

عُودُجُ الأحياء

مذكرة الفيزياء

الصف الثاني عشر (12)

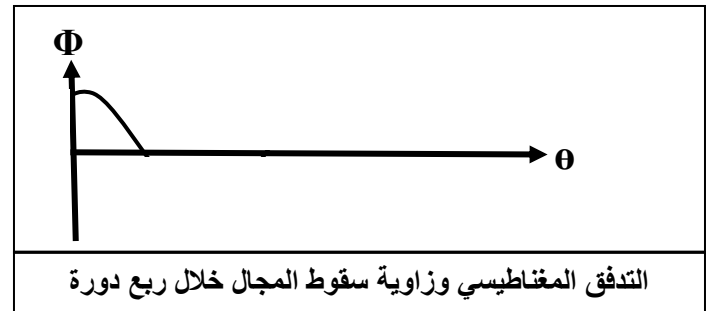
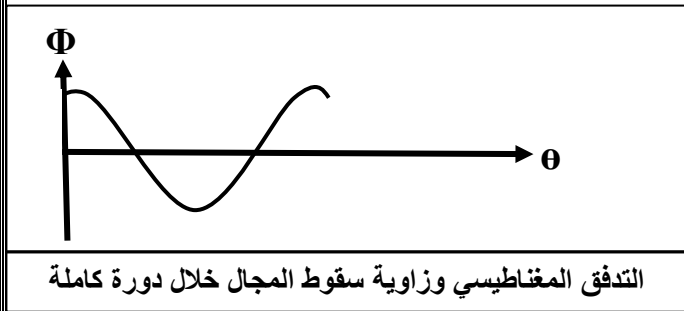
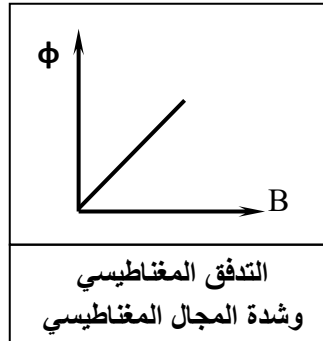
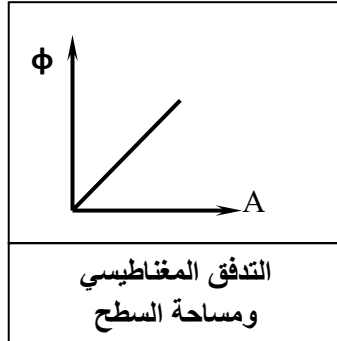
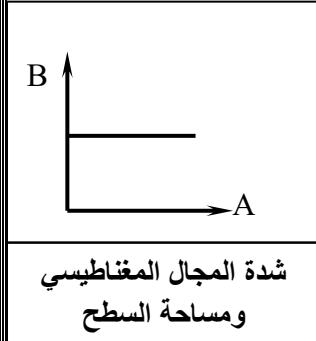
الفصل الدراسي الثاني

العام الدراسي : 2025/2024 م

أ/ يوسف عزمي

الدرس (1-1) : الحث الكهرومغناطيسي

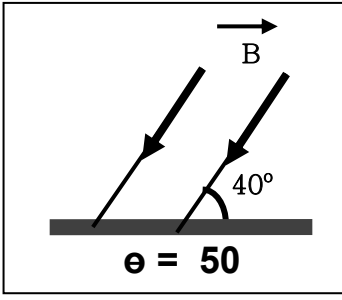
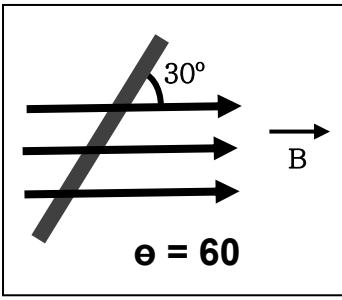
وجه المقارنة	التدفق المغناطيسي	شدة المجال المغناطيسي (كثافة التدفق)
التعريف	عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطح مساحته A بشكل عمودي	عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق وحدة المساحات من السطح بشكل عمودي
نوع الكمية	كمية عددية	كمية متجهة
القانون	$\phi = BA \cos \theta$	$B = \frac{\phi}{A \cos \theta}$
وحدة القياس	$Wb = T.m^2$	$T = Wb/m^2$



زاوية سقوط المجال الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي ومتجه مساحة السطح (العمود القائم من السطح)

**** حدد قيمة زاوية سقوط المجال (θ) في الحالات الآتية :**

الحالة	الشكل	زاوية السقوط	التدفق المغناطيسي
اتجاه المجال موازي للسطح (عمودي علي متجه المساحة)		$\theta = 90$	صفر $\phi = 0$ ينعدم التدفق
اتجاه المجال عمودي علي السطح (موازي لمتجه المساحة)		$\theta = 0$	$\phi = BA$ أكبر ما يمكن
اتجاه المجال يميل علي السطح بزاوية (30°)		$\theta = 60$	$\phi = \frac{1}{2} BA$ نصف القيمة العظمى
اتجاه المجال يسقط علي السطح بزاوية (30°)		$\theta = 30$	$\phi = BA \cos 30$



**** حدد زاوية سقوط المجال أسفل كل شكل في المقابل :**

**** العوامل التي يتوقف عليها التدفق المغناطيسي في الملف**

1- شدة المجال المغناطيسي 2- مساحة السطح

3- زاوية سقوط المجال 4- عدد لفات الملف

**** تتجه خطوط المجال المغناطيسي داخلياً من القطب الجنوبي للشمال وتتجه خارجياً من القطب الشمالي للجنوبي**

**** مجال مغناطيسي منتظم شدته (B) يسقط عمودياً على سطح مساحته (A) فإذا سقط هذا المجال عمودياً على**

سطح آخر مساحته (2A) فإن شدة المجال المغناطيسي التي يتعرض لها السطح الجديد B أو لا يتغير

**** يتساوى التدفق المغناطيسي مع شدة المجال المغناطيسي (عددياً) لمجال مغناطيسي منتظم يجتاز سطحاً مساحته**

$$\cos \theta = \frac{\phi}{BA} = \frac{1}{1 \times 2} = \frac{1}{2} \quad \text{لأن } 60 \quad \text{تساوي (بالدرجات) تساوي } 60$$

**** سطح مساحته (5 m²) يجتازه مجال مغناطيسي منتظم شدته (4 T) فإذا كان التدفق المغناطيسي (10 Wb)**

فإن السطح يصنع مع المجال زاوية مقدارها 30 (لأن زاوية سقوط المجال تساوي 60)

علل لما يأتي :

1- التدفق المغناطيسي كمية عددية .

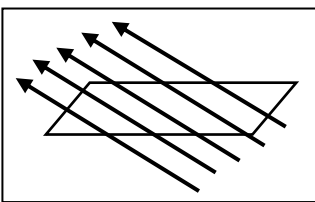
لأنه حاصل ضرب العددي لتجهي المساحة وشدة المجال المغناطيسي $\phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$

2- التدفق المغناطيسي يكون أكبر ما يمكن عند سقوط خطوط المجال المغناطيسي عمودية على السطح .

لأن زاوية سقوط المجال تساوي صفر و $\cos 0 = 1$ وبالتالي $\Phi = BA \cos 0 = BA$ والتدفق أكبر ما يمكن

3- ينعدم التدفق المغناطيسي عند سقوط خطوط المجال المغناطيسي موازية للسطح .

لأن زاوية سقوط المجال تساوي 90 و $\cos 90 = 0$ وبالتالي $\Phi = BA \cos 90 = 0$ وينعدم التدفق



مثال 1 : الشكل يوضح مجالاً مغناطيسياً يجتاز سطح مساحته (0.1 m²) فإذا كانت

الزاوية بين خطوط المجال المغناطيسي والسطح (30°) أحسب شدة المجال المغناطيسي .

$$\phi = 5 \text{ wb} \Rightarrow B = \frac{\phi}{NA \cos \theta} = \frac{5}{1 \times 0.1 \cos 60} = 100 \text{ T}$$

مثال 2 : لفة دائرية الشكل نصف قطرها (10 cm) موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم شدته (0.4 T)

أحسب مقدار التدفق المغناطيسي في الحالات الآتية :

$$A = \pi R^2 = \pi \times (0.1)^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

أ (متجه مساحة السطح يصنع زاوية (60°) مع خط المجال المغناطيسي :

$$\phi = NBA \cos \theta = 1 \times 0.4 \times 0.0314 \times \cos 60 = 6.28 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

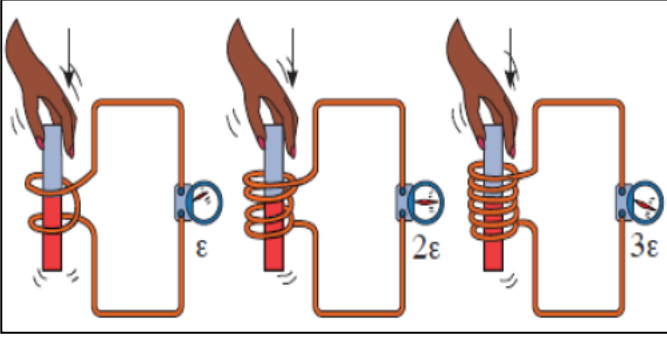
ب (عند سقوط خطوط المجال المغناطيسي عمودية على السطح :

$$\phi = NBA \cos \theta = 1 \times 0.4 \times 0.0314 \times \cos 0 = 0.0125 \text{ Wb}$$

ج (عند سقوط خطوط المجال المغناطيسي موازية للسطح :

$$\phi = NBA \cos \theta = 1 \times 0.4 \times 0.0314 \times \cos 90 = 0 \text{ Wb}$$

قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي



ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

ظاهرة توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية في موصل نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الموصل

ماذا يحدث في الحالات الآتية مع ذكر السبب :

1- عند حركة المغناطيس في ملف متصل بجلفانوميتر أو حركة الملف بالنسبة لمغناطيس ثابت .

الحدث : يتولد تيار حثي ويحدث انحراف لمؤشر الجلفانوميتر

التفسير : تتولد قوة دافعة كهربائية حثية بسبب التغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف

2- عند توقف حركة المغناطيس في ملف متصل بجلفانوميتر أو توقف حركة الملف بالنسبة لمغناطيس ثابت .

الحدث : لا يتولد تيار حثي ولا يحدث انحراف لمؤشر الجلفانوميتر

التفسير : تنعدم القوة الدافعة الكهربائية الحثية بسبب انعدام التغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف

3- للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف كلما كانت الحركة النسبية بين المغناطيس والملف أسرع .

الحدث : تزداد القوة الدافعة الكهربائية الحثية

التفسير : معدل التغير في التدفق المغناطيسي يزداد

4- للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف كلما زادت عدد لفات الملف إلى ثلاثة أمثال .

الحدث : تزداد إلى ثلاثة أمثال

التفسير : معدل التغير في التدفق المغناطيسي يزداد ثلاثة أمثال

5- لاتجاه التيار الحثي المتولد في الملف عند تغيير اتجاه قطب المغناطيس .

الحدث : يتغير اتجاه التيار الحثي

التفسير : بسبب تغير اتجاه خطوط المجال المغناطيسي الذي يجتاز الملف

6- عند محاولة إدخال مغناطيس في ملف طرفاه موصولان على مقاومة خارجية عندما تكون عدد لفاته كبيرة.

الحدث : يصعب إدخال المغناطيس في الملف

التفسير : بسبب تولد قوة دافعة كهربائية حثية كبيرة في الملف ينتج عنها مجال مغناطيسي كبير

ويصبح الملف مغناطيس كهربائي أقوى مما يزيد من قوة التنافر بين المغناطيس والملف.

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

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

القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في موصل تساوي

قانون فاراداي

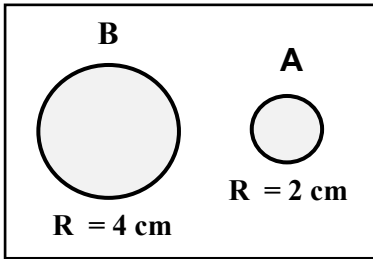
سالب معدل التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن

أو القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف تتناسب طردياً مع حاصل

ضرب عدد اللفات ومعدل التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن

وجه المقارنة	عند تغير شدة المجال المغناطيسي	عند تغير زاوية سقوط المجال
قانون فاراداي	$\varepsilon = -N A \cos\theta \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)$	$\varepsilon = -N B A \left(\frac{\Delta \cos\theta}{\Delta t} \right)$

** لحساب شدة التيار في الملف أو السلك بدلالة المقاومة الكهربائية نستخدم العلاقة $I = \frac{V}{R} = \frac{\varepsilon}{R}$



** في الشكل عندما يتغير التدفق المغناطيسي في الحلقتين المعدنيتين (B ، A)

بنفس المعدل. إذا تولدت في الحلقة (A) قوة دافعة كهربائية مقدارها (ε)

فإن الحلقة (B) يتولد فيها قوة دافعة كهربائية مقدارها ε

** في الشكل السابق عندما يتغير شدة المجال المغناطيسي في الحلقتين المعدنيتين (B ، A) بنفس المعدل.

إذا تولدت في الحلقة (A) قوة دافعة كهربائية مقدارها (ε) فإن (B) يتولد فيها قوة دافعة كهربائية 4ε

$$\frac{\varepsilon_2 = -N (A_2) \cos\theta \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)}{\varepsilon_1 = -N (A_1) \cos\theta \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)} = \frac{\pi R_2^2}{\pi R_1^2} = \frac{(4)^2}{(2)^2} = 4$$

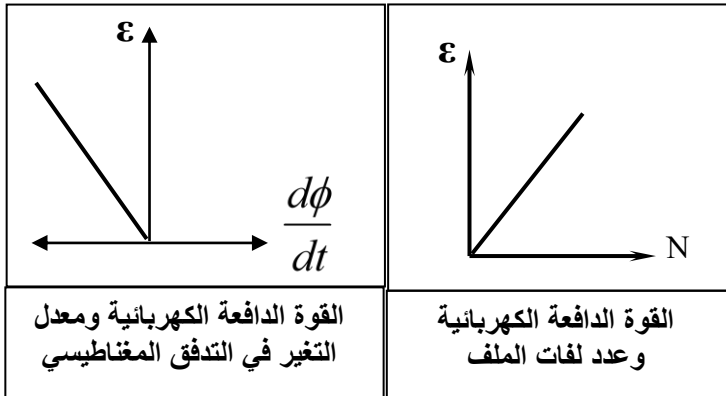
ملاحظات

أولاً (إذا قلب أو عكس الملف في المجال فإن :

$$(\Phi_2 = -\Phi_1) \quad (\theta_2 = \theta_1 + 180)$$

ثانياً (إذا ابعد أو سحب الملف عن المجال فإن :

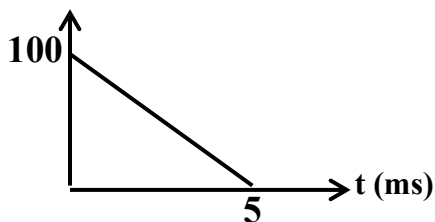
$$(\Phi_2 = \text{صفر}) \quad (B_2 = \text{صفر})$$



القوة الدافعة الكهربائية ومعدل التغير في التدفق المغناطيسي

القوة الدافعة الكهربائية وعدد لفات الملف

$\phi (\mu \text{ wb})$



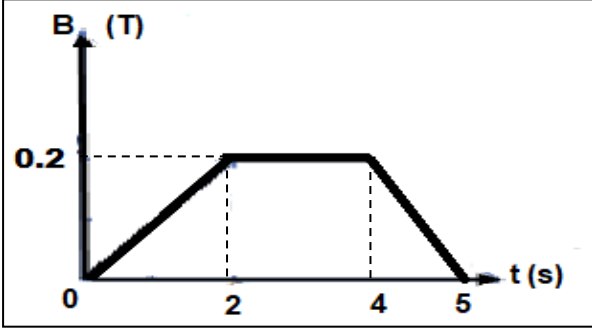
مثال 1: في الشكل ملف لولبي عدد لفاته (500) لفة فإذا كان الخط البياني

الموضح بالرسم يبين تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز كل لفة من لفات

الملف مع الزمن . أحسب القوة المحركة الدافعة التأثيرية المتولدة في الملف :

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -500 \times \frac{0 - (100 \times 10^{-6})}{(5 \times 10^{-3})} = 10 \text{ V}$$

تطبيقات على قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي



مثال 2 : ملف مؤلف من (100) لفة حول أسطوانة فارغة مساحة قاعدتها (0.5 m²) ويؤثر عليها مجال مغناطيسي منتظم اتجاهه عمودي علي مستوي اللفات وإذا كانت المقاومة في الدائرة المغلقة ثابتة وتساوي (10 Ω) . أحسب :

أ (مقدار القوة الدافعة الحثية في الملف خلال كل مرحلة :

$$\varepsilon_1 = -N A \cos \theta \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) = -100 \times 0.5 \times \cos 0 \times \left(\frac{0.2 - 0}{2 - 0} \right) = -5 \text{ V}$$

$$\varepsilon_2 = -N A \cos \theta \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) = -100 \times 0.5 \times \cos 0 \times \left(\frac{0.2 - 0.2}{4 - 2} \right) = 0 \text{ V}$$

$$\varepsilon_3 = -N A \cos \theta \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) = -100 \times 0.5 \times \cos 0 \times \left(\frac{0 - 0.2}{5 - 4} \right) = 10 \text{ V}$$

ب) مقدار شدة التيار الحثي خلال كل مرحلة :

$$I_1 = \frac{\varepsilon_1}{R} = \frac{-5}{10} = -0.5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon_2}{R} = 0 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{\varepsilon_3}{R} = \frac{10}{10} = 1 \text{ A}$$

مثال 3 : ملف مكون من (10) لفات مساحة اللفة (0.4 m²) موضوع في مجال مغناطيسي شدته (0.1 T) تصنع خطوط مجاله زاوية (60°) مع متجه المساحة على مستوى اللفات . أحسب القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن تدوير الملف لتصبح الزاوية بين المتجه العمودي للمستوى واتجاه خطوط المجال (90°) خلال (0.2 S) .

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N B A \frac{\Delta \cos \theta}{\Delta t} = -10 \times 0.1 \times 0.4 \times \frac{(\cos 90 - \cos 60)}{0.2} = 1 \text{ V}$$

مثال 4 : ملف مستطيل عدد لفاته (200) لفة وضع في مجال مغناطيسي شدته (0.4 T) بحيث كان مستواه عموديا علي المجال حيث مساحة مقطع لفاته (50 cm²) . احسب متوسط القوة المحركة التأثيرية المتولدة بالملف :

أ (إذا قلب الملف في (0.4 S) :

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N B A \frac{\Delta \cos \theta}{\Delta t} = -200 \times 0.4 \times 50 \times 10^{-4} \times \frac{(\cos 180 - \cos 0)}{0.4} = 2 \text{ V}$$

ب) إذا ابعد الملف عن المجال في زمن قدره (0.1 S) :

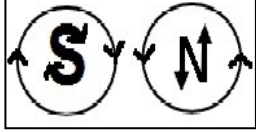
$$\varepsilon = -N A \cos \theta \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) = -200 \times 50 \times 10^{-4} \times \cos 0 \times \left(\frac{0 - 0.4}{0.1} \right) = 4 \text{ V}$$

قانون لنز

التيار التآثيري المتولد في ملف يسرى باتجاه بحيث يولد مجال مغناطيسي يعاكس التغير
في التدفق المغناطيسي المولد له

قانون لنز

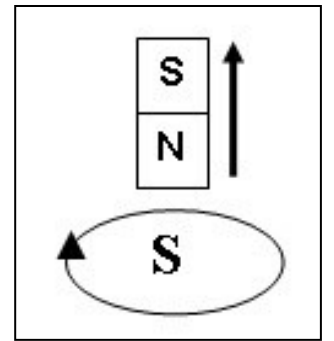
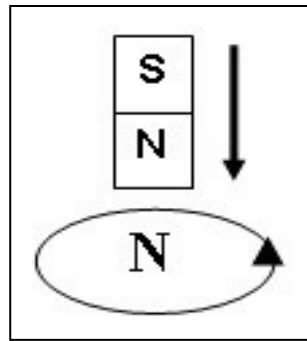
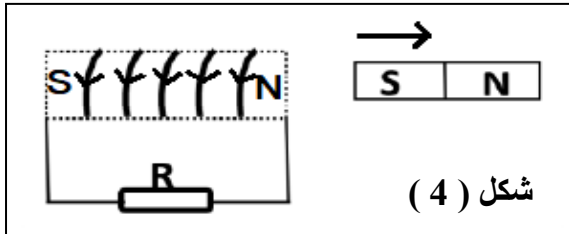
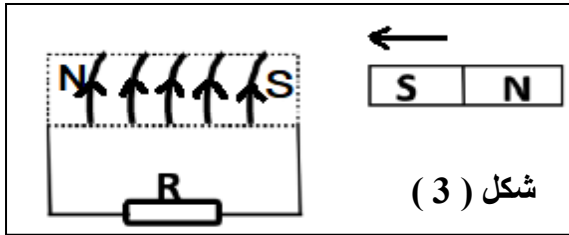
وجه المقارنة	دفع القطب الشمالي (N) لمغناطيس إلى داخل ملف يتولد به تيار حثي	سحب القطب الشمالي (N) لمغناطيس بعيداً عن ملف يتولد به تيار حثي
الرسم		
نوع القطب المتكون	قطب شمالي (قطب مشابه)	قطب جنوبي (قطب مخالف)
الحدث	يحدث تنافر وينحرف مؤشر الجلفانوميتر في اتجاه عكس عقارب الساعة	يحدث تجاذب وينحرف مؤشر الجلفانوميتر في اتجاه مع عقارب الساعة
التفسير	يزداد التدفق ويتولد في الملف تيار حثي يولد مجال مغناطيسي معاكس للمجال الأصلي ويتحول سطح الملف لقطب مشابه	يقل التدفق ويتولد في الملف تيار حثي يولد مجال مغناطيسي نفس اتجاه المجال الأصلي ويتحول سطح الملف لقطب مخالف



* قاعدة عقارب الساعة : إذا كان اتجاه التيار بالملف مع عقارب الساعة يكون القطب المتكون

جنوبي (S) وإذا كان اتجاه التيار عكس عقارب الساعة يكون القطب المتكون شمالي (N)

** استخدم قانون لنز لتحديد اتجاه التيار الحثي في اللفة وحدد نوع القطب المتكون في الحالات الآتية :



علل : توضع أشاره سالبة في قانون فاراداي .

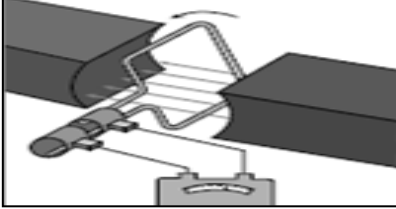
لأن القوة الدافعة الكهربائية تعاكس التغير في التدفق المغناطيسي المولد لها حسب قانون لنز

** العوامل التي يتوقف عليها اتجاه التيار التآثيري المتولد في الملف :

1- نوع قطب المغناطيس 2- اتجاه حركة المغناطيس

الدرس (1- 2) : المولدات والمحركات الكهربائية

وجه المقارنة	المولد الكهربائي
التعريف	جهاز يحول جزء من الطاقة الميكانيكية المبدولة في تحريك الملف إلى طاقة كهربائية
التركيب	1- ملف 2- قطبي مغناطيس 3- حلقتين معزولتين 4- فرشاته الكربون



**** الشكل يمثل تركيب المولد الكهربائي يتصل مع دائرة الحمل الخارجية. أجب :**

(أ) ماذا يحدث للتدفق المغناطيسي في المولد الكهربائي عندما يدور الملف في

المجال المغناطيسي وتتغير الزاوية (θ) بشكل دوري وبتردد (f) :

يحدث تغير في معدل التدفق المغناطيسي

(ب) فكرة عمل المولد الكهربائي : ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

(ج) وظيفة الملف في الدينامو : توليد التيار الكهربائي الحثي

(د) وظيفة فرشاته الكربون في الدينامو : تقوم بنقل التيار من ملف الدينامو إلى دائرة الحمل الخارجية

**** الحركة بين المغناطيس والملف حركة نسبية لأن لا يمكن تمييز أيهما يتحرك بالنسبة للآخر**

**** في المولد الكهربائي وجد عملياً أنه من الأفضل والأسهل تحريك الملف في المجال المغناطيسي الساكن**

**** تردد القوة الدافعة الكهربائية يساوي تردد المجال المغناطيسي داخل الملفات.**

**** القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في ملف المولد الكهربائي :**

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

**** لحساب القوة الدافعة الكهربائية الحثية العظمي المتولدة في المولد الكهربائي نستخدم العلاقة $\varepsilon_{\max} = NBA\omega$**

**** العوامل التي يتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية الحثية العظمي المتولدة في ملف المولد الكهربائي هي :**

عدد الملفات - شدة المجال المغناطيسي - مساحة الملف - السرعة الزاوية (سرعة دوران الملف)

**** عندما يدور ملف بسرعة زاوية ثابتة في مجال مغناطيسي منتظم تتولد بالملف قوة دافعة كهربائية حثية تبلغ قيمتها**

العظمي عندما تصبح خطوط المجال توازي مستوى الملف أو خطوط المجال عمودي على متجه المساحة للملف

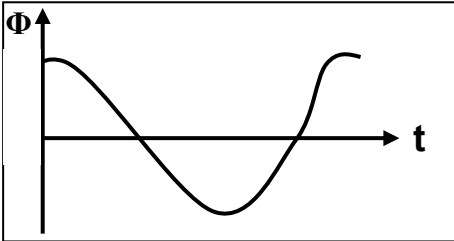
علل لما يأتي :

1- تولد قوة دافعة كهربائية حثية في دائرة الحمل المغلقة للمولد الكهربائي.

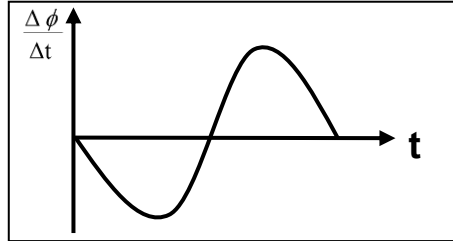
بسبب تغير الزاوية يؤدي إلى تغير معدل التدفق المغناطيسي في الملف وتتولد قوة دافعة كهربائية

2- معدل القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في المولد الكهربائي تساوي صفر في كل دورة.

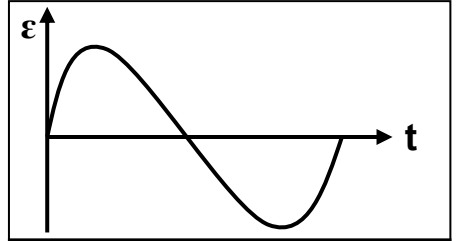
لأن معدل التغير في التدفق المغناطيسي في الدورة الواحدة يساوي صفر



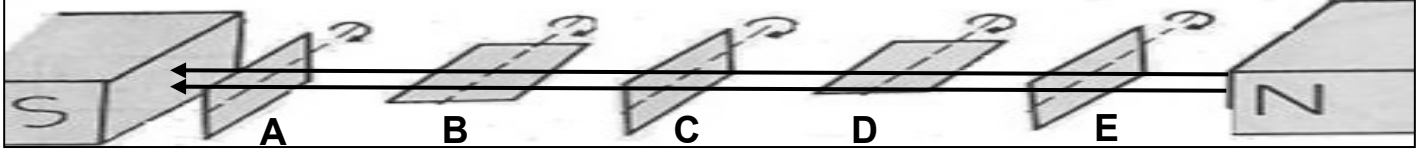
التدفق المغناطيسي الذي يجتاز
ملف المولد الكهربائي والزمن



معدل التغير في التدفق المغناطيسي
في ملف المولد الكهربائي والزمن



القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في
ملف المولد الكهربائي والزمن



وضع مستوي الملف	عمودي على خط المجال	مواز لخط المجال	عمودي على خط المجال	مواز لخط المجال	عمودي على خط المجال
زاوية سقوط المجال (θ)	360°	270°	180°	90°	0
التدفق المغناطيسي (φ)	عظمي موجب	صفر	عظمي سالب	صفر	عظمي موجب
معدل تغير التدفق (Δφ / Δt)	صفر	عظمي موجب	صفر	عظمي سالب	صفر
القوة الدافعة الحثية (ε)	صفر	عظمي سالب	صفر	عظمي موجب	صفر

مثال 1 : مولد تيار متردد يتكون من ملف مصنوع من (200) لفة وإبعاده (0.5 , 0.3) m ومقاومته (10 Ω)

موضوع ليدور حول محور بحركة دائرية منتظمة وبتردد (60 Hz) داخل مجال مغناطيسي منتظم شدته (0.1 T)

$$\omega = 2\pi f = 120\pi \text{ rad/s}$$

$$A = 0.5 \times 0.3 = 0.15 \text{ m}^2$$

وفي لحظة صفر كانت خطوط المجال لها اتجاه متجه مساحة مستوي اللفات .

أ) أحسب القيمة العظمي للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الملف :

$$\varepsilon_{\max} = NBA\omega = 200 \times 0.1 \times 0.15 \times 120\pi = 1130 \text{ V}$$

ب) أحسب القيمة العظمي لشدة التيار الحثي المتولد في الملف :

$$I_{\max} = \frac{\varepsilon_{\max}}{R} = \frac{1130}{10} = 113 \text{ A}$$

ج) أحسب القوة الدافعة الكهربائية المتولدة بعد زمن (0.01 S) من بدء الدوران :

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t = 1130 \sin(120\pi \times 0.01) = -664 \text{ V}$$

د) أكتب الصيغة الرياضية (معادلة) للقوة الدافعة الكهربائية في أي لحظة من دوران الملف بدلالة الزمن :

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t = 1130 \sin(120\pi \times t)$$

هـ) أكتب الصيغة الرياضية (معادلة) للتيار الحثي في أي لحظة من دوران الملف بدلالة الزمن :

$$I = I_{\max} \sin \omega t = 113 \sin(120\pi \times t)$$

تابع المولد الكهربائي

مثال 2 : إذا كان مقدار القيمة العظمي للتدفق المغناطيسي التي تجتاز الملف تساوي (0.2 Wb) والقوة الدافعة الكهربائية الحثية العظمي المتولدة في الملف (20 V) . أحسب السرعة الزاوية للملف :

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

$$20 = 0.2 \times \omega \Rightarrow \omega = 100 \text{ rad/s}$$

مثال 3 : دينامو مساحة ملفه 300 cm^2 مكون من (100) لفة يدور بسرعة (2400) دورة في الدقيقة حول محور مواز لطوله في مجال مغناطيسي شدته (0.05) T . أحسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية في الحالات :
(أ) عندما يكون مستوي الملف موازي لاتجاه المجال المغناطيسي :

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{N}{t} = 2\pi \times \frac{2400}{1 \times 60} = 80 \pi \text{ rad/s}$$

$$\varepsilon = NBA\omega \sin\theta = 100 \times 0.05 \times 300 \times 10^{-4} \times 80 \pi \times \sin(90) \approx 37.7 \text{ V}$$

(ب) عندما تكون خطوط المجال المغناطيسي لها نفس اتجاه متجه مساحة مستوى الملفات :

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin\theta = 37.7 \times \sin 0 = 0 \text{ V}$$

(ج) عندما يميل مستوي الملف علي اتجاه المجال المغناطيسي بزاوية (30°) :

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin\theta = 37.7 \times \sin(60) = 32.6 \text{ V}$$

مثال 4 : دينامو مساحة ملفه 0.02 m^2 يتكون من (100) لفة يدور حول محور مواز لطوله في مجال مغناطيسي

منتظم شدته (35×10^{-4}) T فيولد قوة محرقة تأثيرية قيمتها العظمي (4.4) V . احسب :

(أ) اقل قيمة للسرعة التي يدور بها الملف :

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

$$4.4 = 100 \times 35 \times 10^{-4} \times 0.02 \times \omega$$

$$\omega = 628.5 \text{ rad/s}$$

(ب) تردد هذا التيار :

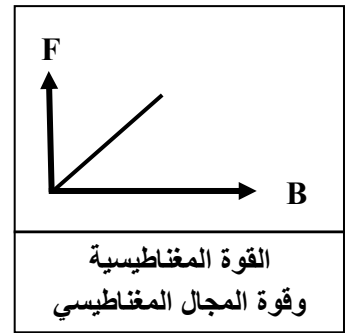
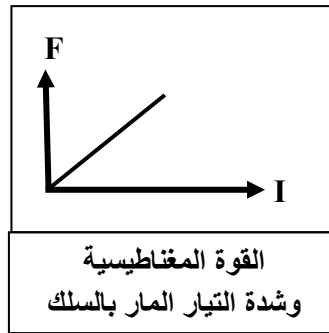
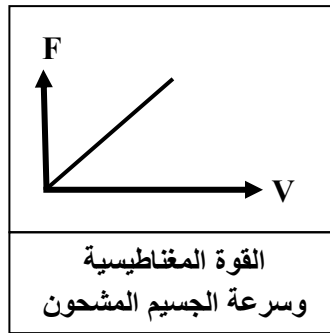
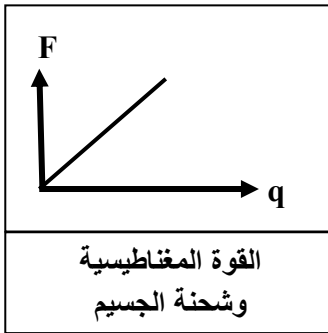
$$\omega = 2\pi f$$

$$628.5 = 2 \times \pi \times f$$

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

القوة المغناطيسية

وجه المقارنة	القوة المغناطيسية المؤثرة علي شحنة كهربائية متحركة (قوة لورنتز)	القوة المغناطيسية المؤثرة علي الأسلاك الحاملة للتيار (القوة الكهرومغناطيسية)
العلاقة المستخدمة	$F = qVB \sin \theta$	$F = I L B \sin \theta$
العوامل المؤثرة	1- الشحنة الكهربائية للجسيم 2- سرعة الشحنة 3- شدة المجال المغناطيسي 4- الزاوية بين V و B	1- شدة التيار 2- طول السلك 3- شدة المجال المغناطيسي 4- الزاوية بين B و I
التطبيقات العملية	1- انحراف الإلكترونات على شاشة التلفاز 2- المجال المغناطيسي لأرض يجعل الجسيمات القادمة من الفضاء تنحرف مبتعدة عنها	1- الحرك الكهربائي
تحديد اتجاه القوة (قاعدة اليد اليمنى)	يشير الإبهام باتجاه حركة الشحنة $(\vec{v})$ وأصابع اليد باتجاه المجال $(\vec{B})$ واتجاه القوة $(\vec{F})$ خارج عموديا من راحة اليد للشحنة الموجبة وداخل عموديا إلى راحة اليد للسالبة	يشير الإبهام باتجاه التيار الكهربائي (I) وأصابع اليد باتجاه المجال المغناطيسي $(\vec{B})$ يكون اتجاه القوة خارجا وعموديا من راحة اليد



ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- عندما يؤثر مجال مغناطيسي في شحنة ساكنة كما في المجال الكهربائي ؟

الحدث : لا تتأثر الشحنة بقوة مغناطيسية ولا تتحرك

السبب : لأن سرعة الشحنة تساوي صفر وبالتالي القوة المغناطيسية تساوي صفر

2- دخول النيوترون (أو ذرة هيليوم) عمودي علي المجال المغناطيسي ؟

الحدث : لا يتأثر الجسيم بقوة مغناطيسية ويتحرك في خط مستقيم

السبب : لأن شحنة النيوترون تساوي صفر وبالتالي القوة المغناطيسية تساوي صفر

3- دخول البروتون والإلكترون موازي للمجال المغناطيسي ؟

الحدث : لا يتأثر الجسيم بقوة مغناطيسية ويتحرك في خط مستقيم

السبب : لأن الزاوية بين اتجاه حركة الجسيم والمجال المغناطيسي تساوي صفر وبالتالي القوة المغناطيسية صفر

4- دخول البروتون والإلكترون عمودي علي المجال المغناطيسي ؟

الحدث : يدور الجسيم في مسار دائري

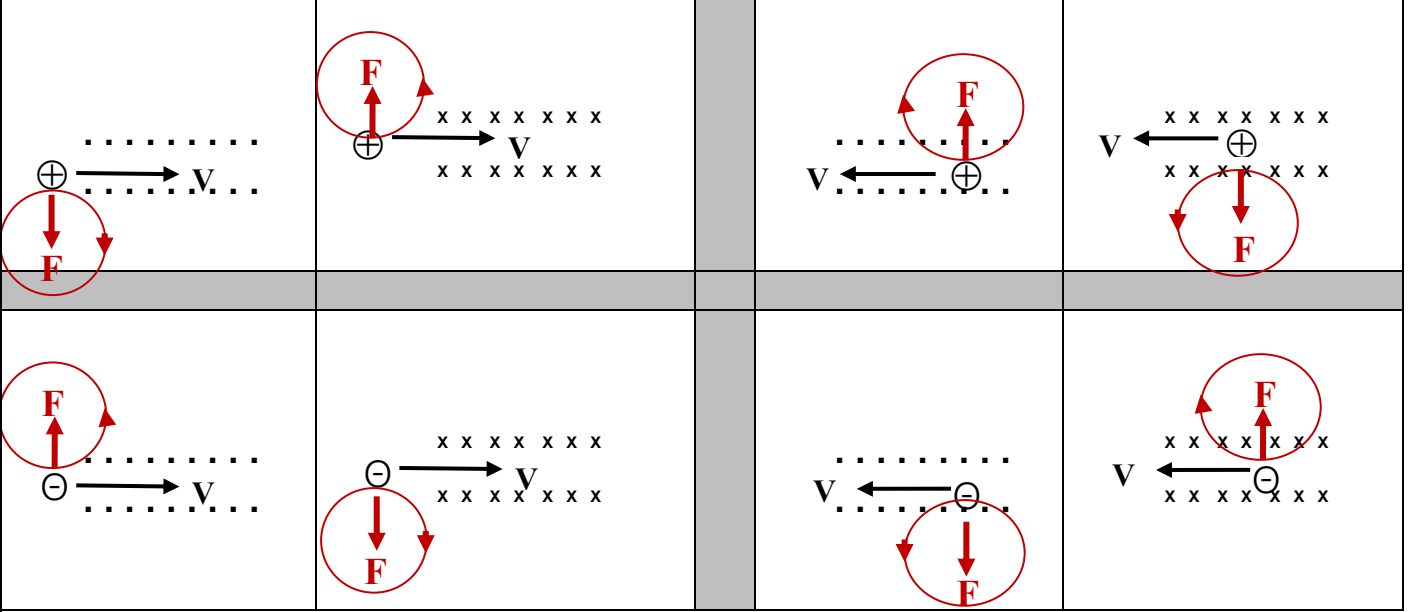
السبب : لأن الجسيم يتأثر بقوة مغناطيسية مركزية (قوة لورنتز) عمودية علي حركة جسيم

علل لما يأتي :

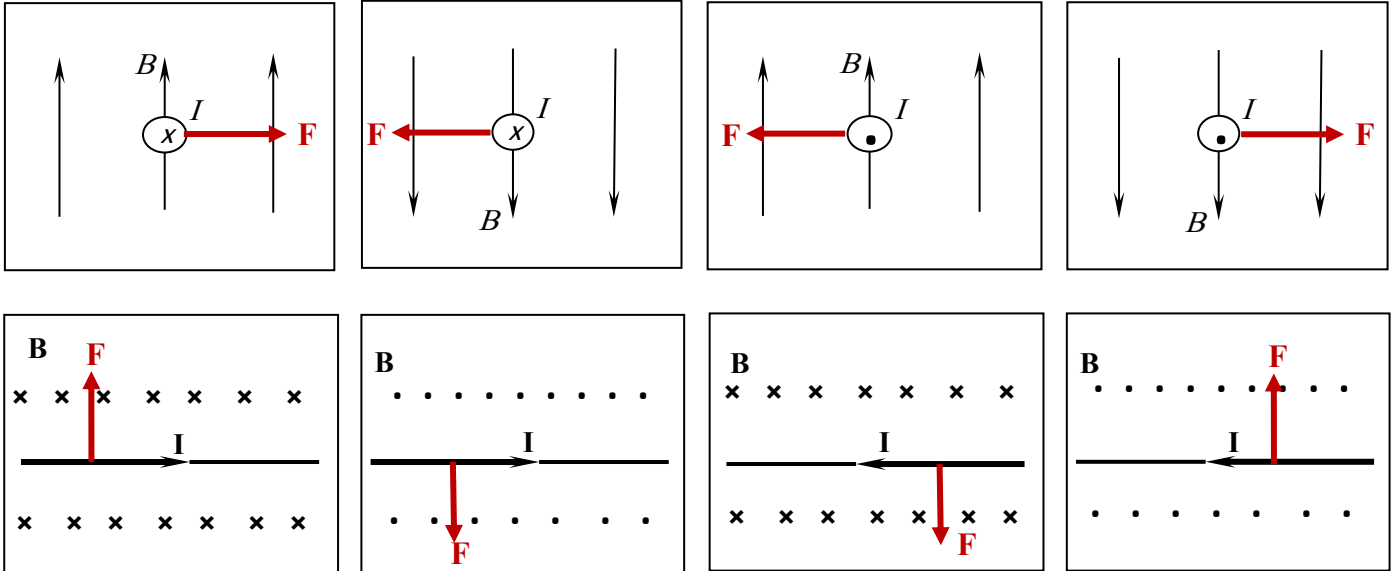
1- المجال المغناطيسي للأرض يخفف شدة الأشعة الكونية التي تصل إلى سطح الأرض .
لأن مجال الأرض يجعل الجسيمات القادمة من الفضاء تنحرف مبتعدة بقوة مغناطيسية هارفة

**** ملاحظة: القوة المغناطيسية عمودية علي متجه سرعة الجسيم ولذلك القوة المغناطيسية تغير اتجاه السرعة دون المقدار**

**** تتبع بالرسم مسارات الجسيمات المشحونة التالية بروتون وإلكترون مع رسم متجه القوة المؤثرة :**

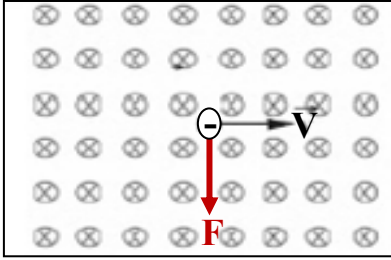


**** أرسـم متجه القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك في الحالات الآتية :**



تابع القوة المغناطيسية

القوة المغناطيسية	الزاوية بين B و V	المجال المغناطيسي داخل الصفحة أو خارج الصفحة
أكبر ما يمكن $F = qVB$	$\theta = 90$ $\sin 90 = 1$	حركة الجسم المشحون مواز لسطح الورقة (حركة الجسم المشحون عمودي على المجال المغناطيسي)
تتعدم $F = 0$	$\theta = 0$ $\sin 0 = 0$	حركة الجسم المشحون عمودي على سطح الورقة (حركة الجسم المشحون موازي للمجال المغناطيسي)

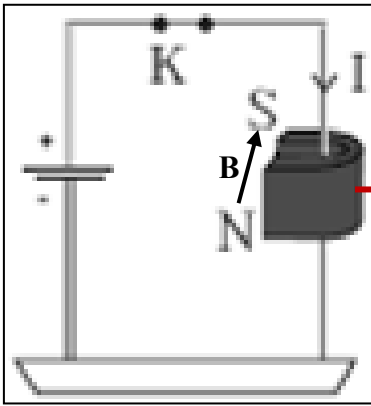


مثال 1 : مجال مغناطيسي منتظم (0.2 T) واتجاهه عمودي داخل الورقة دخل هذا المجال جسيم مشحون بشحنة مقدارها ($- 2 \mu\text{C}$) وبسرعة (200 m/s) .
وباتجاه مواز لسطح الورقة كما بالشكل المقابل .
أ) أحسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة :

$$F = qVB \sin \theta = 2 \times 10^{-6} \times 200 \times 0.2 \times \sin 90 = 8 \times 10^{-5} \text{ N}$$

ب) حدد اتجاه القوة المغناطيسية :

اتجاه القوة المغناطيسية للجنوب أو أسفل الصفحة و يدور الجسيم مع عقارب الساعة



مثال 2 : مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.4 T) موضوع فيه سلك مستقيم طوله (10 cm) يسري فيه تيار كهربائي شدته (2 A) عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي كما بالشكل المقابل .
أ) أحسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة :

$$F = ILB \sin \theta = 2 \times 0.1 \times 0.4 \times \sin 90 = 0.08 \text{ N}$$

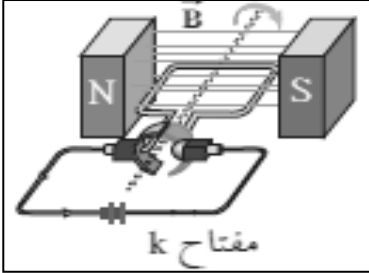
ب) حدد اتجاه القوة المغناطيسية :

اتجاه القوة المغناطيسية للشرق

مثال 3 : سلك مستقيم طوله (1 m) ويسري فيه تيار كهربائي مقداره (5 A) وموضوع في مجال مغناطيسي شدته (0.2 T) خطوطه موازية لاتجاه سريان التيار . احسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك :

$$F = ILB \sin \theta = 5 \times 1 \times 0.2 \sin 0 = 0$$

وجه المقارنة	المحرك الكهربائي
التعريف	جهاز يحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في وجود مجال مغناطيسي
فكرة عمله	القوة الكهرومغناطيسية (القوة المغناطيسية المؤثرة على الأسلاك الحاملة للتيار)
التركيب	1- المحرك الكهربائي يشبه في تركيبه المولد الكهربائي يتكون من ملف مستطيل 2- مجال مغناطيسي منتظم 3- يتصل طرفي الملف بنصفي حلقة مشقوقة معزولتين عن بعضهما 4- يلامسان فرشاتين من الكربون ثابتين يتصلان بقطبي البطارية

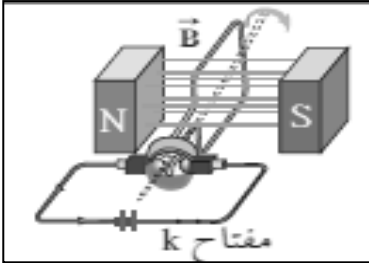


مبدأ عمل المحرك الكهربائي :

**** في الشكل عند غلق المفتاح (K) ويكون مستوي الملف موازياً لخطوط المجال :**

الحدث : يدور ملف المحرك

السبب : تتكون قوتان متعاكستين تكونان عزم ازدواج يجعل الملف يدور



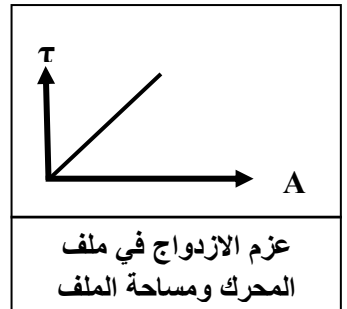
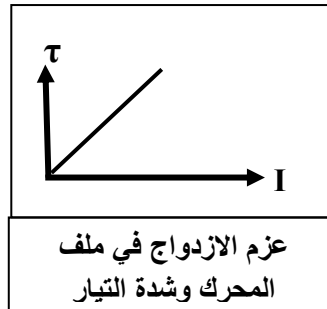
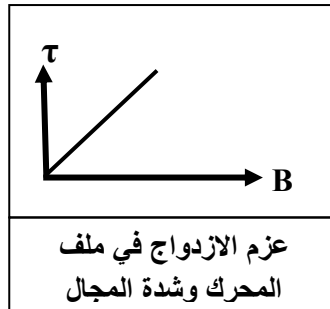
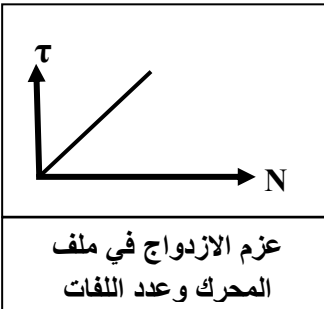
**** في الشكل عند عدم اتصال نصفي الحلقة بالفرشيتين في ملف المحرك الكهربائي ويكون مستوي الملف عمودياً على خطوط المجال :**

الحدث : يستمر ملف المحرك في الدوران

السبب : يدور الملف بسبب القصور الذاتي الدوراني للملف وينعدم عزم الازدواج

**** وظيفة نصفي الحلقتين في المحرك : عكس اتجاه التيار كل نصف دورة والحفاظ على نفس اتجاه عزم الازدواج**

**** لحساب عزم الازدواج للملف في المحرك الكهربائي عند دورانه نستخدم العلاقة $\tau = NBAI \sin \theta$**



علل لما يأتي :

1- ينعدم عزم الازدواج المتولد في المحرك عندما يكون مستوي الملف عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي .

لأن الزاوية بين خطوط المجال ومتجه المساحة تساوي صفر و $\sin 0 = 0$ و $\tau = NBAI \sin \theta = 0$

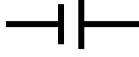
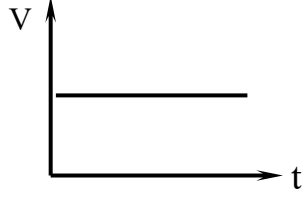
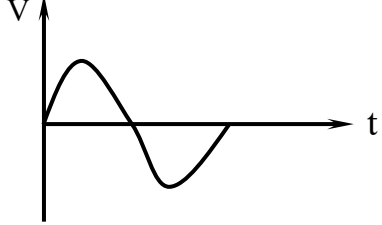
مثال 1 : ملف محرك كهربائي مستطيل الشكل مكون من (200) لفة مساحة كل لفة (4 cm^2) موضوع في مجال

منتظم مغناطيسي شدته (0.1 T) إذا مر فيه تياراً شدته (2 mA) واتجاه المجال يصنع زاوية تساوي (90°)

مع العمود المقام على مستوى الملف احسب مقدار عزم الازدواج على الملف.

$$\tau = NBAI \sin \theta = 200 \times 0.1 \times 4 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-3} \times \sin 90 = 1.6 \times 10^{-5} \text{ N.m}$$

الدرس (2-1) : التيار المتردد

وجه المقارنة	التيار المستمر (DC)	التيار المتردد (AC)
التعريف	تيار ثابت الشدة وثابت الاتجاه	تيار يتغير اتجاهه كل نصف دورة ومعدل شدته يساوي صفري الدورة الواحدة
جهاز توليده	البطارية	المولد الكهربائي
الرمز في الدائرة		
التمثيل البياني		

وجه المقارنة	الجهد المتردد اللحظي في مقاومة	التيار المتردد الآني في مقاومة
التعريف	الجهد المتردد في أي لحظة	التيار الذي يسري في المقاومة ويتغير جيبياً مع الزمن
القانون	$V = V_{\max} \sin(\omega t)$	$I = I_{\max} \sin(\omega t)$

الشدة الفعالة للتيار المتردد شدة التيار المستمر ثابت الشدة الذي يولد كمية الحرارة نفسها التي يولدها التيار المتردد في نفس المقاومة خلال الفترة الزمنية نفسها

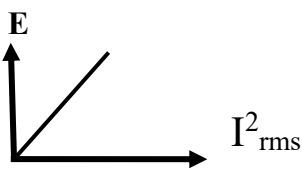
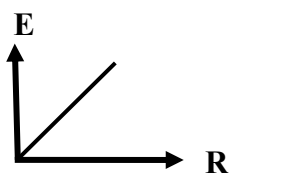
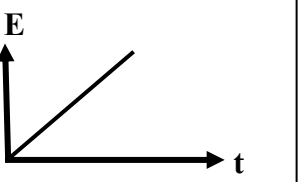
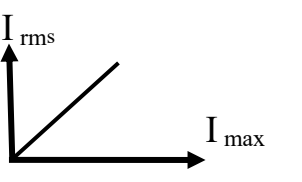
الشدة الفعالة للتيار المتردد (I_{rms})	الجهد الفعال للتيار المتردد (V_{rms})
$I_{\text{rms}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$	$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$
الطاقة الحرارية (E) في المقاومة	القدرة الحرارية (P) في المقاومة
$E = P \cdot t = I_{\text{rms}}^2 \cdot R \cdot t$	$P = I_{\text{rms}}^2 \cdot R$

ماذا يحدث : إذا مر تيار مستمر وآخر متردد كل على حدة في مقاومة لها القيمة نفسها وخلال نفس الفترة الزمنية تتولد نفس كمية الحرارة

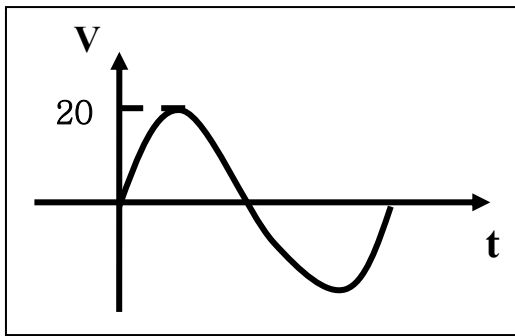
**** الشدة الفعالة للتيار المتردد الجيبى تتناسب طردياً مع شدته العظمى**

**** الأجهزة الكهربائية التي تعمل على التيار المتردد تسجل عليها الشدة الفعالة للتيار المتردد**

**** الأجهزة المستخدمة لقياس شدة التيار والجهد المتردد من أميتر وفولتاميتر تقيس الشدة الفعالة للتيار المتردد**

			
الطاقة الكهربائية المستهلكة والشدة الفعالة للتيار المتردد	الطاقة الكهربائية المستهلكة والمقاومة الكهربائية	الطاقة الكهربائية المستهلكة والزمن	الشدة الفعالة للتيار المتردد والشدة العظمى للتيار

مثال 1: مقاومة (10Ω) تتصل بمصدر تيار متردد يتغير جهدها حسب المعادلة $V = +20 \sin(100\pi t)$ أحسب:



1- الشدة الفعالة لفرق الجهد :

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 14.14 \text{ V}$$

2- الشدة الفعالة لشدة التيار :

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{14.14}{10} = 1.4 \text{ A}$$

3- الشدة العظمى لشدة التيار :

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

4- أكتب معادلة التيار :

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

5- تردد التيار المتردد :

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$$

6- الزمن الدوري للتيار المتردد :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ S}$$

7- معدل استهلاك الطاقة (القدرة) :

$$P = I_{rms}^2 \cdot R = (1.4)^2 \times 10 \approx 20 \text{ W}$$

8- الطاقة المصروفة خلال دقيقتين :

$$E = P \cdot t = 20 \times (2 \times 60) = 2400 \text{ J}$$

التيار يسبق الجهد	الجهد يسبق التيار	التيار والجهد متفقي الطور	وجه المقارنة
$\Phi = -$	$\Phi = +$	$\Phi = 0$	قيمة فرق الطور (Φ)
			الشكل علي شاشة راسم الإشارة
			رسم متجهات شدة التيار وفرق الجهد

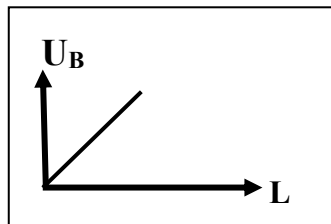
أقرب مسافة أفقية بين قمتين متتاليتين لمنحني فرق الجهد وشدة التيار

فرق الطور

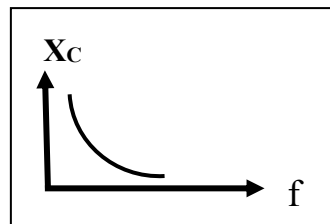
تطبيق قانون أوم على دوائر التيار المتردد

دائرة كهربية	1- مقاومتين أوميتين	2- ملف حثي نقي ومقاومة أومية	3- مكثف ومقاومة أومية
التعريف	المقاومة الصرفة : مقاومة تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وليس لها تأثير حثي	الملف الحثي النقي : الملف الذي له تأثير حثي ومقاومته الأومية معدومة	المكثف : لوحين معدنيين متقابلين بينهما مادة عازلة
رسم الدائرة الكهربائية			
فرق الطور	$\Phi = 0$	$\Phi = + 90$	$\Phi = - 90$
الشكل علي شاشة راسم الإشارة			
رسم متجه التيار والجهد			
معادلة التيار والجهد	$i_R = i_m \sin(\omega t)$ $V_R = V_m \sin(\omega t)$	$i_L = i_m \sin(\omega t)$ $V_L = V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$	$i_C = i_m \sin(\omega t)$ $V_C = V_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$
تعريف الممانعة	الممانعة الأومية (R) : الممانعة التي تبديها المقاومة لحرور التيار خلالها	الممانعة الحثية (X_L) : الممانعة التي يبديها الملف لحرور التيار المتردد خلاله	الممانعة السعوية (X_C) : الممانعة التي يبديها المكثف لحرور التيار المتردد خلاله
حساب الممانعة	$R = \frac{V_{R\max}}{i_{R\max}} = \frac{V_{R\text{rms}}}{i_{R\text{rms}}}$ $R = \frac{\rho L}{A}$	$X_L = \frac{V_{L\max}}{i_{L\max}} = \frac{V_{L\text{rms}}}{i_{L\text{rms}}}$ $X_L = 2\pi fL = \omega L$	$X_C = \frac{V_{C\max}}{i_{C\max}} = \frac{V_{C\text{rms}}}{i_{C\text{rms}}}$ $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$

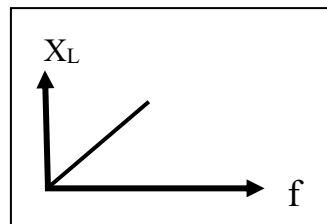
عوامل الممانعة	1- المقاومة النوعية للسلك 2- طول السلك 3- مساحة مقطع السلك	1- تردد التيار (السرعة الزاوية) 2- معامل الحث الذاتي	1- تردد التيار (السرعة الزاوية) 2- سعة المكثف
زيادة تردد التيار للمثلي	الممانعة الأومية لا تتغير	الممانعة الحثية تزداد للمثلي	الممانعة السعوية تقل للنصف
تحول الطاقة الكهربية	طاقة حرارية مستهلكة	طاقة مغناطيسية مخزنة	طاقة كهربائية مخزنة
حساب الطاقة الناتجة	$E = i_{rms}^2 . R . t$	$U_B = \frac{1}{2} L . i_{rms}^2$	$U_E = \frac{1}{2} C . V_{rms}^2$
عوامل الطاقة الناتجة	1- الشدة الفعالة للتيار المتردد 2- المقاومة الأومية 3- الزمن	1- الشدة الفعالة للتيار المتردد 2- معامل الحث الذاتي	1- فرق الجهد الفعال 2- سعة المكثف



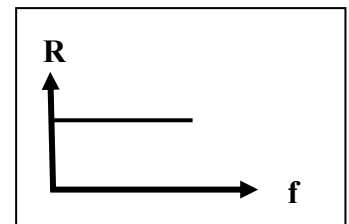
الطاقة المغناطيسية
ومعامل الحث الذاتي للملف



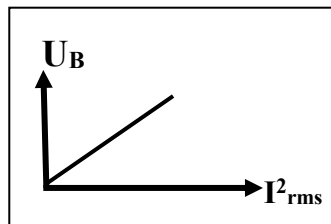
الممانعة السعوية
وتردد التيار



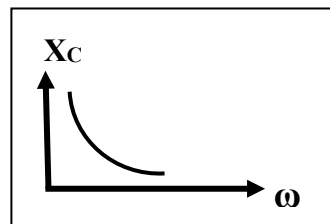
الممانعة الحثية
وتردد التيار



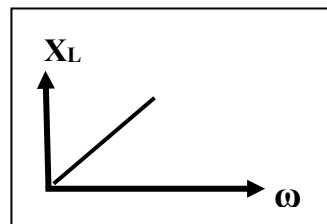
المقاومة الأومية
وتردد التيار



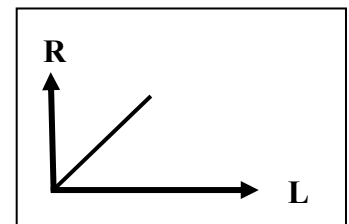
الطاقة المغناطيسية
ومربع الشدة الفعالة للتيار



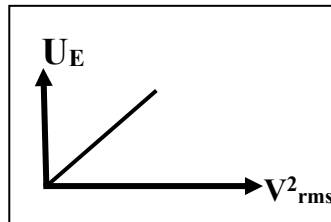
الممانعة السعوية
والسرعة الزاوية للتيار



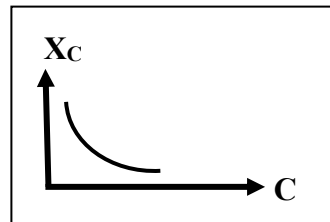
الممانعة الحثية
والسرعة الزاوية للتيار



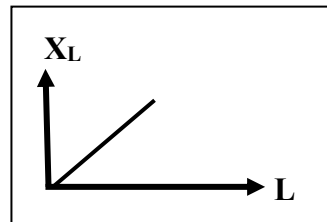
المقاومة الأومية
وطول الموصل



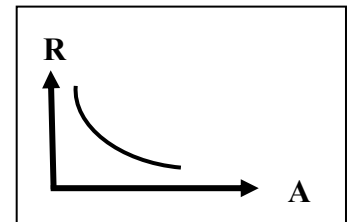
الطاقة الكهربائية المخزنة
ومربع فرق الجهد بالمكثف



الممانعة السعوية
وسعة المكثف



الممانعة الحثية
ومعامل الحث الذاتي



المقاومة الأومية
ومساحة مقطع الموصل

تابع تطبيق قانون أوم على دوائر التيار المتردد

تعليقات على المقاومة الصرفة

1- تكون المقاومة الصرفة على شكل ملف ملفوف لفاً مزدوجاً أو على شكل سلك مستقيم .
إلغاء الحث الذاتي الناتج ($L = 0$)

2- لا تصلح المقاومة في فصل التيارات مختلفة التردد .

لأن قيمة المقاومة لا تتغير بتغير نوع التيار ولا تتغير بتغير التردد

تعليقات على الملف الحثي

3- وجود ممانعة حثية في الملف الحثي أو الجهد يسبق التيار في دوائر التيار المتردد التي تحتوي على ملف حثي نقي
لأن التيار المتردد متغير الشدة والاتجاه وبالتالي يولد في الملف قوة دافعة عكسية تقاوم مرور التيار

4- لا تظهر أو تنعدم ممانعة حثية في دوائر التيار المستمر .

لأن تردد التيار المستمر يساوي صفر ($f = 0$) وتصبح الممانعة الحثية تساوي صفر ($X_L = 2\pi fL = 0$)

5- الملف النقي لا يحول أي جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية .

لأن مقاومته الأومية تساوي صفر والمقاومة الأومية هي التي تحول الطاقة الكهربائية إلى حرارية

6- تستخدم الملفات الحثية في فصل التيارات مختلفة التردد في الأجهزة اللاسلكية .

الملفات تسمح بمرور التيارات المنخفضة التردد (منخفضة X_L) وتقاوم مرور التيارات عالية التردد (عالية X_L)

تعليقات على المكثف

7- وجود الممانعة السعوية في المكثف أو الجهد يتأخر عن التيار في دوائر التيار المتردد التي تحتوي على مكثف .

لأن ممانعة المكثف تنشأ من تراكم الشحنات على لوحَي المكثف ويحدث فرق جهد عكسي يقاوم التيار

8- دائرة التيار المستمر التي تحوي مكثف تكون كأنها دائرة مفتوحة (الممانعة السعوية لا نهائية القيمة) .

لأن تردد التيار المستمر يساوي صفر فتكون الممانعة السعوية لا نهائية القيمة $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{0} = \infty$

9- يسمح المكثف بمرور التيار المتردد خلال الدائرة الكهربائية على الرغم من وجود المادة العازلة بين اللوحين .

لأن التيار المتردد يحدث له عمليتي شحن وتفريغ في الدورة الواحدة وبسبب تعاقبهما يمر التيار بالدائرة

10- تستخدم المكثفات في فصل التيارات مختلفة التردد في الأجهزة اللاسلكية .

المكثفات تسمح بمرور التيارات عالية التردد (منخفضة X_C) وتقاوم التيارات المنخفضة التردد (عالية X_C)

ماذا يحدث :

1- للطاقة المغناطيسية في الملف الحثي عند زيادة الشدة الفعالة للتيار المتردد في الملف إلى المثلي .

تزداد لأربعة أمثال

2- للطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف عندما يقل فرق الجهد الفعال لنصف ما كان عليه .

تقل للربع

**** ملف حثي نقي ممانعته الحثية (15) أوم وصل بدائرة تيار متردد تحتوي على مصدر جهده الفعال (150) فولت**

فان الطاقة الحرارية المستهلكة في الملف لمدة ثانية بوحدة الجول ~~صفر~~

**** دائرة تحتوي مكثف فاذا وضعت مادة عازلة بين لوحيه فان سعة المكثف ~~تزداد~~ والممانعة السعوية ~~تقل~~**

وشدة التيار ~~تزداد~~

**** دائرة تحتوي على ملف نقي فاذا زاد عدد اللفات فان معامل الحث الذاتي ~~يزداد~~ والممانعة الحثية ~~تزداد~~**

وشدة التيار ~~تقل~~

مثال 1 : دائرة تيار متردد تحتوي على ملف نقي معامل حثه الذاتي (0.01 H) يمر فيه تيار لحظي يتمثل بالعلاقة

التالية : $i(t) = 2 \sin 100\pi t$. احسب :

أ) الممانعة الحثية :

$$X_L = \omega L = 100\pi \times 0.01 = 3.14 \Omega$$

ب) شدة التيار الفعال على طرفي الملف :

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

ج) فرق الجهد الفعال على طرفي الملف :

$$V_{rms} = I_{rms} \times X_L = \sqrt{2} \times 3.14 = 4.4 V$$

د) الطاقة المغناطيسية المخزنة في الملف :

$$U_B = \frac{1}{2} L \cdot i_{rms}^2 = \frac{1}{2} \times 0.01 \times (\sqrt{2})^2 = 0.01 J$$

مثال 2 : دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف سعته تساوي (400 μF) يمر فيه تيار لحظي يتمثل بالعلاقة التالية :

$i = 4 \sin 100\pi t$. احسب :

أ) الممانعة السعوية :

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \times 400 \times 10^{-6}} \approx 8 \Omega$$

ب) شدة التيار الفعال على طرفي المكثف :

$$I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2.8 A$$

ج) فرق الجهد الفعال على طرفي المكثف :

$$V_{rms} = I_{rms} \times X_C = 2.8 \times 8 = 22.4 V$$

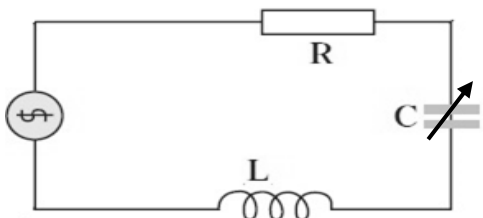
د) الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف :

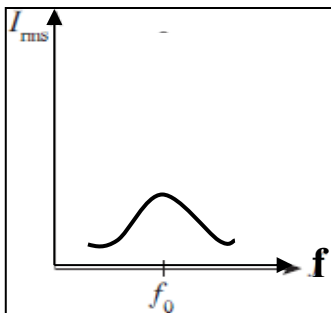
$$U_E = \frac{1}{2} C \cdot V_{rms}^2 = \frac{1}{2} \times 400 \times 10^{-6} \times (22.4)^2 = 0.1 J$$

دائرة تحتوي على مقاومة أومية وملف حثي ونقي ومكثف

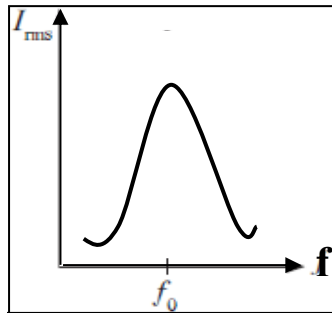
رسم متجهات الجهد	رسم متجهات الممانعة	رسم الدائرة الكهربائية
حساب الجهد الكلي : $V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$	حساب المقاومة الكلية : $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	حساب فرق الطور : $\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$

دائرة الرنين الكهربائي

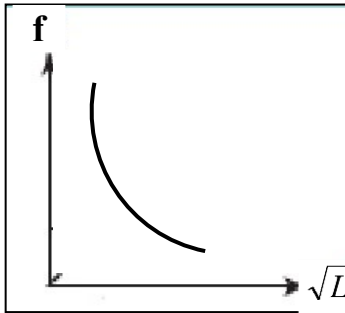
مكونات دائرة الرنين 1- مكثف متغير السعة 2- ملف حثي 3- مقاومة أومية 4- مصدر تيار متردد	رسم الدائرة الكهربائية 	
حساب تردد الرنين $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	خواص دائرة الرنين 1- الممانعة الحثية مساوية للممانعة السعوية 2- المقاومة الكلية تساوي المقاومة الأومية 3- المقاومة الكلية أقل ما يمكن ويمر بها أكبر تيار 4- الجهد والتيار في الدائرة متفقين الطور	
فرق الطور (Φ) = صفر	المقاومة الكلية (Z) = R	الجهد الكلي (V_T) = V_R



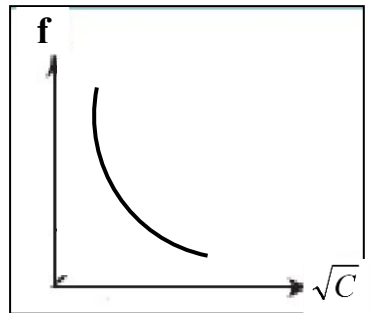
الشدة الفعالة للتيار المتردد وتردد التيار في مقاومة كبيرة



الشدة الفعالة للتيار المتردد وتردد التيار في مقاومة صغيرة



بردد الرنين والجذر التربيعي لمعامل الحث الذاتي للملف

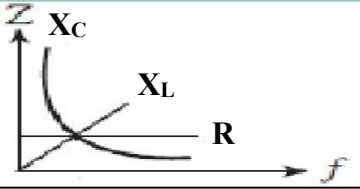


بردد الرنين والجذر التربيعي للسعة الكهربائية للمكثف

**** في الشكل المقابل :**

1- سجل علي الرسم العلاقة البيانية تمثل كلا من (X_C) و (X_L) و (R)

2- ماذا تمثل نقطة تلاقي العلاقات البيانية الثلاث في الرسم ؟ تردد الرنين



فرق الطور	عند تردد أقل من تردد الرنين	عند تردد الرنين	عند تردد أكبر من تردد الرنين
الجهود يتأخر عن التيار $\Phi = \text{سالب}$	الجهود والتيار متتقين في الطور $\Phi = 0$	الجهود يسبق التيار $\Phi = \text{موجب}$	
التفسير	الممانعة الحثية للملف أقل من الممانعة السعوية للمكثف	الممانعة الحثية للملف تساوي الممانعة السعوية للمكثف	الممانعة الحثية للملف أكبر من الممانعة السعوية للمكثف

حالة تكون فيها مقاومة الدائرة أقل ما يمكن ويمر بها أكبر شدة تيار

الرنين الكهربائي

تردد التيار عندما تتساوي الممانعة الحثية للملف مع الممانعة السعوية للمكثف

تردد الرنين

علل لما يأتي :

1- في دائرة تحوي مقاومة وملف نقي ومكثف يكون جمع الجهود الكلي للعناصر الثلاثة هو جمع اتجاهي وليس عددياً لأنها مختلفة في زوايا الطور

2- في حالة الرنين يكون في دائرة الرنين أكبر قيمة لشدة التيار المار بالدائرة .

لأن الممانعة الحثية مساوية للممانعة السعوية والمقاومة الكلية تساوي المقاومة الأومية

وبالتالي المقاومة الكلية أقل ما يمكن ويمر بها أكبر تيار

**** دائرة تيار متردد تحتوى مقاومة صرفة وملف نقي وفرق الجهد يتغير حسب العلاقة : $V_L = V_{\max} \sin(\theta + 45)$ فان ذلك يعنى الجهد يسبق التيار والممانعة الحثية تساوي المقاومة الأومية لأن $\tan 45 = \frac{X_L}{R} = 1$**

**** دائرة تيار متردد تحتوى مقاومة صرفة ومكثف وفرق الجهد يتغير حسب العلاقة : $V_C = V_{\max} \sin(\theta - 26.6)$ فان ذلك يعنى الجهد يتأخر عن التيار والممانعة السعوية نصف المقاومة الأومية لأن $\tan -26.6 = \frac{-X_C}{R} = -\frac{1}{2}$**

مثال 1 : دائرة تيار متردد تتكون من مقاومة صرفة مقدارها (100Ω) وملف حثي نقي معامل تأثيره الذاتي (0.5 H) ومكثف سعته ($14 \mu\text{F}$) ومصدر تيار متردد جهده الفعال ثابت ويساوي (200 V) ويمكن التحكم في تغيير تردده .

أ) أحسب تردد التيار لكي تصبح ممانعة المكثف مساوية للممانعة الملف الحثي (تردد الرنين) :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.5 \times 14 \times 10^{-6}}} = 60 \text{ Hz}$$

ب) أحسب شدة التيار الفعال في الدائرة :

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{200}{100} = 2 \text{ A}$$

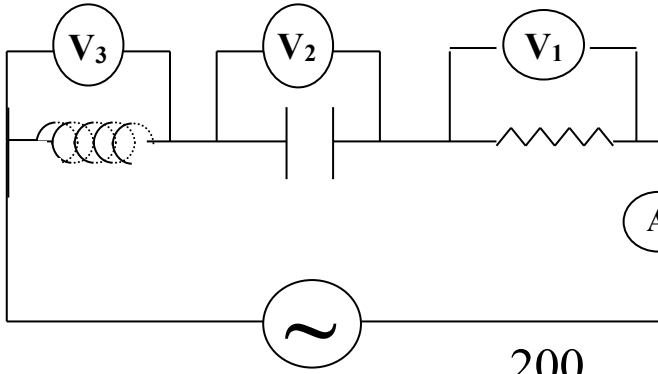
مثال 2 : دائرة تيار متردد تتكون من مصدر تيار متردد جهده

الفعال (223.6 V) وتردده $\left(\frac{200}{\pi}\right)$ Hz يتصل علي

التوالي بمكثف سعته (50 μ F) وملف حثي نقي معامل

تأثيره الذاتي (100 mH) ومقاومة صرفة (20 Ω). أحسب:

1- المقاومة الكلية للدائرة :



$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times \frac{200}{\pi} \times 100 \times 10^{-3} = 40 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times \frac{200}{\pi} \times 50 \times 10^{-6}} = 50 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + (40 - 50)^2} = 22.36 \Omega$$

2- شدة التيار الفعال في الدائرة (قراءة الأميتر) :

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{Z} = \frac{223.6}{22.36} = 10 \text{ A}$$

3- زاوية فرق الطور بين الجهد والتيار مع بيان أيهما يسبق :

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{40 - 50}{20}\right) = -26.5^\circ$$

الجهد يتأخر عن التيار

4- فرق الجهد الفعال في المقاومة الصرفة (قراءة V_1) :

$$V_R = I_{\text{rms}} \times R = 10 \times 20 = 200 \text{ V}$$

5- فرق الجهد الفعال بين لوحى المكثف (قراءة V_2) :

$$V_C = I_{\text{rms}} \times X_C = 10 \times 50 = 500 \text{ V}$$

6- فرق الجهد الفعال في الملف الحثي (قراءة V_3) :

$$V_L = I_{\text{rms}} \times X_L = 10 \times 40 = 400 \text{ V}$$

7- كم تساوي سعة المكثف الذي يوضع بدلاً من المكثف الأول والذي يجعل الدائرة في حالة رنين مع التيار المتردد :

$$X_L = X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$40 = \frac{1}{2\pi \times \frac{200}{\pi} \times C} \Rightarrow C = 6.25 \times 10^{-5} \text{ F}$$

8- معامل الحث الذاتي لملف عند وضعه بالدائرة بدلاً من السابق يجعل الجهد والتيار متفقين في الطور (حالة الرنين)

$$X_C = X_L = 2\pi fL$$

$$50 = 2\pi \times \frac{200}{\pi} \times L \Rightarrow L = 125 \times 10^{-3} \text{ H}$$

الدرس (1-1) : الوصلة الثنائية

- ** أذكر بعض أسماء القطع الإلكترونية المكونة للآلة الحاسبة ؟ وصلة ثنائية - ترانزستور**
- ** المواد التي تعتبر أشباه موصلات السليكون والجرمانيوم وأكثرها استخداماً السليكون**
- ** تماسك الذرات لتشكيل البلورات بسبب الروابط بين الذرات**

وجه المقارنة	نطاق التكافؤ	نطاق التوصيل
التعريف	نطاق به مستويات طاقة تحتوي إلكترونات المستوي الخارجي	نطاق تكتسب الإلكترونات طاقة وتقفز إليه
وجه المقارنة	طاقة الفجوة المحظورة	
التعريف	طاقة تساوي الفرق بين طاقة نطاق التوصيل وطاقة نطاق التكافؤ أو مقدار الطاقة اللازمة للإلكترون لكي ينتقل من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل	



**** حدد أسم كل نطاق من نطاقات الطاقة في الشكل :**

(A) يسمى : نطاق التوصيل

(B) يسمى : طاقة الفجوة المحظورة

(C) يسمى : نطاق التكافؤ

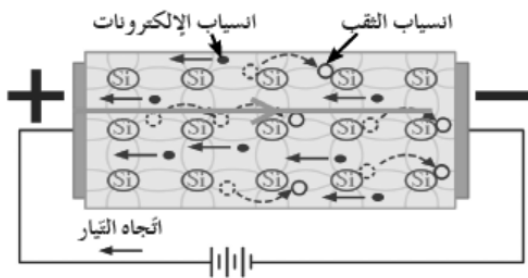


**** حدد في الشكل نوع كل مادة :**

(A) : لا فلز

(B) : شبه فلز

(C) : فلز



ماذا يحدث :

- عندما يقفز إلكترون من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل .
يترك مكانه فراغ يسمى ثقب (شحنة موجبة)
- عندما يمر تيار كهربائي عند تسليط جهد كهربائي علي طرفي موصل منتجاً مجالاً كهربائياً .
الإلكترونات تتحرك عكس اتجاه المجال ويتحرك الثقب مع اتجاه المجال
- عند ارتفاع درجة حرارة الموصل (الفلز) فوق الصفر المطلق (كلفن) بقليل .
تكتسب الإلكترونات طاقة كافية وتنتقل إلى نطاق التوصيل
- عند ارتفاع درجة حرارة شبه الموصل (شبه الفلز) .
تزداد درجة التوصيل وتقل المقاومة

وجه المقارنة	المواد الموصلة	المواد شبه الموصلة	المواد العازلة
التعريف	مواد تتميز بعدم وجود نطاق محظور بين نطاقي التكافؤ والتوصيل	عناصر رباعية التكافؤ يحتوي مستوى الطاقة الخارجي على أربع إلكترونات بينها روابط تساهمية	مواد ذات مقاومة عالية غير موصلة للكهرباء
أمثلة	النحاس والفضة	السليكون والجرمانيوم	البلاستيك والخشب
مقاومتها	صغيرة	متوسطة	كبيرة جداً
اتساع الفجوة المحظورة	منعدمة (صفر)	من صفر إلى أقل eV (4)	من eV (4) إلى eV (12)

علل لما يأتي :

- 1- يتولد تيار كهربائي اصطلاحي في الاتجاه المعاكس لانسياب الإلكترونات في المواد الموصلة.
لأن الإلكترونات تتحرك عكس اتجاه المجال ويتحرك الشب مع اتجاه المجال
 - 2- طاقة الفجوة بين نطاقي التكافؤ والتوصيل هي التي تحدد الخواص الكهربائية للمادة.
لأن زيادة طاقة الفجوة يقل التوصيل ويصعب انتقال الإلكترون إلى نطاق التوصيل
 - 3- عند ارتفاع درجة حرارة شبه الموصل تزداد درجة التوصيل وتقل مقاومته.
بسبب اكتساب الإلكترونات طاقة كافية وتنتقل إلى نطاق التوصيل
 - 4- تستطيع بعض الإلكترونات القفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل في أشباه الموصلات باكتسابها قدراً من الطاقة
لأن الإلكترونات تكتسب طاقة أكبر من طاقة الفجوة المحظورة
 - 5- يستحيل في المواد العازلة الإلكترونات القفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.
لأن اتساع فجوة الطاقة المحظورة كبير جداً
 - 6- تنعدم طاقة الفجوة المحظورة في المواد الموصلة.
لأن نطاق التوصيل يكون متداخلاً مع نطاق التكافؤ
- ** لحساب عدد حاملات الشحنة الكلي في شبه الموصل النقي نستخدم العلاقة $n_i + p_i$**
- ** عدد حاملات الشحنة في الموصلات أكبر من عدد حاملات الشحنة في أشباه الموصلات النقية.**
- ** في أشباه الموصلات النقية تكون عدد الإلكترونات تساوي عدد الثقوب.**

في أشباه الموصلات النقية	الثقوب (P)	الإلكترونات (n)
الحركة بالنسبة للمجال الكهربائي	مع المجال الكهربائي	عكس المجال الكهربائي

مثال 1 : يبلغ عدد الثقوب في قطعة من السيليكون ($1.2 \times 10^{10} / \text{cm}^3$) ثقباً عند درجة الحرارة العادية

(300 K) واتساع فجوة الطاقة المحظورة (1.1 eV) . ما هو العدد الكلي لحاملات الشحنة الكهربائية في

(cm^3) التي تساهم في تكوين التيار . وأذكر تصنيف المادة من ناحية التوصيل الكهربائي ؟

$$n_i + p_i = 2 \times (1.2 \times 10^{10}) = (2.4 \times 10^{10}) / \text{cm}^3 \quad \text{نوع المادة شبه موصل}$$

مثال 2 : يحتوي شبه موصل نقي علي ($6.4 \times 10^{11} / \text{cm}^3$) من حاملات الشحنة . أحسب عدد الثقوب فيه .

$$p_i = (3.2 \times 10^{11}) / \text{cm}^3$$

أشباه الموصلات المطعمة

عملية إضافة ذرات عناصر خماسية أو ثلاثية إلى أشباه الفلزات النقية لزيادة القدرة علي التوصيل

التطعيم

وجه المقارنة	شبه الموصل السالب (N - type)	شبه الموصل الموجب (P - type)
الشكل		
طريقة التطعيم	تطعم البلورة النقية بذرات لافلز خماسي مثل الفسفور - الزرنيخ - الأنثيمون تتكون 4 روابط تساهمية ويبقى إلكترون حر	تطعم البلورة النقية بذرات فلز ثلاثي مثل البورون - الألومنيوم - الجاليوم تتكون 3 روابط تساهمية ويبقى ثقب أو فجوة
أسم المادة الشائبة	الذرة المانحة	الذرة المتقبلة
حاملات الشحنة الأكثرية	الإلكترونات	الثقوب
حاملات الشحنة الأقلية	الثقوب	الإلكترونات
عدد حاملات الشحنة	$N_d + n_i + p_i$	$N_a + n_i + p_i$

الذرة المانحة	الذرة المتقبلة
ذرة عند إضافته إلي شبه الفلز يظهر إلكترون حر	ذرة عند إضافته إلي شبه الفلز يظهر ثقب

علل لما يأتي :

1- تضاف ذرة لا فلز خماسية أو ذرة فلز ثلاثية إلي بلورة شبه الفلز النقي .

لكي يكون حجم الذرة المضافة قريب من حجم ذرة شبه الفلز

2- علي الرغم من التسمية لبلورة شبه الموصل موجبة أو سالبة إلا أنها متعادلة كهربائياً .

لأن عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة في البلورة

3- تقوم بلورة شبه الموصل (N) أو (P) بتوصيل التيار بينما بلورة شبه الموصل النقي تكاد لا توصل التيار .

بسبب زيادة حاملات الشحنة في البلورة المطعمة تزيد الخواص الكهربائية

** العوامل التي تتوقف عليها عدد الإلكترونات والثقوب هي درجة الحرارة ونسبة التطعيم ونوع شبه الفلز

** الذي يحدد كمية حاملات الشحنة في نوع ما من البلورات عند درجة حرارة معينة هو نسبة التطعيم

مثال 1 : ذرة جرمانيوم تحتوي ($1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$) إلكترون حر تم تطعيمها بـ ($6 \times 10^{14} / \text{cm}^3$) من البورون .

أ) أحسب عدد حاملات الشحنة الأكثرية : $N_a + p_i = (6 \times 10^{14}) + (1 \times 10^{12}) = 6.01 \times 10^{14} / \text{cm}^3$

ب) أحسب عدد حاملات الشحنة الأقلية : $n_i = 1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$

ج) أحسب العدد الكلي لحاملات الشحنة : $N_a + n_i + p_i = 6.02 \times 10^{14} / \text{cm}^3$

مثال 2 : يحتوي سيليكون نقي علي 100 مليون ذرة و 15 مليون ذرة خماسية . أحسب عدد الالكترونات الحرة .

$$N_d = 15 \text{ مليون}$$

مثال 4 : بلورة نقية تحتوي ($1.4 \times 10^{14} / \text{cm}^3$)

ثقباً تم تطعيمها بـ ($8 \times 10^{20} / \text{cm}^3$) من ذرة ألومنيوم ثلاثية . أحسب العدد الكلي لحاملات الشحنة .
وحدد نوع البلورة الناتجة

$$N_a + n_i + p_i = 7.0000028 \times 10^{20} / \text{cm}^3$$

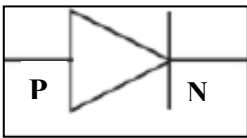
شبه الموصل من النوع الموجب

مثال 3 : ذرة جرمانيوم تحتوي ($2.4 \times 10^{13} / \text{cm}^3$)

ثقباً تم تطعيمها بـ ($7.2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$) من ذرة فسفور خماسية . أحسب العدد الكلي لحاملات الشحنة .
وحدد نوع البلورة الناتجة

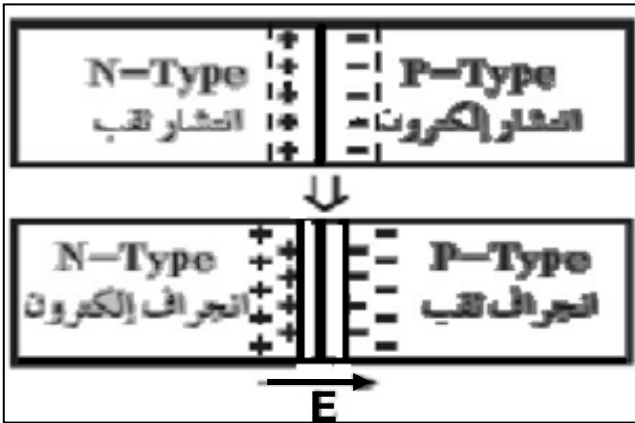
$$N_d + n_i + p_i = 7.200048 \times 10^{18} / \text{cm}^3$$

شبه الموصل من النوع السالب



شبه موصل من النوع السالب ملتحم بشبه موصل من النوع الموجب

الوصلة الثنائية



كيف تعمل الوصلة الثنائية

(أ) أشرح كيف تتشكل (منطقة الاستنزاف أو منطقة النضوب)
تتحرك الالكترونات من البلورة السالبة إلى البلورة الموجبة
تتحرك الثقوب من البلورة الموجبة إلى البلورة السالبة
تتحد الالكترونات مع الثقوب وتتكون منطقة خالية من
حاملات الشحنة علي جانبي منطقة الالتحام

(ب) تظلي الوصلة الثنائية بمادة موصلة بسبب توصلها بأسلاك كهربائية

(ج) تكتسب البلورة السالبة جهد (شحنة) موجبة بسبب البلورة السالبة فقدت عدداً من الإلكترونات

(د) تكتسب البلورة الموجبة جهد (شحنة) سالبة بسبب البلورة الموجبة اكتسبت عدداً من الإلكترونات

(هـ) بم تفسر : وصول الوصلة الثنائية إلي حالة التوازن الكهربائي .

لأن المجال الكهربائي يمنع أي زيادة في عدد حاملات الشحنة من الانتشار عبر منطقة الاستنزاف

(و) لحساب فرق الجهد في الوصلة الثنائية نستخدم العلاقة $V = E \times d$

(ي) أحسب شدة المجال إذا كان اتساع منطقة الاستنزاف (0.4 mm) ومقدار الجهد الداخلي المتشكل (0.6 V) .

$$E = \frac{V}{d} = \frac{0.6}{0.4 \times 10^{-3}} = 1500 \text{ V/m}$$

منطقة خالية من حاملات الشحنة على جانبي منطقة الالتحام

منطقة الاستنزاف

حالة يمنع فيها المجال حاملات الشحنة من الانتشار عبر منطقة الاستنزاف

التوازن الكهربائي

تابع الوصلة الثنائية

طرق التوصيل	طريقة الانحياز (التوصيل) الأمامي	طريقة الانحياز (التوصيل) العكسي
رسم الدائرة الكهربائية		
طريقة التوصيل	يتم تسليط جهد أمامي على الوصلة يوصل القطب الموجب للبطارية بالبلورة الموجبة ويوصل القطب السالب للبطارية بالبلورة السالبة	يتم تسليط جهد عكسي على الوصلة يوصل القطب الموجب للبطارية بالبلورة السالبة ويوصل القطب السالب للبطارية بالبلورة الموجبة
عند تطبيق جهد خارجي	يحدث اندفاع الإلكترونات الحرة والشحوب في اتجاه منطقة الاستنزاف	يحدث اندفاع الإلكترونات الحرة والشحوب بعيداً عن منطقة الاستنزاف
اتجاه (E_{ex}) بالنسبة (E_{in})	اتجاه المجال الخارجي عكس المجال الداخلي في منطقة الاستنزاف	اتجاه المجال الخارجي نفس المجال الداخلي في منطقة الاستنزاف
منطقة الاستنزاف	تقل	تزيد
المقاومة الكهربائية	تقل	تزيد
التيار الكهربائي	يمر	لا يمر
رسم العلاقة بين التيار والجهد		

تيار الانحياز العكسي

تقويم التيار المتردد

تيار ضعيف جداً ينتج بسبب هروب بعض حاملات الشحنة عبر منطقة الاستنزاف

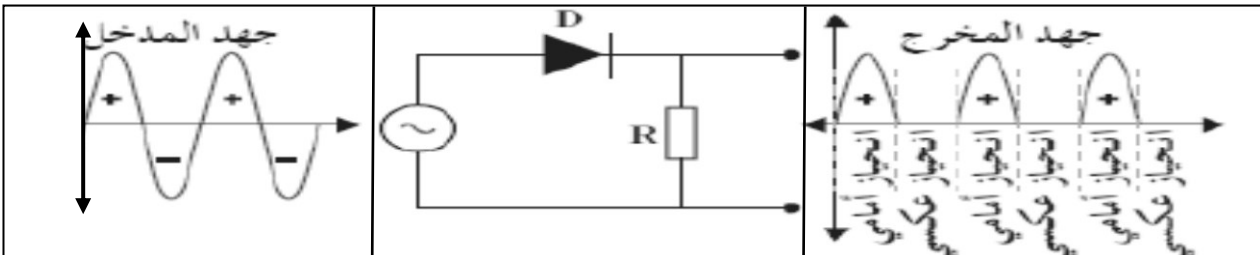
تحويل التيار المتردد إلى تيار نصف موجي

رسم التيار قبل التقويم (جهد المدخل)

رسم الدائرة الكهربائية

رسم التيار بعد التقويم (جهد المخرج)

نشاط



**** في الانحياز الأمامي تقل المقاومة ويمر التيار وفي الانحياز العكسي تزيد المقاومة ولا يمر التيار**
**** الوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار في اتجاه واحد ويحدث للتيار تقويم نصف موجي**

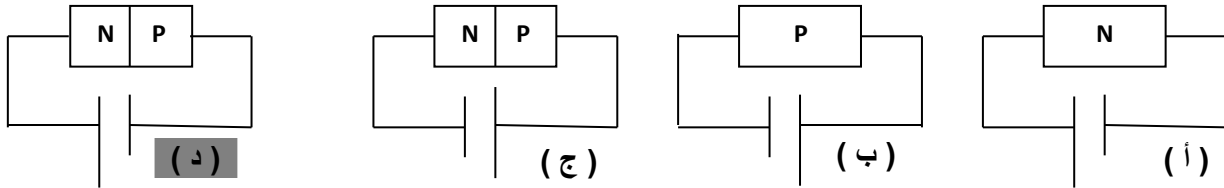
علل لما يأتي :

- 1- الوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار الكهربائي في حالة التوصيل الأمامي أو تعمل كموصل جيد (مفتاح مغلق) لأن اتجاه المجال الخارجي عكس المجال الداخلي ويحدث اندفاع الكترونات في البلورة السالبة والثقوب في البلورة الموجبة في اتجاه منطقة الاستنزاف وتقل منطقة الاستنزاف وتقل المقاومة ويمر التيار
 - 2- الوصلة الثنائية لا تسمح بمرور التيار الكهربائي في حالة التوصيل العكسي أو تعمل كعازل جيد (مفتاح مفتوح) لأن اتجاه المجال الخارجي مع المجال الداخلي ويحدث اندفاع الكترونات في البلورة السالبة والثقوب في البلورة الموجبة بعيد عن منطقة الاستنزاف وتزيد منطقة الاستنزاف وتزيد المقاومة ولا يمر التيار
 - 3- تستخدم الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد .
لأن في التوصيل الأمامي يمر التيار وفي التوصيل العكسي لا يمر التيار وتسمح بمرور التيار في اتجاه واحد
 - 4- تقويم الوصلة الثنائية للتيار المتردد نصف موجي غير كامل .
بسبب تيار الانحياز العكسي
- ** أهم استخدامات الوصلة الثنائية :**

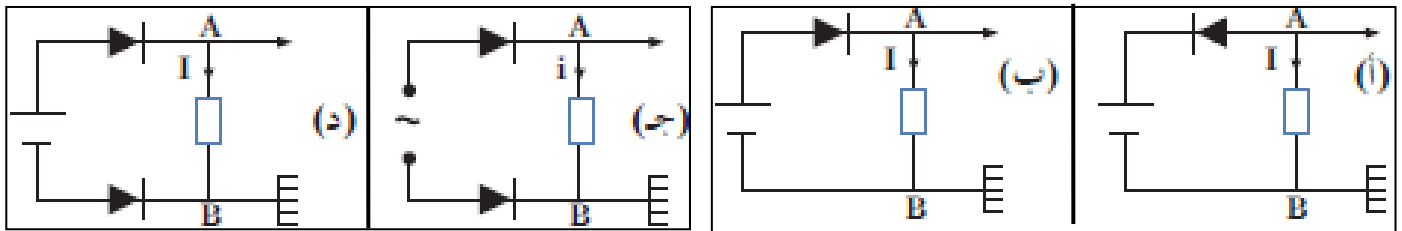
1- تقويم التيار المتردد

2- تعمل كمفتاح مغلق وكمفتاح مفتوح للتيار المتردد

**** واحدة فقط من الدوائر الكهربائية التالية لا تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها وهي :**



**** فسر لماذا يعمل المصباح أولاً يعمل في كل حالة في الشكل :**



يعمل في الشكل (ب) لأن التيار الحار هو تيار انحياز أمامي

بينما لا يعمل في الأشكال الأخرى لأنه انحياز عكسي

الدرس (1-1) : نماذج الذرة

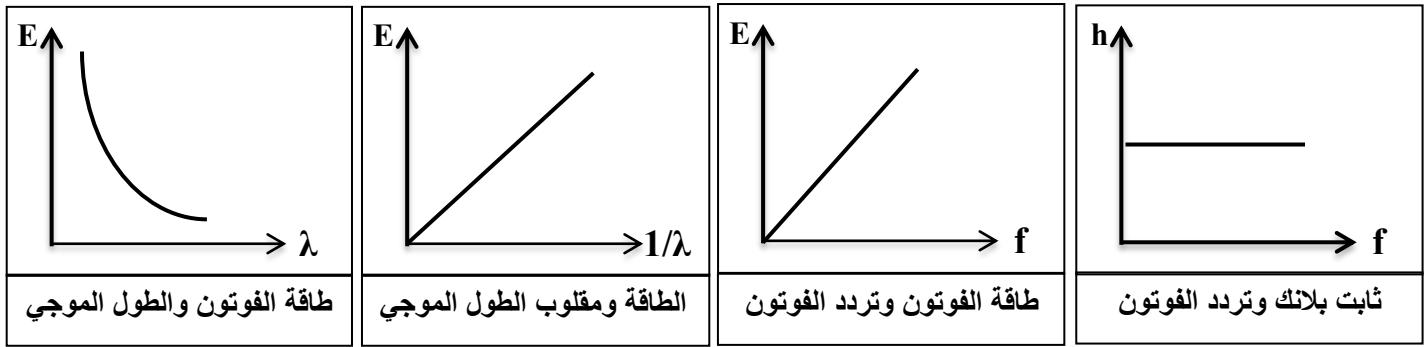
أهم التحويلات المستخدمة في الدرس		
مللي (m) $\times 10^{-3}$	ميكرو (μ) $\times 10^{-6}$	نانو (n) $\times 10^{-9}$
إلكترون فولت (e v) $\xleftarrow{1.6 \times 10^{-19} \text{ X}}$ جول (J)		
مليون إلكترون فولت (M e v) $\xleftarrow{10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ X}}$ جول (J)		

نماذج الضوء	النموذج الجسيمي	النموذج الموجي
تعريف الضوء	الضوء سيل من جسيمات متناهية الصغر	الضوء إشعاع كهرومغناطيسي
العلماء المؤيدين	نيوتن - اينشتين	هرتز - هيجنز - يونج - ماكسويل
طرق تدعيم النموذج	ظاهرة التأثير الكهروضوئي	تداخل الضوء - إنتاج موجات الراديو

وجه المقارنة	النظرية الكلاسيكية	نظرية بلانك
الطيف الصادر من المادة	طيف متصل	طيف متقطع (غير متصل)

جسيمات النيوتريـنو	جسيمات كونية لا شحنة لها ولا تتفاعل مع المواد ولها كتلة تقترب من الصفر
الضوء المرئي	إشعاع كهرومغناطيسي ويعتبر جزءاً من الطيف الكهرومغناطيسي
علم الطيف	العلم الذي يهتم بدراسة العلاقة بين الإشعاع والمادة
جهاز المطياف	جهاز يستخدم لدراسة العلاقة بين الإشعاع والمادة
الطاقة الإشعاعية	الطاقة التي تحملها الموجات الكهرومغناطيسية مثل الضوء والحرارة واشعة جاما
الفوتونات	كمات الضوء أو نبضات متتابعة ومنفصلة تنبعث من الإشعاع الكهرومغناطيسي
طاقة الفوتون	أصغر مقدار من الطاقة يوجد منفصلاً
إلكترون فولت (e v)	الشغل المبذول لنقل إلكترون بين نقطتين فرق الجهد بينهما 1 فولت

فرضيات بلانك	فرضيات اينشتين
1- الطاقة الإشعاعية لا تنبعث ولا تمتص بشكل سيل مستمر إنما تكون على صورة نبضات متتابعة ومنفصلة تسمى فوتون 2- طاقة الفوتون تتناسب طردياً مع تردده	1- الطاقة الإشعاعية عبارة عن كمات تسمى فوتونات 2- الفوتونات تتحرك بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء 3- الطاقة الحركية للفوتون تتناسب طردياً مع تردده
$E = hf \quad \Rightarrow \quad f = \frac{c}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad E = \frac{hc}{\lambda}$	
* النسبة بين طاقة الفوتون وتردده يسمى ثابت بلانك	* أكبر سرعة ممكن أن يتحرك بها أي شيء بحسب النظرية النسبية هي سرعة الضوء



علل لما يأتي :

- عجزت النظرية الكلاسيكية عن تفسير الطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين.
- لأن الطيف المنبعث من الهيدروجين طيف غير متصل وذلك غير ما توقعت النظرية الكلاسيكية
- انبعاث الطيف غير المتصل من الغازات حسب نظرية اينشتين .
- لأنه ينتج عن انتقال الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل والفرق بين طاقة المستويين ينبعث في صورة فوتون له تردد محدد

** الفرق بين طاقة المستويين (ΔE) ينبعث بصورة ضوء فوتون له تردد محدد يعطي بالعلاقة $\Delta E = E_{out} - E_{in}$

كتلة الإلكترون : $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$	سرعة الضوء : $C = 3 \times 10^8 \text{ m / s}$
شحنة الإلكترون : $e = - 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	ثابت بلانك : $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

مثال 1 : انبعث فوتون نتيجة انتقال الإلكترون من مستوى طاقة ($E_1 = - 3.4 \text{ eV}$) إلى مستوى طاقة

($E_2 = - 13.6 \text{ eV}$) . احسب :

أ) طاقة الفوتون المنبعث بوحدة (eV) :

$$\Delta E = E_{out} - E_{in} = -3.4 - (-13.6) = 10.2 \text{ eV}$$

ب) طاقة الفوتون المنبعث بوحدة (J) :

$$\Delta E = 10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.632 \times 10^{-18} \text{ J}$$

ج) تردد الفوتون المنبعث :

$$f = \frac{E}{h} = \frac{1.632 \times 10^{-18}}{6.6 \times 10^{-34}} = 2.47 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

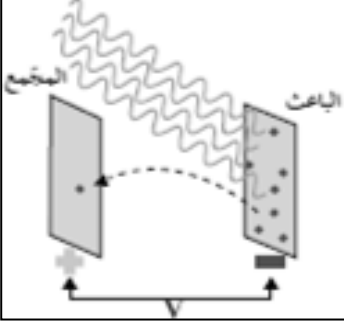
د) الطول الموجي للفوتون المنبعث :

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.632 \times 10^{-18}} = 1.2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

التأثير الكهروضوئي

التأثير الكهروضوئي

انبعاث الإلكترونات من فلزات معينة نتيجة سقوط ضوء له تردد مناسب

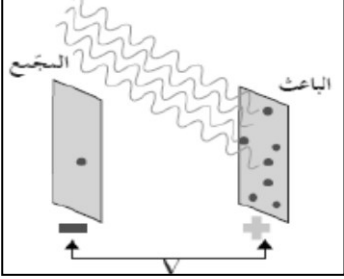


نشاط

في تجربة لينارد لوح حساس للضوء يسمى الباعث و سطح آخر يسمى المجمع ماذا يحدث عند سقوط ضوء فوق بنفسجي على الباعث .

الحدث : يحدث انبعاث الكترونيات من الباعث إلى المجمع وينحرف مؤشر الميكروميتر

السبب : لأن الضوء يعطي الإلكترونات طاقة أكبر من طاقة التحرير فيتولد تيار



نشاط

في الشكل تم عكس أقطاب البطارية على سطح الباعث والمجمع .

الحدث : يحدث إيقاف الإلكترونات المنبعثة من الباعث

السبب : لأن ينشئ مجال كهربائي يعاكس حركة الإلكترونات ويبطئ سرعتها

وتتوقف عند جهد إيقاف أو جهد القطع

الالكترونات الضوئية	الإلكترونات المنبعثة نتيجة سقوط ضوء مناسب على سطح الفلز
الباعث	لوح معدني حساس للضوء تنبعث منه الإلكترونات عند سقوط ضوء مناسب
دالة الشغل (طاقة التحرير)	أقل مقدار للطاقة يمكنه تحرير الكترونيات من سطح الفلز
تردد العتبة	أقل مقدار للتردد يمكنه تحرير الكترونيات من سطح الفلز
جهد الإيقاف (جهد القطع)	أكبر فرق جهد يؤدي إلى إيقاف الإلكترونات المنبعثة من الباعث

وجه المقارنة	تردد الضوء أقل من تردد العتبة للفلز	تردد الضوء يساوي تردد العتبة للفلز	تردد الضوء أكبر من تردد العتبة للفلز
تحرير الالكترونات	لا تتحرر	تتحرر ولا تتحرك للمجمع	تتحرر وتتحرك للمجمع
التفسير	طاقة الضوء أقل من دالة الشغل	طاقة الضوء يساوي دالة الشغل	طاقة الضوء أكبر من دالة الشغل

معادلة أينشتاين

$$E = \Phi + KE$$

$$hf = hf_o + \frac{1}{2} m.v^2$$

$$\frac{hc}{\lambda} = hf_o + e.V_{cut}$$

**** أذكر العوامل التي يتوقف عليها كلاً من :**

1- تحرير الكترونات من الفلز	طاقة أو تردد الضوء - دالة الشغل أو نوع الفلز
2- طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة أو سرعتها أو جهد الإيقاف	طاقة أو تردد الضوء - دالة الشغل أو نوع الفلز
3- عدد الإلكترونات المنبعثة أو شدة التيار الكهروضوئي	عدد الفوتونات أو شدة الضوء
4- دالة الشغل أو تردد العتبة	نوع الفلز

الأحمر - البرتقالي - الأصفر - الأخضر - الأزرق - النيلي - البنفسجي	
أقل تردد (f)	التردد يزداد ← أكبر تردد (f)
أقل طاقة (E)	الطاقة تزداد ← أكبر طاقة (E)
أكبر طول موجي (λ)	الطول الموجي يقل ← أقل طول موجي (λ)

علل لما يأتي :

1- فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير التأثير الكهروضوئي.

لأنها تنص على ان زيادة شدة الضوء الساقط تزيد تحرير الإلكترونات مهما كان تردد الضوء عكس التجارب العملية

2- عند سقوط ضوء أزرق خافت على الفلز فإن طاقته يمكن أن تبعث الكترونات ولا يستطيع أحمر ساطع أن يفعل ذلك .
أو عدد الفوتونات التي تصطدم بالفلز ليس لها علاقة بإمكانية انبعاث الإلكترونات .

لأن العامل الأساسي في تحرير الإلكترون هو تردد الضوء (طاقة الفوتون) وليس شدة الضوء (عدد الفوتونات)
3- ارتباط الإلكترون بالذرة يحدد كمية الطاقة التي يجب تزويده بها ليتحرر.

لأن الإلكترونات شديدة الارتباط بالذرة تحتاج إلى كمية أكبر من الطاقة لكي تتحرر

4- الضوء الساطع يمكنه أن يحرر الكترونات أكثر من ضوء خافت لهما نفس التردد المناسب.

لأن الضوء الساطع يمتلك عدد فوتونات أكبر فتحرر الكترونات أكثر لأن كل الكترون يمتص فوتون واحد

5- طاقة الحركة للإلكترونات المنبعثة يعتمد على تردد الضوء وليس شدته أو تزداد بزيادة تردد الضوء .

لأن زيادة تردد الفوتون يزيد من طاقة الفوتون وتغير الشدة لا يغير من طاقة الفوتون

سؤال : وضح كيف فسر أينشتاين التأثير الكهروضوئي ؟

الضوء فوتونات وكل إلكترون يمتص فوتون واحد عند سقوطه على الفلز

وكما زاد عدد الفوتونات الساقطة زاد عدد الإلكترونات المنبعثة

تابع التأثير الكهروضوئي

الميل يمثل h طاقة حركة الإلكترون المنبعث وتردد الضوء الساقط	الميل يمثل $\frac{1}{2} m$ طاقة حركة الإلكترون المنبعث ومربع سرعته	الميل يمثل e طاقة حركة الإلكترون المنبعث والقيمة المطلقة لجهد الإيقاف	الميل يمثل h دالة الشغل وتردد العتبة للفلز

مثال 1 : سقط ضوء تردده ($1.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$) على فلز تردد العتبة له ($9.92 \times 10^{14} \text{ Hz}$) . أحسب :

1 (طاقة الفوتون الساقط على سطح الفلز :

$$E = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 1.5 \times 10^{15} = 9.9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

2 (دالة الشغل للفلز :

$$\phi = hf_0 = 6.6 \times 10^{-34} \times 9.92 \times 10^{14} = 6.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3 (الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث :

$$KE = E - \phi = 3.4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

4 (سرعة الإلكترون لحظة تركه سطح الفلز :

$$KE = \frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow 3.4 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times V^2 \Rightarrow V = 864437.8 \text{ m/s}$$

5 (مقدار فرق جهد القطع (الإيقاف) بين سطح المجمع والباعث والذي يمنع الإلكترونات من الانتقال بينهما :

$$V_{\text{cut}} = \frac{KE}{e} = \frac{3.4 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.125 \text{ V}$$

6 (استنتج إن كان الفوتون قادراً على انتزاع الإلكترون :

يحدث انبعاث الإلكترون لأن تردد الضوء أكبر من تردد العتبة

مثال 2 : يسقط ضوء طوله الموجي (200 nm) على سطح فلز دالة الشغل له (3.3 eV) . احسب :

1 (تردد العتبة لهذا الفلز :

$$f_0 = \frac{\phi}{h} = \frac{3.3 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} = 8 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

2 (طاقة الفوتونات الساقطة :

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} = 9.9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3 (الطاقة الحركية العظمى :

$$KE = E - \phi = (9.9 \times 10^{-19}) - (3.3 \times 1.6 \times 10^{-19}) = 4.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

4 (سرعة الإلكترون المنبعث :

$$V = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.6 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}} = 1005479.4 \text{ m/s}$$

الدرس (2-1) : نواة الذرة

العدد الذري	عدد البروتونات في نواة الذرة
العدد الكتلي (عدد النيوكليونات)	مجموع كتل عدد البروتونات وعدد النيوترونات في نواة الذرة
النيوكليون	جسيم نووي يطلق علي البروتون والنيوترون في النواة
النظائر	ذرات لها نفس العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي



**** تتكون نواة الذرة من بروتونات (P) موجبة الشحنة ونيوترونات (N) متعادلة الشحنة .**

**** لحساب عدد النيوترونات (N) في نواة الذرة نستخدم العلاقة : $N = A - Z$**

**** النظائر لها نوعين هما نظائر طبيعية ونظائر صناعية**

**** العوامل التي تؤثر في نسبة وجود نظائر العنصر في الطبيعة طريقة تكوينه وحسب استقراره**

**** الذرتان ${}^{21}_7Y$ و ${}^{22}_8X$ متساويان في عدد النيوترونات**

علل لما يأتي :

1- كتلة الذرة مركزة في النواة .

لأن كتلة البروتونات وكتلة النيوترونات في النواة أكبر من كتلة الإلكترونات خارج النواة

2- يؤثر العدد الذري في تحديد الخواص الكيميائية بينما عدد النيوترونات لا يؤثر في تحديد الخواص الكيميائية للذرة .

لأن العدد الذري يحدد التركيب المحتمل لمدارات الإلكترون بينما النيوترونات عديمة شحنة

3- تختلف النظائر في العدد الكتلي .

بسبب اختلاف عدد النيوترونات

4- تتشابه النظائر في الخواص الكيميائية وتختلف في الخواص الفيزيائية .

لأن لها نفس العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي

5- تكون بعض نظائر أنوية ذرات العناصر الكيميائية أكثر وفرة في الطبيعة .

بسبب اختلاف طريقة تكون العنصر سواء طبيعية أو صناعية وبحسب استقراره

$$E_r = m C^2$$

طاقة الجسيم المكافئة لكتلته

طاقة السكون للجسيم

مثال 1 : أحسب طاقة السكون بوحدة ميغا إلكترون فولت لكتله (1 g) . حيث سرعة الضوء (3×10^8 m/s)

$$E_r = mC^2 = (1 \times 10^{-3}) \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{13} \text{ J} = \frac{9 \times 10^{13}}{1.6 \times 10^{-13}} = 5.625 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

تابع نواة الذرة

قوة قصيرة المدى تنشأ بين النيوكليونات المتجاورة

قوة التجاذب النووية

**** خصائص قوة التجاذب النووية :**

2- لا تعتمد علي نوع الشحنة

1- قصيرة المدى داخل حدود النواة

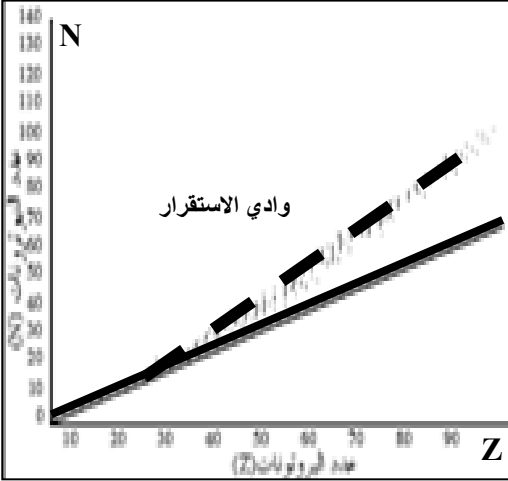
علل لما يأتي :

1- بزيادة عدد النيوترونات يزداد استقرار النواة .

بسبب زيادة قوى التجاذب النووية على حساب قوى التنافر بين البروتونات

2- في الأنوية الثقيلة وبزيادة عدد النيوترونات لا تستقر النواة .

لأن قوة التنافر بين البروتونات تصبح كبيرة جداً ولا تستطيع زيادة النيوترونات تعويض زيادة قوة التنافر



**** الشكل المقابل يمثل علاقة عدد البروتونات مع عدد النيوترونات**

(أ) في العناصر الخفيفة عدد البروتونات تساوي عدد النيوترونات تقريباً .

(ب) بم تفسر : في الأنوية الثقيلة ($Z > 82$) تسمى أنويه غير مستقرة

ويحدث انحراف الأنوية عن الخط ($N = Z$) .

لأن قوة التنافر بين البروتونات تصبح كبيرة جداً ولا تستطيع

زيادة النيوترونات تعويض زيادة قوة التنافر الكهربائية

طاقة الربط النووية

الطاقة الكلية اللازمة لكسر النواة وفصل النيوكليونات فصلاً تاماً

أو مقدار الطاقة المتحررة من تجمع النيوكليونات مع بعضها لتكوين النواة

طاقة الربط النووية مقسومة على عدد النيوكليونات

طاقة الربط النووية لكل نيوكليون (متوسط طاقة الربط)

علل لما يأتي :

1- كتلة النواة الفعلية أقل من مجموع كتل النيوكليونات المكونة لها وهي منفردة.

أو برغم وجود قوة تنافر بين البروتونات لكنها مترابطة.

لأن جزء من كتلة النيوكليونات يتحول إلى طاقة ربط نووية تعمل على استقرار النواة

2- النواة ($^{20}_{10}\text{X}$) التي طاقة ربطها (100 Mev) أكثر استقراراً من النواة ($^{30}_{15}\text{Y}$) التي طاقة ربطها (120 Mev)

لأن النواة (X) لها طاقة ربط نووية لكل نيوكليون أكبر من النواة (Y)

النقص في كتلة النواة = (كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات) - كتلة النواة الفعلية

$$\Delta m = (Z m_p + N m_n) - m_X$$

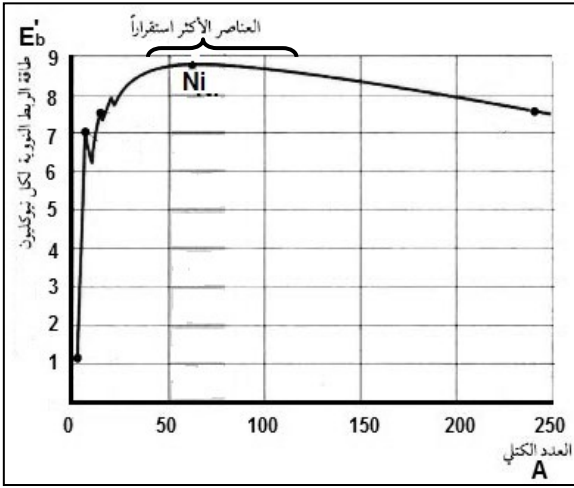
$$E_b = \Delta m C^2 \times \frac{931.5 \text{ MeV}}{c^2} = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV}$$

طاقة الربط النووية

$$E'_b = \frac{E_b}{A}$$

طاقة الربط النووية لكل نيوكليون

**** من الشكل المقابل :**



1- يزيد الاستقرار مع زيادة طاقة الربط لكل نيوكلليون

2- بم تفسر : نواة النيكل أكثر الأنوية استقراراً .

لأن النيكل له أكبر طاقة الربط النووية لكل نيوكلليون

3- بم تفسر : الأنوية التي يتراوح عددها الكتلي بين

(40 - 120) أكثر العناصر استقراراً .

لأن طاقة الربط النووية لكل نيوكلليون كبيرة

4- بم تفسر : أنوية العناصر التي يقل عددها الكتلي عن (40) غير مستقرة (مشعة) يحدث لها اندماج نووي .

لكي تزيد عددها الكتلي لكي تزيد طاقة الربط النووية لكل نيوكلليون حتى تستقر

5- بم تفسر : أنوية العناصر التي يزيد عددها الكتلي عن (120) غير مستقرة (مشعة) يحدث لها انشطار نووي .

لكي تقلل عددها الكتلي لكي تزيد طاقة الربط النووية لكل نيوكلليون حتى تستقر

** العوامل التي تتوقف عليها مدى استقرار نواة الذرة هي

طاقة ربط لكل نيوكلليون - نسبة $\frac{N}{Z}$ - القوة النووية

** إذا كانت طاقة الربط النووية لأنوية ذرات العناصر التالية بوحدة Mev كما يلي فإن أكثر هذه الأنوية استقراراً :

${}^9_4\text{Be}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{39}_{19}\text{K}$	${}^4_2\text{He}$
56	79	196	28
☐	☐	☐	☒

مثال 1 : إذا علمت أن كتلة نواة ذرة اليورانيوم $M_U = (234.9934 \text{ a.m.u})$ حيث ${}^{235}_{92}\text{U}$. أحسب :

حيث $(m_p = 1.00727 \text{ a.m.u})$ و $(m_n = 1.00866 \text{ a.m.u})$

أ) عدد النيوترونات : $N = A - Z = 235 - 92 = 143$

ب) طاقة الربط النووية لنواة ذرة اليورانيوم :

$$\Delta m = (Z m_p + N m_n) - m_X = (92 \times 1.00727 + 143 \times 1.00866) - 234.9934 = 1.9138 \text{ amu}$$

$$E_b = \Delta m C^2 \times (931.5 \text{ MeV} / C^2) = 1.9138 \times 931.5 = 1782.7 \text{ MeV}$$

ج) طاقة الربط النووية لكل نيوكلليون :

$$E'_b = \frac{E_b}{A} = \frac{1782.7}{235} = 7.58 \text{ MeV}$$

مثال 2 : طاقة الربط النووية لنواة ذرة الكالسيوم لكل نيوكلليون تساوي $(8.55 \text{ MeV/nucleon})$ حيث ${}^{40}_{20}\text{Ca}$

$$E_b = E'_b \times A = 8.55 \times 40 = 342 \text{ MeV}$$

أحسب كتلة النواة الفعلية :

$$\Delta m = \frac{E_b}{931.5} = \frac{342}{931.5} = 0.367 \text{ amu}$$

$$m_X = (Z m_p + N m_n) - \Delta m = (20 \times 1.00727 + 20 \times 1.00866) - 0.367 = 39.95 \text{ amu}$$

العلاقات الرياضية في المنهج

التحويلات

$\text{mA} \times 10^{-3} \rightarrow \text{A}$	شدة التيار	$\mu\text{C} \times 10^{-6} \rightarrow \text{C}$	الشحنة الكهربائية
$\text{nm} \times 10^{-9} \rightarrow \text{m}$	الطول الموجي	$\text{amu} \times 931.5 \rightarrow \text{MeV}$ $\text{eV} \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow \text{J}$	الطاقة

قوانين الحث الكهرومغناطيسي

$\phi = NBA \cos \theta$	التدفق المغناطيسي
$\varepsilon = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	القوة الدافعة الكهربائية الحثية لموصل (قانون فاراداي)
$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	القوة الدافعة الكهربائية الحثية لملف (قانون فاراداي)

قوانين المولد والمحرك الكهربائي

$\varepsilon = NBA \omega \sin \theta$	القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في المولد الكهربائي
$F = qVB \sin \theta$	القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة كهربائية متحركة
$F = I L B \sin \theta$	القوة المغناطيسية المؤثرة على الأسلاك الحاملة للتيار
$\tau = NBAI \sin \theta$	عزم الازدواج للملف في المحرك الكهربائي

قوانين التيار المتردد

$I_{\text{rms}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$	الشدة الفعالة للتيار المتردد
$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$	الجهد الفعال للتيار المتردد
$P = I_{\text{rms}}^2 \cdot R$	القدرة الحرارية في المقاومة
$E = I_{\text{rms}}^2 \cdot R \cdot t$	الطاقة الحرارية في المقاومة
$V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$	حساب الجهد الكلي في دائرة تحوي مقاومة وملف ومكثف
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	حساب المقاومة الكلية في دائرة تحوي مقاومة وملف ومكثف
$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$	حساب فرق الطور في دائرة تحوي مقاومة وملف ومكثف
$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	تردد دائرة الرنين

الممانعة السعوية	الممانعة الحثية	الممانعة الأومية	
$i_C = i_m \sin(\omega t)$	$i_L = i_m \sin(\omega t)$	$i_R = i_m \sin(\omega t)$	معادلة التيار والجهد
$V_C = V_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$	$V_L = V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$	$V_R = V_m \sin(\omega t)$	
$X_C = \frac{V_{Cmax}}{i_{Cmax}} = \frac{V_{Crms}}{i_{Crms}}$ $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$	$X_L = \frac{V_{Lmax}}{i_{Lmax}} = \frac{V_{Lrms}}{i_{Lrms}}$ $X_L = 2\pi fL = \omega L$	$R = \frac{V_{Rmax}}{i_{Rmax}} = \frac{V_{Rrms}}{i_{Rrms}}$ $R = \frac{\rho L}{A}$	حساب الممانعة
$U_E = \frac{1}{2} C.V_{rms}^2$	$U_B = \frac{1}{2} L.i_{rms}^2$	$E = i_{rms}^2 .R.t$	الطاقة الناتجة

قوانين الإلكترونيات

$ni + pi$	حساب عدد حاملات الشحنة الكلي في شبه الموصل النقي
$ni + pi + N_d$	حساب عدد حاملات الشحنة الكلي في شبه الموصل السالب
$ni + pi + N_a$	حساب عدد حاملات الشحنة الكلي في شبه الموصل الموجب
$E = \frac{V}{d}$	شدة المجال الكهربائي في الوصلة الثنائية

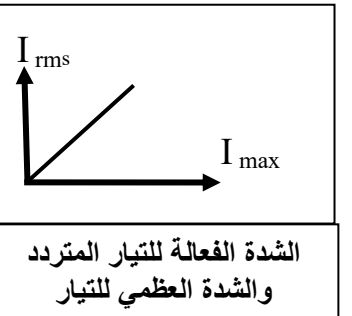
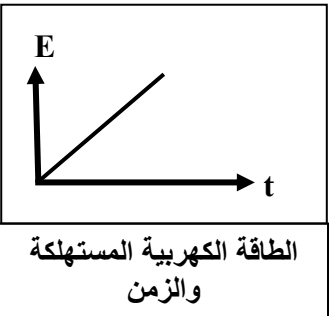
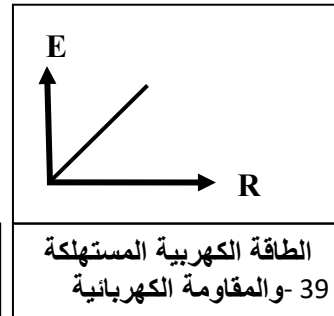
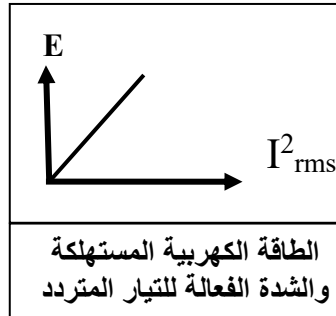
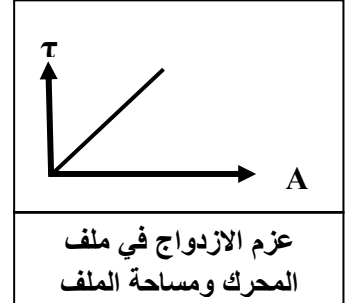
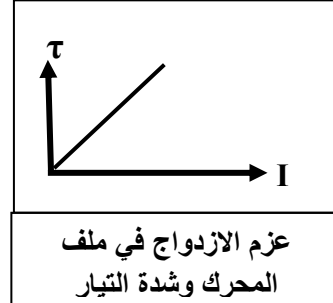
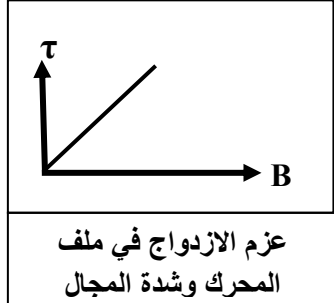
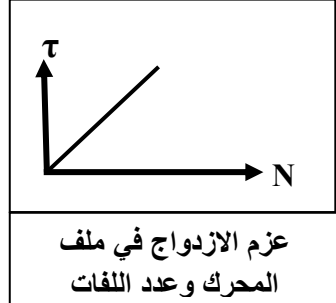
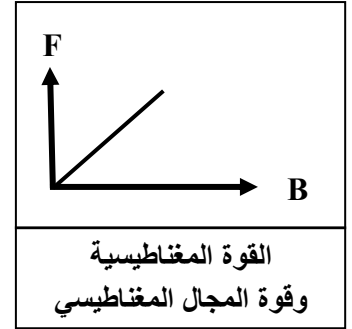
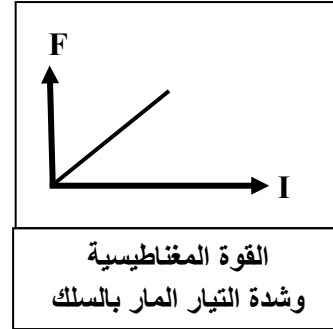
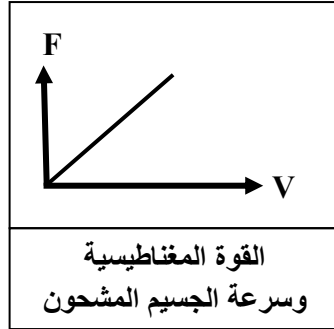
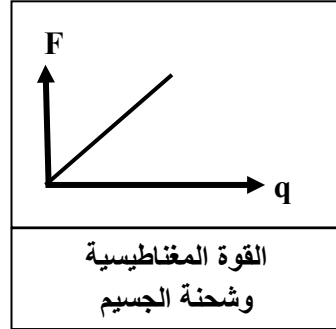
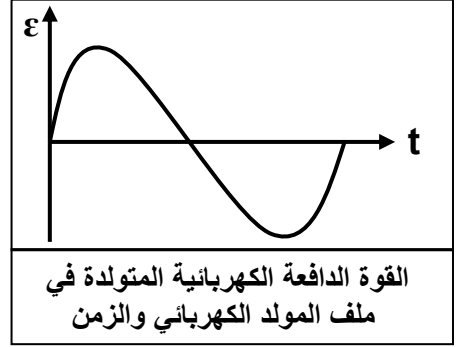
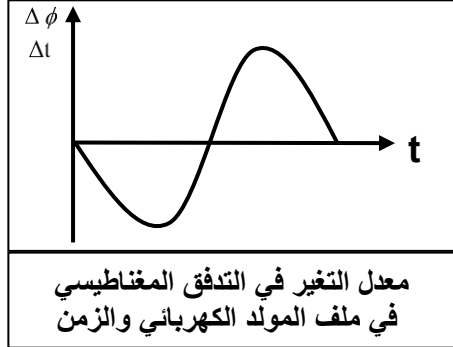
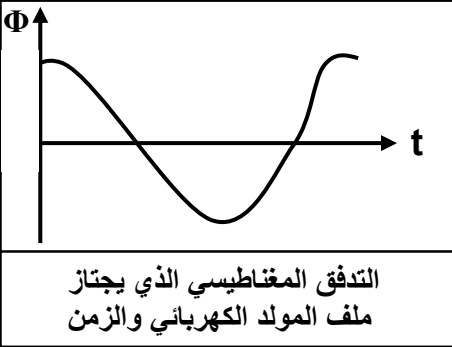
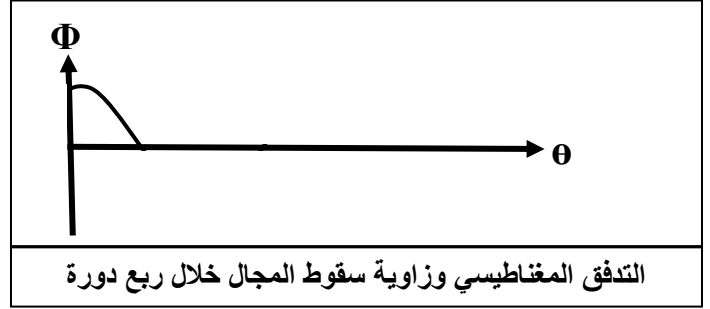
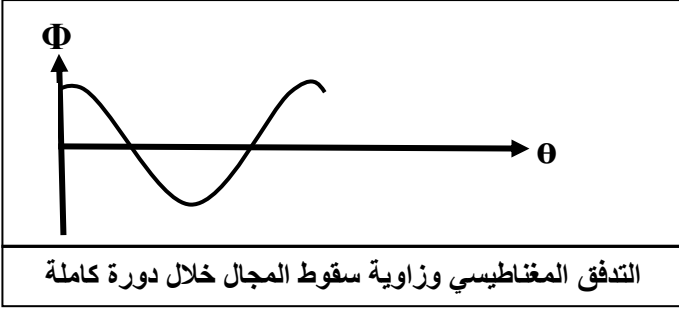
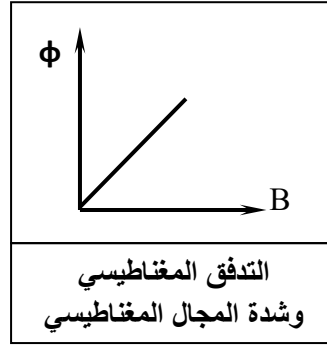
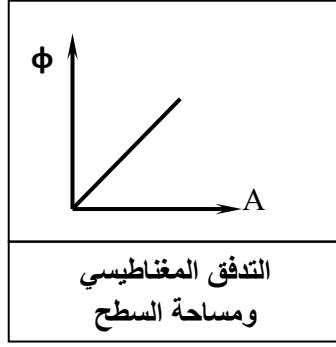
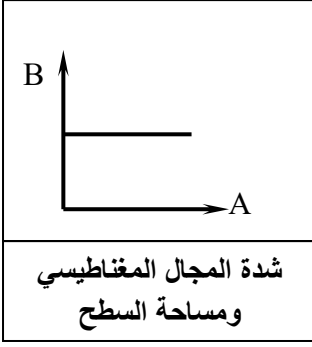
قوانين الفيزياء الذرية

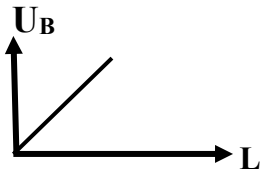
$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$	طاقة الفوتون
$\Delta E = E_{out} - E_{in}$	الفرق بين طاقة المستويين
$E = \Phi + KE$ $hf = hf_o + \frac{1}{2} m.v^2$ $\frac{hc}{\lambda} = hf_o + e.V_{cut}$	معادلة أينشتاين في التأثير الكهروضوئي

قوانين الفيزياء النووية

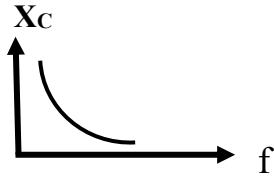
$N = A - Z$	عدد النيوترونات في نواة الذرة
$E_r = mC^2$	طاقة السكون للجسيم
$\Delta m = (Z m_p + N m_n) - m_X$	النقص في كتلة النواة
$E_b = \Delta m C^2 \times (931.5 \text{ MeV}/C^2)$	طاقة الربط النووية
$E'_b = \frac{E_b}{A}$	طاقة الربط النووية لكل نيوكليون

العلاقات البيانية في المنهج

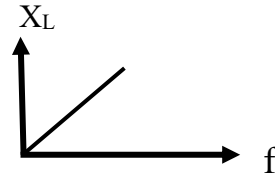




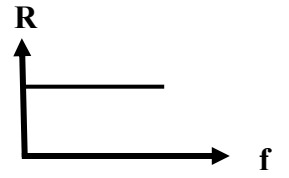
الطاقة المغناطيسية
ومعامل الحث الذاتي للملف



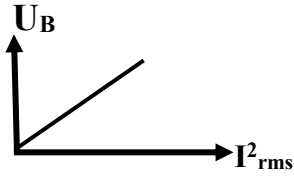
الممانعة السعوية
وتردد التيار



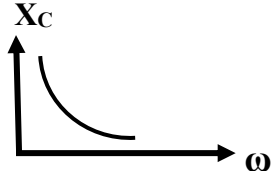
الممانعة الحثية
وتردد التيار



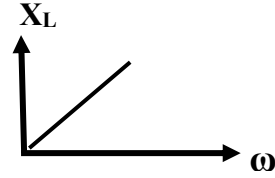
المقاومة الأومية
وتردد التيار



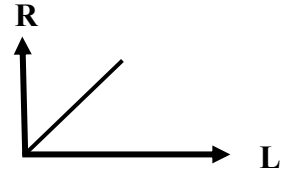
الطاقة المغناطيسية
ومربع الشدة الفعالة للتيار



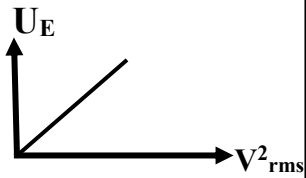
الممانعة السعوية
والسرعة الزاوية للتيار



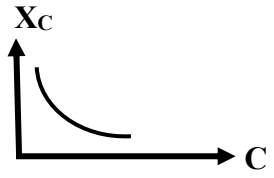
الممانعة الحثية
والسرعة الزاوية للتيار



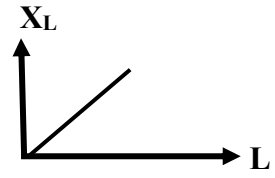
المقاومة الأومية
وطول الموصل



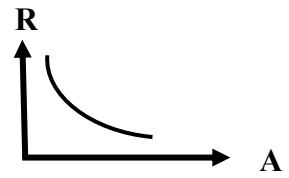
الطاقة الكهربائية المخزنة
ومربع فرق الجهد بالمكثف



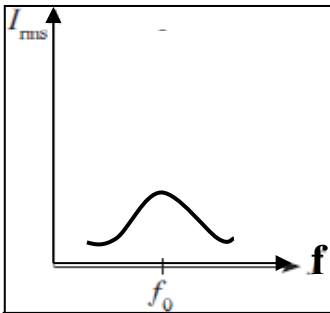
الممانعة السعوية
وسعة المكثف



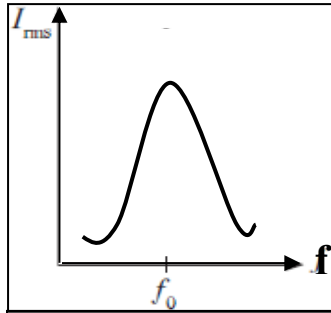
الممانعة الحثية
ومعامل الحث الذاتي



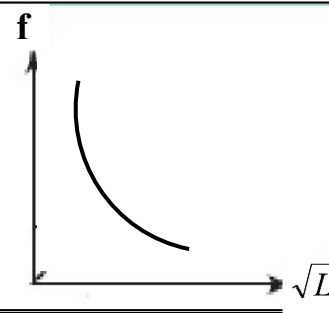
المقاومة الأومية
ومساحة مقطع الموصل



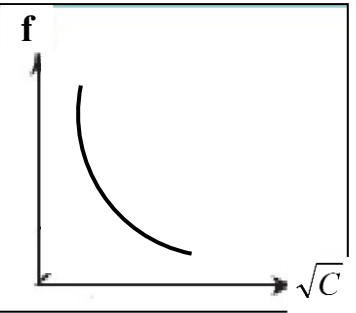
الشدة الفعالة للتيار المتردد
وتردد التيار في مقاومة كبيرة



الشدة الفعالة للتيار المتردد
وتردد التيار في مقاومة صغيرة

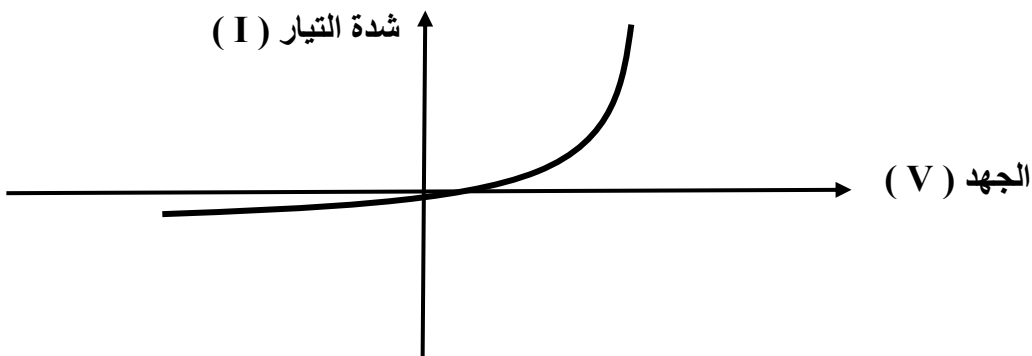


تردد الرنين والجذر التربيعي
لمعامل الحث الذاتي للملف



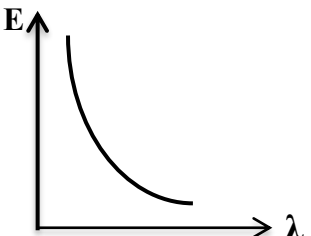
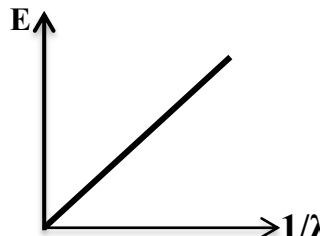
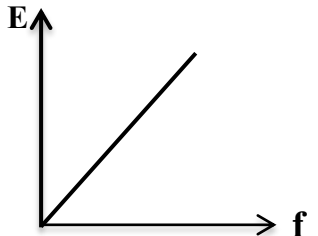
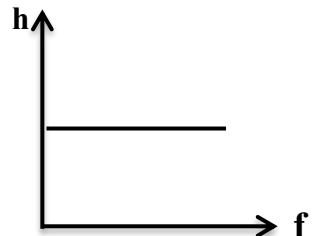
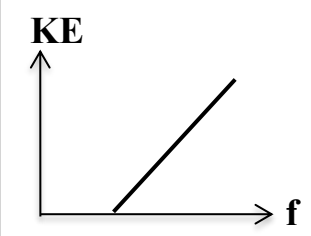
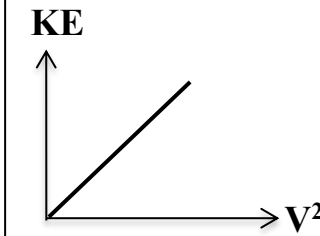
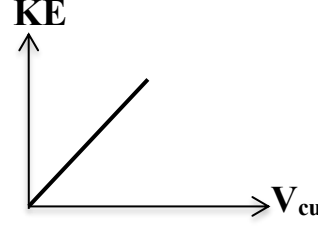
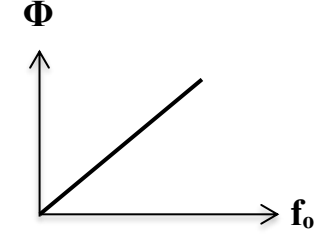
تردد الرنين والجذر التربيعي
للسعة الكهربائية للمكثف

شدة التيار (I)



الجهد (V)

رسم العلاقة
بين التيار والجهد
في الوصلة الثنائية

			
طاقة الفوتون والطول الموجي	الطاقة ومقلوب الطول الموجي	طاقة الفوتون وتردد الفوتون	ثابت بلانك وتردد الفوتون
			
طاقة حركة الإلكترون المنبعث وتردد الضوء الساقط	طاقة حركة الإلكترون المنبعث ومربع سرعته	طاقة حركة الإلكترون المنبعث والقيمة المطلقة لجهد الإيقاف	دالة الشغل وتردد العتبة للفلز