

دفتر الفيزياء

الصف الثاني عشر - علمي



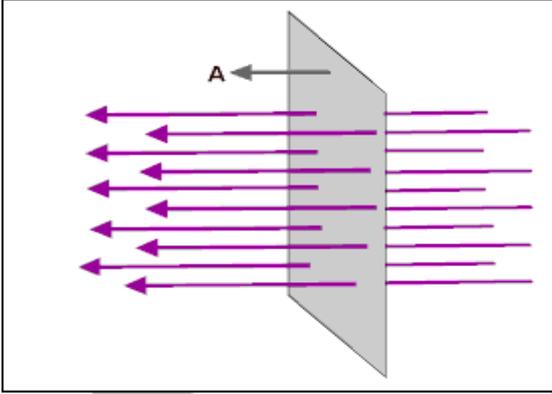
الفصل الدراسي الثاني

مكتبة
طفرة
مكتبة
الكويت

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسية الفصل الأول : الحث الكهرومغناطيسي

الدرس 1 - 1 : الحث الكهرومغناطيسي

التدفق المغناطيسي Φ



- عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحاً 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

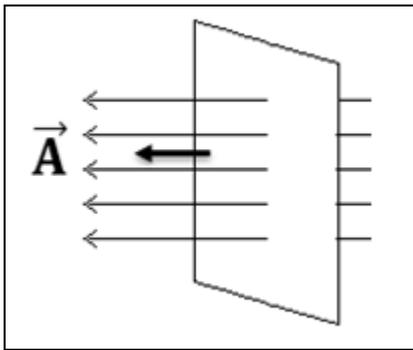
- يقاس التدفق المغناطيسي بوحة الويبر Wb وهي تكافئ $T.m^2$
- التدفق المغناطيسي كمية عددية بينما شدة المجال المغناطيسي كمية متجهة .
- زاوية سقوط المجال هي الزاوية بين الخط العمودي على الجسم و خطوط المجال المغناطيسي .

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 عمودي علي خطوط
المجال المغناطيسي

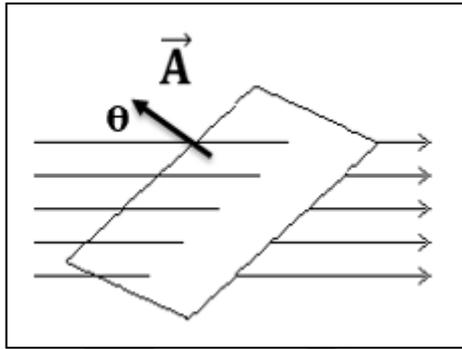


$$\theta = 0^{\circ}$$

$$\cos \theta = 1$$

$$\phi = B A$$

الجسم يميل علي المجال
بزاوية θ

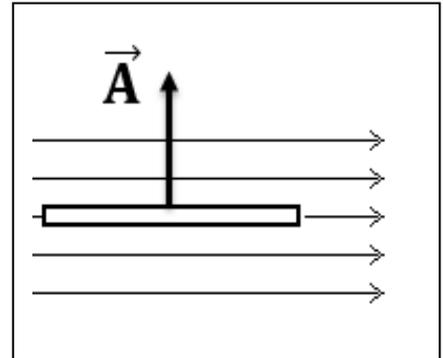


$$\theta$$

$$\cos \theta$$

$$\phi = B A \cos \theta$$

الجسم يوازي خطوط المجال
المغناطيسي



$$\theta = 90^{\circ}$$

$$\cos 90 = \text{zero}$$

$$\phi = \text{zero}$$

ملاحظات :

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

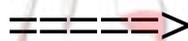
2- ينعدم قيمة التدفق المغناطيسي الذي يخترق الجسم عندما يكون الجسم موازي لخطوط المجال المغناطيسي لأن : $\cos 90 = 0$, $\theta = 90^{\circ}$

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° مع خط المجال المخترق للسطح

$$A = \pi R^2 = \pi (10 \times 10^{-2})^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

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

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

$$\Phi = 6.2 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$R = 10 \text{ cm}$$

$$B = 0.4 \text{ T}$$

$$\Phi = ?$$

$$\theta = 60^\circ$$

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

$$A = \pi R^2 = \pi (20 \times 10^{-2})^2 = 0.1256 \text{ m}^2$$

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

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

$$\Phi = - 0.031 \text{ wb}$$

$$R = 20 \text{ cm}$$

$$B = 0.5 \text{ T}$$

$$\theta = 120^\circ$$

$$\Phi = ?$$

مثال $\frac{1}{21}$ الهامش : ملف عدد لفاته 1000 لفة , مساحة مقطع كلا منها 15 cm^2 موضوع في مجال مغناطيسي عمودي علي مستوي اللفات , ومقدار شدته $0.4 \times 10^{-4} \text{ T}$ أحسب مقدار التدفق المغناطيسي

$$\Phi = N B A$$

$$\Phi = (1000) (0.4 \times 10^{-4}) (15 \times 10^{-4})$$

$$\Phi = 6 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

$$N = 1000$$

$$A = 15 \text{ cm}^2$$

$$B = 0.4 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$\Phi = ?$$

ملاحظة: من الممكن ان يعطي في المسألة زاوية ميل الجسم علي خطوط المجال θ'' , وتحسب زاوية سقوط المجال θ في هذه الحالة كما يلي:

$$\theta = 90 - \theta''$$

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

$$R = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ cm} = 0.5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$A = \pi R^2 = \pi (0.5 \times 10^{-2})^2 = 7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\theta = 90 - \theta'' = 90 - 60 = 30^\circ$$

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

$$\Phi = (1.5) (7.85 \times 10^{-5}) \cos (30)$$

$$\Phi = 1.02 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

$$2R = 1 \text{ cm}$$

$$B = 1.5 \text{ T}$$

$$\Phi = ?$$

$$\theta'' = 60^\circ$$

UULA.IO

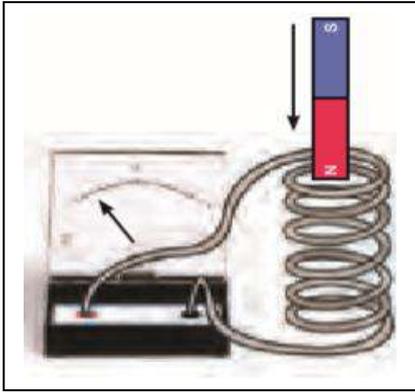
معلمة الكوئيت
صفوة الكوئيت

الحث الكهرومغناطيسي :

نشاط 1 :

الادوات : ملف – مغناطيس – جلفانومتر .

1- عند امرار المغناطيس داخل الملف الكهربى نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معين .

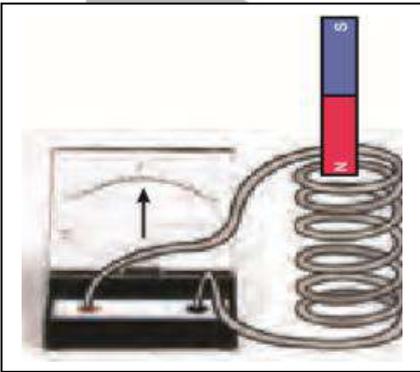


2- عند تثبيت المغناطيس وتحريك الملف نلاحظ ايضا انحراف مؤشر الجلفانومتر .

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

الاستنتاج :

1- في الحالة 1 , 2 يتولد قوة دافعة كهربية ينتج عنها تولد تيار كهربى حثى داخل الملف نتيجة حدوث تغير في التدفق المغناطيسى الذى يجتاز الملف . لذلك ينحرف مؤشر الجلفانومتر



2- بينما عند ثبات المغناطيس داخل الملف فإن التدفق المغناطيسى الذى يجتاز الملف يظل ثابت وبالتالي لا يتولد قوة دافعة كهربية داخل الملف ولا ينتج تيار كهربى , لذلك لا ينحرف مؤشر الجلفانومتر .

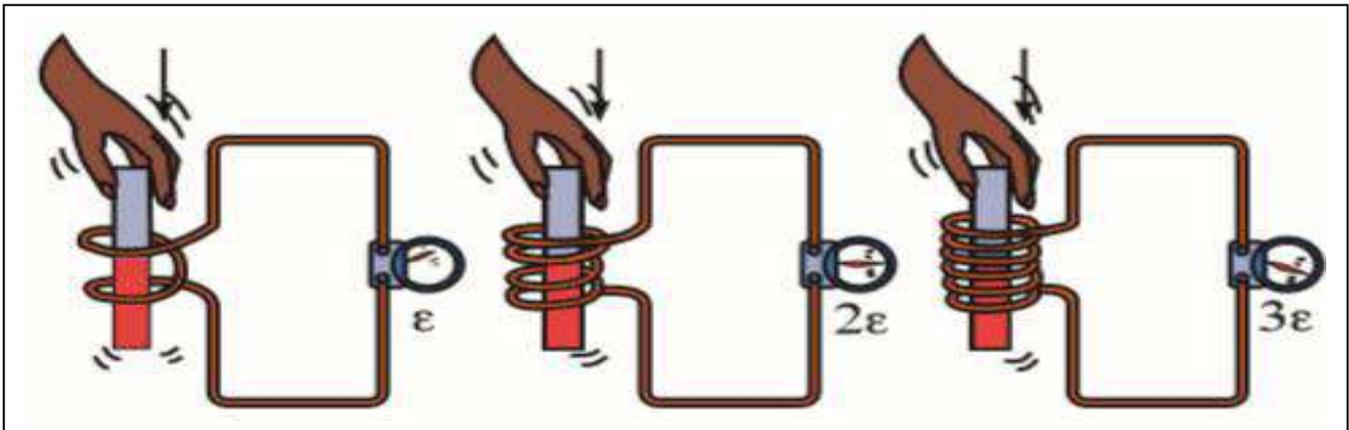
ملاحظات على التجربة :

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

2- يتوقف التيار الكهربى المار فى 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 كهربى حتى .
- 2- عند امرار نفس المغناطيس في ملف يحتوي علي اربع لفات (ضعف عدد لفات الملف الأول) يتولد ضعف القوة الدافعة الكهربائية 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 الكهربائية المتولدة في الملف الأول .

الاستنتاج :

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

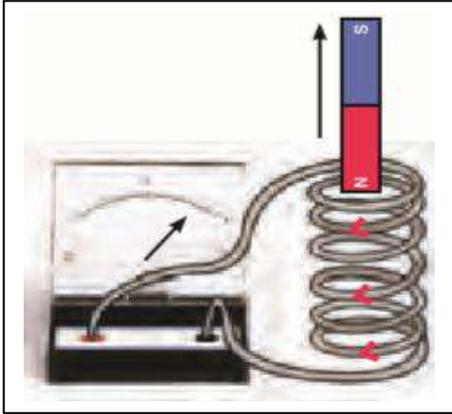
الحث الكهرومغناطيسى :

هو ظاهرة توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية في موصل نتيجة تغير التدفق المغناطيسى الذي يجتاز الموصل .

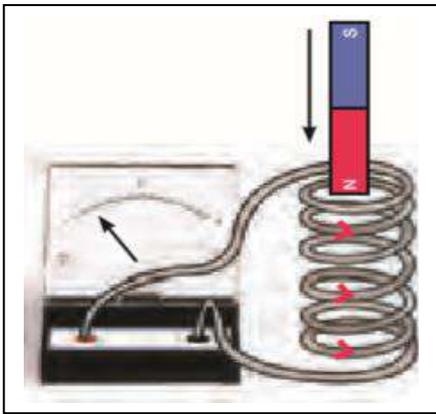
معلمة الكهربية
صفحة الكهربية

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 الاولى .

الاستنتاج :

يتغير اتجاه التيار الكهربائي المتولد في الملف نتيجة اختلاف اتجاه حركة المغناطيس.

WWW.A.10

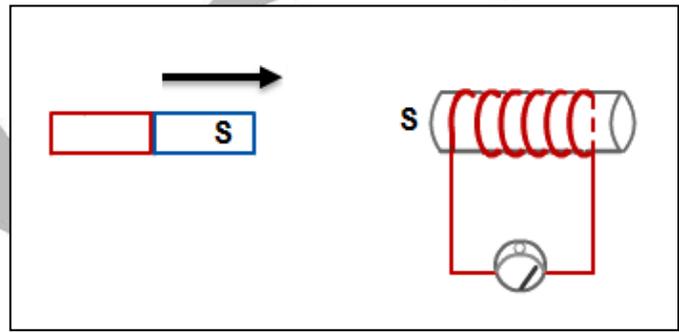
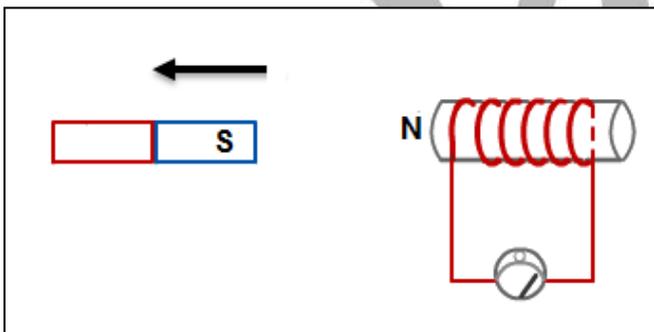
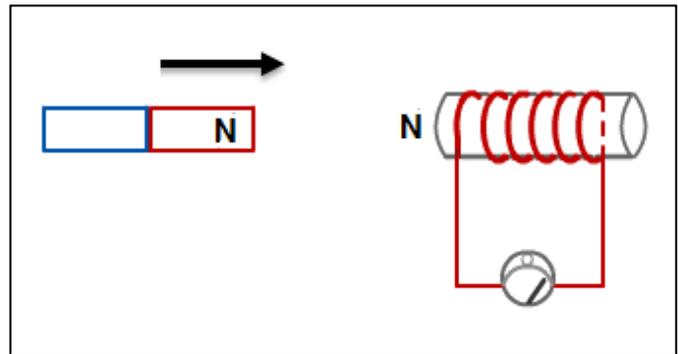
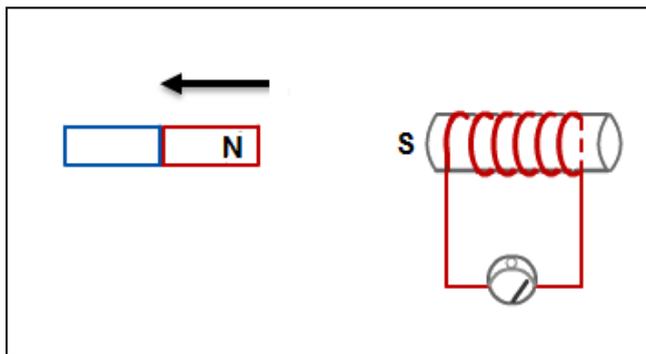
معلمة صفوة الكوثر

قاعدة لنز :

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

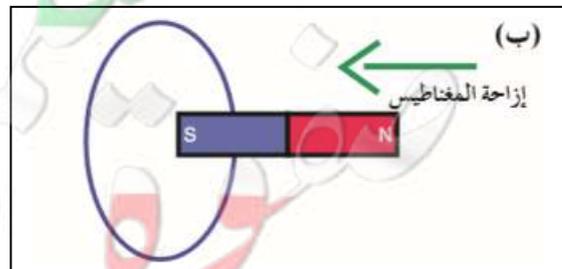
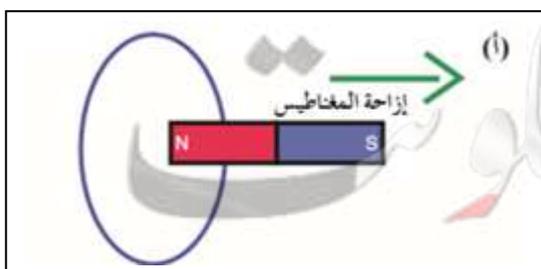
نشاط :

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 الكهربائي المتولد عكس اتجاه عقارب الساعة .
- 2- عندما يتولد عند الملف قطب جنوبي S يكون التيار الكهربائي المتولد مع اتجاه عقارب الساعة .

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



قانون فاراداي :

- مقدار القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف تتناسب طرديا مع ضرب عدد اللفات ومعدل التغيير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز هذه اللفات

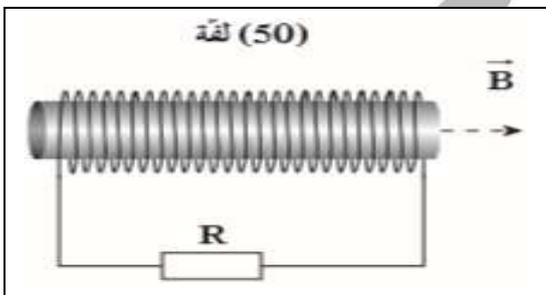
- القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصل تساوي سالب معدل التغيير في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن .

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

ε	القوة الدافعة الكهربائية	=====>	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
$\frac{d t}{N}$	عدد اللفات	=====>		ليس له وحدة

ملاحظة :

1- الإشارة السالبة في قانون فاراداي تشير الي ان القوة الدافعة الكهربائية 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 : أ- مقدار القوة الدافعة الحثية في الملف اذا تغير شدة المجال المغناطيسي بشكل منتظم من 0 T الي 0.55 T خلال 0.85 S .

$$\Phi_1 = B_1 A = \text{ZERO}$$

$$\Phi_2 = B_2 A = (0.55) (1.8) = 0.99 \text{ wb}$$

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

$$N = 50$$

$$A = 1.8 \text{ m}^2$$

$$B_1 = \text{ZERO}$$

$$B_2 = 0.55 \text{ T}$$

$$\varepsilon = ?$$

$$\Delta t = 0.85 \text{ s}$$

$$I = ?$$

$$R = 20 \Omega$$

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

$$\varepsilon = I R$$

$$-58.2 = I (20) \implies I = -2.91 \text{ A}$$

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 .

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

$$\Phi_2 = \text{zero}$$

$$\varepsilon = - N \frac{d\Phi}{dt} = - 500 \frac{\text{zero} - 1 \times 10^{-3}}{0.1} = 5 \text{ v}$$

$$B_1 = 0.1 \text{ T}$$

$$B_2 = \text{zero}$$

$$N = 500$$

$$\varepsilon = ?$$

$$A = 100 \text{ cm}^2$$

$$\Delta t = 0.1 \text{ s}$$

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 .

$$A = \pi R^2 = \pi (22 \times 10^{-2})^2 = 0.15 \text{ m}^2$$

$$\Phi_1 = B_1 A = (1) (0.15) = 0.15 \text{ wb}$$

$$\Phi_2 = \text{zero}$$

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

$$R = 22 \text{ cm}$$

$$B_1 = 1 \text{ T}$$

$$B_2 = \text{zero}$$

$$\Delta t = 0.25 \text{ s}$$

$$\varepsilon = ?$$

مثال : ملف مستطيل الشكل طوله 20 cm وعرضه 10 cm مكون من 100 لفة موضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم شدته $3 \times 10^{-4} \text{ T}$, فإذا قلب الملف خلال 0.1 s , أحسب :
1- معدل التغير في التدفق المغناطيسي في اللفة الواحدة .

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

$$\Phi_2 = -6 \times 10^{-6} \text{ wb}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{-6 \times 10^{-6} - 6 \times 10^{-6}}{0.1} = -1.2 \times 10^{-4} \text{ wb/s}$$

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

2- القوة المحركة الكهربائية التآثرية المتولدة في الملف .

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

$$\varepsilon = ?$$

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

$$\varepsilon = I R$$

$$1.2 \times 10^{-2} = I (20) \implies I = 0.12 \text{ A}$$

$$I = ?$$

$$R = 10 \Omega$$

مثال : وضع ملف مستطيل داخل مجال مغناطيسي كثافة تدفقه (شدة المجال المغناطيسي) 0.04T 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 المتولدة في الملف في الحالات التالية أ- إذا قلب الملف في 0.04 s .

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

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

$$\varepsilon = - N \frac{d\Phi}{dt} = - 200 \frac{-3.2 \times 10^{-5} - 3.2 \times 10^{-5}}{0.04} = 0.32 \text{ v}$$

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

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

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

$$\varepsilon = - N \frac{d\Phi}{dt} = - 200 \frac{6.4 \times 10^{-5} - 3.2 \times 10^{-5}}{0.2} = -0.032 \text{ v}$$

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

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

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

$$\varepsilon = - N \frac{d\Phi}{dt} = - 200 \frac{1.6 \times 10^{-5} - 3.2 \times 10^{-5}}{0.04} = 0.08 \text{ v}$$

د- إذا بعد الملف عن المجال في 0.1 s .

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

$$\Phi_2 = \text{zero}$$

$$\varepsilon = - N \frac{d\Phi}{dt} = - 200 \frac{\text{zero} - 3.2 \times 10^{-5}}{0.1} = 0.32 \text{ v}$$

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

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

$$A = \pi R^2 = \pi (10 \times 10^{-2})^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

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

$$\Phi_2 = B A \cos \theta = (0.2) (0.0314) \cos (90) = \text{zero}$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = \text{zero} - 6.2 \times 10^{-3} = - 6.2 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

2- أحسب القوة الدافعة الكهربائية الناتجة خلال 0.1 S

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{-6.2 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.062 \text{ v}$$

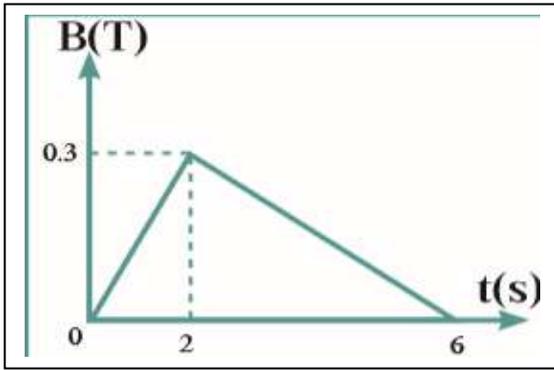
$$R = 10 \text{ cm}$$

$$B = 0.2 \text{ T}$$

$$\Delta\Phi = ?$$

$$\varepsilon = ?$$

$$\Delta t = 0.1 \text{ s}$$



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 الكهربائية في الملف في كل مرحلة

$$\begin{aligned} N &= 100 \\ A &= 200 \text{ cm}^2 \\ \varepsilon &=? \end{aligned}$$

$$1- t = 0 \text{ s} \implies t = 2 \text{ s}$$

$$\Delta t = 2 \text{ s}$$

$$\Phi_1 = B_1 A = (\text{zero}) (200 \times 10^{-4}) = \text{zero}$$

$$\Phi_2 = B_2 A = (0.3) (200 \times 10^{-4}) = 6 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -100 \frac{6 \times 10^{-3} - \text{zero}}{2} = -0.3 \text{ v}$$

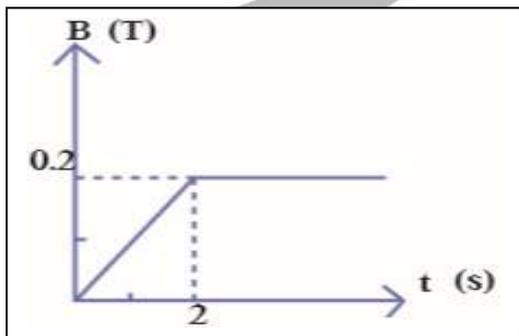
$$2- t = 2 \text{ s} \implies t = 6 \text{ s}$$

$$\Delta t = 6 - 2 = 4 \text{ s}$$

$$\Phi_1 = B_1 A = (0.3) (200 \times 10^{-4}) = 6 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$\Phi_2 = B_2 A = (\text{zero}) (200 \times 10^{-4}) = \text{zero}$$

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -100 \frac{\text{zero} - 6 \times 10^{-3}}{4} = 0.15 \text{ v}$$



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 الكهربائية في المرحلتين

$$\begin{aligned} N &= 100 \\ A &= 0.5 \text{ m}^2 \\ \varepsilon &=? \end{aligned}$$

$$t = 0 \text{ s} \implies t = 2 \text{ s} \implies \Delta t = 2 \text{ s}$$

$$\Phi_1 = B_1 A = (\text{zero}) (0.5) = \text{zero}$$

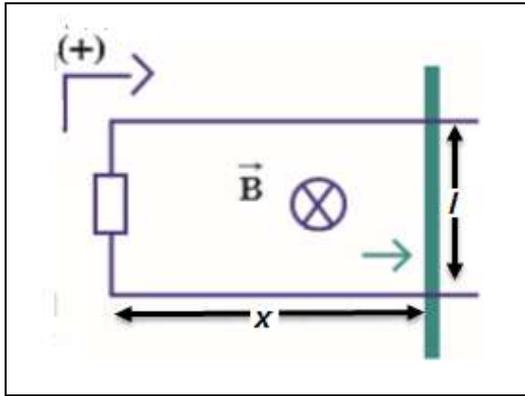
$$\Phi_2 = B_2 A = (0.2) (0.5) = 0.1 \text{ wb}$$

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

عند زمن أكبر من 2s

لا تتغير قيمة شدة المجال المغناطيسي . و بالتالي $\Delta\Phi = \text{zero}$ لذلك لا تتولد قوة محرقة كهربية و تكون $\varepsilon = \text{zero}$

القوة الدافعة الكهربائية 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 (\otimes) , 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 (\odot) معاكس لاتجاه المسبب طبقا لقاعدة لنز .

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

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

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

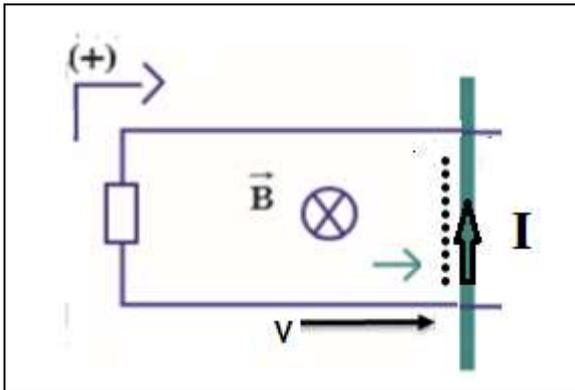
$$\frac{d A}{d t} = \frac{d l x}{d t} = l \frac{d x}{d t} = l v$$

$$\varepsilon = B l v$$

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

تحديد اتجاه التيار الكهربى فى الموصل المتحرك على سكة مغلقة :

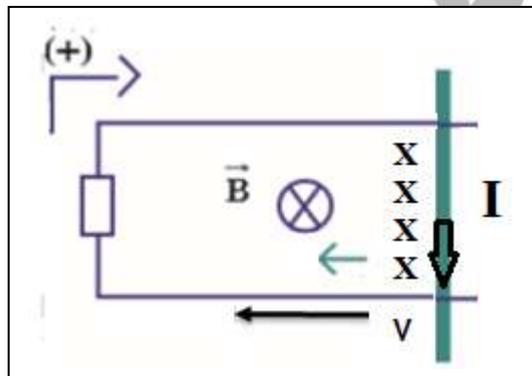
عند تحريك السلك مبتعدا عن الجهة المغلقة من السكة يسبب زيادة فى المساحة



المختركة من خطوط المجال المغناطيسى وبالتالي يحدث تغير فى التدفق المغناطيسى ويتولد قوة دافعة كهربية حثية يتولد عنها تيار حثى ينشأ عن هذا التيار الحثى مجال مغناطيسى عمودي للخارج (.) معاكس لاتجاه المسبب طبقا لقاعدة لنز و يكون اتجاه التيار الكهربى عكس اتجاه التيار الموجب الافتراضى .

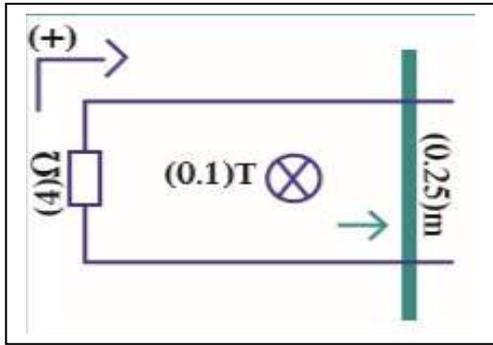
- عند حساب مقدار التيار الكهربى يوضع اشارة سالبة لتوضيح اتجاهه .

عند تحريك السلك مقتربا من الجهة المغلقة من السكة يسبب ذلك نقص فى



المساحة المختركة من خطوط المجال المغناطيسى وبالتالي يحدث تغير فى التدفق المغناطيسى ويتولد قوة دافعة كهربية حثية يتولد عنها تيار حثى ينشأ عن هذا التيار الحثى مجال مغناطيسى عمودي للداخل (X) معاكس لاتجاه المسبب طبقا لقاعدة لنز و يكون اتجاه التيار الكهربى مع اتجاه التيار الموجب الافتراضى

- عند حساب مقدار التيار الكهربى يوضع اشارة موجبة لتوضيح اتجاهه .



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

$$\varepsilon = B l v$$

$$\varepsilon = (0.1) (0.25) (2)$$

$$\varepsilon = 0.05 \text{ V}$$

$$\varepsilon = I R$$

$$0.05 = I (4) \implies I = -0.015 \text{ A}$$

$$l = 0.25 \text{ cm}$$

$$R = 4 \Omega$$

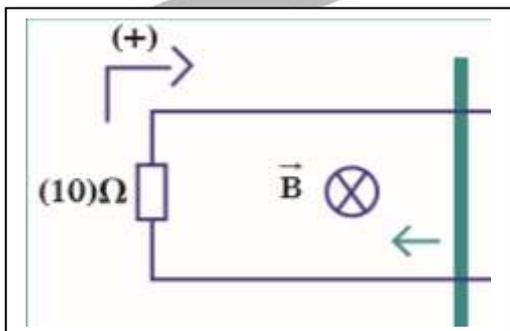
$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$\varepsilon = ?$$

$$I = ?$$

مثال $\frac{7}{23}$: يبين الشكل سلكا مستقيما طوله 0.8 m يتحرك علي سكة مغلقة بمقاومة ثابتة $R = 10\Omega$ 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 الكهربائية و شدة التيار الحثي و استخدم قاعدة لنز لتحديد اتجاه التيار .



$$\varepsilon = B l v$$

$$\varepsilon = (0.4) (0.8) (2)$$

$$\varepsilon = 0.64 \text{ V}$$

$$\varepsilon = I R$$

$$0.64 = I (10) \implies I = +0.064 \text{ A}$$

$$l = 0.8 \text{ cm}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$B = 0.4 \text{ T}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$\varepsilon = ?$$

$$I = ?$$

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسية

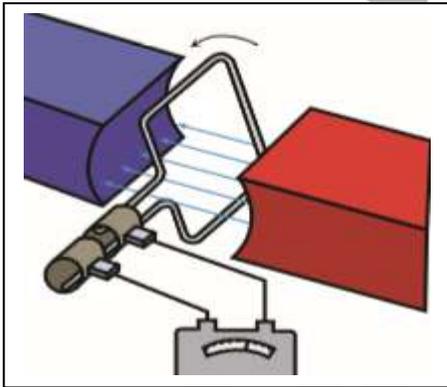
الفصل الأول : الحث الكهرومغناطيسي

الدرس 1 - 2 : المولدات و المحركات الكهربائية

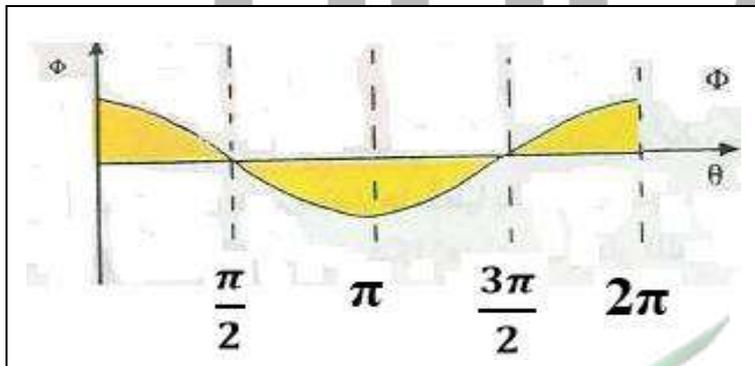
المولد الكهربائي :

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

- درسنا في السابق ان عملية ادخال احدي طرفي المغناطيس في ملف و أخرجه بحركة اهتزازية مستمرة يولد قوة دافعة كهربائية \mathcal{E} .
- وحيث أن الحركة بين المغناطيس و الملف نسبية بمعنى اننا لا يمكننا التمييز أيهما يتحرك بالنسبة للآخر . فإنه وجد عمليا أن من الأفضل تحريك الملف في المجال المغناطيسي الساكن بدلا من تحريك المغناطيس في الملف .

مبدأ عمل المولد الكهربائي :

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



- عندما يدور الملف في المجال المغناطيسي يحدث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف .
عندما يكون الملف عمودي علي الكجال المغناطيسي $\theta = \text{zero}$
يكون التدفق المغناطيسي أكبر قيمة
و عندما يدور الملف 90° ينعدم

التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف . وبالتالي يتولد في الملف طبقا لقانون فاراداي قوة دافعة كهربائية حثية تولد تيار كهربائي حثي في دائرة الحمل .
- وظيفة الحلقتان في المولد هي نقل التيار من الملف الي الفرشتان و تعمل الفرشتان علي نقل التيار الي دائرة الحمل .

- يمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية المتولدة و شدة التيار الحثي المتولد كما يلي :

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

$$\varepsilon = -N \frac{dBA \cos \theta}{dt}$$

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

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

$$\varepsilon = -NBA \omega (-\sin \theta)$$

$$\varepsilon = +NBA \omega \sin \theta$$

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

$$\varepsilon_{max} = NBA \omega$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{\theta}{t}$$

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

ومن قانون أوم :

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

بقسمة المعادلة على R

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

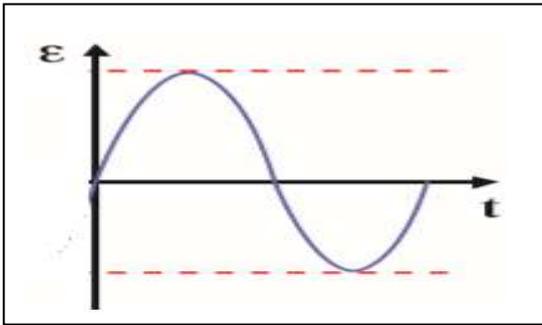
$$i = i_{max} \sin \theta$$

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

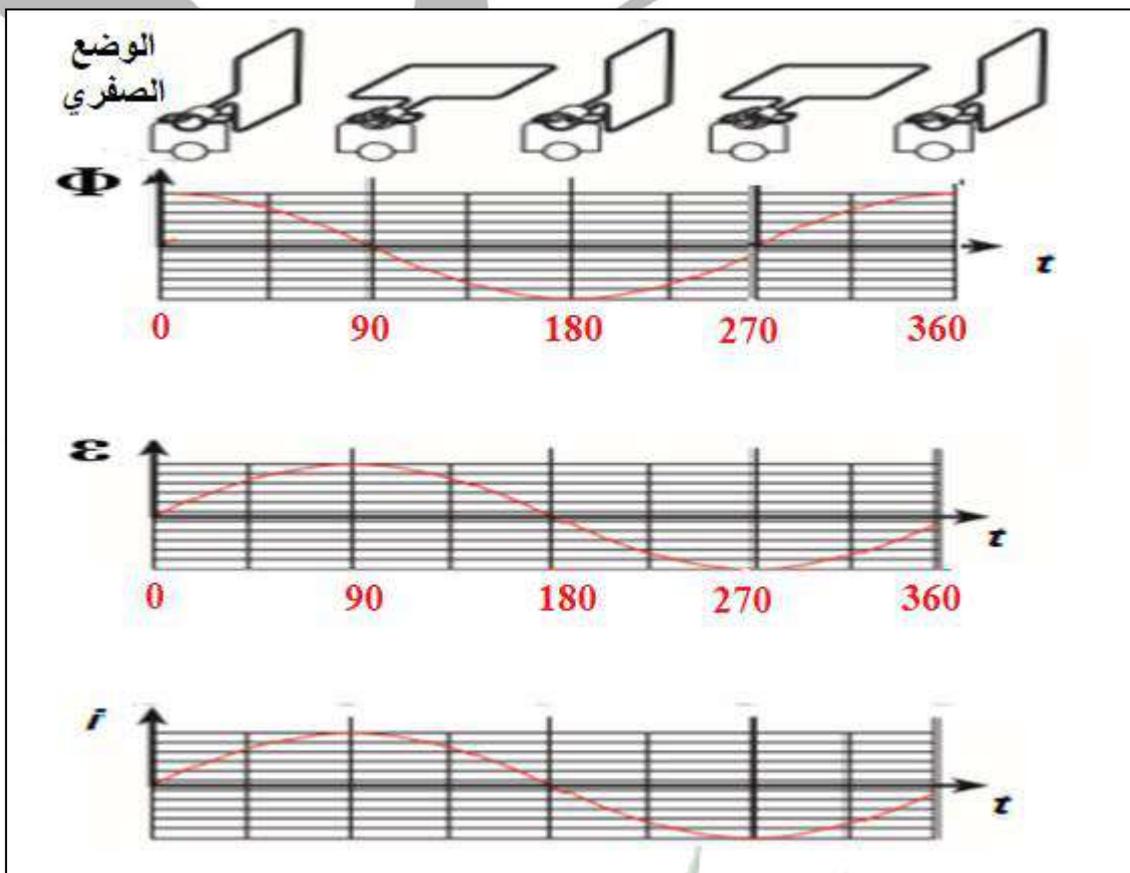
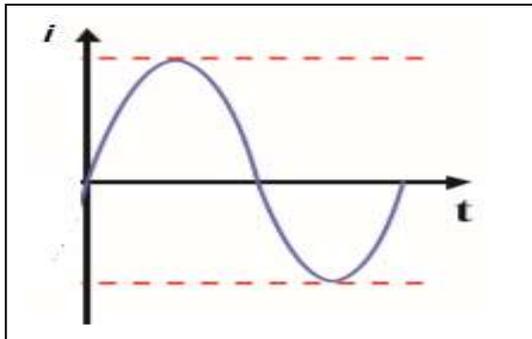
ε	القوة الدافعة الكهربائية اللحظية	====>	V	فولت
ε_{max}	القوة الدافعة الكهربائية العظمي	====>	V	فولت
i	شدة التيار الكهربائي اللحظي	====>	A	امبير
i_{max}	شدة التيار الكهربائي العظمي	====>	A	امبير
θ	زاوية دوران الملف	====>		درجة
ω	السرعة الزاوية لدوران الملف	====>	Rad/sec	راديان/ ثانية
t	الزمن	====>	sec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

ملاحظات:

1- من معادلة القوة الدافعة الكهربائية 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 أخرى وتكرر مع كل دورة ملف .



ملاحظة:

- 1- التيار المستمر هو تيار ثابت القيمة و الاتجاه وهو يختلف عن التيار المتردد متغير القيمة و الاتجاه
- 2- يعتبر المولد مصدر للتيار المتردد بينما تعتبر البطارية (الخلية الجلفانية) مصدر للتيار المستمر .

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

1 – القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية العظمى المتولدة في الملف .

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

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

$$\epsilon_{\max} = (100) (0.1) (200 \times 10^{-4}) (60) = 12 \text{ V}$$

$$A = 200 \text{ cm}^2$$

$$N = 100$$

$$f = \frac{30}{\pi} \text{ HZ}$$

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$\epsilon_{\max} = ?$$

2 – القوة الدافعة الكهربائية اللحظية عندما يميل الملف على خطوط المجال بزاوية (30°)

$$\epsilon = \epsilon_{\max} \sin (\theta)$$

$$\epsilon = 12 \sin (30)$$

$$\epsilon = 6 \text{ v}$$

$$\theta = 30$$

$$\epsilon = ?$$

3 – القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية التي يولدها الملف بعد مرور زمن 10 sec

$$\epsilon = \epsilon_{\max} \sin (\omega t)$$

$$\epsilon = 12 \sin (60 \times 10)$$

$$\epsilon = 0.53 \text{ v}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$\epsilon = ?$$

5- القوة الدافعة الكهربائية بعد مرور زمن يساوي ربع الزمن الدوري .

$$\epsilon = \epsilon_{\max} \sin (\omega t) = \epsilon_{\max} \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right)$$

$$\epsilon = \epsilon_{\max} \sin \left(\frac{2\pi}{T} \frac{T}{4} \right)$$

$$\epsilon = 12 \sin \left(\frac{\pi}{2} \right)$$

$$\epsilon = 12 \text{ v}$$

$$t = \frac{T}{4}$$

$$\epsilon = ?$$

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

$$\epsilon_{\max} = I_{\max} R$$

$$12 = I (2) \implies I = 6 \text{ A}$$

$$I = ?$$

$$R = 2 \Omega$$

- مثال $\frac{1}{26}$: مولد تيار متردد يتكون من ملف مصنوع من 20 لفة , مساحة كل لفة 0.01 m^2 و مقاومته $R = 10 \Omega$, موضوع ليدور بحركة دائرية منتظمة و بتردد 60 Hz داخل مجال مغناطيسي منتظم شدته 10 T .
 1- أحسب :
 -1 أحسب القيمة العظمي للقوة الدافعة الكهربائية المولدة في الملف .
 -2 أكتب صيغة رياضية للقوة المحركة الكهربائية في أي لحظة (بدلالة الزمن) .
 -3 أحسب القيمة العظمي لشدة التيار الحثي المتولد في الملف .
 -4 أكتب صيغة رياضية للتيار الحثي بدلالة الزمن .

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

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

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

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

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

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

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

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

$$N = 20$$

$$A = 0.01 \text{ m}^2$$

$$R = 10 \Omega$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$B = 10 \text{ T}$$

$$\varepsilon = ?$$

$$\varepsilon_{\max} = ?$$

$$I = ?$$

$$I_{\max} = ?$$

- 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 (من الوضع الصفري) .
 أحسب :
 -1 أحسب القيمة العظمي للقوة الدافعة الكهربائية المولدة في الملف .
 -2 أكتب صيغة رياضية للقوة المحركة الكهربائية في أي لحظة (بدلالة الزمن) .
 -3 أحسب القيمة العظمي لشدة التيار الحثي المتولد في الملف .
 -4 أكتب صيغة رياضية للتيار الحثي بدلالة الزمن .

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

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

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

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

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

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

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

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

$$N = 200$$

$$A = 0.001 \text{ m}^2$$

$$R = 10 \Omega$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$B = 5 \text{ T}$$

$$\varepsilon_{\max} = ?$$

$$\varepsilon = ?$$

$$I_{\max} = ?$$

$$I = ?$$

مثال $\frac{2}{27}$ الهامش : مولد تيار متردد يتكون من 40 لفة مساحة كل لفة $A=0.01 \text{ m}^2$ 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 الكهربائية في أي لحظة .

2- أكتب الصيغة الرياضية للتيار الحثي بدلالة الزمن

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

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

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

$$\epsilon = \epsilon_{\max} \sin(\omega t)$$

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

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

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

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

$$N = 40$$

$$A = 0.01 \text{ m}^2$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$B = 2 \text{ T}$$

$$\epsilon = ?$$

$$I = ?$$

$$R = 10 \Omega$$

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° مع متجه المساحة , أحسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن تدوير الملف لتصبح الزاوية بين المتجه العمودي للمستوي و اتجاه خطوط المجال 90° خلال 0.2 s .

$$\Phi_1 = B A \cos \theta_1 = (0.1) (0.04) \cos(60) = 2 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

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

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

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

$$N = 10$$

$$A = 0.04 \text{ m}^2$$

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$\theta_1 = 60^\circ$$

$$\epsilon = ?$$

$$\theta_2 = 90^\circ$$

$$\Delta t = 0.2 \text{ s}$$

القوة المغناطيسية المؤثرة علي شحنة متحركة : (قوة لورنتز)

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

- اذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي بزاوية θ

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

F	القوة المغناطيسية	====>	N	نيوتن
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

ملاحظات :

1- حالات القوة :

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

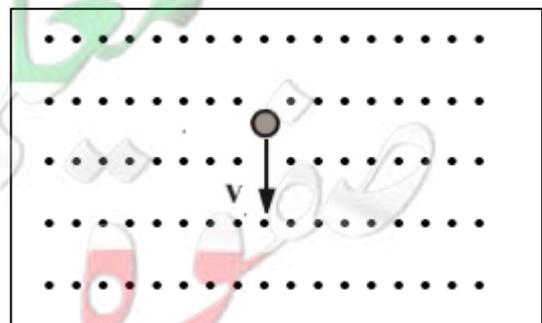
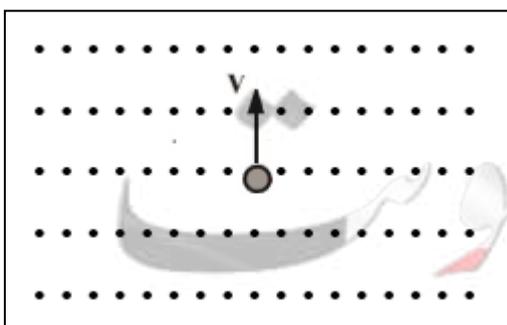
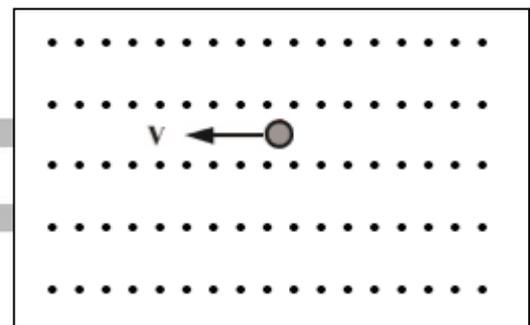
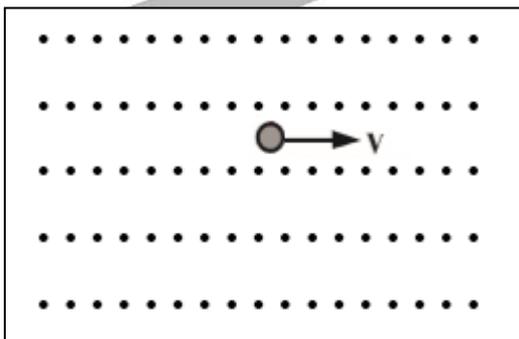
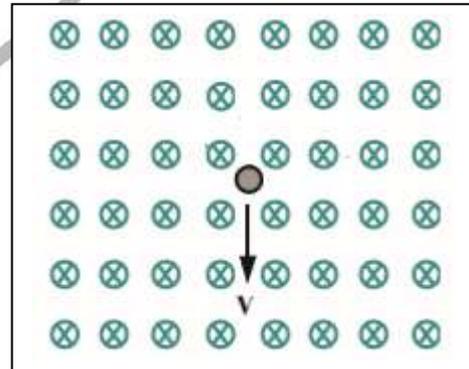
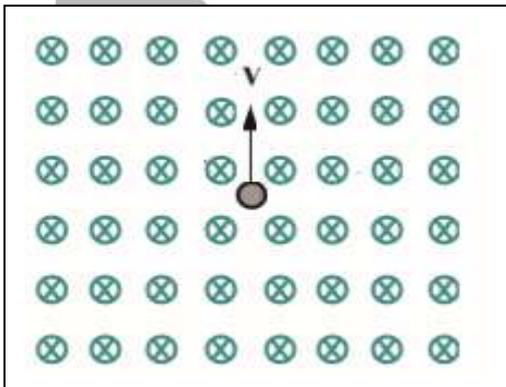
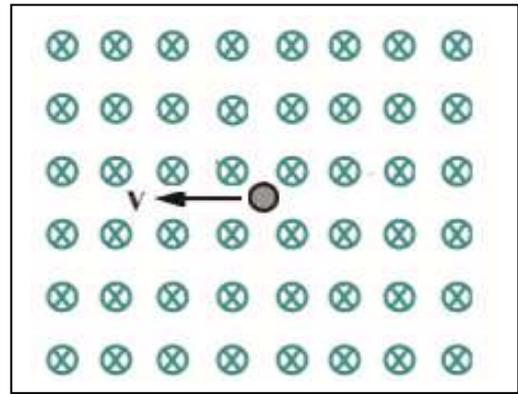
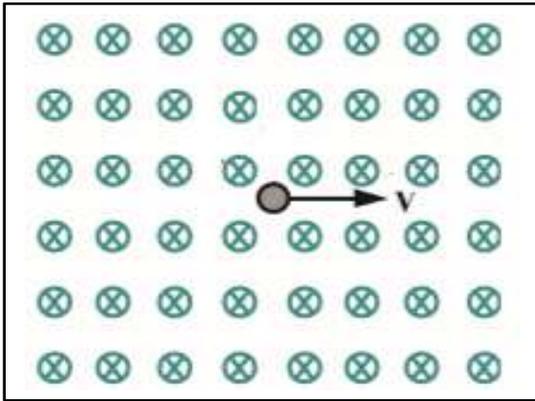
2- يحدد اتجاه القوة المغناطيسية بقاعدة اليد اليمنى .

3- من التطبيقات علي القوي المغناطيسية :

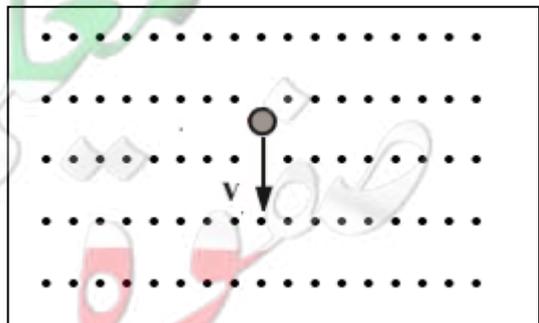
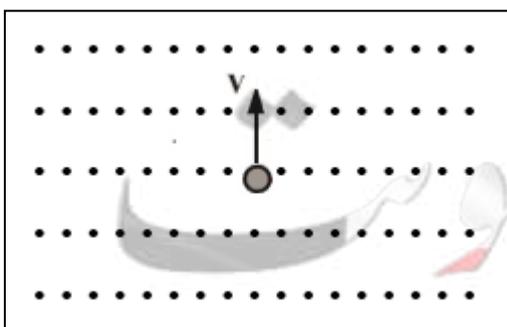
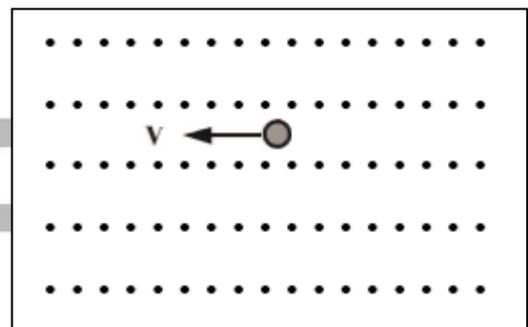
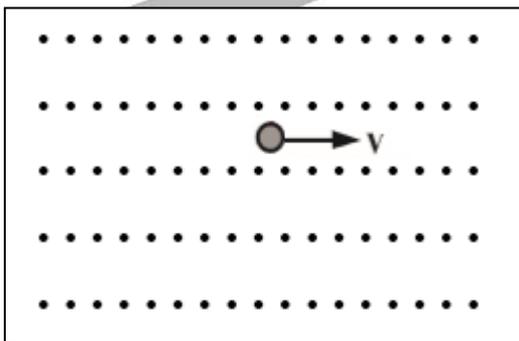
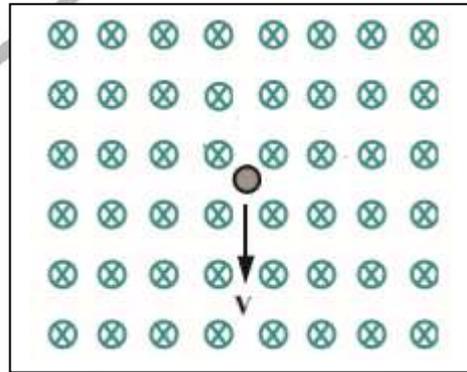
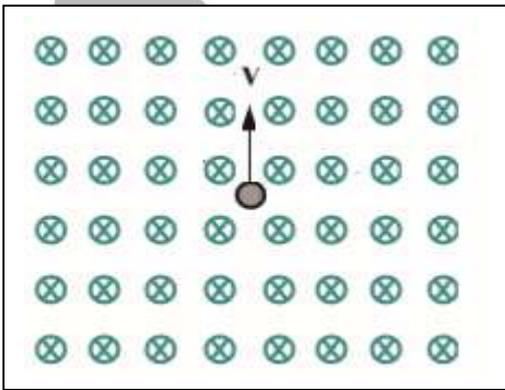
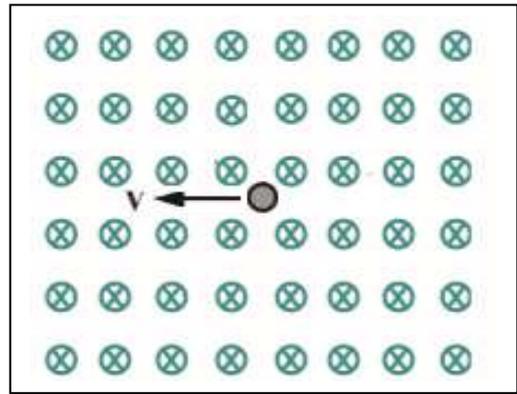
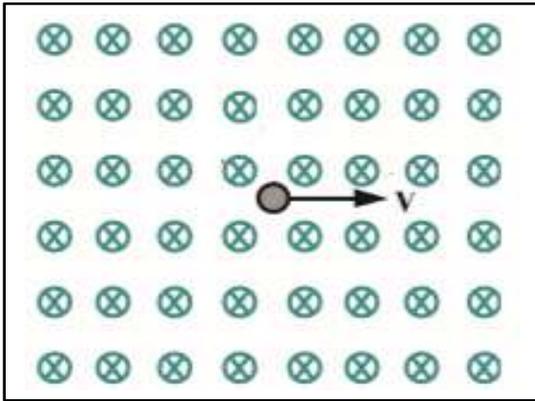
أ – توظيف خاصية انحراف الجسيمات المشحونة في المجالات المغناطيسية لنشر الألكترونات علي السطح الداخلي لشاشة التلفاز لتكوين الصور .

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

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



- 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 $2 \mu\text{C}$ و بسرعة منتظمة 200 m/s أحسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة .

$$F = q v B$$

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

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

$$B = 0.2 \text{ T}$$

$$q = 2 \mu\text{c}$$

$$v = 200 \text{ m/s}$$

$$F = ?$$

مثال $\frac{5}{32}$: أحسب القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي شدته 1 T عمودي علي الورقة , علي بروتون شحنته $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ يتحرك بسرعة $3 \times 10^7 \text{ m/s}$

$$F = q v B$$

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

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

$$B = 1 \text{ T}$$

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

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

$$F = ?$$

مثال $\frac{7}{63}$: أحسب القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي شدته 0.2 T عمودي علي الورقة , علي بروتون شحنته $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ يتحرك بسرعة $2 \times 10^7 \text{ m/s}$

$$F = q v B$$

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

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

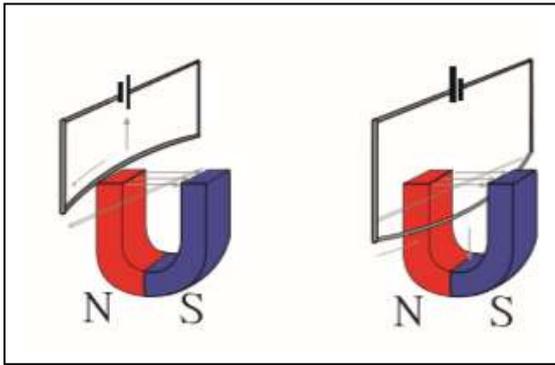
$$B = 0.2 \text{ T}$$

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

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

$$F = ?$$

القوى المغناطيسية المؤثرة علي الأسلاك الحاملة للتيار :



بما أن الجسم المشحون المتحرك في مجال مغناطيسي يتعرض لقوى حارفة , بالتالي فإن التيار الكهربائي المكون من شحنات كهربائية متحركة في اتجاه واحد في سلك سيتعرض أيضا لقوة حارفة .

يمكن حساب القوة المؤثرة علي السلك كما يلي :

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

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

ملاحظات :

1- حالات القوة

إذا كان السلك عمودي علي اتجاه المجال

$$\theta = 90^0$$

$$\sin 90 = 1$$

$$F = B I L$$

أكبر قيمة للقوة

إذا كان السلك يميل علي المجال بزاوية

$$\theta$$

$$\sin \theta$$

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

إذا كان السلك موازي لخطوط المجال

$$\theta = 0^0$$

$$\sin 0 = \text{zero}$$

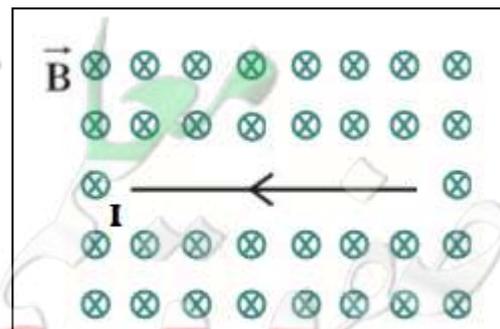
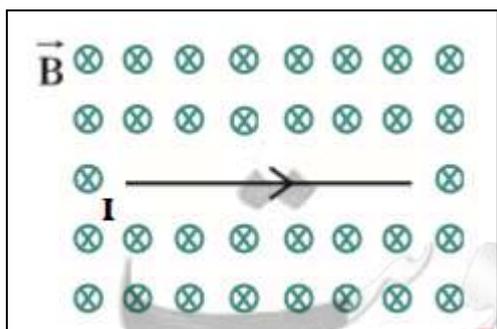
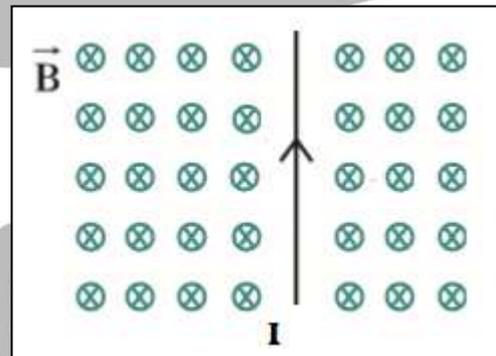
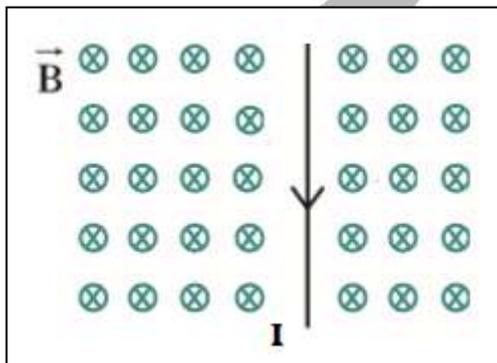
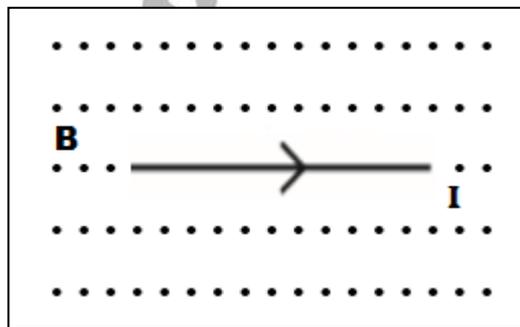
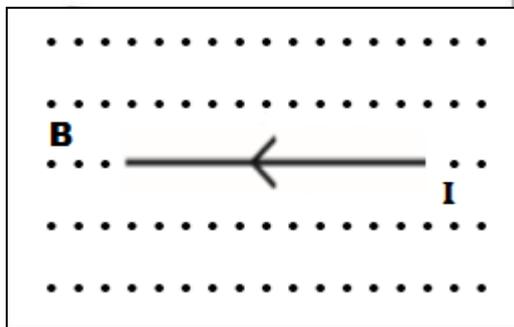
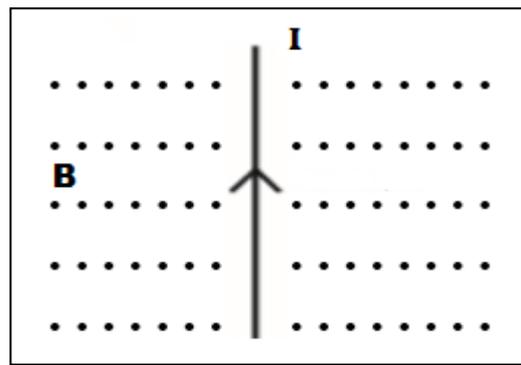
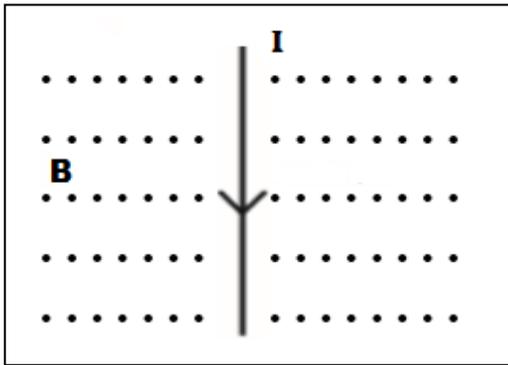
$$F = \text{zero}$$

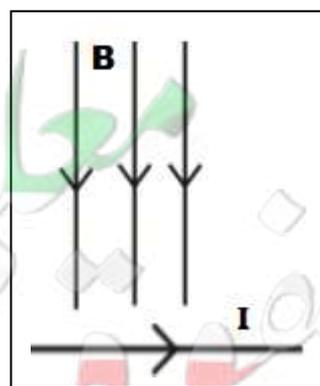
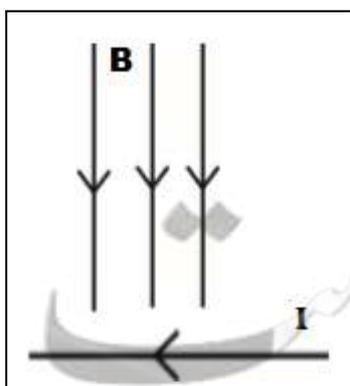
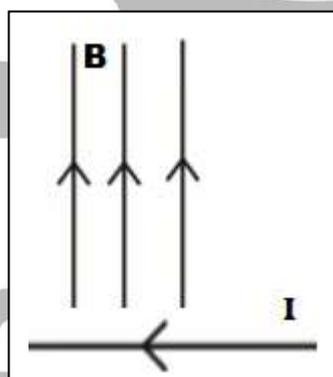
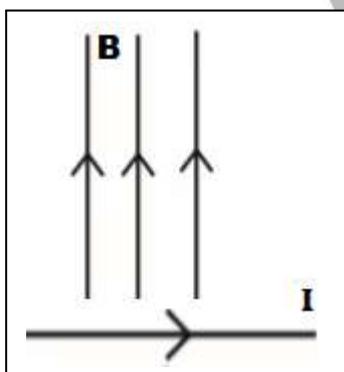
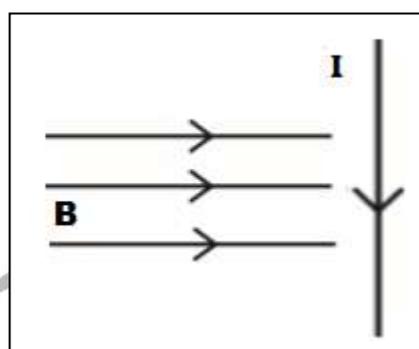
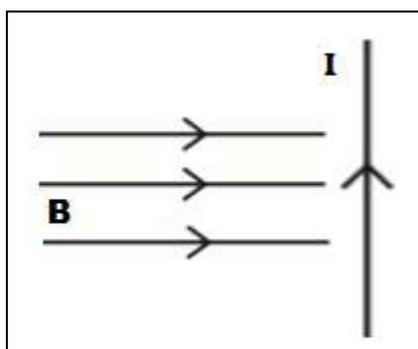
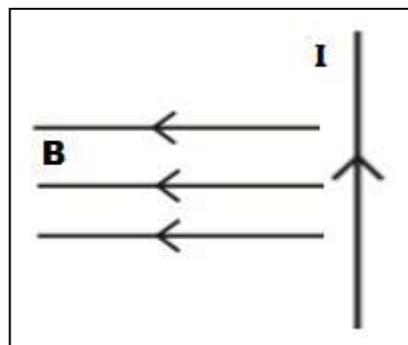
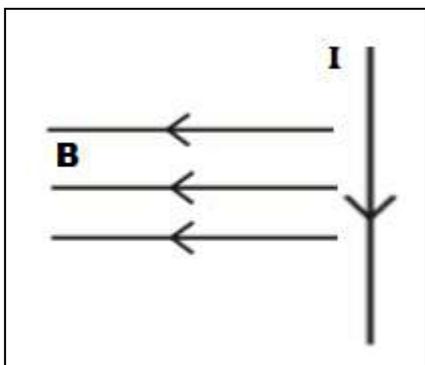
تتعدم قيمة القوة

2- القوة المغناطيسية يحدد اتجاهها بقاعدة اليد اليمنى .

3- تعتبر القوة المغناطيسية المؤثرة علي سلك يمر به تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي هي المبدأ الرئيسي في اكتشاف المحركات الكهربائية .

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

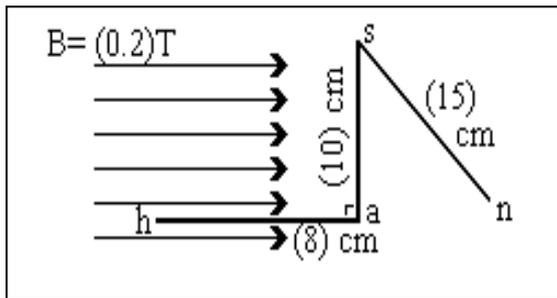




مثال : السلك (h a s n) الموضح بالشكل المقابل، يمر به تيار كهربائي مستمر شدته (3) أمبير، فإذا وُضع في مجال مغناطيسي منتظم شدته $T (0.2)$ ، فاحسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة

على :-

1 - الجزء (h a).



$$F = \text{zero}$$

لان السلك موازي لخطوط المجال

2 - الجزء (a s).

$$F = B I L$$

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

$$F = 0.06 \text{ N}$$

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

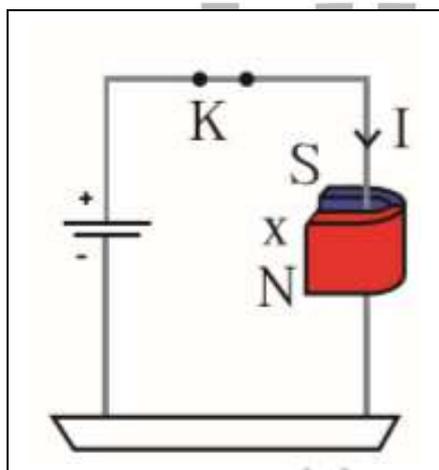
$$F = B I L \sin\theta$$

$$F = (0.2) (3) (15 \times 10^{-2}) \sin (60)$$

$$F = 0.07 \text{ N}$$

مثال $\frac{3}{30}$: سلك مستقيم طوله 20 cm موضوع في مجال

مغناطيسي شدته 0.2 T و يمر فيه تيار كهربائي شدته 0.5 A أحسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك علما أن السلك عمودي علي المجال .



$$L = 20 \text{ cm}$$

$$B = 0.2 \text{ T}$$

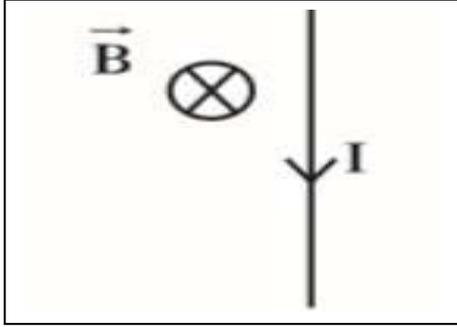
$$I = 0.5 \text{ A}$$

$$F = ?$$

$$F = B I L$$

$$F = (0.2) (0.5) (20 \times 10^{-2})$$

$$F = 0.02 \text{ N}$$



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

$$L = 25 \text{ cm}$$

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$I = 0.2 \text{ A}$$

$$F = ?$$

$$F = B I L$$

$$F = (0.2) (0.5) (20 \times 10^{-2})$$

$$F = 0.02 \text{ N}$$

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

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

$$F = (0.6) (1) (80 \times 10^{-2}) \sin (60)$$

$$F = 0.42 \text{ N}$$

$$L = 80 \text{ cm}$$

$$B = 0.6 \text{ T}$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$F = ?$$

مثال $\frac{1}{30}$ الهامش : سلك مستقيم طوله 1m يسري فيه تيار كهربى مقداره 5A وموضوع في مجال مغناطيسى خطوطه موازية لاتجاه سريان التيار , احسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك .

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

$$F = \text{zero}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$\theta = \text{zero}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$F = ?$$

مثال $\frac{2}{30}$ الهامش : سلك مستقيم طوله 50 cm موضوع في مجال مغناطيسى شدته 0.1 T و يسري فيه تيار كهربى مقداره 0.1 A احسب القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة على السلك , علما أن اتجاه المجال عمودى على اتجاه سريان التيار

$$F = B I L$$

$$F = (0.1) (0.1) (50 \times 10^{-2})$$

$$F = 50 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$L = 50 \text{ cm}$$

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$I = 0.1 \text{ A}$$

$$F = ?$$

$$\theta = 90^\circ$$

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

$$F = B I L$$

$$0.004 = (0.1) (I) (10 \times 10^{-2})$$

$$I = 0.4 \text{ A}$$

$$L = 10 \text{ cm}$$

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$I = ?$$

$$F = 0.004 \text{ N}$$

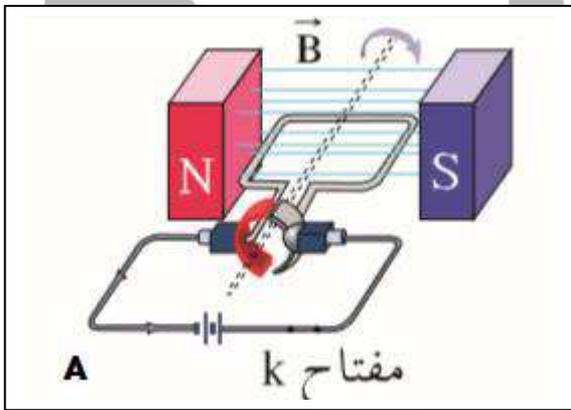
المحرك الكهربى :

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

تركيب المحرك الكهربى :

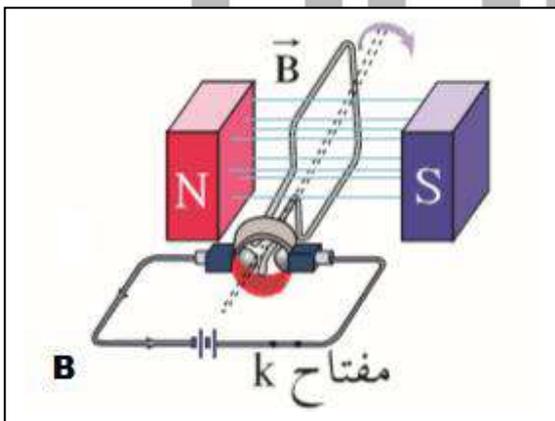
يتكون المحرك الكهربى من ملف مستطيل الشكل قابل للدوران حول محور موضوع في مجال مغناطيسي منتظم , يتصل طرفا الملف بنصفي حلقة معزولتين عن بعضهما البعض ويدوران مع الملف , ويلامسان فرشاتين من الكربون ثابتتين يتصلان بقطبي البطارية .

- عند اغلاق المفتاح K يمر في سلك الملف تيار كهربى و يتأثر السلك بقوة



مغناطيسية نتيجة وجوده في مجال مغناطيسي منتظم , وبحسب قاعدة اليد اليمنى عندما يكون مستوي الملف مواز لخطوط المجال المغناطيسي (شكل A) نلاحظ ان القوتين اللتين تعملان علي ضلعي الملف المتوازيان تشكلان عزم ازدواج و تجعلان الملف يدور .

- مع دوران الملف يقل العزم تدريجيا علي الملف حتي ينعدم عندما تصبح مستوي

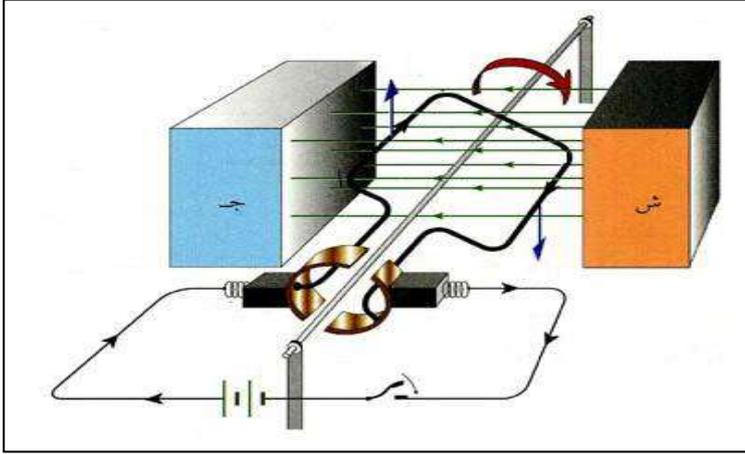


اللف عموديا علي خطوط المجال (شكل B) حيث ينعدم مرور التيار الكهربائي لعدم اتصال نصفي الحلقة بالفرشتين .

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

- 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 :



$$\begin{aligned}\tau &= F d \\ \tau &= B I L d \\ L d &= A \\ \tau &= B I A\end{aligned}$$

- واذا كان الملف له عدد من اللفات N :

$$\tau = N B I A$$

τ	عزم القوة	====>	N.m	نيوتين.متر
I	شدة التيار الكهربى	====>	A	امبير
B	شدة المجال المغناطيسى	====>	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° مع العمود المقام علي مستوي اللفات .

$$\tau = N B I A$$

$$\tau = (200) (0.1) (2 \times 10^{-3}) (4 \times 10^{-4})$$

$$\tau = 1.6 \times 10^{-6} \text{ N.m}$$

$$N = 200$$

$$A = 4 \text{ cm}^2$$

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$\tau = ?$$

$$I = 2 \text{ mA}$$

$$\theta = 90^\circ$$

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° مع العمود المقام من مستوي الملف .

$$A = L \times L = 25 \times 25 = 625 \text{ cm}^2$$

$$\tau = N B I A$$

$$\tau = (200) (0.1) (4 \times 10^{-3}) (625 \times 10^{-4})$$

$$\tau = 5 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

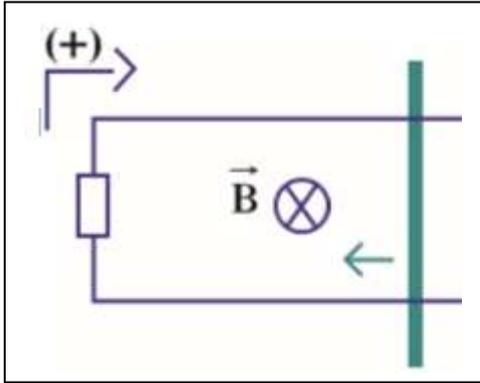
$$L = 25 \text{ cm}$$

$$N = 200$$

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$\tau = ?$$

$$I = 4 \text{ mA}$$



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 الكهربائية الحثية
 ب - شدة التيار الكهربائي الحثي
 ج - أستخدم قانون لنز لتبين اتجاه 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 الكهربائية المولدة من حركة السلك

(أ)

$$\varepsilon = B l v$$

$$\varepsilon = (0.6) (1) (4) = 2.4 \text{ V}$$

(ب)

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

$$L = 1 \text{ m}$$

$$R = 5 \Omega$$

$$B = 0.6 \text{ T}$$

$$V = 4 \text{ m/s}$$

$$\varepsilon = ?$$

$$I = ?$$

$$F = ?$$

$$P = ?$$

$$P = ?$$

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

د- الاتجاهين متطابقين

(هـ)

$$F = B I L = (0.6) (0.48) (1) = 0.288 \text{ N}$$

(و)

$$P = F V = (0.288) (4) = 1.152 \text{ watt}$$

(ز)

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

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسية الفصل الأول : الحث الكهرومغناطيسي

الدرس 1 - 3 : المحولات الكهربائية

الحث الذاتي :

نشاط 1

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

الاستنتاج :

إن التغير السريع للتدفق المغناطيسي عبر لفات الملف الكهربائي ، عند تشغيل الجهاز ، ولد قوة محرقة 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 محرقة 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 يببطئ 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 الكهربائية التأثيرية الذاتية :

- من الممكن استخدام قانون فاراداي لحساب القوة المحركة الكهربائية :

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

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

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

ε	القوة الدافعة الكهربائية	=====>	V	فولت
dI	التغير في شدة التيار الكهربى	=====>	A	أمبير
dt	الزمن	=====>	sec	ثانية
$\frac{dI}{dt}$	المعدل الزمني للتغير في شدة التيار الكهربى	=====>	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 .
- 2- معامل الحث الذاتي يختلف من ملف الي آخر بل من الممكن أن يختلف معامل الحث الذاتي للملف الواحد باختلاف نوع مادة الوسط داخل الملف .
- 3- عند وضع قلب حديدي في الملف فإن معامل الحث الذاتي للملف يزداد بشكل كبير جدا .
- 4- معامل الحث الذاتي للملف دائما قيمة موجبة لأن القوة المحركة الكهربائية التأثيرية الذاتية عكسية تقاوم التغير في شدة التيار (طبقا لقاعدة لنز)

الهنري H :

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

مثال : ملف لولبي معامل حثه الذاتي 0.1 H تغيرت شدة التيار الماره فيه من 2A الي 3 A خلال 0.2 S احسب 1- القوة المحركة الكهربائية المتولدة في الملف خلال التغير في شدة التيار

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

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

$$L = 0.1 H$$

$$I_1 = 2 A$$

$$I_2 = 3 A$$

$$\Delta t = 0.2 s$$

$$\varepsilon = ?$$

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

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

$$-0.5 = -200 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ wb/s}$$

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

مثال : ملف لولبي يتكون من 400 لفة اذا علمت ان معامل الحث الذاتي للملف 8 ملي هنري ومعدل التغير في شدة التيار بالملف 3 A/S احسب مقدار القوة المحركة الكهربائية المتولدة في الملف

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

$$\varepsilon = -(8 \times 10^{-3}) (3) = -24 \times 10^{-3} V$$

$$N = 400$$

$$L = 8 \times 10^{-3} H$$

$$\frac{dI}{dt} = 3 A/S$$

$$\varepsilon = ?$$

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

1- مقدار القوة المحركة الكهربائية المتولدة في الملف اذا عكس التيار الكهربى اتجاهه خلال 0.2 S

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -600 \frac{-200 \times 10^{-6} - 200 \times 10^{-6}}{0.2}$$

$$\varepsilon = 1.2 \text{ v}$$

$$N = 600$$

$$I_1 = 2.5 \text{ A}$$

$$\Phi_1 = 200 \times 10^{-6} \text{ wb}$$

$$I_2 = -2.5 \text{ A}$$

$$\Phi_2 = -200 \times 10^{-6} \text{ wb}$$

$$\Delta t = 0.2 \text{ s}$$

2- معامل الحث الذاتي للملف

$$L = ?$$

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

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

$$L = 0.048 \text{ H}$$

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

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

$$\varepsilon = -200 \frac{\text{zero} - 2.5 \times 10^{-4}}{0.2} = 0.25 \text{ V}$$

$$N = 200$$

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$\Phi_1 = 2.5 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$I_2 = \text{zero}$$

$$\Phi_2 = \text{zero}$$

$$\Delta t = 0.2 \text{ s}$$

2- معامل الحث الذاتي للملف .

$$L = ?$$

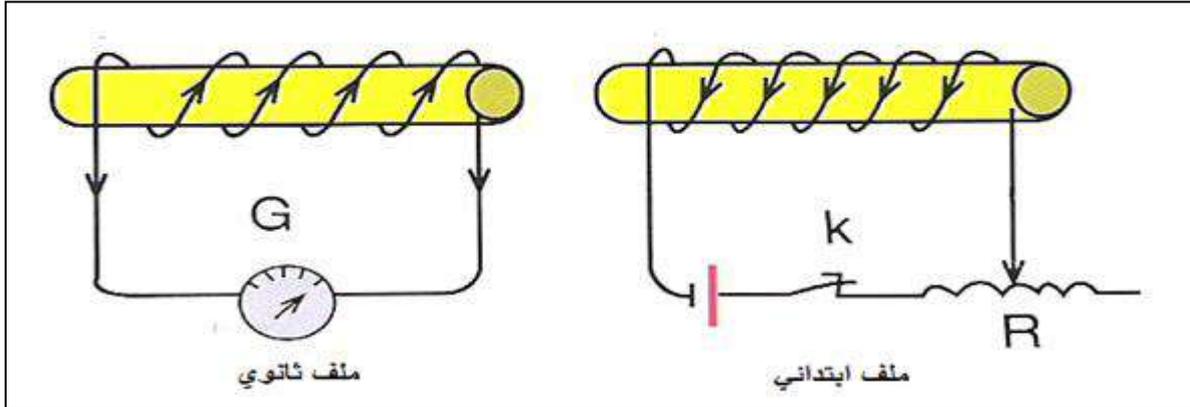
$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

$$0.25 = -L \frac{0 - 2}{0.2}$$

$$L = 0.025 \text{ H}$$

الحث المتبادل

نشاط :



- 1- أحضر ملفين حلزونيين ، صل الأول بمصدر كهربائي ومفتاح ومقاومة متغيرة (ريوستات) ويسمى ملف ابتدائي ، وصل الآخر بجلفانومتر ويسمى 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 .

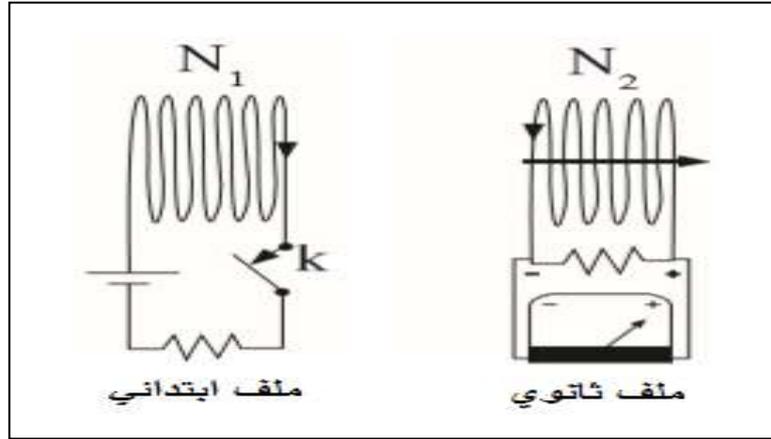
الاستنتاج :

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

الحث المتبادل :

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

حساب القوة المحركة الكهربائية المتولدة في الملف الثانوي :



بالنسبة للملف الابتدائي :

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

$$\varepsilon_1 = - L_1 \left(\frac{dI}{dt} \right)_1$$

بالنسبة للملف الثانوي :

التدفق المتولد في الملف الابتدائي يخترق بالكامل الملف الثانوي لذلك :

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

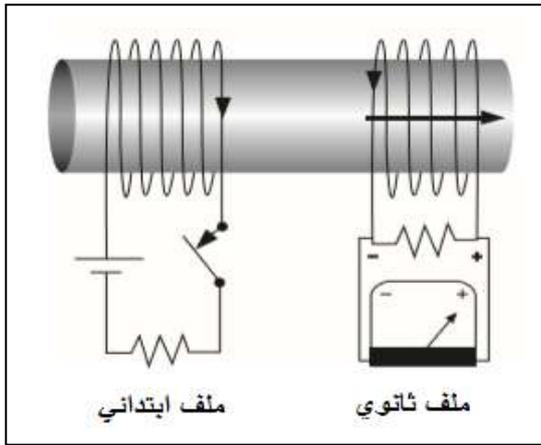
$$\varepsilon_2 = - N_2 \left(\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)_2$$

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{dI}{dt} \right)_1$$

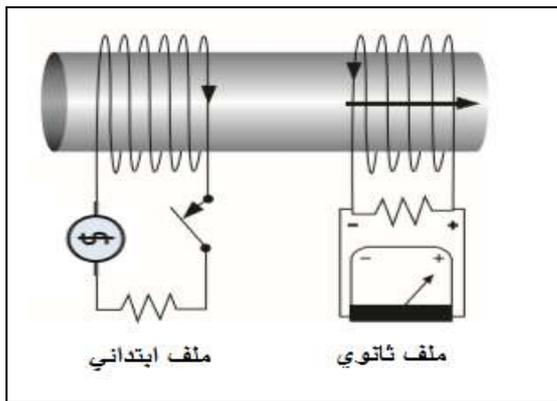
M معامل الحث المتبادل بين الملفين =====> H هنري

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 الابتدائي و الثانوي كما بالشكل , يجعل شدة المجال المغناطيسي داخل الملف الابتدائي أكبر نتيجة الحقل 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 أغلقه .

نشاط 3 :

استخدام مصدر للتيار المتردد في الملف الابتدائي يؤدي الي حدوث تغير في مقدار و اتجاه شدة التيار الكهربائي في الملف الابتدائي بدلا من فتح مفتاح الدائرة و غلقه , وبالتالي يؤدي الي احداث تغير في شدة المجال

المغناطيسي في الملف الابتدائي , و يكون معدل التغير في شدة المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي مساويا لتردد التيار المتردد , مما يسبب تولد قوة محرقة كهربية في الملف الثانوي بصورة مستمرة بدلا من لحظة الاغلاق و الفتح لمفتاح الدائرة الابتدائية .

مثال $\frac{1}{36}$: أحسب القوة الدافعة الكهربائية 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 .

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{dI_1}{dt} \right)$$

$$\varepsilon_2 = - 2 \left(\frac{0 - 20}{0.04} \right)$$

$$\varepsilon_2 = 1000 \text{ v}$$

$$I_1 = 20 \text{ A}$$

$$I_2 = \text{zero}$$

$$\Delta t = 0.040 \text{ s}$$

$$M = 2 \text{ H}$$

$$\varepsilon_2 = ?$$

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 .

$$\begin{aligned}\epsilon_2 &= - M \left(\frac{dI}{dt} \right)_1 \\ \epsilon_2 &= - 1.4 \left(\frac{15-5}{0.05} \right) \\ \epsilon_2 &= -280 \text{ v}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\epsilon &= ? \\ I_1 &= 5 \text{ A} \\ I_2 &= 15 \text{ A} \\ \Delta t &= 0.05 \text{ s} \\ M &= 1.4 \text{ H}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\epsilon_2 &= - M \left(\frac{dI}{dt} \right)_1 \\ 10 \times 1000 &= - 4 \left(\frac{\text{zero}-10}{\Delta t} \right) \\ \Delta t &= 4 \times 10^{-3} \text{ s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I_1 &= 10 \text{ A} \\ I_2 &= \text{zero} \\ \epsilon &= 10 \text{ Kv} \\ M &= 4 \text{ H} \\ \Delta t &= ?\end{aligned}$$

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 الكهربائي في الملف الابتدائي من 10 A الي 20 A خلال 0.025 s .

$$\begin{aligned}\epsilon_2 &= - M \left(\frac{dI}{dt} \right)_1 \\ -500 &= - M \left(\frac{20-10}{0.025} \right) \\ M &= 1.25 \text{ H}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M &= ? \\ \epsilon &= -500 \text{ V} \\ I_1 &= 10 \text{ A} \\ I_2 &= 20 \text{ A} \\ \Delta t &= 0.025 \text{ s}\end{aligned}$$

مثال : ملفان معامل الحث الذاتي للأول $H(0.1)$ 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 الكهربائية المتولدة بالملف الأول إذا انعدم التيار خلال $s(0.1)$

$$\varepsilon_1 = -L_1 \left(\frac{dI}{dt} \right)_1$$

$$\varepsilon_1 = -0.1 \left(\frac{0-10}{0.1} \right)$$

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

2 - معدل التغير في 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 الكهربائية 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 .

$$\varepsilon_2 = -M \left(\frac{dI}{dt} \right)_1$$

$$15 = -M \left(\frac{0-10}{0.1} \right)_1$$

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

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 فإذا عكس التيار بالأول خلال (0.05) ثانية أوجد :

1 – القوة المحركة التأثيرية المتولدة بالأول .

$$\varepsilon_1 = - L_1 \left(\frac{dI}{dt} \right)_1$$

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

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

2 – المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي في الملف الثاني .

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

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

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

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

3 – القوة المحركة التأثيرية المتولدة بالمف الثاني بسبب عكس اتجاه التيار .

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

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

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

3- معامل الحث المتبادل بين الملفين .

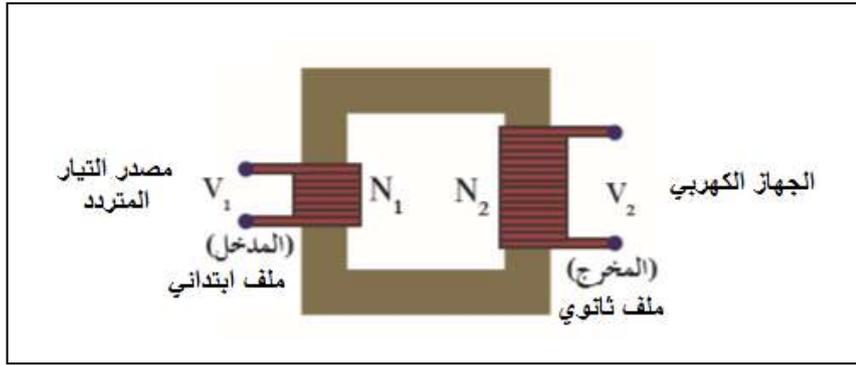
$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{dI}{dt} \right)_1$$

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

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

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 الكهربى 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 محرقة كهربية في الملف

تركيب المحول الكهربائي :

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

طريقة عمل المحول الكهربائي :

التيار المتردد في الملف الابتدائي 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 الكهربائية بقيمة فرق الجهد الكهربى

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

ملاحظات :

1- ينقسم المحول الي نوعان اساسيان :

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

المحول المثالي :

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

$$P_1 = P_2$$

$$I_1 V_1 = I_2 V_2$$

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

وبالتالي :

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

ملاحظات :

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

2- نلاحظ أن العلاقة عكسية في المحول الكهربائي 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 .

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 .

$$N_2 > N_1$$

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

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

$$V_2 = 100 \text{ V}$$

المحول رافع للجهد , خافض للتيار

$$N_1 = 50$$

$$N_2 = 500$$

$$V_1 = 10 \text{ V}$$

$$V_2 = ?$$

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 .

$$N_2 > N_1$$

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

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

$$V_2 = 2000 \text{ V}$$

المحول رافع للجهد , خافض للتيار

$$N_1 = 100$$

$$N_2 = 2000$$

$$V_1 = 100 \text{ V}$$

$$V_2 = ?$$

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 الكهربائي في ملفه الثانوي علما ان الجهد علي ملفه الثانوي يساوي 200 V .
 ب- القدرة الكهربائية علي الملف الثانوي .
 ج- مقدار التيار الكهربائي في ملفه الابتدائي

$$V_2 = I_2 R_2$$

$$200 = I_2 (50) \quad \implies I_2 = 4 \text{ A}$$

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

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

$$I_1 = 80 \text{ A}$$

$$N_1 = 100$$

$$N_2 = 2000$$

$$V_2 = 200 \text{ V}$$

$$I_2 = ?$$

$$P_2 = ?$$

$$R_2 = 50 \Omega$$

$$I_1 = ?$$

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

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

$$\frac{V_2}{6} = \frac{10}{1}$$

$$V_2 = 60 \text{ V}$$

$$N_1 = 1$$

$$N_2 = 10$$

$$V_2 = ?$$

$$V_1 = 6 \text{ V}$$

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

$$\varepsilon_2 = - M \left(\frac{dI}{dt} \right)_1$$

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

$$\varepsilon_2 = -250$$

$$I_1 = 10 \text{ A}$$

$$I_2 = 20 \text{ A}$$

$$\Delta t = 0.02 \text{ s}$$

$$M = 0.5 \text{ H}$$

$$\varepsilon_2 = ?$$

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

محول رافع للجهد

$$N_1 = 500 \text{ ,, } N_2 = 1000$$

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

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

$$V_2 = 400 \text{ V}$$

محول خافض للجهد

$$N_1 = 1000 \text{ ,, } N_2 = 500$$

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

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

$$V_2 = 100 \text{ V}$$

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 .

$$P_2 = I_2 V_2$$

$$100 = I_2 (240)$$

$$I_2 = 0.416 \text{ A}$$

$$V_2 = 240 \text{ V}$$

$$P_2 = 100 \text{ watt}$$

$$V_1 = 100 \text{ V}$$

$$I_2 = ?$$

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

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

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

$$N_2 = 240$$

$$N_2 = ?$$

$$N_1 = 100$$

المحول غير المثالي :

هو المحول الذي تكون كفاءته أقل من % 100 .

كفاءة المحول :

هي النسبة بين القدرة الكهربائية في الملف الثانوي الي القدرة الكهربائية في الملف الابتدائي .

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

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 $\frac{9}{40}$: محول يتألف ملفه الابتدائي من 800 لفة و ملفه الثانوي 2400 لفة وصل ملفه

الثانوي الي مقاومة 10Ω أحسب :

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

$$V_2 = I_2 R_2$$

$$2200 = I_2 (10) \implies I_2 = 220 \text{ A}$$

$$N_1 = 800$$

$$N_2 = 2400$$

$$R_2 = 50 \Omega$$

$$I_2 = ?$$

$$V_2 = 2200 \text{ V}$$

ب- القدرة الكهربائية علي الملف الثانوي

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

$$P_2 = ?$$

ج - القدرة الكهربائية علي الملف الابتدائي اذا كانت كفاءة المحول 95%

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \implies \frac{95}{100} = \frac{484000}{P_1}$$

$$P_1 = 509473.6 \text{ Watt}$$

$$P_1 = ?$$

$$\eta = 95\%$$

د - مقدار التيار الكهربائي في ملفه الابتدائي .

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \implies \frac{2200}{V_1} = \frac{2400}{800}$$

$$V_1 = 733.3 \text{ V}$$

$$I_1 = ?$$

$$P_1 = I_1 V_1$$

$$509473.6 = I_1 733.33$$

$$I_1 = 694.74 \text{ A}$$

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

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

$$0.8 = \frac{P_2}{5 \times 1000}$$

$$P_2 = 4000 \text{ Watt}$$

$$\eta = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$P_1 = 5 \text{ Kw}$$

$$V_1 = 200 \text{ V}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{4}{1}$$

$$N_1 = 1$$

$$P_2 = ?$$

ب- فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الملف الثانوي .

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

$$V_2 = 800 \text{ V}$$

$$V_2 = ?$$

ت- شدة التيار الناتج في الملف الثانوي .

$$P_2 = I_2 V_2$$

$$4000 = I_2 (800) \implies I_2 = 5 \text{ A}$$

$$I_2 = ?$$

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

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

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

$$N_2 = 10$$

$$\eta = 0.8$$

$$V_1 = 240 \text{ V}$$

$$V_2 = 12 \text{ V}$$

$$N_2 = 200$$

$$I_2 = 4 \text{ A}$$

$$N_1 = ?$$

ب- شدة التيار الداخل للمحول.

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

$$I_1 = 0.25 \text{ A}$$

$$I_1 = ?$$

ج- القدرة الناتجة من المحول

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

$$P_2 = ?$$

مشكلة نقل الطاقة :

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

- عند محطة التوليد :

تكون القدرة المتولدة P_1

$$P_1 = I V_1$$

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

- 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

- 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 (10) أوم فإذا كانت قدرة المحطة (600)KW و فرق الجهد عندها (3000) V أحسب :
أ- مقدار القدرة المفقودة في الأسلاك .

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

$$P' = \left(\frac{600 \times 1000}{3000} \right)^2 (10) = 400000 \text{ Watt}$$

$$P' = ?$$

$$R = 10 \Omega$$

$$P_1 = 600 \text{ KW}$$

$$V_1 = 3000 \text{ V}$$

ب- إذا استخدم محول رافع للجهد عند محطة التوليد بحيث أصبح فرق الجهد الناتج (3X10⁴) V أحسب القدرة المفقودة في هذه الحالة

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

$$P' = \left(\frac{600 \times 1000}{3 \times 10^4} \right)^2 (10) = 4000 \text{ Watt}$$

$$P' = ?$$

$$V_1 = 3 \times 10^4 \text{ V}$$

مثال : نقلت قدرة كهر بائية 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 في أسلاك نقل الطاقة .

$$P_1 = I V_1$$

$$400 \times 10^3 = I (2000)$$

$$I = 200 \text{ A}$$

$$P_1 = 400 \text{ KW}$$

$$V_1 = 2000 \text{ V}$$

$$R = 0.5 \Omega$$

2- القدرة المفقودة في أسلاك نقل الطاقة .

$$P' = I^2 R$$

$$P' = (200)^2 (0.5) = 20000 \text{ Watt}$$

$$P' = ?$$

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

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

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

$$V_1 = 20000 \text{ V}$$

$$P' = ?$$

الوحدة الثانية : الكهرباء و المغناطيسية

الفصل الثاني : التيار المتردد

الدرس 2 - 1 : التيار المتردد

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 :

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

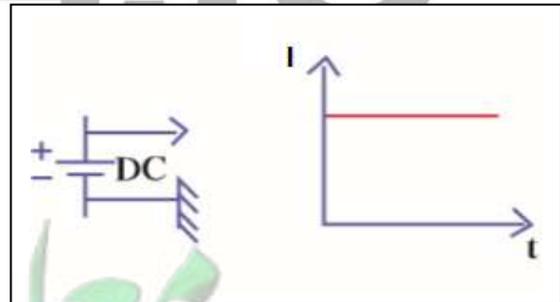
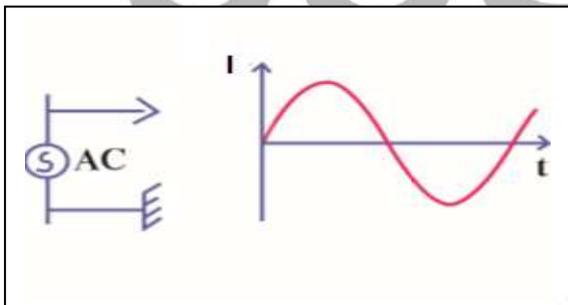
وبتالي فإن التيار المتولد في الملف يحسب بالمعادلة التالية :

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

يتغير هذا التيار جيبيًا بالنسبة الي الزمن لذلك يسمي التيار المتردد الجيبي - يختلف هذا التيار عن التيار المستمر ويمكن ملاحظة الاختلاف عمليا باستخدام راسم الإشارة .

نشاط عملي (1) :

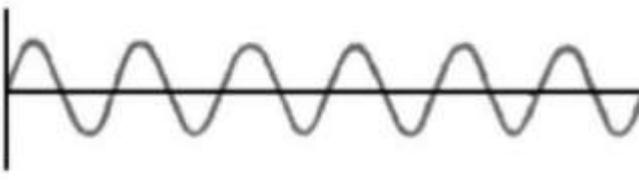
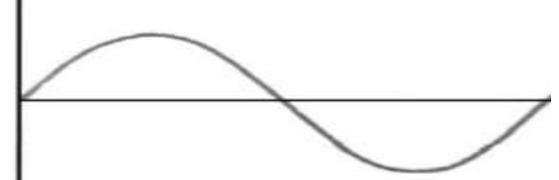
عند توصيل مصدر جهد متردد (مولد) AC ومصدر جهد مستمر (بطارية) DC نلاحظ شكل الإشارة المرسومة علي الجهاز .



- التيار المستمر يظهر علي صورة خط مستقيم مما يدل علي ثبات مقداره و اتجاهه. وبالتالي تردد التيار المستمر يساوي صفر $f = \text{Zero}$
- التيار المتردد يظهر علي صورة دالة جيبيية 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 .

تيار متردد تردده عالي	تيار متردد تردده منخفض
	

المقدار الفعال للتيار و الجهد المتردد :

- حيث أن شدة التيار المتردد تتغير لحظيا مع الزمن , فإن القيمة تتغير لحظيا لكل من الجهد و شدة التيار مع مرور الزمن , وبالتالي لابد من إيجاد قيمة فعالة (متوسطة) لشدة التيار المتردد , بحيث تستطيع أجهزة الأميتر (جهاز قياس شدة التيار) قراءة هذه القيمة , وحيث أن مرور التيار الكهربائي في أي مقاومة تتحول الطاقة الكهربائية الي طاقة حرارية , يمكن إيجاد 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 إيجاد القيمة الفعالة للجهد الكهربائي :

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

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

ملاحظات :

- 1- الشدة الفعالة للتيار المتردد تتناسب طرديا مع شدته 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 بالأعتدال علي الشدة الفعالة , حيث أن :

$$E = I_{rms}^2 R t$$

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

E	الطاقة الحرارية	=====>	J	جول
$rms i$	الشدة الفعالة للتيار الكهربائي	=====>	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 1000Ω .

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

$$E = I_{rms}^2 R t$$

$$E = (5)^2 (1000) (1 \times 60 \times 60)$$

$$E = 90 \times 10^6 J$$

$$I_{max} = 5\sqrt{2} A$$

$$E = ?$$

$$t = 1 hr$$

$$R = 1000 \Omega$$

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

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

و يمر في دائرة تحتوي علي مقاومة أومية مقدارها 5Ω .
أحسب : أ- مقدار الشدة الفعالة للتيار المتردد

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

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

$$I_{rms} = ?$$

$$T = ?$$

$$f = ?$$

$$I_{max} = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

,,,,,

$$\omega = 120\pi \text{ Rad/s}$$

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

ب- الزمن الدوري للتيار المتردد

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

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

ج - تردد التيار

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

د- القيمة العظمي والقيمة الفعالة لفرق الجهد عبر المقاومة .

$$V_{max} = I_{max} R = (2\sqrt{2}) (5) = 10\sqrt{2} \text{ V}$$

$$V_{rms} = I_{rms} R = (2) (5) = 10 \text{ V}$$

هـ - الطاقة الكهربائية الناتجة بعد مرور زمن 30 min .

$$E = I_{rms}^2 R t$$

$$E = (2)^2 (5) (30 \times 60)$$

$$E = 36000 \text{ J}$$

و- القدرة الكهربائية .

$$P = I_{rms}^2 R$$

$$E = (2)^2 (5) = 20 \text{ W}$$

فرق الطور :

عند تطبيق جهد متردد علي دائرة كهربائية

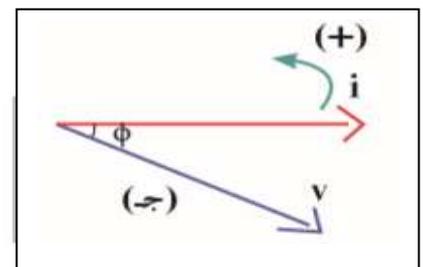
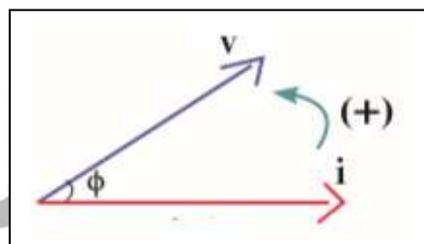
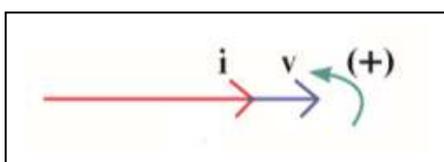
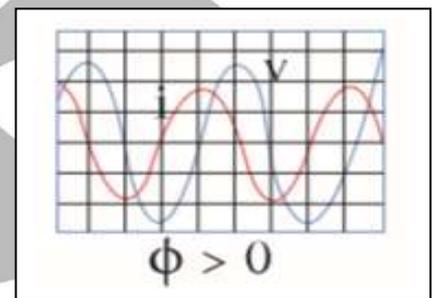
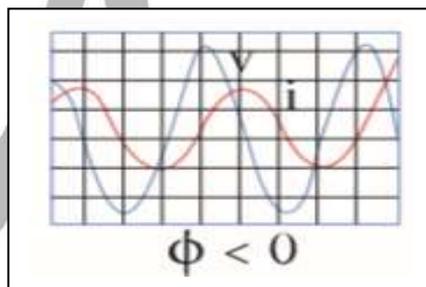
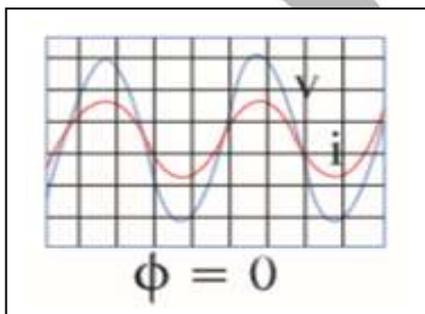
$$V_t = V_{\max} \sin (\omega t + \phi)$$

يمر في الدائرة الكهربائية تيار متردد يعطي بالعلاقة التالية :

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

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

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



$\Phi = \text{zero}$

الجهد و التيار متفقين في الطور

$\Phi = +$

الجهد يسبق التيار

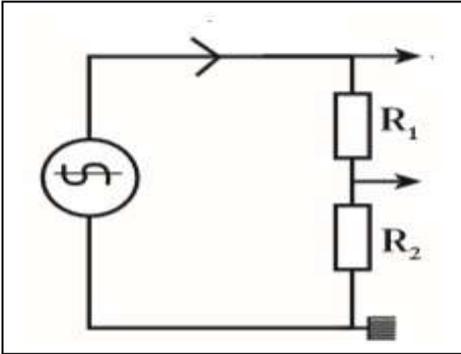
$\Phi = -$

شدة التيار تسبق الجهد

تطبيق قانون أوم علي دوائر التيار المتردد :

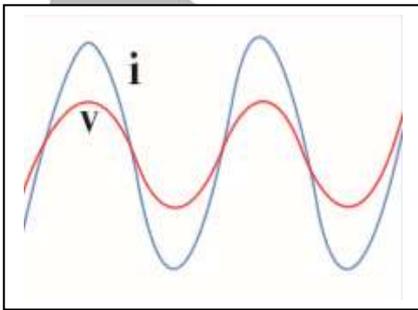
1- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار تحوي مقاومتين أومييتين R :

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 .



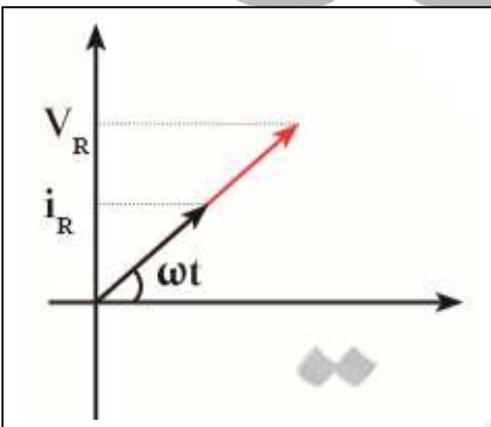
- في دائرة التيار المتردد التي تحتوي علي المقاومة الأومية فقط نلاحظ أن التيار و الجهد الكهربائي متفقين في الطور , أي يتغيران بكيفية واحدة , يزدادان معا و يتناقصان معا , $\Phi = \text{zero}$.

يمكن التعبير عن فرق الجهد و شدة التيار في المقاومة بالمعادلتين التاليتين :

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

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

- ويمكن تمثيل ذلك بيانيا كما بالشكل :



بتطبيق قانون أوم علي الدائرة :

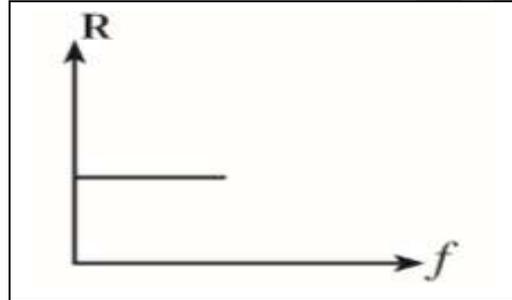
$$V_R = I_R R$$

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	=====>	$\Omega.m$	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 الكهربائي المتردد .

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

$$I = 3.2 \text{ Sin } (4000 t)$$

احسب

1- القيمة العظمي والقيمة الفعالة لشدة التيار

من مقارنة المعادلتين

$$I = 3.2 \text{ Sin } 4000t$$

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

$$I_{max} = 3.2 \text{ A}$$

,,,,,

$$\omega = 4000 \text{ Rad/s}$$

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

2- القيمة العظمي والقيمة الفعالة لفرق الجهد عبر المقاومة

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

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

3 - تردد التيار .

$$\omega = 2\pi f$$

$$4000 = 2\pi f$$

$$f = 636.61 \text{ Hz}$$

4- القدرة المستهلكة

$$P = I_{rms}^2 R = (2.26)^2 (30) = 153.22 \text{ W}$$

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

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

$$V_{\text{max}} = 8 \text{ V}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$V_{\text{rms}} = ?$$

$$I_{\text{max}} = ?$$

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

$$8 = I_{\text{max}} (10)$$

$$I_{\text{max}} = 0.8 \text{ A}$$

مثال : مدفأة كهربائية تعمل بتيار متردد جهده الأعظم $v (200 \sqrt{2})$ ومقاومة سلكها 500Ω) احسب
 1- القدرة الحرارية للمدفأة .

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

$$V_{\text{max}} = 282.8 \text{ V}$$

$$R = 500 \Omega$$

$$P = ?$$

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

$$200 = I_{\text{rms}} (500) \implies I_{\text{rms}} = 0.4 \text{ A}$$

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

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

$$E = P t$$

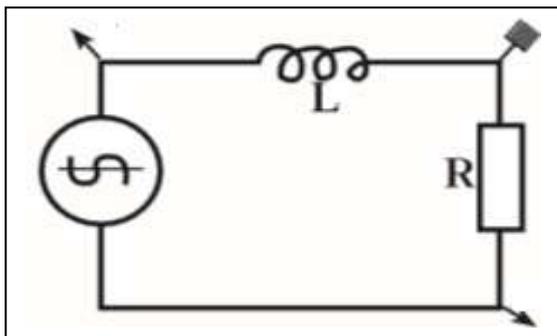
$$E = (80) (30 \times 60)$$

$$E = 14400 \text{ J}$$

$$E = ?$$

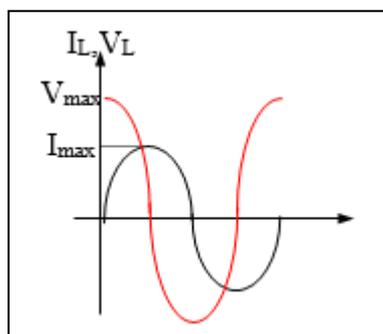
$$t = 30 \text{ min}$$

2- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحوي 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

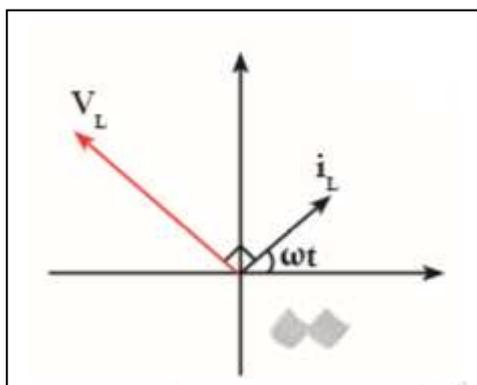


- في دائرة التيار المتردد التي تحتوي على الملف الحثي النقي فقط نلاحظ أن جهد الملف يتقدم (يسبق) التيار بربع دورة (زاوية طور) $\Phi = 90 = \pi/2$.
- عند مرور التيار المتردد في دائرة الملف الحثي النقي و بسبب تغير مقدار شدة التيار و اتجاهه كل نصف دورة يتولد في الملف قوة محرقة كهربية تولد تيار يعاكس مسببها دائما مما يعيق مرور التيار في الملف فيسبق الجهد التيار .

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

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

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



- يمكن تمثيل ذلك بيانيا كما يلي :

- بتطبيق قانون أوم علي الدائرة :

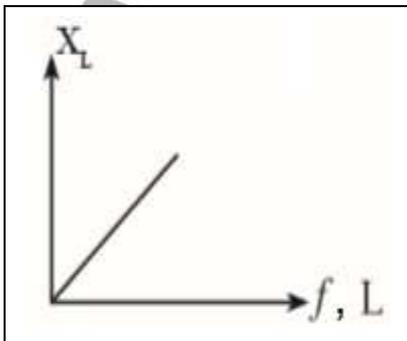
$$V_L = I_L X_L$$

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

الممانعة الحثية للملف :

هي الممانعة التي يبديها الملف لمرور التيار المتردد من خلاله .

س: استنتج قانون لحساب الممانعة الحثية لملف :



$$X_L \propto f$$

$$X_L \propto L$$

$$X_L \propto f L$$

$$X_L = \text{ثابت } f L$$

$$X_L = 2\pi f L$$

$$X_L = \omega L$$

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

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 فتتمر في الدائرة .

$$X_L \propto f$$

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

$$I = 14.14 \text{ Sin } 628 t$$

يمر في دائرة تحتوي علي ملف حثي نقي معامل حثه الذاتي 0.01 H احسب
1- الشدة الفعالة للتيار المتردد

$$I_{max} = 14.14 \text{ A}$$

$$\omega = 628 \text{ Rad/s}$$

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

2- تردد التيار

$$\omega = 2\pi f$$

$$628 = 2\pi f \implies f = 100 \text{ Hz}$$

3- ممانعة الملف الحثية

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

4- الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف .

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

5- فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف .

$$V_L = I_L X_L = (10) (6.28) = 62.8 \text{ V}$$

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

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

ب - فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف

أحسب : أ- ممانعة الملف الحثية

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

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

$$L = 0.01 \text{ H}$$

$$I_{max} = 2 \text{ A}$$

$$\omega = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$X_L = ?$$

$$V_L = ?$$

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

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

$$V_L = I_L X_L$$

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

مثال: يتصل مصدر للتيار المتردد يعطي فرقاً في الجهد قيمته العظمي $v (100\sqrt{2})$

بدائرة تحتوي على ملف حثي نقي. إذا علمت أن $f = 50 \text{ Hz}$ ، $L = 0.1 \text{ H}$

1- كم تكون قراءة الأميتر وقراءة الفولتميتر

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

$$V_{max} = 100\sqrt{2} \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ HZ}$$

$$L = 0.1 \text{ H}$$

$$V_L = ?$$

$$I_L = ?$$

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

$$V_L = I_L X_L$$

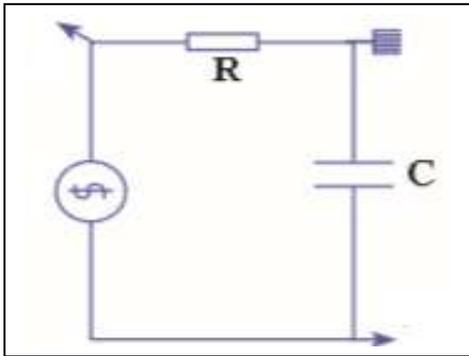
$$100 = I_L (31.4)$$

$$I_L = 3.18 \text{ A}$$

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

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

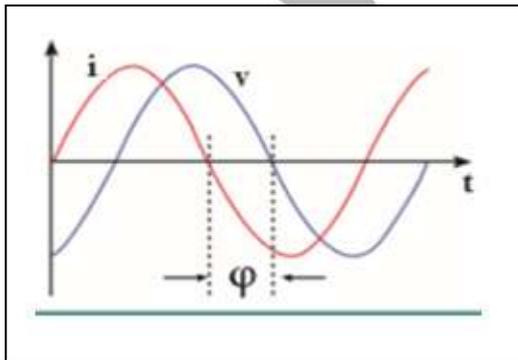
3- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف C



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

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

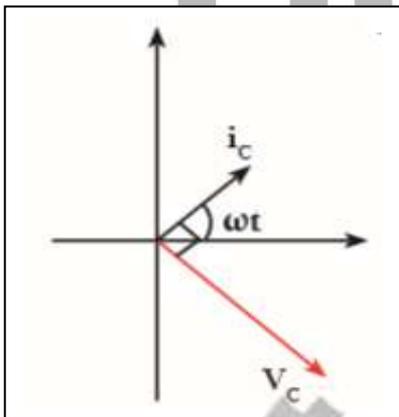
يمكن التعبير عن مقدار فرق الجهد اللحظي بين طرفي المكثف الكهربائي وشدة التيار الكهربائي المارة في الدائرة كما يلي :



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

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

- يمكن تمثيل ذلك بيانياً كما يلي :



- بتطبيق قانون أوم علي الدائرة :

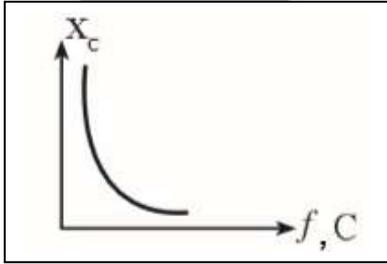
$$V_C = I_C X_C$$

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 ؟



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

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

$$X_C \propto \frac{1}{f C}$$

$$X_C = \frac{1}{f C} \text{ ثابت}$$

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

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

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 فإن تردد التيار يساوي صفر و بالتالي فإن ممانعة المكثف لا نهائية القيمة (كبيرة جدا) , أي أن دائرة التيار المستمر مفتوحة ولا يمر فيها التيار الكهربى .

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 لوحى 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 .

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

4- الممانعة السعوية ليست مقاومة أومية و بالتالي فإن المكثف لا يحول أي جزء من الطاقة الكهربائية الي طاقة حرارية , بل الي طاقة كهربية تختزن في المجال الكهربى للمكثف .

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

U_E	الطاقة الكهربائية	=====>	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 $\frac{4}{51}$: دوائر تيار متردد تحتوي علي مكثف سعته $400 \mu\text{F}$ يمر فيها تيار لحظي يمثل بالعلاقة التالية :

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

أحسب :

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

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

$$C = 400 \mu\text{F}$$

$$X_C = ?$$

$$V_C = ?$$

$$I_{max} = 4 \text{ A}$$

,,,,,

$$\omega = 100\pi \text{ rad/s}$$

أ- الممانعة السعوية للمكثف

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(100\pi) (400 \times 10^{-6})} = 7.96 \Omega$$

ب- شدة التيار الفعال

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

ج- فرق الجهد الفعال بين طرفي المكثف

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

ج- الطاقة الكهربائية المخزنة بين لوحي المكثف .

$$U_E = \frac{1}{2} C V_{rms}^2 = \frac{1}{2} (400 \times 10^{-6}) (22.5)^2 = 0.101 \text{ J}$$

مثال : مصدر للتيار المتردد تردده $\left(\frac{100}{\pi}\right) \text{ Hz}$ وفرق الجهد الفعال بين قطبيه $v (200)$ وصل علي التوالي مع مكثف سعته $F (200) \mu$. أحسب : 1- الممانعة السعوية للمكثف .

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \left(\frac{100}{\pi}\right) (200 \times 10^{-6})} = 25 \Omega$$

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

$$V_C = 200 \text{ V}$$

$$C = 200 \mu\text{F}$$

$$X_C = ?$$

2- أحسب الشدة الفعالة للتيار المار

$$V_C = I_C X_C$$

$$200 = I_C (25)$$

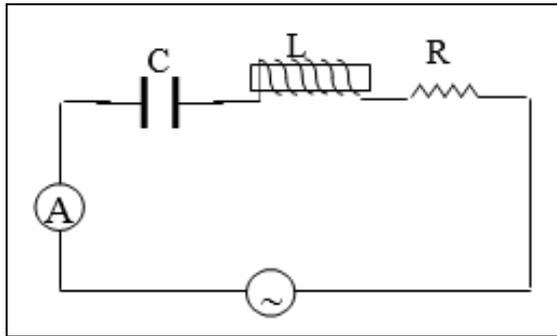
====>

$$I_C = 8 \text{ A}$$

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

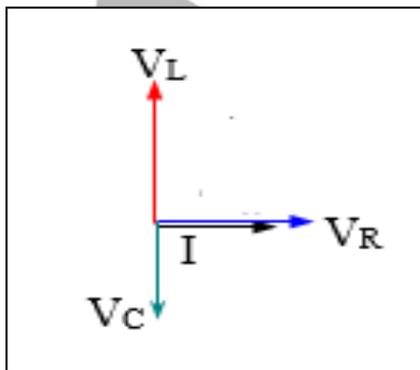
بزيادة التردد تقل الممانعة السعوية للمكثف , و بالتالي يزداد شدة التيار المارة في الدائرة

4- تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة أومية R و ملف حتى 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- متفقيين 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 فإن الجهد الكلي للدائرة في هذه الحالة لا يساوي المجموع الجبري للجهود عند R,L,C

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

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

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

- كذلك يمكن ايجاد قيمة الممانعة الكلية Z للدائرة :

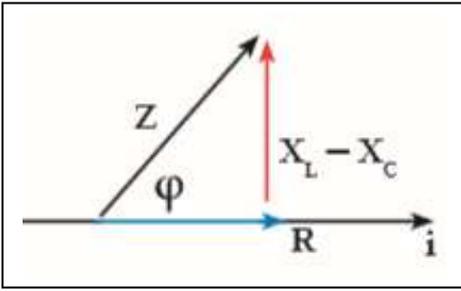
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

- ليصبح قانون أوم كما يلي :

$$V = IZ$$

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 :



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

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

وتكون الحالات كما يلي :

$\Phi = \text{Zero}$	$\Phi = +$	$\Phi = -$
الجهد و التيار متفقين في الطور	الجهد يسبق التيار	الجهد يتأخر عن التيار

- وبالتالي تصبح قيمة الممانعة الكلية للدائرة تحسب كما يلي :

$$Z = \frac{V_t T}{I_t T} = \frac{V_{\max} T}{I_{\max} T} = \frac{V_{\text{rms}} T}{I_{\text{rms}} T}$$

مثال $\frac{5}{53}$: في دائرة توالي تحتوي علي ملف حثي نقي ممانعته الحثية 16Ω و مكثف

ممانعته السعوية 6Ω و مقاومة اومية 10Ω و متصلة علي مصدر تيار متردد تردده

60 Hz أحسب : أ- المقاومة الكلية ب- شدة التيار العظمي علما ان $V_{\max} = 10 \text{ V}$

ج- فرق الطور بين الجهد والتيار في الدائرة .

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

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

$$V_{\max} = I_{\max} Z$$

$$10 = I_{\max} (14.14)$$

$$I_{\max} = 0.7 \text{ A}$$

$$X_L = 16 \Omega$$

$$X_C = 6 \Omega$$

$$R = 10 \Omega$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$Z = ?$$

$$I_{\max} = ?$$

$$V_{\max} = 10 \text{ V}$$

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

$$\Phi = 45^\circ$$

الجهد يسبق التيار

مثال : مولد تيار يعطي فرقا في الجهد مقداره الفعال 220 v وتردده 50 Hz وصل علي التوالي مع ملف معامل تأثيره الذاتي 0.28 H ومقاومة صرفه 50Ω ومكثف سعته $397.8 \mu\text{F}$ احسب
1- مقاومة الدائرة Z .

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

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi(50)(397.8 \times 10^{-6})} = 8 \Omega$$

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

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

$$V_{\text{rms}} = 220 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$L = 0.28 \text{ H}$$

$$R = 50 \Omega$$

$$C = 397.8 \mu\text{F}$$

$$Z = ?$$

2- الشدة الفعالة للتيار المار بالدائرة .

$$V = I Z$$

$$220 = I (94.3)$$

$$I = 2.33 \text{ A}$$

3- فرق الطور .

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

$$\phi = 57^\circ$$

الجهد يسبق التيار

4- فرق الجهد الفعال بين طرفي المقاومة الأومية .

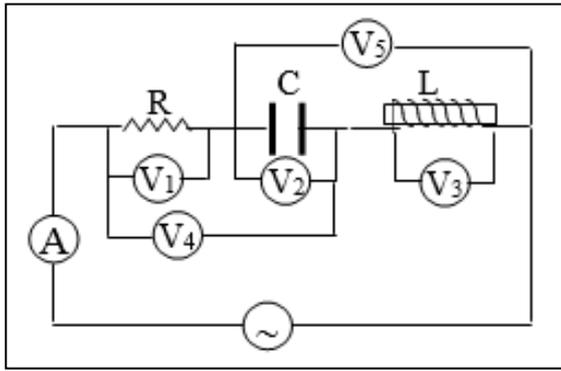
$$V_R = I R = (2.33)(50) = 116.5 \text{ V}$$

5- فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف الحثي .

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

6- فرق الجهد الفعال بين طرفي المكثف .

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



مثال : مستعينا بالبيانات المسجلة علي الشكل
المقابل علما بأن

$$V_{\text{rms}} = 45 \text{ V} \quad , , , \quad R = 12 \Omega$$

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

$$f = 50 \text{ Hz}$$

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)

$$V_{\text{rms}} = I_{\text{rms}} Z$$

$$45 = I (15)$$

$$I = 3 \text{ A}$$

3- اوجد قراءة الفولتميترات الخمسة.

$$V_1 = V_R = I R = (3) (12) = 36 \text{ V}$$

$$V_2 = V_C = I X_C = (3) (5) = 15 \text{ V}$$

$$V_3 = V_L = I X_L = (3) (14) = 42 \text{ V}$$

$$V_4 = V_{RC} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = \sqrt{36^2 + 15^2} = 39 \text{ V}$$

$$V_5 = V_{LC} = |V_L - V_C| = |42 - 15| = 27 \text{ V}$$

4- فرق الطور .

$$\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{42 - 15}{36} = 0.75$$

$$\Phi = 36^\circ$$

الجهد يسبق التيار

دائرة الرنين الكهربائي :

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 الكهربائي .
- 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 :

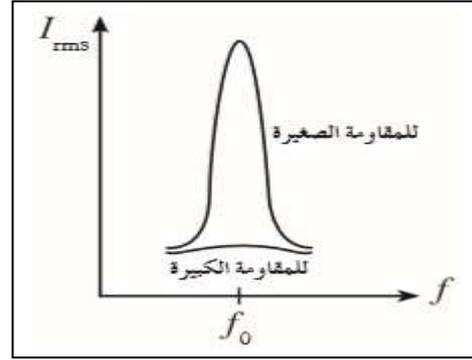
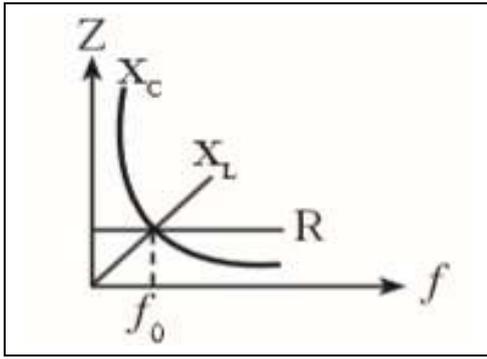
$$X_L = X_C$$

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

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

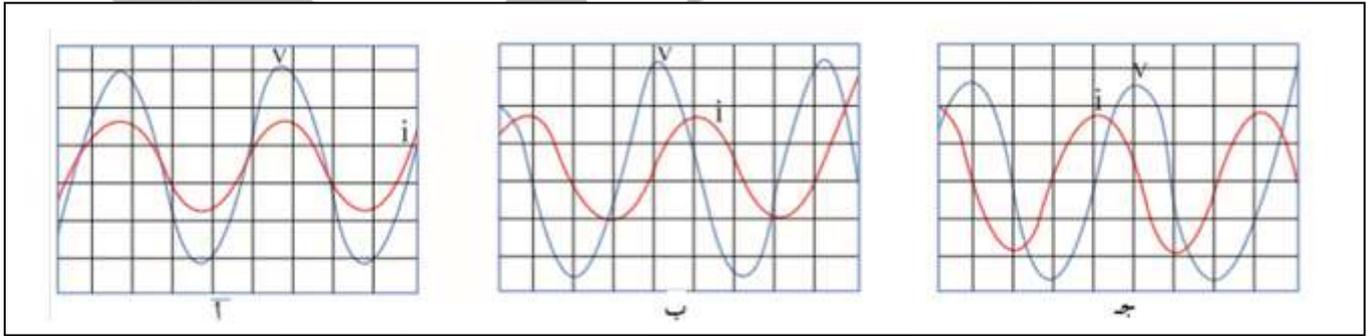
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C}}$$

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 $1 \mu\text{f}$ و ملف تأثيري نقي له معامل حث

ذاتي يساوي 70 mH و مقاومة 60Ω متصلة بمصدر جهد متردد جهده الفعال 220 V
 أحسب أ- مقدار تردد الرنين ب- الشدة الفعالة للتيار في حالة الرنين

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(70 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-6})}}$$

$$f_0 = 601.55 \text{ Hz}$$

$$V = IR$$

$$220 = I(60)$$

$$I = 3.66 \text{ A}$$

$$C = 1 \mu\text{F}$$

$$L = 70 \text{ mH}$$

$$R = 60 \Omega$$

$$V = 220 \text{ V}$$

$$f_0 = ?$$

$$I = ?$$

مثال $\frac{9}{64}$: دائرة توالي مؤلفة من مكثف سعته $2 \mu F$ 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

$$f_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L C}} = \frac{1}{2 \pi \sqrt{(120 \times 10^{-3})(2 \times 10^{-6})}}$$

$$f_0 = 325 \text{ Hz}$$

$$V_{\max} = I_{\max} R$$

$$311 = I (50)$$

$$I = 6.22 \text{ A}$$

$$C = 2 \mu F$$

$$L = 120 \text{ mH}$$

$$R = 50 \Omega$$

$$V_{\max} = 311 \text{ V}$$

$$f_0 = ?$$

$$I_{\max} = ?$$

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

$$f_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L C}} = \frac{1}{2 \pi \sqrt{(20 \times 10^{-3}) C}}$$

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

$$L = 20 \text{ mH}$$

$$R = 150 \Omega$$

$$V = 20 \text{ V}$$

$$f_0 = 796 \text{ Hz}$$

$$C = ?$$

$$I = ?$$

$$V = I R$$

$$20 = I (150)$$

$$I = 0.133 \text{ A}$$

- مثال $\frac{12}{64}$: دائرة تيار متردد تتكون من مقاومة صرفة مقدارها 100Ω وملف حثي نقي معامل تأثيره الذاتي 0.5 H و مكثف سعته $14\mu\text{F}$ ومصدر تيار متردد جهده الفعال 100V و يمكن التحكم في تغير تردده أحسب :
- 1- تردد التيار لكي تصبح ممانعة المكثف مساوية للممانعة الملف الحثي
 - 2- شدة التيار الفعالة في الدائرة
 - 3- فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف
 - 4- فرق الجهد بين طرفي المكثف .

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0.5)(14 \times 10^{-6})}}$$

$$f_0 = 60.2\text{ Hz}$$

$$V = I R$$

$$100 = I (100)$$

$$I = 1\text{ A}$$

$$V_R = 100\text{ V}$$

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

$$V_L = I_L X_L = (1)(189.1) = 189.1\text{ V}$$

$$V_C = V_L = 189.1\text{ V}$$

$$R = 100\ \Omega$$

$$L = 0.5\text{ H}$$

$$C = 14\ \mu\text{F}$$

$$V = 100\text{ V}$$

$$f_0 = ?$$

$$I_{\text{max}} = ?$$

$$V_R = ?$$

$$V_L = ?$$

$$V_C = ?$$

- مثال $\frac{11}{64}$: دائرة تيار متردد تتكون من مصدر للتيار المتردد جهده الفعال 220 V و تردده $200/\pi\text{ Hz}$ يتصل علي التوالي مع مكثف سعته $50\text{ }\mu\text{F}$ 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

$$X_L = 2\pi f L = (2\pi)\left(\frac{200}{\pi}\right) (100 \times 10^{-3}) = 40\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi\left(\frac{200}{\pi}\right) (50 \times 10^{-6})} = 50\ \Omega$$

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

$$V = 100\text{ V}$$

$$f = \frac{200}{\pi}\text{ Hz}$$

$$C = 50\ \mu\text{F}$$

$$L = 100\text{ mH}$$

$$Z = ?$$

$$I = ?$$

$$V_C = ?$$

$$C = ?$$

$$V = I Z$$

$$220 = I (10)$$

$$I = 22\text{ A}$$

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

عند الرنين :

$$X_L = X_C$$

$$X_C = 40\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \implies 40 = \frac{1}{2\pi\left(\frac{200}{\pi}\right) C}$$

$$C = 6.25 \times 10^{-5}\text{ F}$$

الدرس 1 - 1 : الوصلة الثنائية

التوصيل الكهربى :

تقسم المواد حسب درجة توصيلها الكهربى الي ثلاث أنواع :

1- الموصلات :

هي الفلزات التي ينتهي توزيعها الألكترونى 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 الكهربى بصورة جيدة

2- العوازل :

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

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 الكهربى باختلاف درجة الحرارة .

- تعمل اشباه الموصلات كعوازل في درجات الحرارة المنخفضة .
- تعمل أشباه الموصلات كموصلات في درجات الحرارة المرتفعة .
- عناصر المجموعة 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 يسمى نطاق التكافؤ .

2- نطاق التوصيل :

ينشأ نطاق التوصيل نتيجة حدوث تداخل بين مستويات طاقة أعلى من مستوي التكافؤ . وهو المسؤول عن التوصيل الكهربى . بمعنى :

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

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

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

1- الموصلات :

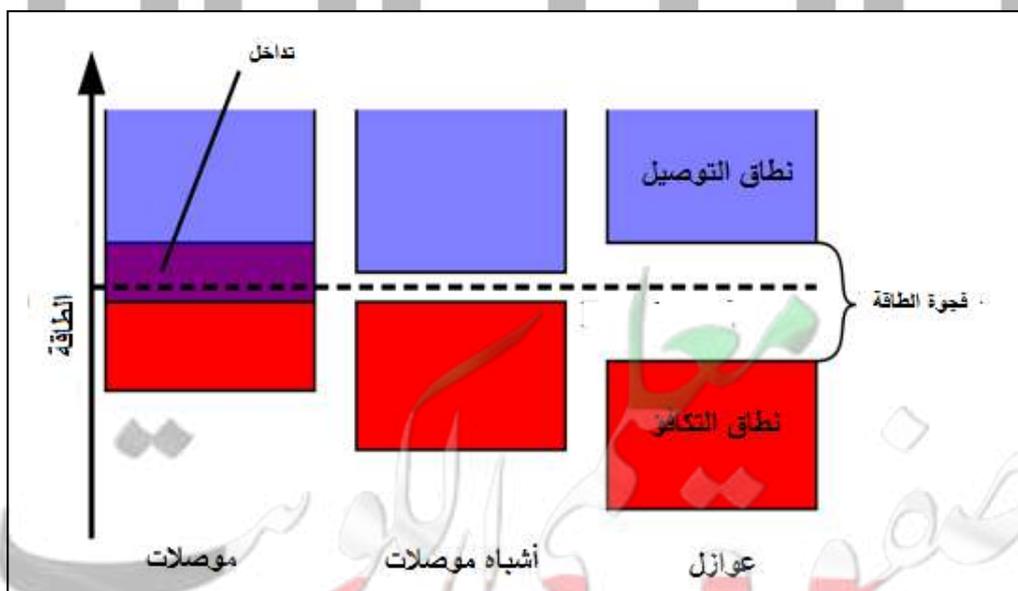
هي المواد التي يكون نطاق التوصيل متصلا بنطاق التكافؤ , اي أن هناك تداخل بين النطاقيين , وتكون فجوة الطاقة المحظورة تساوي صفر . وبالتالي عند رفع درجة حرارة المادة فوق الصفر المطلق فإن الالكترونات الموجودة في نطاق التكافؤ تكتسب طاقة كافية وتنتقل الي نطاق التوصيل وبالتالي تعمل المادة كموصل للتيار الكهربائي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

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 الكهربائي .

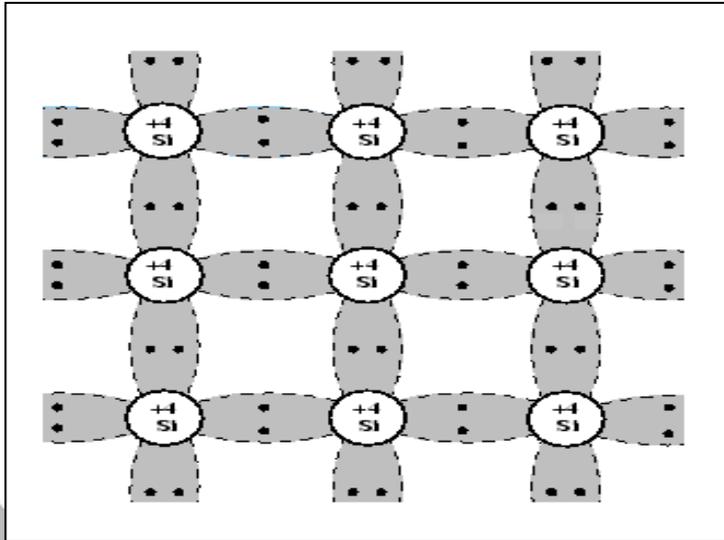
3- أشباه الموصلات :

هي المواد التي يكون اتساع 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 .



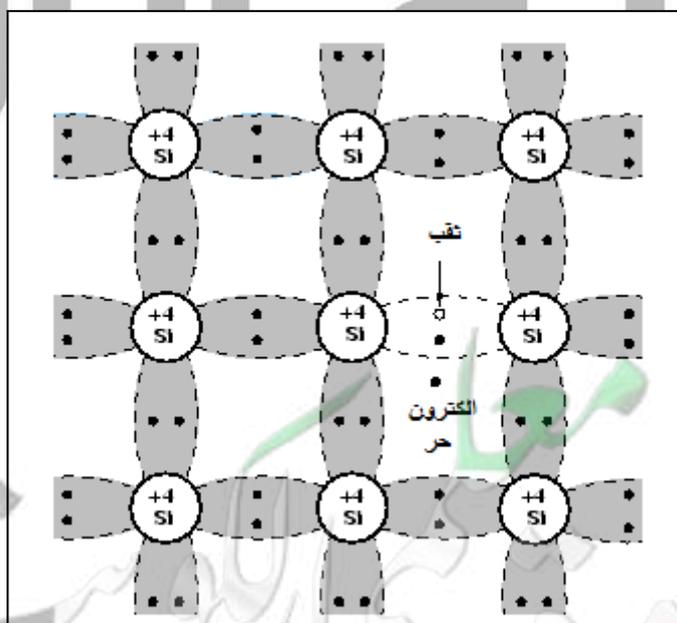
أشباه الموصلات النقية :

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 الكثرونات حرة الحركة و بالتالي تعمل المادة كعازل للتيار الكهربى .

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



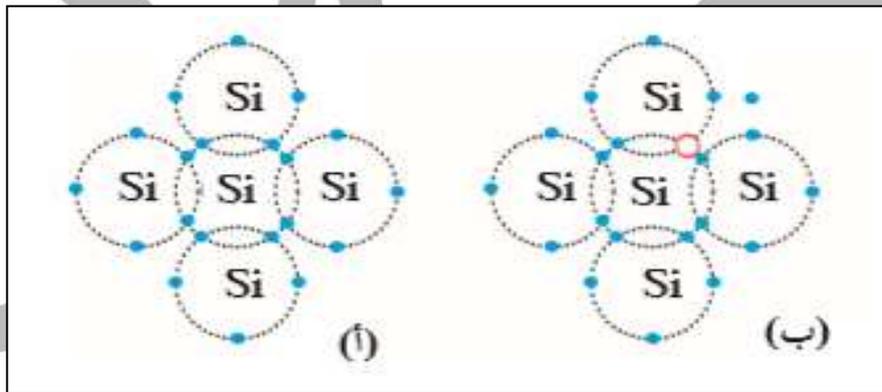
- يسمى كلا من الالكترتون الحر و الثقوب حاملات الشحنة .

- 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 الكهربائية للبلورة , ويزداد درجة توصيلها الكهربى .

- عند توصيل البلورة النقية بمصدر للتيار الكهربى عند درجة حرارة الغرفة فأنها تعمل كموصل للتيار الكهربى . حيث تتحرك الالكترونات في اتجاه معاكس للمجال الكهربى و تتحرك الثقوب في اتجاه المجال الكهربى مما يولد تيار كهربى اصطلاحى

- نلاحظ أن حركة الالكترونات الحرة معاكسة لحركة الثقوب , وأن اتجاه التيار الكهربى الاصطلاحى يتفق مع اتجاه 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 الكلى لحاملات الشحنة مساوي لمجموع الألكترونات الحرة و الثقوب

$$n_i + P_i$$

مثال $\frac{1}{71}$ يبلغ عدد الثقوب في قطعة من السليكون $1.2 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ عند درجة

الحرارة العادية , ما هو العدد الكلى لحاملات الشحنة

$$P_i = 1.2 \times 10^{10} \quad \text{عدد حاملات الشحنة} = n_i + P_i = 1.2 \times 10^{10} + 1.2 \times 10^{10}$$

$$\text{عدد حاملات الشحنة} = 2.4 \times 10^{10} / \text{cm}^3$$

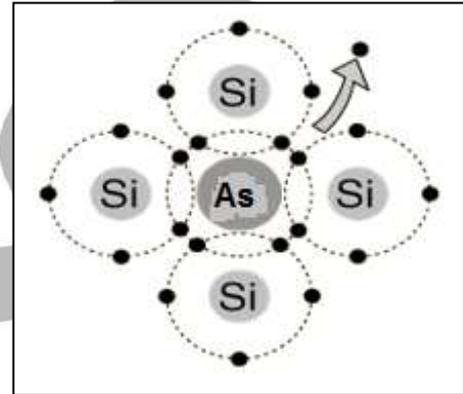
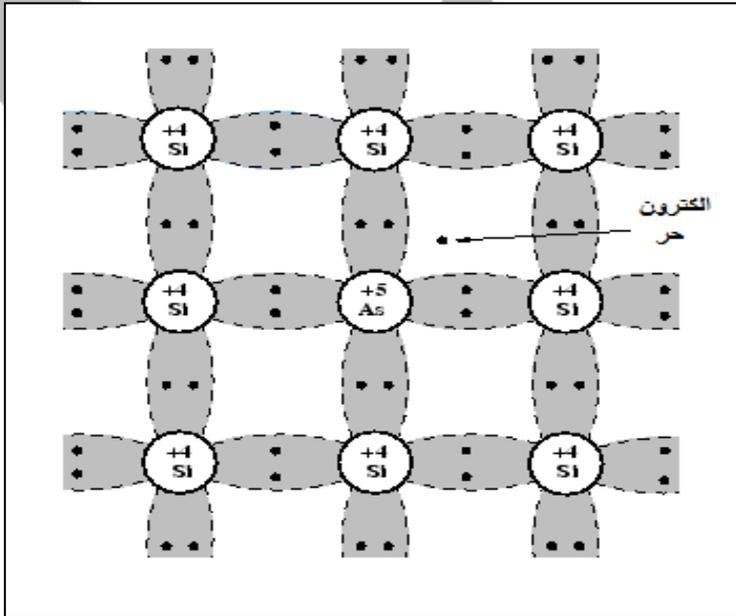
المادة شبه موصل

أشباه الموصلات المطعمة : التطعيم :

هو إضافة عناصر اخري لها عدد مختلف من الالكترونات في غلافها الخارجي مما يساهم في زيادة مقدرة شبه الموصل علي التوصيل الكهربى .
- ينتج عن التطعيم نوعان من أشباه الموصلات المطعمة :

1- شبه 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 فإنها تنشي أربع روابط تساهمية مع ذرات شبه الموصل بينما يبقى الألكترون الخامس حر الحركة ويتمكن بسهولة من القفز الي نطاق التوصيل وتحسن الخواص الكهربائية للبلورة .



- تسمي ذرة المجموعة الخامسة المضافة بالذرة المانحة لان كل ذرة تضاف تمنح البلورة الكترون حر الحركة . وبالتالي فإن 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 الألكترونات 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

6 C Carbon 2.62	7 N Nitrogen 1.251
14 Si Silicon 2.33	15 P Phosphorus 1.82
32 Ge Germanium 5.32	33 As Arsenic 5.72

مثال $\frac{2}{73}$: لو طعمنا الجرمانيوم النقي ب

$7.2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ من ذرات الفسفور علما بأن
بلورة الجرمانيوم النقية تحتوي علي
 $2.4 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ ثقبا عند درجة الحرارة العادية
أحسب العدد الكلي لحاملات الشحنة .

$$N_d = 7.2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$$

$$P_i = 2.4 \times 10^{13} / \text{cm}^3$$

$$N_d + n_i + P_i = 2.4 \times 10^{13} + 2.4 \times 10^{13} + 7.2 \times 10^{18} = 7.200048 \times 10^{18} / \text{cm}^3$$

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 .

$$N_d = 15 \times 10^6$$

$$=? \text{ عدد الالكترونات الحرة}$$

$$N_d = 15 \times 10^6 = \text{عدد الالكترونات الحرة}$$

مثال $\frac{2}{73}$ الهامش ما هو عدد حاملات الشحنة في شبه موصل نقي يحتوي علي

$1.4 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ ثقبا اذا ما طعم ب $6.2 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ ذرة من مادة تحتوي علي 5 الكترونات في غلافها الخارجي , و حدد نوع شبه الموصل .

$$P_i = 1.4 \times 10^{14}$$

$$N_d = 6.2 \times 10^{20}$$

$$=? \text{ حاملات الشحنة}$$

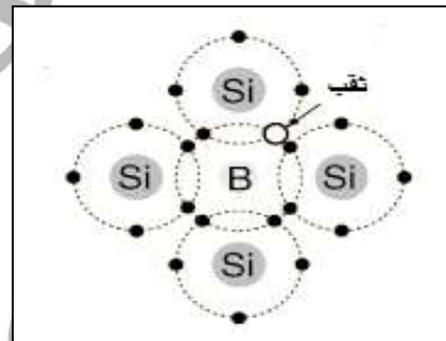
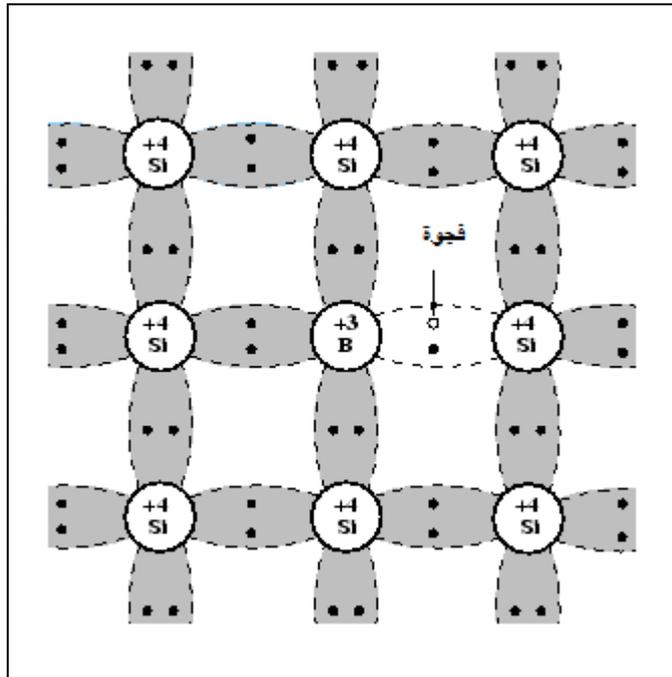
$$\text{حاملات الشحنة} = N_d + P_i + n_i$$

$$\text{حاملات الشحنة} = 6.2 \times 10^{20} + 1.4 \times 10^{14} + 1.4 \times 10^{14}$$

$$\text{حاملات الشحنة} = 6.2000028 \times 10^{20}$$

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 فإنها تنشي ثلاث روابط تساهمية مع ذرات شبه الموصل بينما يبقي الألكترون الرابع في ذرة السيليكون ليكون رابطة تساهمية ناقصة مع الذرة الثلاثية , يسمى هذا الألكترون الناقص ثقباً , و يتم التوصيل الكهربى بواسطة الثقوب وتحسن الخواص الكهربية للبلورة .



تسمى ذرة المجموعة الثالثة المضافة بالذرة المتقبلة لان كل ذرة تضاف تمنح البلورة ثقباً واحداً . وبالتالي فإن عدد حاملات الشحنة في البلورة يمكن حسابه باستخدام القانون التالي

$$N_a + n_i + P_i$$

ليس له وحدة \Rightarrow عدد ذرات المجموعة 3 المضافة N_a
عدد الثقوب
عدد الذرات المتقبلة

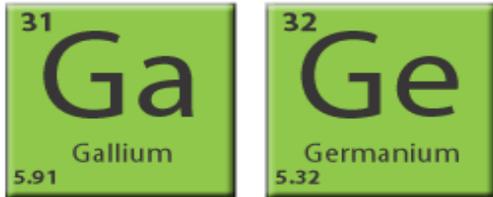
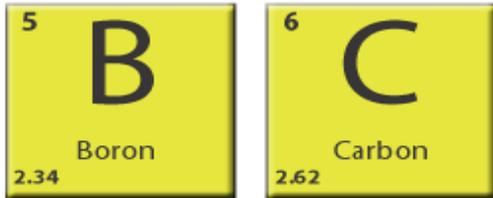
- في البلورة P- Type تكون حاملات الشحنة الأكثرية هي الثقوب و حاملات الشحنة الأقلية هي الألكترونات الحرة .

- علي الرغم من تسمية البلورة بالنوع الموجب P-Type الا ان البلورة متعادلة كهربياً , 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 $1.4 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ ثقبا , ب
 $8 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ ذرة تحتوي علي ثلاث الكترونات , ما هو عدد حاملات الشحنة , وما
نوع شبه الموصل .

$$\text{حاملات الشحنة} = N_a + P_i + n_i$$

$$\text{حاملات الشحنة} = 8 \times 10^{20} + 1.4 \times 10^{14} + 1.4 \times 10^{14}$$

$$\text{حاملات الشحنة} = 8.0000028 \times 10^{20}$$

$$P_i = 1.4 \times 10^{14}$$

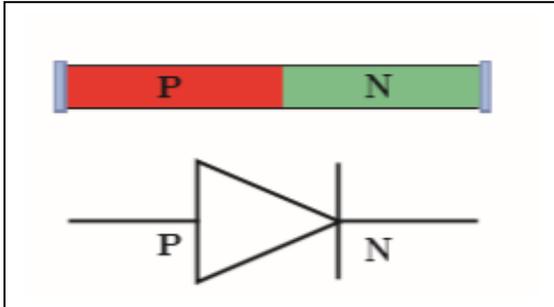
$$N_a = 8 \times 10^{20}$$

$$? = \text{حاملات الشحنة}$$

البلورة من النوع الموجب p – type

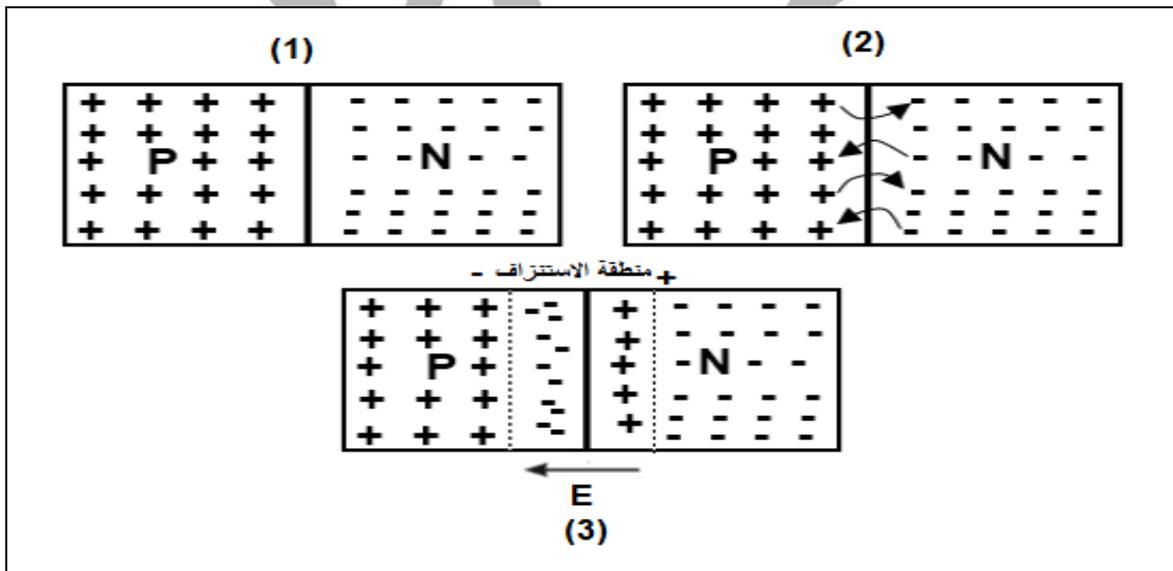
الوصلة الثنائية Diode :

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 الكهربائية :

- 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 تسمى 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 كهربائي E_i من البلورة N (موجبة الشحنة) الي البلورة P (سالبة الشحنة) , وعند الوصول الي التوازن الكهربائي فإن المجال الكهربائي يمنع حاملات الشحنة من الاستمرار في الانتقال بين البلورتين .

- يمكن حساب فرق الجهد بين طرفي الدايمود باستخدام العلاقة التالية :

$$V_i = E_i d$$

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

- بزيادة حجم منطقة الاستنزاف تزداد مقاومة الدايمود .

طرق توصيل الدايمود في الدائرة الكهربائية :

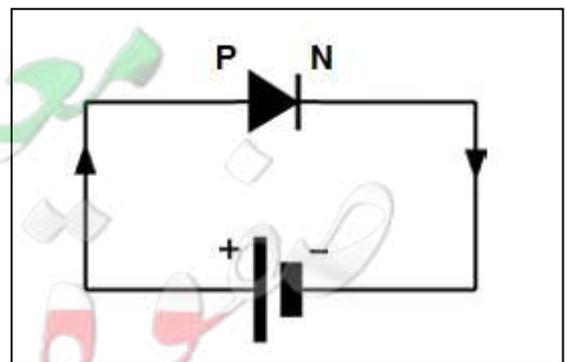
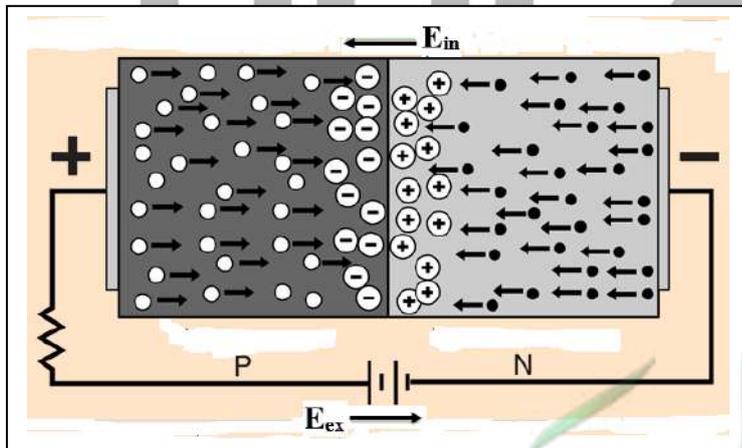
1- الأنحياز الأمامي :

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

- وبالتالي يعمل الدايمود كموصل للتيار الكهربائي .

- نلاحظ أن حركة الثقوب في البلورة الموجبة P يكون معاكس لحركة الالكترونات في البلورة السالبة N .

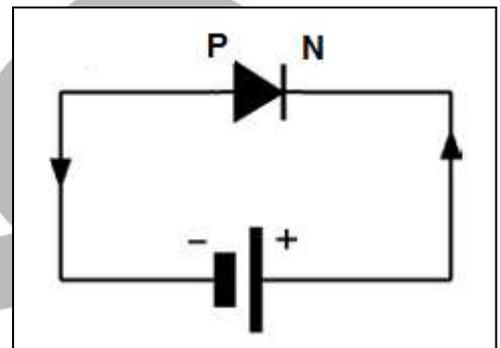
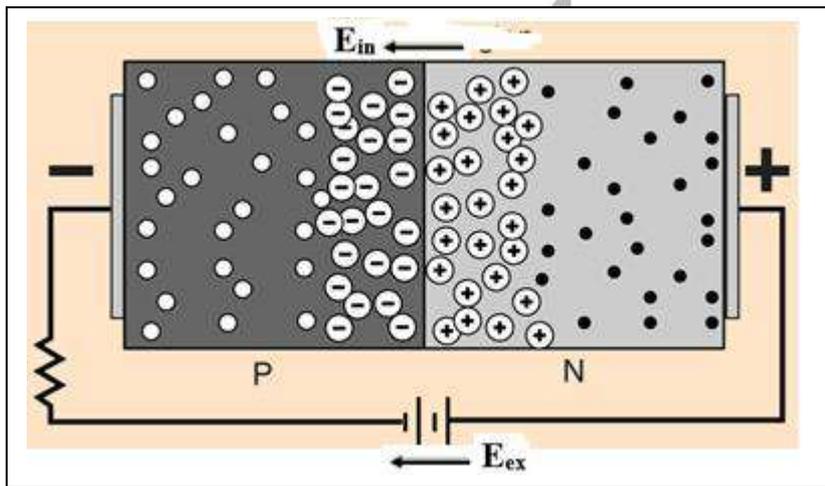
- يكون اتجاه التيار الكهربائي الاصطلاحي هو اتجاه حركة الثقوب و معاكس لاتجاه حركة الالكترونات .



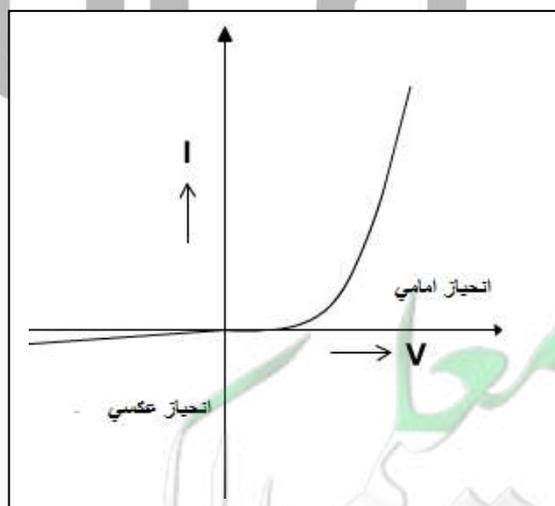
2- الانحياز العكسي :

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

- وبالتالي يعمل الدايود كعازل للتيار الكهربائي .



العلاقة بين شدة التيار و الجهد الكهربائي في دائرة الدايود :



تطبيقات الوصلة الثنائية (الدايود) :

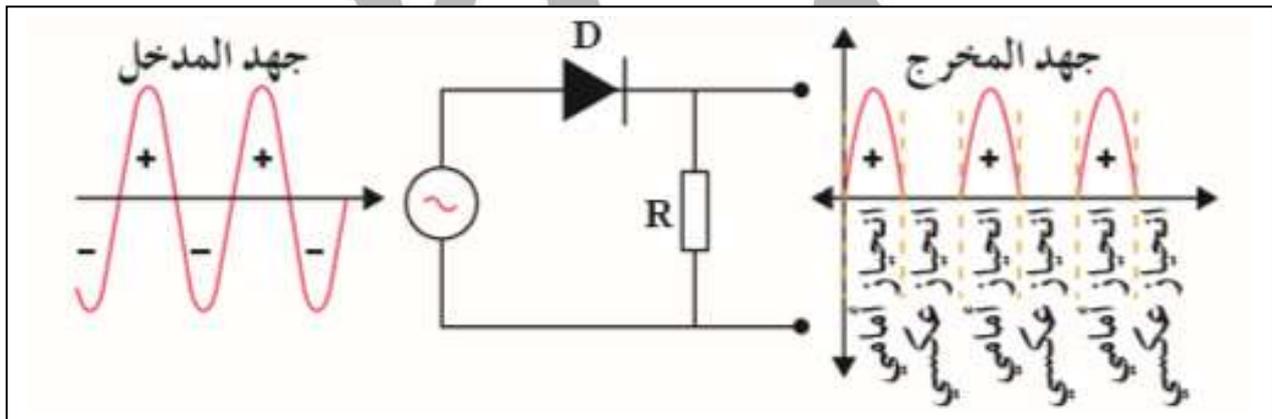
1- تستخدم الوصلة الثنائية كمفتاح الكتروني , بحيث تعمل علي توصيل التيار الكهربائي عندما توصل بطريقة الانحياز الامامي و تعمل كعازل للتيار الكهربائي عندما توصل بطريقة الانحياز العكسي

2- تقويم التيار المتردد :

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

- في نصف الدورة الثاني من التيار الكهربائي يعكس التيار الكهربائي اتجاهه و بالتالي يكون الدايمود في وضع الانحياز العكسي , وبالتالي يعمل الدايمود كعازل للتيار الكهربائي 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 الداخلي 0.6 V ما هو مقدار شدة المجال الكهربائي في الوصلة الثنائية .

$$V_i = E_i d$$

$$0.6 = E_i \left(\frac{0.4}{1000} \right)$$

$$E_i = 1500 \text{ V/M}$$

$$V_i = 0.6 \text{ V}$$

$$d = 0.4 \text{ mm}$$

$$E_i = ?$$

الوحدة الثالثة : الالكترونيات

الفصل الأول : الالكترونيات

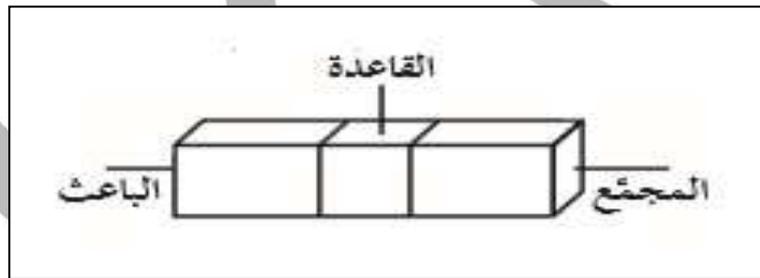
الدرس 1 - 2 : الترانزستور

الترانزستور :

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

تركيب الترانزستور :

يتكون الترانزستور من ثلاث قطع من اشباه الموصلات تسمى 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 الكهربى .

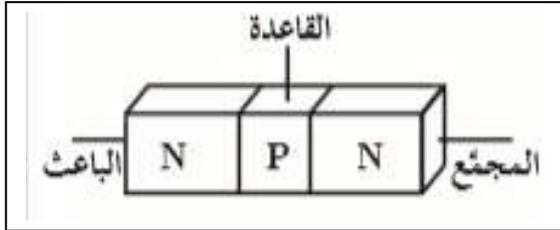
2- القاعدة B :

هي البلورة الوسطى وهي أقلهم نسبة شوائب , و أقل سمكا و أكبرهم مقاومة و أقلهم توصيل كهربى

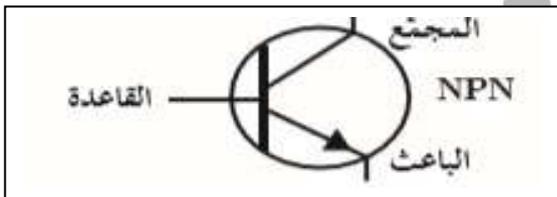
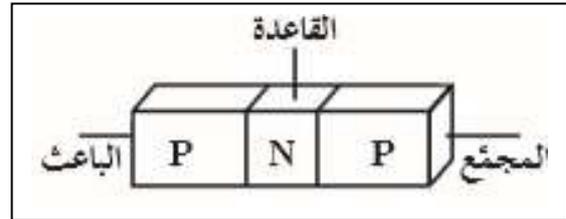
3- المجمع C :

هي البلورة الطرفية الأخرى , نسبة الشوائب فيها أكبر من القاعدة و أقل من الباعث , و أكبرهم سمكا , و مقاومتها متوسطة , وقدرتها علي التوصيل الكهربى متوسط . يمكن ترتيب اجزاء الترانزستور من حيث :

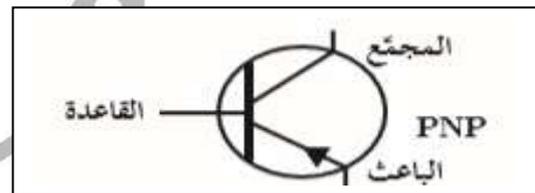
$C > E > B$	السماكة
$E > C > B$	الشوائب - التطعيم
$E > C > B$	التوصيل الكهربى
$B > C > E$	المقاومة

انواع الترانزستور :**NPN**

رمزها في الدائرة الكهربائية

**PNP**

رمزها في الدائرة الكهربائية



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

- استخدامات الترانزستور :

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

- توصيلات الترانزستور :

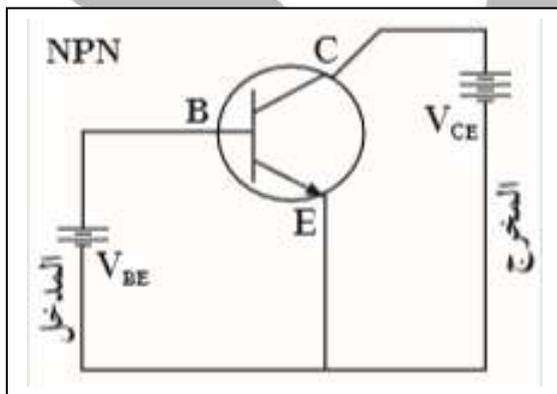
- لا بد من توصيل الترانزستور في دائرتين كهربائيتين و ليس دائرة واحدة .
- هناك ثلاث طرق لتوصيل الترانزستور :
- 1- طريقة القاعدة المشتركة
- 2- طريقة الباعث المشترك
- 3- طريقة المجمع المشترك .

توصيل الترانزستور بطريقة الباعث المشترك :

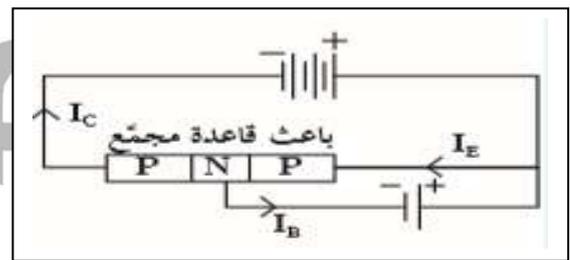
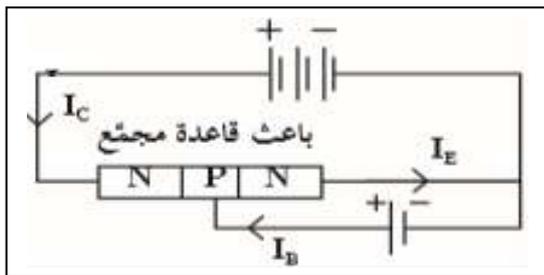
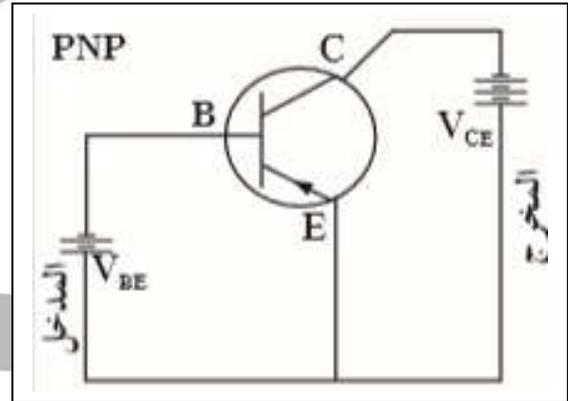
يتم توصيل الدائرتان بحيث يكون الباعث مشترك بينهما و تتكون التوصيلة من دائرتان , وهما :

- 1- دائرة القاعدة و الباعث <==== تسمى دائرة المدخل
 - 2- دائرة المجمع و الباعث <==== تسمى دائرة المخرج
- تكون وصلة الباعث - القاعدة <==== توصيلا اماميا
- تكون وصلة المجمع - القاعدة <==== توصيلا عكسيا .

NPN



PNP



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

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

طريقة عمل الترانزستور :

عند توصيل الترانزستور بطريقة الباعث المشترك فإن 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 $6 \times 10^{-3} \text{ A}$, و شدة تيار القاعدة 60×10^{-6} في ترانزستور متصل بطريقة الباعث المشترك , أحسب 1- معامل التكبير
2- شدة تيار الباعث .

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{6 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-6}} = 100$$

$$I_E = I_B + I_C = 6 \times 10^{-3} + 60 \times 10^{-6} = 0.00606 \text{ A}$$

$$I_C = 6 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_B = 60 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$\beta = ?$$

$$I_E = ?$$

مثال $\frac{2}{83}$ الهامش : ترانزستور NPN متصل بطريقة الباعث المشترك , شدة تيار الباعث $2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$ و تيار القاعدة $63 \mu\text{A}$ أحسب :
1- شدة تيار المجمع
2- معامل التكبير
3- معامل التناسب

$$I_E = I_B + I_C$$

$$2.563 \times 10^{-3} = 63 \times 10^{-6} + I_C$$

$$I_C = 2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{63 \times 10^{-6}} = 39.68$$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} = 0.975$$

$$I_E = 2.563 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_B = 63 \mu\text{A}$$

$$I_C = ?$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha = ?$$

مثال $\frac{3}{83}$ الهامش : ترانزستور متصل بطريقة الباعث المشترك , شدة تيار المجمع 3 mA و تيار القاعدة $30 \mu\text{A}$ أحسب :
1- شدة تيار الباعث
2- معامل التكبير
3- معامل التناسب

$$I_E = I_B + I_C$$

$$I_E = 30 \times 10^{-6} + 3 \times 10^{-3}$$

$$I_E = 3.03 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-6}} = 100$$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{3 \times 10^{-3}}{3.03 \times 10^{-3}} = 0.99$$

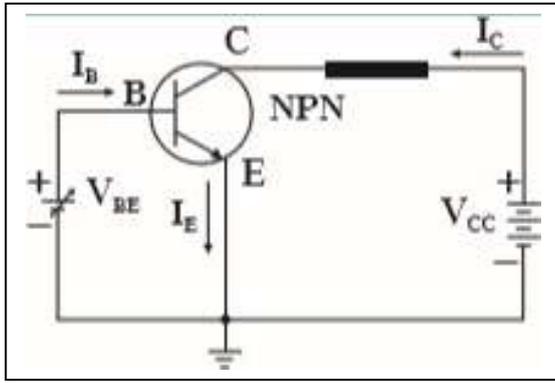
$$I_C = 3 \text{ mA}$$

$$I_B = 30 \mu\text{A}$$

$$I_E = ?$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha = ?$$



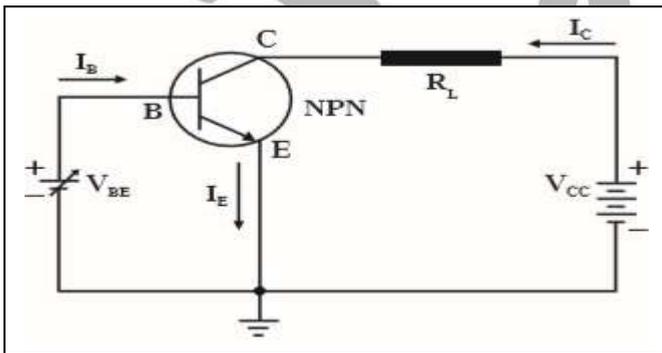
مثال $\frac{2}{84}$: ترانزستور موصل كما بالشكل ,
مقدار معامل التكبير 100 أحسب تيار المجمع و
الباعث اذا كان مقادير تيار القاعدة
0 mA , 1 mA , 5 mA

$$\beta = 100$$

$$I_C = ?$$

$$I_E = ?$$

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



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 .

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

$$I_E = I_B + I_C = 10 \times 10^{-3} + 1 = 1.01 \text{ A}$$

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

$$\beta = 100$$

$$I_C = ?$$

$$I_E = ?$$

$$I_B = 10 \text{ mA}$$

$$\alpha = ?$$

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 الكو

الدرس 1 - 1 : نماذج الذرة
نظرية الكمنماذج الذرة :

وضع العلماء علي مر العصور مجموعة تصورات لشكل الذرة و تركيبها الداخلي و تطورت هذه 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 يسمى النموذج بنموذج البطيخة .

3- نموذج رذرفورد :

أطلق رذرفورد سيل من أشعة الفا (وهي جسيمات موجبة الشحنة) علي صفيحة من الذهب و لاحظ 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 هذه المشاهدات اقترح رذرفورد أن الذرة عبارة عن نواة صغيرة و موجبة الشحنة و يدور حولها جسيمات سالبية الشحنة تسمى الكترونات .

4- نموذج بور :

اعتبر بور ان الالكترونات تدور حول النواة في مدارات كما تدور الكواكب حول الشمس , لذلك يسمى النموذج بالنموذج الكوكبي .

- و سنعتمد 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 نيوتن ان الضوء عبارة عن جسيمات متناهية الصغر
 - ووضع اينشتين تصور عن الطبيعة المزدوجة 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 تسمى الاطيف (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 تبعث ولا تمتص من المادة بشكل سيل مستمر بل علي صورة وحدات من الطاقة متتابعة و منفصلة عن بعضها تسمى 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	=====>	6.6×10^{-34} J.S	
f	تردد الفوتون	=====>	Hz	هيرتز
c	سرعة الضوء	=====>	3×10^8 m/s	
λ	الطول الموجي	=====>	m	متر

ثابت بلانك :

مقدار ثابت يساوي النسبة بين طاقة الفوتون و تردده .

كمات الضوء – طاقة الفوتون :

اقترح اينشتين أن كمات الضوء تسمى فوتونات , وهي تتحرك بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ وهي أكبر سرعة من الممكن أن يتحرك بها اي جسم .

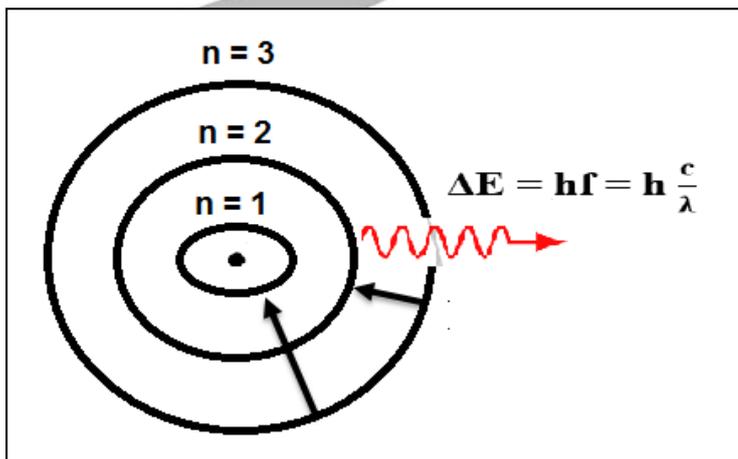
- العلاقة بين التردد و الطول الموجي تحسب من العلاقة التالية :

$$c = \lambda f$$

f	تردد الفوتون	=====>	Hz	هيرتز
c	سرعة الضوء	=====>	$3 \times 10^8 \text{ m/s}$	
λ	الطول الموجي	=====>	m	متر

- 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 :



$$E_{\text{photon}} = E_f - E_i = \Delta E$$

$$E_{\text{photon}} = h f = h \frac{c}{\lambda}$$

E_{photon}	طاقة الفوتون	=====>	J	جول
E_f	طاقة المستوي النهائي	=====>	J	جول
E_i	طاقة المستوي الابتدائي	=====>	J	جول
ΔE	الفرق في الطاقة بين المستويين	=====>	J	جول

- هناك وحدات مختلفة لقياس الطاقة غير وحدة الجول J وهي وحدة الالكترون فولت ev حيث أن :

$$1 \text{ ev} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

الالكترون فولت : ev

هو الشغل المبذول لنقل الكترون بين نقطتين فرق الجهد بينهم 1V .

مثال $\frac{1}{97}$ الهامش أحسب بوحدة ev طاقة فوتون له تردد $2.6 \times 10^{15} \text{ Hz}$ علما ان ثابت بلانك يساوي $6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

$$E = h f$$

$$E = (6.6 \times 10^{-34}) (2.6 \times 10^{15}) = 1.7 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E = \frac{1.716 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 10.725 \text{ ev}$$

$$E = ? \text{ ev}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 2.6 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

مثال $\frac{8}{103}$: أحسب طاقة فوتون ضوء طوله الموجي $0.6 \mu \text{ m}$ علما أن سرعة

الضوء تساوي $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ و ثابت بلانك يساوي $6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

$$E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E = (6.6 \times 10^{-34}) \frac{3 \times 10^8}{0.6 \times 10^{-6}} = 3.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\lambda = 0.6 \mu \text{ m}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$E = ?$$

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

$$E_{\text{ph}} = E_f - E_i$$

$$E_{\text{ph}} = -3.4 - (-13.6) = 10.2 \text{ ev}$$

$$E_{\text{ph}} = 10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.632 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_1 = -3.4 \text{ ev}$$

$$E_2 = -13.6 \text{ ev}$$

$$E_{\text{ph}} = ?$$

$$f = ?$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$E = h f$$

$$1.632 \times 10^{-18} = (6.6 \times 10^{-34}) f$$

$$f = 2.47 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

مثال $\frac{2}{97}$ الهامش : أحسب تردد فوتون انبعث من سقوط الكترون من مستوي طاقة $2.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ - الي مستوي طاقة $4.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ -

$$E_{ph} = E_f - E_i$$

$$h f = E_f - E_i$$

$$6.6 \times 10^{-34} f = - 2.6 \times 10^{-19} - (- 4.6 \times 10^{-19})$$

$$f = 3.03 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E_1 = - 2.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_2 = - 4.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$f = ?$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

مثال $\frac{3}{97}$ الهامش : أحسب بوحدة الجول كمية الطاقة التي تجب أن تمتصها ذرة الهيدروجين لينتقل داخلها الالكترن من مستوي طاقته 13.6 ev - الي مستوي طاقة 3.4 ev -

$$\Delta E = E_f - E_i$$

$$\Delta E = - 3.4 - (-13.6) = 10.2 \text{ ev}$$

$$\Delta E = 10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.632 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_1 = - 13.6 \text{ ev}$$

$$E_2 = - 3.4 \text{ ev}$$

$$\Delta E = ?$$

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

$$E_{ph} = E_f - E_i$$

$$E_{ph} = - 1.51 - (-3.4) = 1.89 \text{ ev}$$

$$E_{ph} = hf$$

$$1.89 \times 1.6 \times 10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) f$$

$$f = 4.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E_1 = - 1.51 \text{ ev}$$

$$E_2 = - 3.4 \text{ ev}$$

$$E_{ph} = ?$$

$$f = ?$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

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

$$E_{ph} = E_f - E_i$$

$$E_{ph} = - 0.85 - (-13.6) = 12.75 \text{ ev}$$

$$E_{ph} = hf$$

$$12.75 \times 1.6 \times 10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) f$$

$$f = 3.09 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E_1 = - 0.85 \text{ ev}$$

$$E_2 = - 13.6 \text{ ev}$$

$$E_{ph} = ?$$

$$f = ?$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

مثال $\frac{4}{142}$: أحسب تردد الفوتون القادر علي جعل الكترون يقفز من مستوي طاقة 3.8 ev - الي مستوي طاقة 2.6 ev -

$$E_{ph} = E_f - E_i$$

$$E_{ph} = - 2.6 - (-3.8) = 1.2 \text{ ev}$$

$$1.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) f$$

$$f = 2.9 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E_1 = - 3.8 \text{ ev}$$

$$E_2 = - 2.6 \text{ ev}$$

$$f = ?$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

مثال $\frac{6}{142}$: أحسب طول موجة الفوتون المنبعث من نواة عندما تنتقل من حالة اثاره $E_3 = 0.616 \text{ Mev}$ الي مستوي $E_2 = 0.04 \text{ Mev}$.

$$E_{ph} = E_f - E_i$$

$$E_{ph} = 0.616 - 0.04 = 0.576 \text{ Mev}$$

$$E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$0.576 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) \frac{3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 2.14 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$\lambda = ?$$

$$E_3 = 0.616 \text{ Mev}$$

$$E_2 = 0.04 \text{ Mev}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

الضوء :

هو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي و يمثل الوان الطيف السبعة .

خواص الموجات الكهرومغناطيسية :

- 1- غير مشحونة ولا تتأثر بالمجالات الكهربائية ولا المغناطيسية
- 2- تتحرك في خطوط مستقيمة و بسرعات ثابتة في الاوساط المختلفة , و سرعتها في الفراغ تساوي $3 \times 10^8 \text{ m/s}$.
- 3- تختلف الموجات الكهرومغناطيسية في التردد f و الطول الموجي λ و تظل سرعتها ثابتة C .

λ → تقل

موجات الراديو	الاشعة تحت الحمراء	الضوء المرئي	الاشعة فوق البنفسجية	الاشعة السينية	اشعة جاما
------------------	--------------------------	-----------------	----------------------------	-------------------	--------------

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 طاقتها كما يلي

أحمر – برتقالي – أصفر – أخضر – أزرق – نيلى – بنفسجي

- يمكن اختصار 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 أخرى كجسم .
- في التجارب التالية سنتناول بعض الظواهر التي تؤكد علي فرضية ان الضوء له خواص جسيمية .

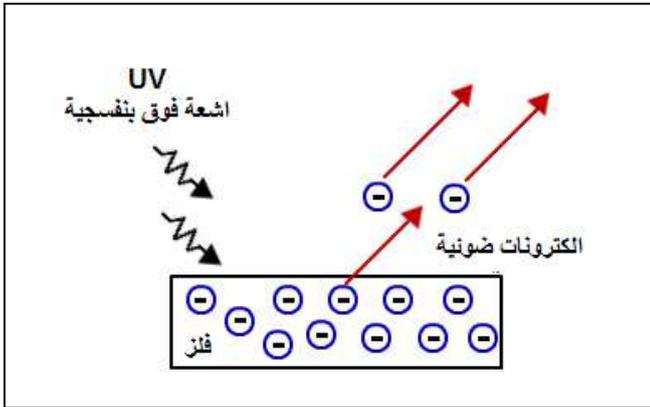
التأثير الكهروضوئي :

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 .

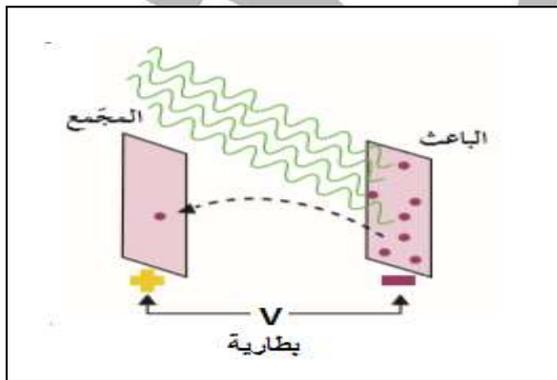


تجربة :

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

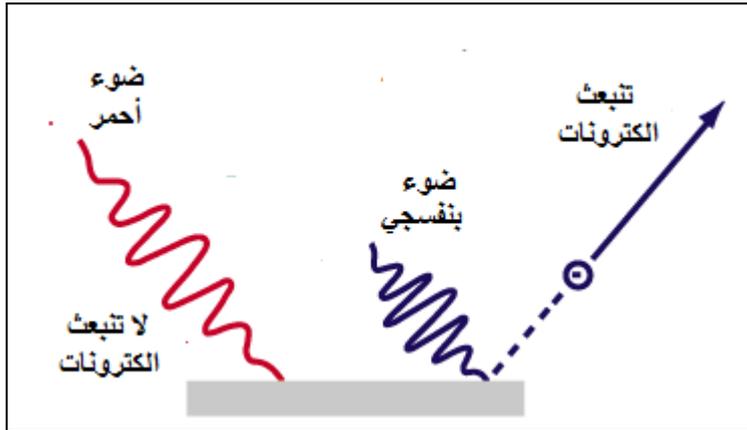


فكرة عمل الجهاز :

عند سقوط الضوء علي الباعث , فإن 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 كهربى ضعيف .

- و في ما يلي سنتناول بعض التجارب لفهم تجربة التأثير الكهروضوئي .

تجربة 1

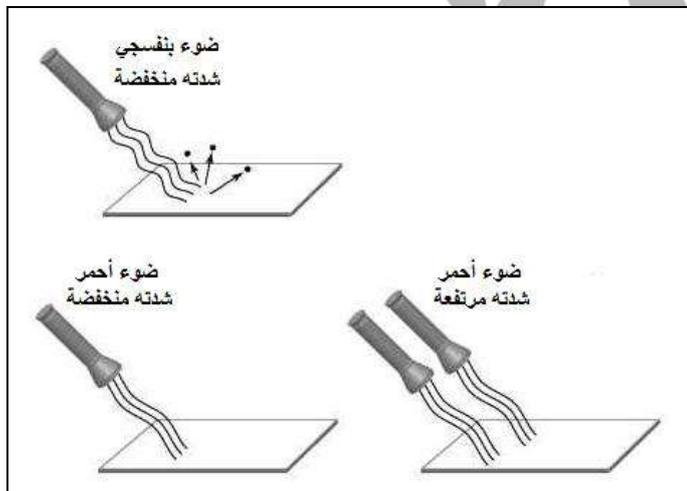


عند اسقاط شعاع ضوء مرئي بنفسجي واخر أحمر نلاحظ انبعث الأشعة الضوئية نتيجة سقوط الشعاع البنفسجي فقط وليس الأحمر , وذلك لان طاقة اللون البنفسجي أكبر من الأحمر مما يمكن الشعاع من انبعث الكترونات ضوئية .

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 الأحمر غير كافية لتحرر الالكترونات من ذرات مادة الباعث .

تجربة 2

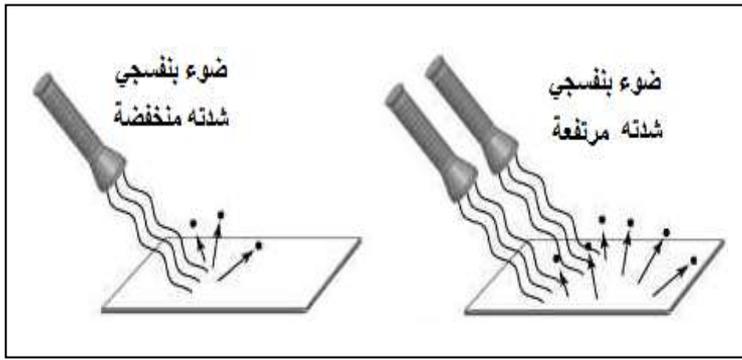


عند اسقاط ضوء مرئي أحمر علي سطح الفلز لاحظنا عدم انبعث الكترونات ضوئية من الباعث و مع زيادة شدة الشعاع (عدد الأشعة الضوئية الساقطة) لا ينبعث أيضا الكترونات ضوئية , لكن عند اسقاط شعاع أزرق او بنفسجي علي سطح الفلز شدته منخفضة ينبعث الكترونات ضوئية من سطح الفلز

الاستنتاج :

- لا يتوقف انبعث الكترونات الضوئية علي شدة الضوء الساقط بل علي طاقة الضوء الساقط
- اللون الأحمر لا يبعث الكترونات ضوئية من سطح الفلز مهما زادت شدته وذلك لان طاقته منخفضة
- بينما الضوء الأزرق أو البنفسجي يبعث الكترونات ضوئية من سطح الفلز حتي وان كانت شدته خافته جدا وذلك لان طاقته كبيرة.

تجربة 3



عند سقوط ضوء بنفسجي علي الباعث , ينبعث منه إلكترونات ضوئية مما يسبب مرور تيار كهربى , لكن بزيادة شدة الضوء الساقط , يزداد عدد الفوتونات الساقطة علي سطح الباعث مما يزيد من عدد الإلكترونات الضوئية المتحررة من سطح الباعث وبالتالي يزداد شدة التيار الكهربى المار .

الاستنتاج :

بزيادة شدة الضوء الذي له طاقة (تردد) مناسب يؤدي الي زيادة عدد الفوتونات الساقطة وبالتالي تزداد عدد الإلكترونات الضوئية المنبعثة لذلك يزداد شدة التيار الكهربى المارة.

دالة الشغل : Φ

أقل قدر من الطاقة يلزم لتحرير الإلكترون 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 الإلكترونات الضوئية من سطح الفلز .

ملاحظات :

- 1- تتوقف قيمة دالة الشغل علي مدى ارتباط الإلكترون بالذرة , بمعنى انه كلما ازداد ارتباط الإلكترون بالذرة فانه يحتاج الي طاقة كبير ليتحرر وبالتالي يكون له دالة شغل كبير , وكلما كان ارتباط الإلكترون بالذرة ضعيف فانه 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- إذا 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- إذا 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- إذا كانت طاقة الفوتون الساقط أكبر من دالة الشغل فإن 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 الكهربى .

- 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	=====>	6.6×10^{-34}	J.S
f	تردد الضوء - الفوتون	=====>	Hz	هيرتز
f_0	تردد العتبة	=====>	Hz	هيرتز
m	كتلة الالكترون	=====>	9.1×10^{-31}	Kg
V	سرعة الالكترونات	=====>	m/s	متر/ثانية

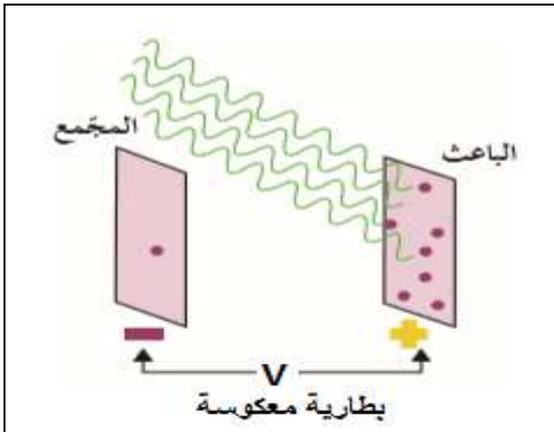
ملاحظات :

1- بزيادة طاقة الضوء الساقط , فإن دالة الشغل لا تتغير (لأنها 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 كهربى 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 يسمى (جهد القطع) عنده لا يستطيع أي الكترون الوصول الي المجمع فيتوقف (ينقطع) مرور التيار الكهربى .

جهد القطع : V_{cut}

هو اكبر فرق جهد يؤدي الي ايقاف الالكترونات .

$$KE = e V_{cut}$$

KE	طاقة حركة الالكترونات الضوئية	=====>	J	جول
V_{cut}	جهد القطع	=====>	V	فولت
e	شحنة الكترون	=====>	1.6×10^{-19}	C

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 رياضيا 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	=====>	6.6×10^{-34} J.S	
f	تردد الضوء - الفوتون	=====>	Hz	هيرتز
f_0	تردد العتبة	=====>	Hz	هيرتز
m	كتلة الالكترون	=====>	9.1×10^{-31} Kg	
v	سرعة الالكترونات	=====>	m/s	متر/ثانية
c	سرعة الضوء	=====>	3×10^8 m/s	
λ	الطول الموجي للضوء الساقط	=====>	m	متر
e	شحنة الالكترون	=====>	1.6×10^{-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 بتردده 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 9.78×10^{14} Hz
 أحسب : 1- طاقة الفوتون الساقط 2- دالة الشغل 3- هل الفوتون قادر علي انتزاع الكترون 4- الطاقة الحركية للألكترون المنبعث

$$E = h f = (6.6 \times 10^{-34}) (10^{15}) = 6.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$f = 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_0 = 9.78 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$E = ?$$

$$\Phi = ?$$

$$\text{K.E} = ?$$

$$\Phi = h f_0$$

$$\Phi = (6.6 \times 10^{-34}) (9.78 \times 10^{14}) = 6.45 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{K.E} = E - \Phi$$

$$\text{K.E} = 6.6 \times 10^{-19} - 6.45 \times 10^{-19} = 1.452 \times 10^{-20} \text{ J}$$

مثال $\frac{10}{103}$: سقط ضوء تردده 1.5×10^{15} Hz علي سطح الومنيوم تردد العتبه له

أحسب : 1- طاقة الفوتون 2- داله الشغل 3- استنتج هل يستطيع الفوتون انتزاع الكترون 4- الطاقة الحركية للألكترون 5- سرعة الالكترن لحظة تركه سطح الالمنيوم 6- جهد القطع

$$E = h f = (6.6 \times 10^{-34}) (1.5 \times 10^{15}) = 9.9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$f = 1.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_0 = 9.92 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$E = ?$$

$$\Phi = ?$$

$$\text{K.E} = ?$$

$$V = ?$$

$$V_{\text{cut}} = ?$$

$$\Phi = h f_0$$

$$\Phi = (6.6 \times 10^{-34}) (9.92 \times 10^{14}) = 6.55 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ينتزع الفوتون الكترون لأن $E > \Phi$

$$\text{K.E} = E - \Phi$$

$$\text{K.E} = 9.9 \times 10^{-19} - 6.55 \times 10^{-19} = 3.35 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$\text{K.E} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$3.35 \times 10^{-20} = \frac{1}{2} (9.1 \times 10^{-31}) v^2$$

$$v = 0.86 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$\text{K.E} = e V_{\text{cut}}$$

$$3.35 \times 10^{-20} = 1.6 \times 10^{-19} V_{\text{cut}}$$

$$V_{\text{cut}} = 2.1 \text{ V}$$

مثال $\frac{10}{142}$: سقط ضوء تردده $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ علي سطح فلز له تردد عتبه $1.4 \times 10^{15} \text{ Hz}$

استنتج أن الفوتون قادر علي انتزاع الكترون . أحسب :

- 1- طاقة الفوتون الساقط 2- دالة الشغل 3- الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث
- 4- سرعة الإلكترون لحظة تركه سطح الفلز

ينتزع الفوتون الكترون لأن $f > f_0$

$$f = 2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_0 = 1.4 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$E = ?$$

$$\Phi = ?$$

$$\text{K.E} = ?$$

$$v = ?$$

$$E = h f = (6.6 \times 10^{-34}) (2 \times 10^{15}) = 1.32 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$\Phi = h f_0$$

$$\Phi = (6.6 \times 10^{-34}) (1.4 \times 10^{15}) = 9.24 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{K.E} = E - \Phi$$

$$\text{K.E} = 1.32 \times 10^{-18} - 9.24 \times 10^{-19} = 3.96 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{K.E} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$3.96 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} (9.1 \times 10^{-31}) v^2$$

$$v = 932914 \text{ m/s}$$

مثال : إذا علمت أن دالة الشغل للبتاسيوم تساوي (2.1) e.v و إذا سقط على سطح البتاسيوم ضوء طول موجته $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ و كانت سرعة الضوء (C) = $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ و ثابت بلانك (h) = $6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ فأحسب ما يلي :

أ- تردد العتبة الكهروضوئية للبتاسيوم .

$$\Phi = h f_0$$

$$2.1 \times 1.6 \times 10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34}) f_0$$

$$f_0 = 5.09 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

ب- تردد الفوتونات الساقطة

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{-7}} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

ج- طاقة الحركة للإلكترونات الضوئية المنبعثة من السطح

$$\text{K.E} = E - \Phi = hf - \Phi$$

$$\text{K.E} = [(6.6 \times 10^{-34}) (6 \times 10^{14})] - [(2.1)(1.6 \times 10^{-19})] = 6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

د- جهد الإيقاف .

$$\text{K.E} = e V_{\text{cut}}$$

$$6 \times 10^{-20} = 1.6 \times 10^{-19} V_{\text{cut}}$$

$$V_{\text{cut}} = 0.375 \text{ V}$$

مثال : خلية كهر وضوئية سلط على الباعث فيها إشعاع كهر ومغناطيسي طوله الموجي $3 \times 10^{-7} \text{ m}$ فانبعث منه إلكترونات ضوئية، فإذا علمت أن أقل تردد يلزم لتحرير الإلكترونات الضوئية من سطح الباعث يساوي $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ وسرعة الضوء $(C) = (3 \times 10^8 \text{ m/s})$ و ثابت بلانك $(h) = (6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s})$ فاحسب ما يلي:

1- أدنى مقدار من الطاقة يلزم لتحرير إلكترون ضوئي بدون إكسابه طاقة حركية

$$\Phi = h f_0$$

$$\Phi = (6.6 \times 10^{-34}) (5 \times 10^{14}) = 3.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\lambda = 3 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$f_0 = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\Phi = ?$$

2- أقصى سرعة للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح الباعث ، علما بأن: كتلة الإلكترون $(9 \times 10^{-31} \text{ kg})$

$$E = \Phi - K.E$$

$$K.E = E - \Phi$$

$$K.E = h \frac{c}{\lambda} - \Phi = [(6.6 \times 10^{-34}) \left(\frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{-7}} \right)] - 3.3 \times 10^{-19} = 3.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$K.E = \frac{1}{2} m v^2$$

$$3.3 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} (9.1 \times 10^{-31}) v^2$$

$$v = 851630.62 \text{ m/s}$$

3- أكبر جهد للخلية يكفي لمنع مرور التيار الكهر ومغناطيسي في دائرة الخلية، علما بأن: شحنة الإلكترون $(-1.6 \times 10^{-19} \text{ كولوم})$

$$K.E = e V_{\text{cut}}$$

$$3.3 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-19} V_{\text{cut}}$$

$$V_{\text{cut}} = 2.06 \text{ V}$$

حساب انصاف أقطار مدارات الالكترين في ذرة الهيدروجين :

- بأستخدام نموذج بور و قوانين التفاعل الكهربى بين الشحنة الموجبة للبروتون في النواة و شحنة الالكترين السالبة في المدار تمكنا من استنتاج قيم انصاف اقطار مدارات الالكترين في ذرة الهيدروجين فقط .
- ذرة الهيدروجين تحتوي على الكترين واحد و على بروتون واحد داخل النواة .
- افترض بور أن كمية الحركة الزاوية للإلكترين عبارة عن كمات محددة كما يلي :

$$L = m v r_n = \frac{n h}{2\pi}$$

- وبالتالي يمكن استنتاج انصاف اقطار المدارات كما يلي :
- التجاذب الكهربى بين البروتون و الالكترين في مداره كما يلي :

$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2} = K \frac{e^2}{r_n^2}$$

- وحيث أن هذه القوة مركزية ناتجة عن دوران الالكترين في مداره .

$$F = \frac{m v^2}{r_n}$$

- وبالتالى 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 :

$$m^2 \left(\frac{K e^2}{r_n m} \right) r_n^2 = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2}$$

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k e^2} = n^2 \text{ مقدار ثابت}$$

$$r_n = n^2 r_1 = n^2 5.29 \times 10^{-11}$$

- وبالتالي في حالة استقرار الذرة يكون الالكترون في مستوي الطاقة الاول و يمكن نصف قطر المدار الاول كما يلي

$$r_1 = 1^2 r_1 = 1 \times 5.29 \times 10^{-11} = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$$

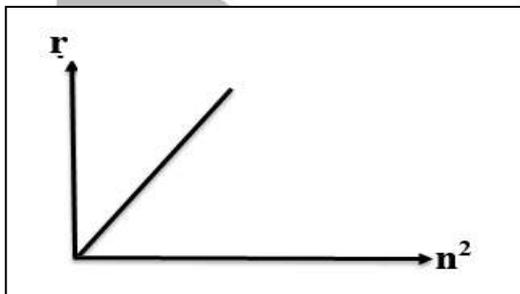
- وبالمثل يمكن حساب انصاف اقطار المدارات الاخرى كما يلي :

$$r_2 = n^2 r_1 = 2^2 r_1 = 4 r_1 = 4 \times 5.29 \times 10^{-11} = 2.116 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$r_3 = n^2 r_1 = 3^2 r_1 = 9 r_1 = 9 \times 5.29 \times 10^{-11} = 4.761 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$r_4 = n^2 r_1 = 4^2 r_1 = 16 r_1 = 16 \times 5.29 \times 10^{-11} = 8.464 \times 10^{-10} \text{ m}$$

- وبالتالي يمكن اعتبار ان نصف قطر المدار يتناسب طرديا مع مربع رتبة المدار :



$$r \propto n^2$$

مثال : اذا علمت ان نصف قطر احد مدارات ذرة الهيدروجين يساوي $4.761 \times 10^{-10} \text{ m}$ احسب رتبة المدار ؟

$$r_n = n^2 r_1$$

$$4.761 \times 10^{-10} = n^2 5.29 \times 10^{-11}$$

$$n = 3$$

المستوي الثالث

ملاحظة :

طبقا لأفتراض بور أن كمية الحركة الزاوية للإلكترون عبارة عن كمات محددة يمكن ايجاد صيغة لحساب كمية الحركة الزاوية للإلكترونات في المدار كما يلي :

$$L = \frac{n h}{2\pi}$$

$$L_1 = \frac{1 h}{2\pi} = \frac{h}{2\pi}$$

$$L_2 = \frac{2 h}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$$

$$L_3 = \frac{3 h}{2\pi}$$

الوحدة الرابعة : الفيزياء الذرية و الفيزياء النووية

الفصل الثاني : نواة الذرة و النشاط الإشعاعي

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 تسمى نيوترونات .

- وبالتالي فإن النواة عبارة عن جسيم موجب الشحنة يحتوي علي بروتونات
موجبة الشحنة و نيوترونات متعادلة الشحنة .

النيوكلون :

أسم يطلق علي اي جسيم داخل النواة (البروتونات و النيوترونات)

العدد الذري : Z

هو عدد البروتونات = عدد الالكترونات

العدد الكتلي : A

هو عدد البروتونات + عدد النيوترونات .

$$A = N + Z$$

A	العدد الكتلي	====>	عدد ليس له وحدة
N	عدد النيوترونات	====>	عدد ليس له وحدة
Z	العدد الذري - عدد البروتونات	====>	عدد ليس له وحدة

- يمكن حساب عدد النيوترونات في الذرة كما يلي :

$$N = A - Z$$

- كتلة البروتونات مساوية تقريبا لكتلة النيوترونات , 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 $\frac{A}{Z}X$

النظائر :

هي ذرات لها نفس العدد الذري و تختلف في العدد الكتلي .

- وبالتالي فإن 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 $^{12}_6\text{C}$ نسبة وجوده في الطبيعة %98.89 بينما باقي النسبة تتوزع علي باقي النظائر $^{10}_6\text{C}$, $^{11}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$, $^{14}_6\text{C}$, $^{15}_6\text{C}$, $^{16}_6\text{C}$

خواص النواة :

تم قياس كتل مكونات النواة بوحدة الكيلوجرام , ولكن تستخدم وحدة أخرى لقياس كتل النواة تسمى وحدة الكتل الذرية a.m.u

وحدة الكتل الذرية : a.m.u

تساوي $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون $^{12}_6\text{C}$

- وجد أن $1 \text{ amu} = 1.660539 \times 10^{-27} \text{ kg}$

وبناء علي ذلك يمكن استخدام المقادير التالية في حساب كتلة النيوكلونات :

الكتلة amu	الكتلة kg	الرمز	الجسيم
1.00727 amu	$1.67262 \times 10^{-27} \text{ kg}$	^1_1H	البروتون
1.00866 amu	$1.67493 \times 10^{-27} \text{ kg}$	^1_0n	النيوترون

- من الارقام يتضح التقارب بين كتلتي البروتون و النيوترونات , ولذلك يسمى النيوكلون ويمكن حساب متوسط كتلة البروتون و النيوترون (النيوكلون) , وان متوسط كتلة النيوكلون $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

- 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	=====>	$1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

- النيوكلونات اجسام كروية و كذلك النواة كروية الشكل , لذلك هناك نصف قطر للنيوكلون r_0 و نصف قطر للنواة R .

- لذلك فإن حجم النيوكلون يحسب من العلاقة :

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi r_0^3$$

- وبالتالي فإن 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	=====>	$1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$

- 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	=====>	$1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
V	حجم النواة	=====>	m^3
V_0	حجم النيوكلون	=====>	m^3

- و بالتالي فإن كثافة النواة مقدار ثابت و تساوي $2.3 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3$

مثال $\frac{3}{116}$ الهامش : أحسب مقدار نصف قطر نواة الحديد ${}_{26}^{56}Fe$ إذا علمت ان نصف قطر النيوكليون يساوي $r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 1.2 \times 10^{-15} (56)^{\frac{1}{3}} = 4.59 \times 10^{-15} \text{ M}$$

$$R = ?$$



$$r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

مثال $\frac{2}{120}$: أحسب مقدار نصف قطر نواة الرصاص ${}_{82}^{206}Pb$ إذا علمت ان نصف قطر النيوكليون يساوي $r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 1.2 \times 10^{-15} (206)^{\frac{1}{3}} = 7.08 \times 10^{-15}$$

$$R = ?$$



$$r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

مثال $\frac{1}{116}$ الهامش : تحتوي ذرة الالومنيوم علي 27 نيوكليون أحسب حجم النواة , إذا علمت ان نصف قطر النيوكليون يساوي $r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 1.2 \times 10^{-15} (27)^{\frac{1}{3}} = 3.6 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (3.6 \times 10^{-15})^3 = 1.95 \times 10^{-43} \text{ m}^3$$

$$A = 27$$

$$V = ?$$

$$r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

مثال $\frac{2}{116}$ الهامش : أحسب عدد النيوكليونات الموجودة في نواة نصف قطرها يساوي $3.6 \times 10^{-15} \text{ m}$ إذا علمت ان نصف قطر النيوكليون يساوي $r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$3.6 \times 10^{-15} = 1.2 \times 10^{-15} A^{\frac{1}{3}}$$

$$A = 27$$

$$A = ?$$

$$R = 3.6 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

مثال $\frac{1}{116}$: اذا كان مقدار كتلة النيوكليون الواحد $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ و نصف قطر

النيوكليون الواحد $1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$ احسب : 1- كتلة نواة الكربون $^{15}_6\text{C}$
2- مقدار نصف قطر النواة
3- كثافة النواة

$$m = A m_0$$

$$m = (15) (1.66 \times 10^{-27}) = 25.5 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 1.2 \times 10^{-15} (15)^{\frac{1}{3}} = 2.959 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$m_0 = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$^{15}_6\text{C}$$

$$m = ?$$

$$R = ?$$

$$\rho = ?$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (2.959 \times 10^{-15})^3 = 1.08 \times 10^{-43} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{25.5 \times 10^{-27}}{1.08 \times 10^{-43}} = 2.3 \times 10^{17} \text{ Kg/m}^3$$

مثال $\frac{2}{142}$: تحتوي نواة الزنك علي 56 نيوكليون احسب :

1- نصف قطر النواة
2- حجم النواة
3- كثافة النواة الحجمية

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 1.2 \times 10^{-15} (56)^{\frac{1}{3}} = 4.82 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V = \frac{4}{3} \pi (4.82 \times 10^{-15})^3 = 4.68 \times 10^{-43} \text{ m}^3$$

$$A = 65$$

$$m_0 = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$R = ?$$

$$V = ?$$

$$\rho = ?$$

$$m = A m_0$$

$$m = (56) (1.66 \times 10^{-27}) = 1.079 \times 10^{-25} \text{ Kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1.079 \times 10^{-25}}{4.68 \times 10^{-43}} = 2.3 \times 10^{17} \text{ Kg/m}^3$$

طاقة السكون

الطاقة المكافئة لكتلة الجسم .

- وضع اينشتين معادلة يمكن عن طريقها حساب الطاقة المكافئة للكتلة , بمعنى اذا تحولت الكتلة الي طاقة تحسب الطاقة الناتجة من العلاقة التالية :

$$E = m C^2$$

E	طاقة السكون	=====>	J
m	كتلة الجسم	=====>	kg
C	سرعة الضوء	=====>	3×10^8 m/s

- يمكن من خلال هذه المعادلة استنتاج مقدار الطاقة المكافئة لوحد الكتل الذرية 1amu كما يلي :

$$E = (1.66 \times 10^{-27}) (3 \times 10^8)^2$$

$$E = 14.9 \times 10^{-11} \text{ J}$$

- وعند تحويلها الي وحدة مليون الالكترن فولت يقسم الناتج علي 1.6×10^{-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 الجسم	=====>	amu

مثال $\frac{6}{120}$ احسب طاقة السكون بوحدة ميغا الكترن فولت , لكتلة مقدارها 1 g

علما ان $c = 3 \times 10^8$ m/s

$$E = m C^2$$

$$E = (1 \times 10^{-3}) (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$E = \frac{9 \times 10^{13}}{1.6 \times 10^{-13}} = 5.6 \times 10^{26} \text{ Mev}$$

$$E = ?$$

$$m = 1 \text{ g}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

استقرار النواة :

تتفاعل النيوكلونات داخل بعضها بقوة تجاذب تسمى القوة النووية
القوة النووية :

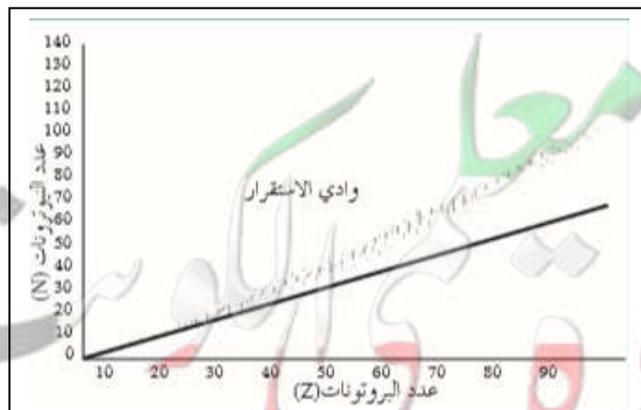
هي قوة التجاذب بين نيوكلونات النواة

خواص القوة النووية :

- 1- قوة لا تعتمد علي شحنة النيوكلون , بمعنى انه يوجد قوي تجاذب نووية بين البروتون و البروتون , وبين البروتون والنيوترون , وبين النيوترون و النيوترون
- 2- قوة قصيرة المدى , تنشأ بين النيكليونات المتجاورة .
- 3- مقدار القوة النووية يكفي لمنع زوج من البروتونات من التناثر الكهربى بسبب شحنتهم الموجبة.

ملاحظات :

- 1- كلما زاد عدد النيوترونات في النواة ازداد مقدار قوي التجاذب النووية علي قوة التناثر الكهربى بين البروتونات و بالتالي يؤدي ذلك الي زيادة استقرار النواة , بسبب التجاذب النووي الذي يحفظ البروتونات من الابتعاد بسبب التناثر الكهربى .
- 2- في الانوية الخفيفة (عددها الكتلي قليل) نجد أن عدد البروتونات مساوي لعدد النيوترونات $N = Z$
- 3- لكن في الانوية الثقيلة (عددها الكتلي كبير) نجد أن عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات وذلك بسبب زيادة قوة التناثر بسبب زيادة عدد البروتونات في الانوية الثقيلة , وبالتالي تحتاج النواة الي زيادة عدد النيوترونات لتزيد من القوة النووية و تحافظ علي استقرار النواة .
- 4- عند رسم علاقة بين عدد البروتونات N و عدد 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 التناثر بين البروتونات ولا تستطيع زيادة النيوترونات تعويض زيادة قوة التناثر الكهربائية بين البروتونات و لذلك تسمى انوية غير مستقرة .



طاقة الربط النووية : E_b

- الطاقة الكلية اللازمة لكسر النواة و فصل نيوكليوناتها فصلا تاما
- مقدار الطاقة المحررة من تجمع نيوكلونات 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	=====>	1.66×10^{-27} kg

- و الفقد في الكتلة كما يلي :

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

- وبالتالي فإن طاقة الربط النووية تساوي :

$$E_b = \Delta m \cdot 931.5$$

E_b	طاقة الربط النووية	=====>	Mev
Δm	الفقد في الكتلة	=====>	amu

طاقة الربط النووية لكل نيوكلون :

هي متوسط طاقة الربط النووية للنواة

$$E_{b/\text{nucleon}} = \frac{E_b}{A}$$

$E_{b/\text{nucleon}}$	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 نيوكليون لنواة الحديد ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ علما أن كتلة نواة الحديد تساوي 55.9206 amu

$$Z = 26$$

$$N = A - Z = 56 - 26 = 30$$

$$m_{\text{مكونات}} = (26 \times 1.00727) + (30 \times 1.00866)$$

$$m_{\text{مكونات}} = 56.44882 \text{ amu}$$

$$E_{b/n} = ?$$



$$m_{\text{Fe}} = 55.9206 \text{ amu}$$

$$m_p = 1.00727 \text{ amu}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ amu}$$

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

$$\Delta m = 56.44882 - 55.9206 = 0.52822 \text{ amu}$$

$$E_b = \Delta m \cdot 931.5$$

$$E_b = (0.52822) \cdot (931.5) = 492 \text{ Mev}$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{492}{56} = 8.79 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{1}{119}$ الهامش : أحسب طاقة الربط النووية و طاقة الربط لكل نيوكليون لنواة اليورانيوم ${}_{92}^{235}\text{U}$

$$Z = 92$$

$$N = A - Z = 235 - 92 = 143$$

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

$$\Delta m = (92 \times 1.00727) + (143 \times 1.00866) - 234.9934$$

$$\Delta m = 1.91382 \text{ amu}$$

$$E_b = ?$$

$$E_{b/n} = ?$$



$$m_{\text{U}} = 234.9934 \text{ amu}$$

$$m_p = 1.00727 \text{ amu}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ amu}$$

$$E_b = \Delta m \cdot 931.5 = (1.91382) \cdot (931.5) = 1782.72 \text{ Mev}$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{1782.72}{235} = 7.586 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{2}{119}$ الهامش : أحسب طاقة الربط النووية و طاقة الربط لكل نيوكليون لنواة الهيليوم ${}_{2}^4\text{He}$

$$Z = 2$$

$$N = A - Z = 4 - 2 = 2$$

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

$$\Delta m = (2 \times 1.00727) + (2 \times 1.00866) - 4.0015$$

$$\Delta m = 0.03036 \text{ amu}$$

$$E_b = ?$$

$$E_{b/n} = ?$$



$$m_{\text{He}} = 4.0015 \text{ amu}$$

$$m_p = 1.00727 \text{ amu}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ amu}$$

$$E_b = \Delta m \cdot 931.5 = (0.03036) \cdot (931.5) = 28.28 \text{ Mev}$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{28.28}{4} = 7.07 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{7}{120}$: أحسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة الرصاص $^{208}_{82}\text{Pb}$ علماً أن كتلة نواة الرصاص تساوي 207.97664 amu

$$Z = 82$$

$$N = A - Z = 208 - 82 = 126$$

$$E_b = \Delta m \text{ 931.5}$$

$$E_b = (m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}) \text{ 931.5}$$

$$E_{b/n} = ?$$



$$m_{\text{Pb}} = 207.97664 \text{ amu}$$

$$m_p = 1.00727 \text{ amu}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ amu}$$

$$E_b = [(82 \times 1.00727) + (126 \times 1.00866) - 207.97664] (931.5)$$

$$E_b = 1593.47979 \text{ Mev}$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{1593.47979}{208} = 7.66 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{8}{120}$: أحسب طاقة الربط لكل نيوكليون لنواة الكربون $^{12}_6\text{C}$ علماً أن كتلة الكربون

$$m_c = 11174.7 \text{ Mev}$$

$$Z = 6$$

$$N = A - Z = 12 - 6 = 6$$

$$E_b = \Delta m \text{ 931.5}$$

$$E_b = (m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}) \text{ 931.5}$$

$$E_{b/n} = ?$$



$$m_c = 11174.7 \text{ Mev}$$

$$m_p = 1.00727 \text{ amu}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ amu}$$

$$E_b = [(6 \times 1.00727) + (6 \times 1.00866)] (931.5) - 11174.7$$

$$E_b = 93.45 \text{ Mev}$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{93.45}{12} = 7.78 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{11}{143}$: إذا كانت طاقة الربط النووية للترتيوم ^3_1H تساوي 2.8 Mev أحسب كتلة النواة

$$Z = 1 \quad , \quad N = A - Z = 3 - 1 = 2$$

$$E_b = \Delta m \text{ 931.5}$$

$$2.8 = \Delta m \text{ 931.5} \implies \Delta m = 3 \times 10^{-3} \text{ amu}$$

$$E_b = 2.8 \text{ Mev}$$



$$m_{\text{H}} = ?$$

$$m_p = 1.00727 \text{ amu}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ amu}$$

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

$$3 \times 10^{-3} = (1 \times 1.00727) + (2 \times 1.00866) - m_{\text{نواة}}$$

$$m_{\text{نواة}} = 3.02198 \text{ amu}$$

مثال $\frac{3}{119}$ الهامش : اذا كانت طاقة الربط لكل نيوكليون لنواة الكالسيوم ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ تساوي 8.552 Mev أحسب كتلة النواة .

$$Z = 20 \quad , \quad N = A - Z = 40 - 20 = 20$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} \quad \text{=====>} \quad 8.552 = \frac{E_b}{40}$$

$$E_b = 342.08 \text{ Mev}$$

$$E_{b/n} = 8.552 \text{ Mev}$$



$$m_{\text{Ca}} = ?$$

$$m_p = 1.00727 \text{ amu}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ amu}$$

$$E_b = \Delta m \text{ 931.5}$$

$$342.08 = \Delta m \text{ 931.5} \quad \text{=====>} \quad \Delta m = 0.3672 \text{ amu}$$

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

$$0.3672 = (20 \times 1.00727) + (20 \times 1.00866) - m_{\text{نواة}}$$

$$m_{\text{نواة}} = 39.95136 \text{ amu}$$

ملاحظات :

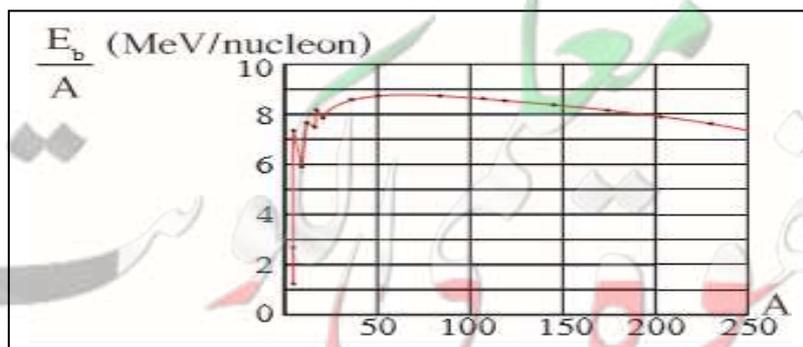
1- يعتبر طاقة الربط النووية لكل نيوكليون هي المعيار لمدي استقرار النواة وليس طاقة الربط النووية نفسها , بمعنى أن النواة التي لها اكبر متوسط طاقة برط نووية تكون أكثر استقرار .

2- الانوية المتوسطة (لها عدد كتلي متوسط) في الجدول الدوري هي أكثر الانوية استقرار لان لها طاقة ربط نووية لكل نيوكليون عالية جدا

3- الانوية الخفيفة (لها عدد كتلي صغير) تكون أقل استقرار لان لها طاقة ربط نووية لكل نيوكليون 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 نيوكليون و مقدارها 8.8 Mev .



الوحدة الرابعة : الفيزياء الذرية و الفيزياء النووية

الفصل الثاني : نواة الذرة و النشاط الإشعاعي

الدرس 2 - 2 : الانحلال الإشعاعي

النشاط الإشعاعي :

عملية اضمحلال تلقائي مستمر من دون مؤثر خارجي لانوية غير مستقرة لتصبح أكثر استقرار حيث تزداد طاقة الربط بين نيوكليونها 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 الإشعاعي الي نوعان اساسيان :

النشاط الإشعاعي الاصطناعي

عندما تكون النواة المشعة محضرة اصطناعيا

النشاط الإشعاعي الطبيعي

عندما تكون النواة المشعة موجودة طبيعيا

قوانين البقاء في التفاعلات و التحولات النووية :

تخضع التفاعلات النووية و التحولات الطبيعية و الاصطناعية للنواة الي قوانين بقاء تنظمها وهي كما يلي :

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 للأنوية الناتجة بعد الانحلال

$$A_1 = A_2 + A_3$$

3- قانون بقاء الكتلة و الطاقة :

مجموع الكتل و الطاقات قبل الانحلال = مجموع الكتل و الطاقات 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 ${}^4_2\text{He}$, 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.



- بالتالي فإن عند انبعاث جسيمات الفا من النواة فانها تفقد اثنين من البروتونات و اثنين من النيوترونات فيقل عددها الذري بمقدار 2, 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.



مثال $\frac{1}{130}$ الهامش: ما هو العدد الذري و الكتلي الناتج عن انحلال الفا لنواة الرادون ${}^{226}_{88}\text{Ra}$



مثال $\frac{2}{124}$: أحسب الطاقة الناتجة عن التفاعل النووي التالي :

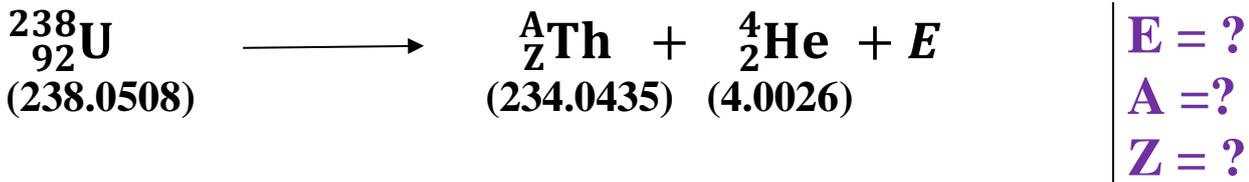


$$\Delta m = 238.0508 - 234.0435 - 4.0026 = 4.7 \times 10^{-3} \text{ u}$$

$$E = \Delta m \cdot 931.5$$

$$E = (4.7 \times 10^{-3}) (931.5) = 4.37805 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{16}{4}\text{He}$: تتحلل نواة اليورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ الي نواة ثوريوم Th بأنبعث هيليوم ^4_2He
أكتب التفاعل النووي , و أحسب العدد الذري و الكتلي لنواة الثوريوم , و الطاقة الناتجة من التفاعل



$$A = 238 - 4 = 234$$

$$Z = 92 - 2 = 90$$

$$\Delta m = 238.0508 - 234.0435 - 4.0026 = 4.7 \times 10^{-3} \text{ u}$$

$$E = \Delta m \cdot 931.5$$

$$E = (4.7 \times 10^{-3}) (931.5) = 4.37805 \text{ Mev}$$

مثال : ينبعث جسيم الفا من نواة عنصر النوديوم Nd فيتحول بذلك الي عنصر السيريوم طبقا للمعادلة التالية



احسب :

1- العدد الذري والعدد الكتلي للسيريوم

$$144 = 4 + x \implies x = 144 - 4 = 140$$

$$72 = 2 + z \implies z = 72 - 2 = 70$$



2- طاقة الربط النووية للسيريوم

$$\Delta m = [70 \times 1.00727] + [70 \times 1.00866] - 139.905434 = 1.205466 \text{ u}$$

$$E_b = \Delta m \cdot 931.5 = (1.205466) (931.5) = 1122.8915 \text{ Mev}$$

3- طاقة الربط لكل نيوكليون

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{1122.8915}{140} = 8.02 \text{ Mev}$$

3- الطاقة المتحررة من التفاعل

$$\Delta m = [143.956] - [4.0015] - [139.905434] = 0.049066 \text{ u}$$

$$E = \Delta m \cdot 931.5 = (0.049066) (931.5) = 45.70497 \text{ Mev}$$

2- اضمحلال بيتا :

جسيما بيتا β هي الكترونات سالبة ${}_{-1}^0e$, ${}_{-1}^0\beta$ 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 .

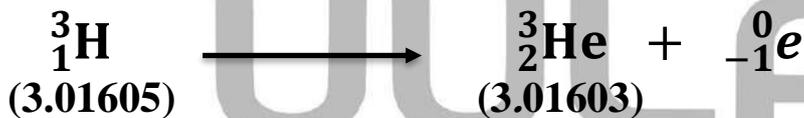


- بالتالي يزداد العدد الذري للنواة الناتجة عن الاضمحلال بمقدار 1 و يظل العدد الكتلتي كما هو .



- تسير اشعاعات بيتا بسرعة أكبر من اشعة الفا , يمكن ايقافها ببضع دقائق 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 :



$$\Delta m = [3.01606] - [3.001603] = 0.00002 \text{ u}$$

$$E = \Delta m \cdot 931.5 = (0.00002) (931.5) = 0.01863 \text{ Mev}$$

مثال يتحول عنصر اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ اثناء تحللة الي عنصر البولونيوم (Po) فيطلق خمس جسيمات الفا واثنين جسيم بيتا والمطلوب :

1- اكتب معادلة التحول



2- العدد الذري والعدد الكتلي لنواة البولونيوم

$$235 = A + [(5) (4)] + [(2) (\text{zero})]$$

$$A = 215$$

$$92 = Z + [(5) (2)] + [(2) (-1)]$$

$$z = 84$$



3- طاقة الربط النووية لكل نيوكليون للبولونيوم اذا علمت ان كتلة نواته $\text{Po} = 213.995177 \text{ u}$

$$^{215}_{84}\text{Po} \quad z = 84 \quad \text{,,,} \quad N = 215 - 84 = 131$$

$$\Delta m = [(84) (1.00727)] + [(131) (1.00866)] - 213.995177 = 2.7499 \text{ u}$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{\Delta m \cdot 931.5}{A} = \frac{(2.7499) (931.5)}{215} = 11.91 \text{ Mev}$$

معاينة الكويست
طفوفة الكويست

مثال $\frac{15}{143}$ الهامش : تتحول نواة اليورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ بعد عدد انحلالات الفا و بيتا الي نواة الرصاص $^{206}_{82}\text{Pb}$ أكتب معادلة التفاعل , و أحسب عدد جسيمات الفا و بيتا



من قانون حفظ العدد الكتلي :

$$238 = x (4) + z (\text{zero}) + 206$$

$$238 - 206 = 4x$$

$$x = 8$$

من قانون حفظ العدد الذري

$$92 = x(2) + z(-1) + 82$$

$$92 = 2x - z + 82$$

$$92 = [(2) (8)] - z + 82$$

$$92 = 16 - z + 82$$

$$z = 6$$

النواه تطلق 8 جسيمات الفا و 6 جسيمات بيتا

مثال : أحسب عدد جسيمات ألفا (α) و عدد جسيمات بيتا السالبة (β) التي تنطلق أثناء تحلل عنصر الثوريوم $^{234}_{90}\text{Th}$ و تحوله إلى رصاص $^{214}_{82}\text{Pb}$



$$234 = 214 + 4x + (\text{zero})y$$

$$234 = 214 + 4x$$

$$x = 5$$

$$90 = 82 + 2x + (-1)y$$

$$90 = 82 + [(2) (5)] - y$$

$$90 = 82 + 10 - y$$

$$y = 2$$

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 اثاره , و تحتاج الي اطلاق طاقة لتصبح مستقرة , لذلك تطلق النواة اشعة جاما لتعود الي مستوي الاستقرار , و اشعة جاما هي فوتونات غير مشحونة و ليس لها كتلة و بالتالي لا تتأثر بالمجالات الكهربائية ولا المغناطيسية , ولها طاقة كبيرة و بالتالي لها قدرة كبيرة علي الاختراق و يحتاج ايقافها الي درعا من المواد الثقيلة مثل الرصاص .



- 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 $^{24}_{12}\text{Mg}$ عندما تنتقل من حالة اثاره $E_i = 5.22 \text{ Mev}$ الي حالة استقرار $E_f = 4.12 \text{ Mev}$

$$E_f - E_i = h \frac{c}{\lambda}$$

$$[5.22 - 4.12] (1.6 \times 10^{-13}) = 6.6 \times 10^{-34} \frac{3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 11.3 \times 10^{-13} \text{ m}$$

$$E_3 = 5.22 \text{ Mev}$$

$$E_4 = 4.12 \text{ Mev}$$

$$\lambda = ?$$

مثال $\frac{4}{130}$: أحسب طول موجة الفوتون المنبعث من نواة مشعة عندما تنتقل من

حالة اثاره $E_i = 4.22 \text{ Mev}$ الي حالة استقرار $E_f = 3.12 \text{ Mev}$

$$E_f - E_i = h \frac{c}{\lambda}$$

$$[4.22 - 3.12] (1.6 \times 10^{-13}) = 6.6 \times 10^{-34} \frac{3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 11.3 \times 10^{-13} \text{ m}$$

$$E_i = 4.22 \text{ Mev}$$

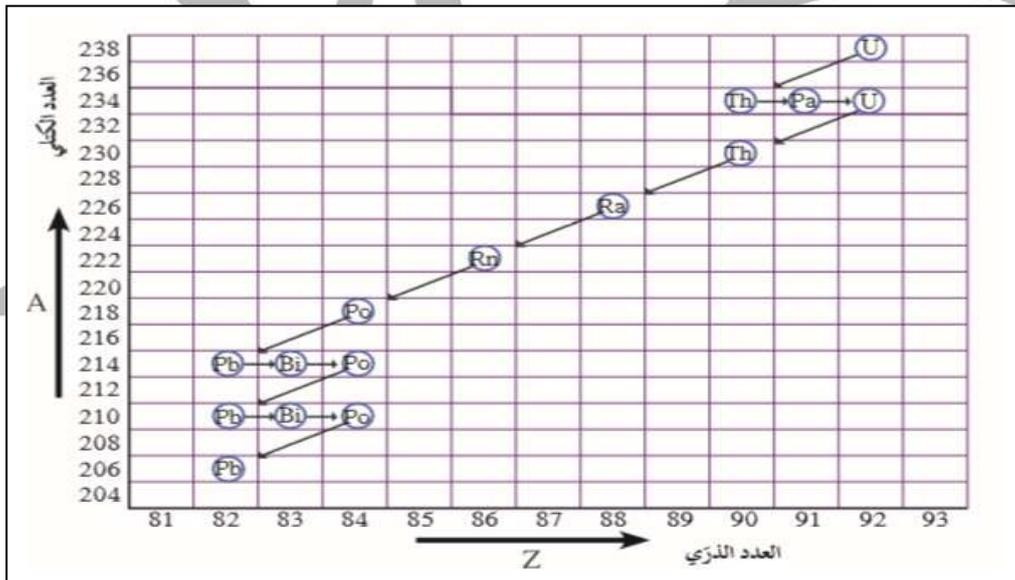
$$E_f = 3.12 \text{ Mev}$$

$$\lambda = ?$$

سلاسل التحلل الإشعاعي :

مجموعة العناصر المشعة التي ينحل أحدها ليعطي عنصرا مشعا اخر حتى ينتهي بعنصر مستقر .

- تسمى السلسلة بأسم أول عنصر فيها .
- مثلا سلسلة اليورانيوم تبدأ بعنصر اليورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ و تنتهي بعنصر الرصاص $^{206}_{82}\text{Pb}$, وذلك بعد ان تطلق جسيمات الفا وبيتا .
- هناك سلاسل أخرى طبيعية مثل الثوريوم و الأكتينيوم .
- و هناك سلاسل اصطناعية مثل النبتونيوم , والتي تبدأ بالنبتونيوم $^{237}_{92}\text{Np}$ وتنتهي بالبيزموت $^{209}_{83}\text{Bi}$.
- الشكل التالي يبين سلاسل التحلل الإشعاعي الطبيعية وهي سلسلة اليورانيوم , يوضح من الشكل ان الازاحة اربع وحدات الي أسفل و وحدتين الي اليسار يعني انبعث جسيم الفا , و تمثل الازاحة وحدة واحدة الي اليمين انبعث بيتا سالب (تنطلق بيتا سالب فقط وليس بيتا موجب في السلاسل الطبيعية) .



مثال : الشكل التخطيطي المصاحب يمثل جزءاً من إحدى سلاسل التحلل الإشعاعي



المرحلة الأولى

المرحلة الثانية

المرحلة الثالثة

اذكر اسم الجسيم المنطلق في كل من المرحلتين الأولى والثالثة ؟

المرحلة الأولى <==== 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

$$n = 5$$

$$m = 10 \text{ g}$$

$$m \text{ متبقية} = ?$$

$$10 \implies 5 \implies 2.5 \implies 1.25 \implies 0.625 \implies 0.3125$$

$$n = 5$$

$$m \text{ متبقية} = 0.3125 \text{ gm}$$

$$m \text{ متحللة} = 10 - 0.3125 = 9.6875 \text{ gm}$$

مثال $\frac{5}{130}$ الهامش : عينة من عنصر مشع تحتوي علي $8 \times 10^{-4} \text{ mg}$ و عمر النصف لها

7 days كم يتبقي من العنصر بعد مرور زمن 28 day

$$t = 28 \text{ day}$$

$$t_{1/2} = 7 \text{ days}$$

$$n = ?$$

$$m = 8 \times 10^{-4} \text{ mg}$$

$$m \text{ متبقية} = ?$$

$$n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{28}{7} = 4$$

$$8 \times 10^{-4} \implies 4 \times 10^{-4} \implies 2 \times 10^{-4} \implies 1 \times 10^{-4} \implies 0.5 \times 10^{-4}$$

$$m \text{ متبقية} = 0.5 \times 10^{-4} \text{ mg}$$

$$m \text{ متحللة} = 8 \times 10^{-4} - 0.5 \times 10^{-4} = 7.5 \times 10^{-4} \text{ mg}$$

مثال $\frac{5}{130}$: عينة من عنصر مشع تحتوي علي 20 g أحسب الكتلة المتبقية بعد مرور زمن $6 t_{1/2}$

$$20 \implies 10 \implies 5 \implies 2.5 \implies 1.25 \implies 0.625 \implies 0.3125$$

$$m_{\text{متبقية}} = 0.315 \text{ g}$$

$$m_{\text{متحللة}} = 20 - 0.315 = 19.6875 \text{ g}$$

$$t = 6 t_{1/2}$$

$$n = 6$$

$$m_{\text{متبقية}} = ?$$

مثال $\frac{4}{130}$ الهامش : أحسب نصف العمر لعينة كانت كتلتها 1 mg و أصبحت $\frac{1}{4} \text{ gm}$ بعد مرور ساعتين .

$$1 \implies \frac{1}{2} \implies \frac{1}{4}$$

$$n = 2$$

$$t = n t_{1/2}$$

$$2 = 2 t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = 1 \text{ hr}$$

$$t = 2 \text{ hr}$$

$$t_{1/2} = ?$$

$$m = 1 \text{ mg}$$

$$m_{\text{متبقية}} = \frac{1}{4}$$

مثال $\frac{6}{130}$ الهامش : عينة من عنصر مشع تبقي $\frac{1}{32}$ منها بعد مرور 15 يوم , أوجد فترة عمر النصف .

$$1 \implies \frac{1}{2} \implies \frac{1}{4} \implies \frac{1}{8} \implies \frac{1}{16} \implies \frac{1}{32}$$

$$n = 5$$

$$t = n t_{1/2}$$

$$15 = 5 t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = 3 \text{ day}$$

$$t = 15 \text{ day}$$

$$t_{1/2} = ?$$

$$m_{\text{متبقية}} = \frac{1}{32}$$

مثال $\frac{6}{130}$: عينة من عنصر مشع تبقي $\frac{1}{8}$ منها بعد مرور 36 ساعة , أوجد فترة عمر النصف .

$$1 \implies \frac{1}{2} \implies \frac{1}{4} \implies \frac{1}{8}$$

$$n = 3$$

$$t = 36 \text{ hr}$$

$$t_{1/2} = ?$$

$$m_{\text{متبقية}} = \frac{1}{8}$$

$$t = n t_{1/2}$$

$$36 = 3 t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = 12 \text{ hr}$$

مثال $\frac{14}{143}$: عينة من عنصر مشع تبقي $\frac{1}{32}$ منها بعد مرور 20 ساعة , أوجد فترة عمر النصف .

$$1 \implies \frac{1}{2} \implies \frac{1}{4} \implies \frac{1}{8} \implies \frac{1}{16} \implies \frac{1}{32}$$

$$n = 5$$

$$t = n t_{1/2}$$

$$20 = 5 t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = 4 \text{ hr}$$

$$t = 20 \text{ hr}$$

$$t_{1/2} = ?$$

$$m_{\text{متبقية}} = \frac{1}{32}$$

تطبيقات على الانحلال الإشعاعي :

1- تحديد العمر :

نسبة الكربون $^{14}_6\text{C}$ الي $^{12}_6\text{C}$ في المخلوقات الحية يكون ثابت وعندما يموت المخلوق تختلف هذه النسبة , وبقياس نسب الانحلال نستطيع تحديد تاريخ الوفاة .
- فترة عمر النصف للكربون المشع حوالي 5.7×10^3 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 4.5×10^9 سنة لذلك يستخدم لتحديد التكوينات القديمة للغاية (الآثار) .

الوحدة الرابعة : الفيزياء الذرية و الفيزياء النووية

الفصل الثاني : نواة الذرة و النشاط الإشعاعي

الدرس 3 - 1 : الانشطار و الاندماج النووي

التفاعلات النووية :

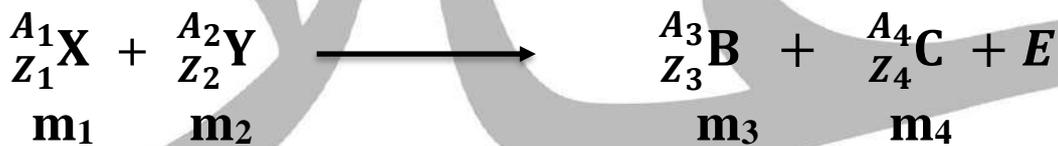
التفاعلات التي تؤدي الي تغيير في أنوية العناصر .

- 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 أنوية 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 :



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 للأنوية الناتجة بعد الانحلال

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

3- قانون بقاء الكتلة و الطاقة :

مجموع الكتل و الطاقات قبل الانحلال = مجموع الكتل و الطاقات بعد الانحلال

$$(m_1 \times 931.5) + (m_2 \times 931.5) = (m_3 \times 931.5) + (m_4 \times 931.5) + E$$

$$E = (m_1 \times 931.5) + (m_2 \times 931.5) - (m_3 \times 931.5) - (m_4 \times 931.5)$$

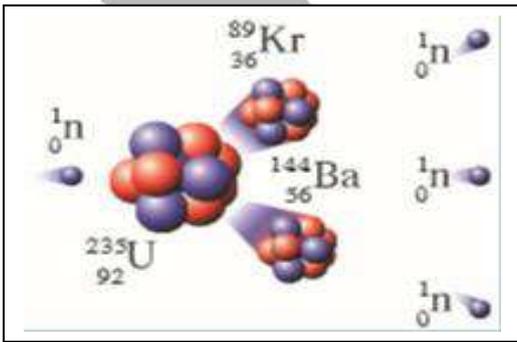
- لا يطبق قانون بقاء الكتلة علي قوانين التفاعلات النووية لان جزء من كتل المتفاعلات يتحول الي طاقة مع النواتج, ولكن يطبق قانون حفظ الكتلة و الطاقة معا

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 بطيء لتنتشر 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 :

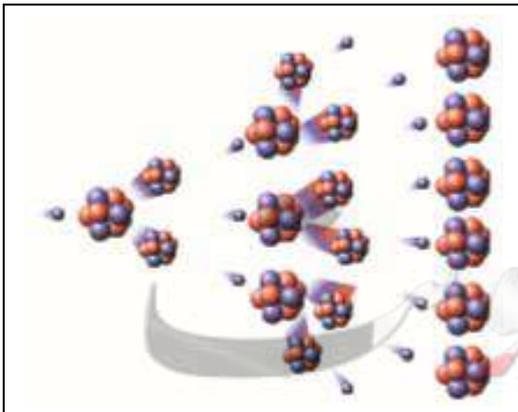


و تنطلق من هذا التفاعل طاقة هائلة تزيد عن 200 مليون إلكترون فولت .

- يستخدم النيترون البطيء كقذيفة نووية لانه متعادل الشحنة و بالتالي لا يتأثر بالمجالات الكهربائية ولا المغناطيسية .

- نلاحظ من معادلة التفاعل ظهور ثلاث نيترونات في النواتج , لكنها تكون سريعة نتيجة التفاعل و بالتالي عند تهدئة سرعتها فانها تصطدم بانوية يورانيوم أخرى محدثة تفاعل انشطاري جديد , وبالتالي يزداد عدد النيترونات و يزداد التفاعل و بالتالي يسمى هذا التفاعل بالانشطار 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 بطيء في المفاعلات النووية التي تستخدم لإنتاج طاقة , و يتم الاستفادة من التفاعل المتسلسل بعد السيطرة عليها

- تركيب المفاعل النووي :

- 1- يستخدم الجرافيت و الماء الثقيل D_2O لإبطاء سرعة النيوترونات و ذلك لضمان استمرار التفاعل المتسلسل , لان التفاعل يحتاج الي نيوترون بطيء .
- 2- يستخدم قضبان الكادميوم في امتصاص النيوترونات الناتجة من التفاعل و بالتالي تبطئ عملية الانشطار و يمكننا التحكم في معدل التفاعل , لإبقاء 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 ؟



$$\Delta m = 235.044 + 1.00866 - 90.905 - 141.909 - [3 \times 1.00866]$$

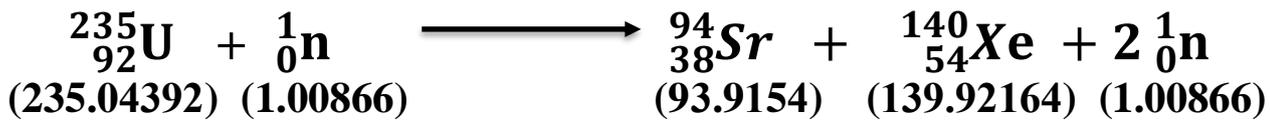
$$\Delta m = 0.21286 \text{ u}$$

$$E = \Delta m \cdot 931.5 = (0.21286) (931.5) = 198.11 \text{ Mev}$$

ب- الطاقة المتحررة تكون علي صورة طاقة حركية للجسيمات و اشعاع جاما

ج - يمكن حدوث تفاعل متسلسل بعد تهدئة النيوترونات لان التفاعل ينتج ثلاث نيوترونات

مثال $\frac{7}{136}$: أحسب الطاقة المحررة من التفاعل النووي التالي :



$$\Delta m = 235.04392 + 1.00866 - 93.9154 - 139.92164 - [2 \times 1.00866]$$

$$\Delta m = 0.19822 \text{ u}$$

$$E = \Delta m \text{ 931.5} = (0.19822) (931.5) = 184.642 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{17}{143}$: في التفاعل النووي التالي أحسب :1- عدد النيوترونات الناتجة
2- الطاقة المحررة من التفاعل 3- ماهي أشكال الطاقة
4- هل التفاعل متسلسل أم لا ؟



أ -

$$235 + 1 = 88 + 136 + [X (1)]$$

$$X = 12 \quad \text{=====>} \quad 12 \text{ نيوترون}$$

ب - طاقة اشعاعية و حركية (أشعة جاما)

ج -

$$\Delta m = 235.043925 + 1.00866 - 87.905623 - 135.90722 - [12 \times 1.00866]$$

$$\Delta m = 0.137359 \text{ u}$$

$$E = \Delta m \text{ 931.5} = (0.137359) (931.5) = 127.95 \text{ Mev}$$

مثال : في التفاعل النووي التالي



1 - (X) هي

$$10 + 1 = 7 + A$$

$$A = 4$$

$$5 + \text{zero} = 3 + Z$$

$$Z = 2$$

2 - إذا علمت أن كتلة (X) تساوي (4.0015 a.m.u) أحسب الطاقة الناتجة من التفاعل السابق

$$\Delta m = 10.0129 + 1.0087 - 7.0160 - 4.0015$$

$$\Delta m = 4.1 \times 10^{-3} \text{ u}$$

$$E = \Delta m \cdot 931.5 = (4.1 \times 10^{-3}) (931.5) = 3.81915 \text{ Mev}$$

3 - متوسط طاقة الربط النووية للنواة B .

$$\Delta m = [5 \times 1.00727] + [5 \times 1.00866] - 10.0129 = 0.06675$$

$$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{\Delta m \cdot 931.5}{A} = \frac{(0.06675)(931.5)}{10} = 6.2177625 \text{ Mev}$$

مثال : ينتج عنصر ${}^{17}_8O$ وبروتون نتيجة تفاعل نواة النيتروجين ${}^{14}_7N$ مع قذيفة نووية

$$= 14.0045 \text{ u}, {}^{17}_8O = 17.0045 \text{ u}, {}^{14}_7N$$

$$\text{وكتلة البروتون } 1.0072 \text{ u} \text{ وكتلة القذيفة } 4.0093 \text{ u}$$

1- اكتب معادلة التفاعل



2- العدد الذري والعدد الكتلي للقذيفة

$$14 + A = 17 + 1$$

$$A = 4$$

$$7 + Z = 8 + 1$$

$$Z = 2$$



3- الطاقة الناتجة من التفاعل

$$\Delta m = 14.0045 + 4.0093 - 17.0045 - 1.0072$$

$$\Delta m = 2.1 \times 10^{-3} \text{ u}$$

$$E = \Delta m \cdot 931.5 = (2.1 \times 10^{-3}) (931.5) = 1.95615 \text{ Mev}$$

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 نيوترون , مما يعمل علي استقرار النواة الناتجة من التفاعل .

شروط حدوث التفاعل الاندماجي :

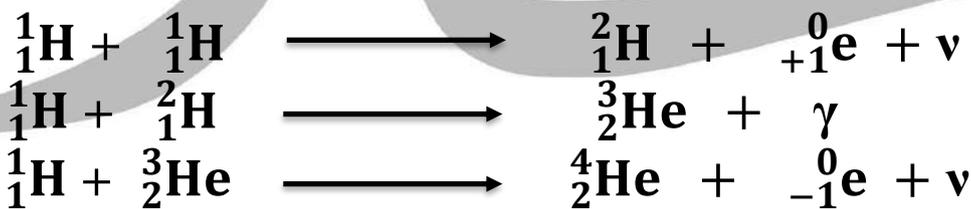
1- يجب أن تكون سرعة الانوية كبيرة جدا , وذلك للتغلب علي قوي التنافر الكهربائية بين الانوية .

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



و يمكن جمع المعادلات الثلاث علي صورة معادلة واحدة كما يلي :



- من اهم تطبيقات التفاعلات الاندماجية القنبلة الاندماجية , والتي تبلغ طاقتها عدة أضعاف طاقة القنبلة الانشطارية , ولانها تحتاج الي طاقة ابتدائية عالية لدمج الانوية , فإن تفجيرها يحتاج الي قنبلة انشطارية لتوفير الطاقة اللازمة 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 الديتورיום بعد أكساب كلاهما طاقة حركية تساوي 0.1 Mev بالمعادلة التالية , أحسب الطاقة الكلية الناتجة من التفاعل

$$\left. \begin{array}{l} \text{K.E} = 0.1 \text{ Mev} \\ \text{E} = ? \end{array} \right\}$$



$$E = (2.01402 \times 931.5) + (2.01402 \times 931.5) + 0.1 + 0.1 - (4.002603 \times 931.5)$$

$$E = 24.04733 \text{ Mev}$$

مثال $\frac{8}{136}$: أكمل معادلة التفاعل النووي الاندماجي التالية , ثم أحسب الطاقة المحررة من التفاعل .



$$\begin{array}{l} 2 + 2 = A + 1 \\ A = 3 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 + 1 = Z + 0 \\ Z = 2 \end{array} \right\}$$



$$E = (2.0141 \times 931.5) + (2.0141 \times 931.5) - (4.002603 \times 931.5) - (1.0087 \times 931.5)$$

$$E = 3.07 \text{ Mev}$$