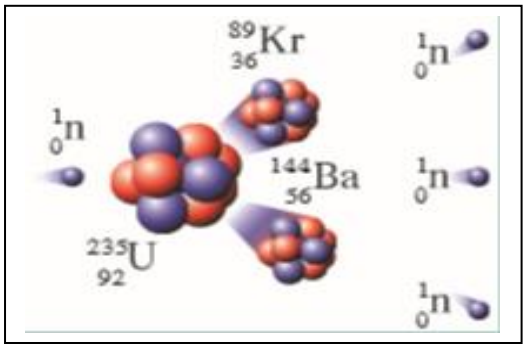
1- الانشطار النووي :

هو تفاعل نووي تنقسم فيه نواة ثقيلة غير مستقرة بعد قذفها بجسيم الي نواتين أو أكثر أخف وزنا و أكثر استقرارا و مترافقة مع اطلاق طاقة .

- حيث تقذف النواة بنيترون بطئ لتنشطر الي نواتين أو أكثر مع النواتج , وتكون دائما كتلة النواتج أقل من كتل المتفاعلات لان جزء من كتل المتفاعلات تتحول الي طاقة مع النواتج .

- من أمثلة التفاعلات النووية الانشطارية تفاعل انشطار اليورانيوم كما يلي :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{89}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$$



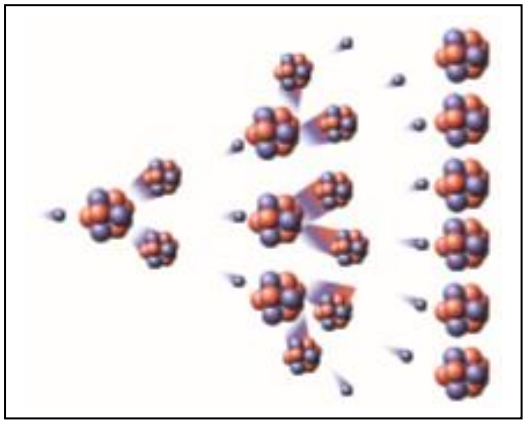
و تنطلق من هذا التفاعل طاقة هائلة تزيد عن 200 مليون الكترون فولت .

- يستخدم النيترون البطئ كقذيفة نووية لانه متعادل الشحنة و بالتالي لا يتأثر بالمجالات الكهربية ولا المغناطيسية .

- نلاحظ من معادلة التفاعل ظهور ثلاث نيترونات في النواتج , لكنها تكون سريعة نتيجة التفاعل و بالتالي عند تهدئة سرعتها فانها تصطدم بانوية يورانيم أخري محدثة تفاعل انشطاري جديد , وبالتالي يزداد عدد النيترونات و يزداد التفاعل و بالتالي يسمي هذا التفاعل بالتفاعل المتسلسل

التفاعل المتسلسل :

هو التفاعل الذي يؤدي انشطاره الي انشطار جديد , حيث تنتج عن كل انشطار جديد نيترونات يمكنها احداث المزيد من الانشطارات .



المفاعلات النووية :

يستخدم تفاعل انشطار اليورانيوم بنيترون بطئ في المفاعلات النووية التي تستخدم لانتاج طاقة , و يتم الاستفادة من التفاعل المتسلسل بعد السيطرة عليها

ـ تركيب المفاعل النووي :

1- يستخدم الجرافيت و الماء الثقيل D_2O لابطاء سرعة النيترونات و ذلك لضمان استمرار التفاعل المتسلسل , لان التفاعل يحتاج الي نيترون بطئ .
2- يستخدم قضبان الكادميوم في امتصاص النيترونات الناتجة من التفاعل و بالتالي تبطئ عملية الانشطار و يمكننا التحكم في معدل التفاعل , لابقاء التفاعل في معدل يمكن التحكم فيه .

مثال $\frac{1}{133}$: أحسب الطاقة الناتجة عن التفاعل النووي التالي , وما هي أشكال الطاقة التي تظهر عليها الطاقة المحررة من التفاعل , هل يحدث تفاعل متسلسل ؟

$$\underset{(235.044)}{{}^{235}_{92}U} + \underset{(1.00866)}{{}^{1}_{0}n} \longrightarrow \underset{(90.905)}{{}^{144}_{56}Zr} + \underset{(141.909)}{{}^{89}_{36}Ce} + 3\,\underset{(1.00866)}{{}^{1}_{0}n} + 6\,{}^{0}_{-1}e$$

$$\Delta m = 235.044 + 1.00866 - 90.905 - 141.909 - [\,3 \times 1.00866\,]$$
$$\Delta m = 0.21286\ u$$

$$E = \Delta m\ 931.5 = (0.21286)\ (931.5) = 198.11\ Mev$$

ب- الطاقة المتحررة تكون علي صورة طاقة حركية للجسيمات و اشعاع جاما

ج – يمكن حدوث تفاعل متسلسل بعد تهدئة النيترونات لان التفاعل ينتج ثلاث نيترونات

مثال $\frac{7}{136}$: أحسب الطاقة المحررة من التفاعل النووي التالي :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

(235.04392) (1.00866) (93.9154) (139.92164) (1.00866)

$\Delta m = 235.04392 + 1.00866 - 93.9154 - 139.92164 - [\ 2 \times 1.00866\ ]$

$\Delta m = 0.19822\ u$

$E = \Delta m\ 931.5 = (0.19822)\ (931.5) = 184.642\ Mev$

مثال $\frac{17}{143}$: في التفاعل النووي التالي أحسب :1- عدد النيترونات الناتجة
2- الطاقة المحررة من التفاعل 3- ماهي أشكال الطاقة
4- هل التفاعل متسلسل أم لا ؟

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{88}_{38}Sr + ^{136}_{54}Xe + X\,^{1}_{0}n$$

(235.043925) (1.00866) (87.905625) (135.90722) (1.00866)

أ -

$235 + 1 = 88 + 136 + [\ X\ (1)\ ]$

$X = 12$ ======> 12 نيترون

ب – طاقة اشعاعية و حركية (أشعة جاما)

ج-

$\Delta m = 235.043925 + 1.00866 - 87.905623 - 135.90722 - [\ 12 \times 1.00866\ ]$

$\Delta m = 0.137359\ u$

$E = \Delta m\ 931.5 = (0.137359)\ (931.5) = 127.95\ Mev$

مثال : في التفاعل النووي التالي

$$^{10}_{5}B \quad + \quad ^{1}_{0}n \quad \rightarrow \quad ^{7}_{3}Li \quad + \quad (\ X\ )$$

10.0129 **1.0087** **7.0160**

1 – (X) هي

10 + 1 = 7 + A	5 + zero = 3 + Z
A = 4	Z = 2

$$^{4}_{2}X$$

2 – إذا علمت أن كتلة (X) تساوي (4.0015 a.m.u) أحسب الطاقة الناتجة من التفاعل السابق

$\Delta m = 10.0129 + 1.0087 - 7.0160 - 4.0015$

$\Delta m = 4.1X10^{-3}$ u

$E = \Delta m\ 931.5 = (4.1X10^{-3})\ (931.5) = 3.81915$ Mev

3- متوسط طاقة الربط النووية للنواة B .

$\Delta m = [\ 5 \times 1.00727\ ] + [\ 5 \times 1.00866\ ] - 10.0129 = 0.06675$

$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{\Delta m\ 931.5}{A} = \frac{(0.06675)(931.5)}{10} = 6.2177625$ Mev

مثال : ينتج عنصر $^{17}_{8}O$ وبروتون نتيجة تفاعل نواة النيتروجين $^{14}_{7}N$ مع قذيفة نووية

اذا علمت ان كتلة $^{14}_{7}N$ = 14.0045 u , $^{17}_{8}O$ = 17.0045 u

وكتلة البروتون 1.0072 u وكتلة القذيفة = 4.0093 u

1- اكتب معادلة التفاعل

$$^{14}_{7}N \quad + \quad ^{A}_{Z}X \quad \longrightarrow \quad ^{17}_{8}O \quad + \quad ^{1}_{1}H$$

2- العدد الذري والعدد الكتلي للقذيفة

14 + A = 17 + 1	7 + Z = 8 + 1
A = 4	Z = 2

$$^{4}_{2}X$$

3- الطاقة الناتجه من التفاعل

$\Delta m = 14.0045 + 4.0093 - 17.0045 - 1.0072$

$\Delta m = 2.1X10^{-3}$ u

$E = \Delta m\ 931.5 = (2.1X10^{-3})\ (931.5) = 1.95615$ Mev

الاندماج النووي :

يحدث التفاعل الاندماجي عندما تتحد انوية صغيرة لتكون نواة أكبر , و تنطلق طاقة و جسيمات .

- عند الاندماج النووي فان العدد الكتلي للنواة يزداد , و يزداد بالتالي طاقة الربط النووية لكل نيترون , مما يعمل علي استقرار النواة الناتجة من التفاعل .

شروط حدوث التفاعل الاندماجي :

1- يجب أن تكون سرعة الانوية كبيرة جدا , وذلك للتغلب علي قوي التنافر الكهربائية بين الانوية .

2- رفع درجة حرارة الانوية الي ملايين الدرجات , لذلك يسمي عملية الاندماج النووي بالتفاعل النووي الحراري .

- من أمثلة عمليات الاندماج النووي , العمليات التي تحدث في النجوم .
- النجوم و الشمس درجة حرارتها تكون كبيرة جدا مما يؤدي الي دمج انوية الهيدروجين لتكون نواو هيليوم و طاقة هائلة .

- يعتقد العلماء بحدوث ثلاث تفاعلات نووية اندماجية متتالية داخل الشمس كما يلي

$$
\begin{aligned}
{}^{1}_{1}H + {}^{1}_{1}H &\longrightarrow {}^{2}_{1}H + {}^{0}_{+1}e + \nu \\
{}^{1}_{1}H + {}^{2}_{1}H &\longrightarrow {}^{3}_{2}He + \gamma \\
{}^{1}_{1}H + {}^{3}_{2}He &\longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{-1}e + \nu
\end{aligned}
$$

و يمكن جمع المعادلات الثلاث علي صورة معادلة واحدة كما يلي :

$$4\ {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{0}_{+1}e + 2\,\nu + \gamma$$

- من اهم تطبيقات التفاعلات الاندماجية القنبلة الاندماجية , والتي تبلغ طاقتها عدة أضعاف طاقة القنبلة الانشطارية , ولانها تحتاج الي طاقة ابتدائية عالية لدمج الانوية , فأن تفجيرها يحتاج الي قنبلة انشطارية لتوفير الطاقة الازمة و رفع درجة الحرارة لعملية الاندماج .
- حتي الان لا يمكن الاستفادة من طاقة الاندماج النووي نظرا الي صعوبة التحكم فيها و السيطرة علي الطاقة الناتجة منها .

مثال $\frac{2}{135}$: دمج نواتين من الديتوريوم بعد أكساب كلامنهما طاقة حركية تساوي 0.1 Mev بالمعادلة التالية , أحسب الطاقة الكلية الناتجة من التفاعل

K.E = 0.1 Mev
E = ?

$$\underset{(2.01402)}{{}^{2}_{1}H} + \underset{(2.01402)}{{}^{2}_{1}H} \longrightarrow \underset{(4.002603)}{{}^{4}_{2}He} + E$$

E = (2.01402 X 931.5) + (2.01402 X 931.5) + 0.1 + 0.1 – (4.002603 X 931.5)

E = 24.04733 Mev

مثال $\frac{8}{136}$: أكمل معادلة التفاعل النووي الاندماجي التالية , ثم أحسب الطاقة المحررة من التفاعل .

$$\underset{(2.01402)}{2\ {}^{2}_{1}H} \longrightarrow \underset{(4.002603)}{{}^{A}_{Z}He} + \underset{(1.0087)}{{}^{1}_{0}n}$$

2 + 2 = A + 1
A = 3

1 + 1 = Z + 0
Z = 2

$${}^{3}_{2}He$$

E = (2.0141 X 931.5) + (2.0141 X 931.5) – (4.002603 X 931.5) – (1.0087 X 931.5)

E = 3.07 Mev