

الصف الثاني عشر

محتوي على أسئلة

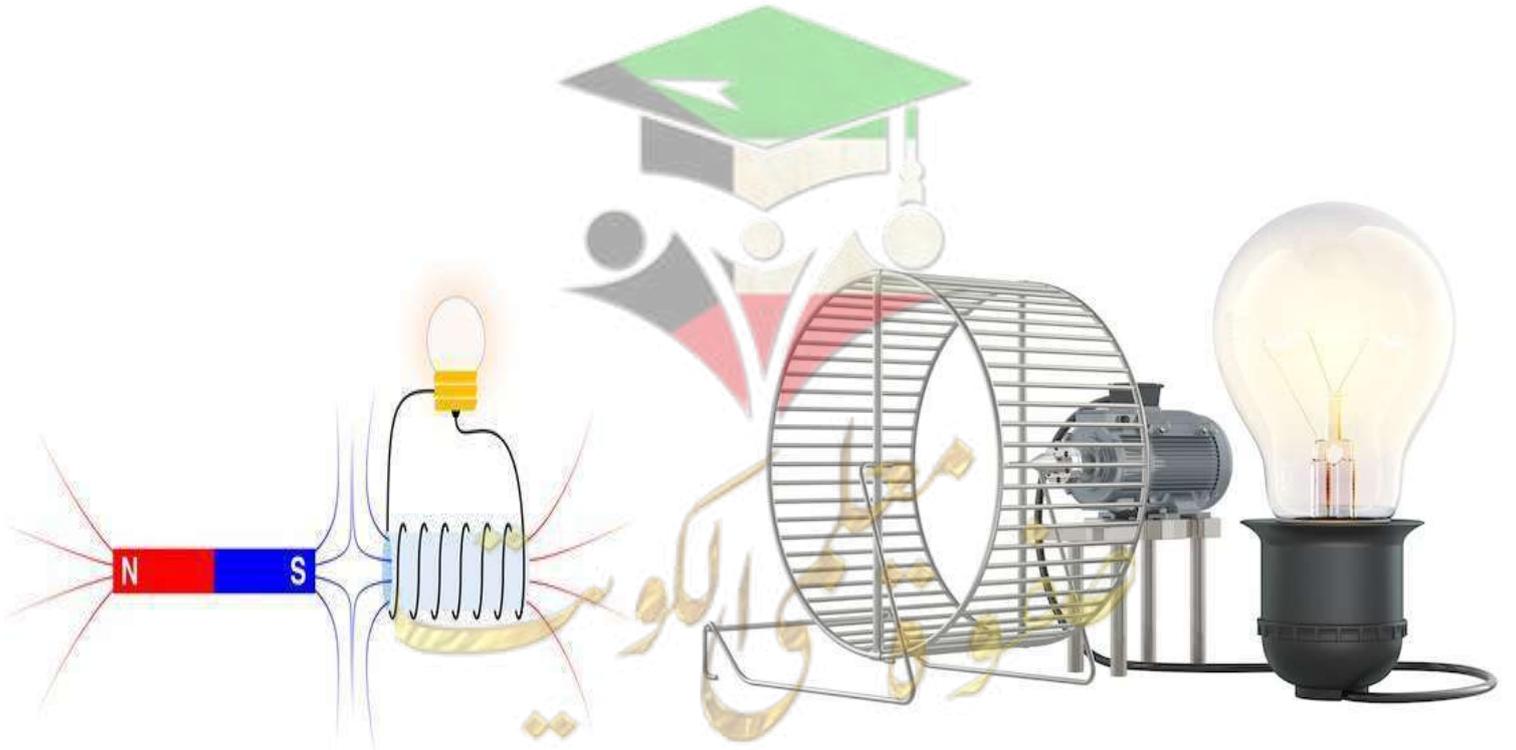
الاختبارات السابقة

الوحدة الثانية

## الكهرباء والمغناطيسية

الفصل الأول

## الحث الكهرومغناطيسي



## الحث الكهرومغناطيسي

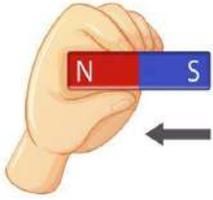
هو المنطقة أو الحيز المحيط بالمغناطيس من جميع الاتجاهات وجميع المستويات ويظهر فيها أثر القوى المغناطيسية .

### المجال المغناطيسي

اتجاه المجال المغناطيسي :

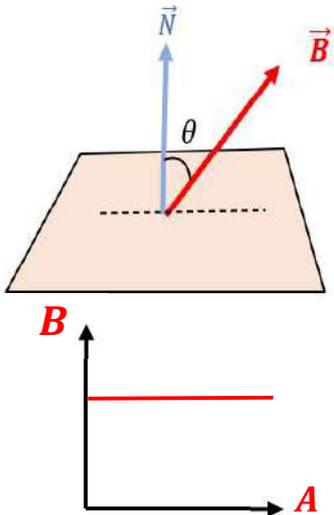
- 1- من القطب الجنوبي (S) الي القطب الشمالي (N) داخل القطعة المغناطيسية
- 2- من القطب الشمالي (N) الي القطب الجنوبي (S) خارج القطعة المغناطيسية

- للتعبير عن الخطوط المغناطيسية يعبر عنه بـ خطوط وهمية تعبر عن شكل واتجاه المجال المغناطيسي كما درسنا بالأصـف الحادي عشر .



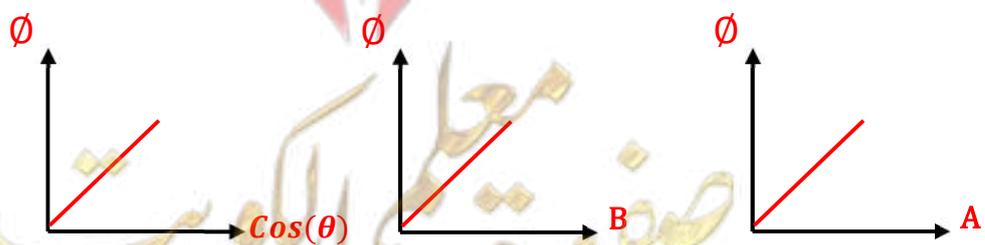
## التدفق المغناطيسي

وجه المقارنة	التدفق المغناطيسي $\phi$	شدة المجال المغناطيسي عند نقطة B
التعريف	عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحاً ما مساحته A بشكل عمودي	عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق وحدة المساحات من السطح بشكل عمودي
نوع الكمية	عددية	متجهة
وحدة القياس	الوبر (Wb) وتعادل $T \cdot m^2$	التسلا (T)
الرمز	$\phi$	B
القانون	$\phi = NBA \cos\theta$	$B = \frac{\phi}{A \cos(\theta)}$



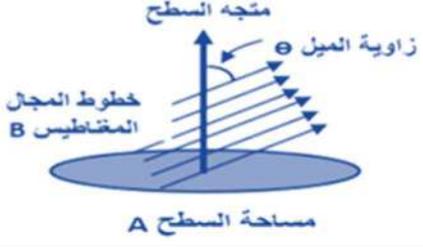
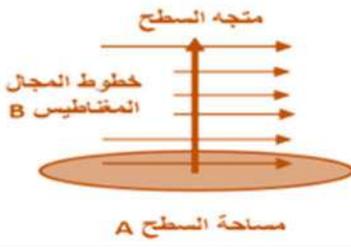
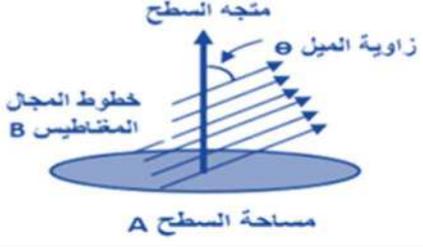
العوامل التي يتوقف عليها التدفق المغناطيسي :

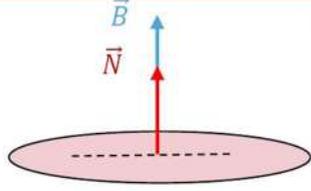
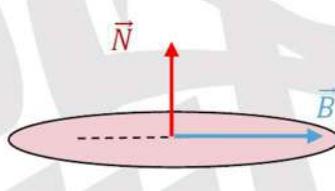
- 1- شدة المجال المغناطيسي الذي يخترق السطح (B)
- 2- مساحة السطح التي تخترقها خطوط المجال (A).
- 3- الزاوية بين متجه مساحة السطح وخطوط المجال المغناطيسي ( $\theta$ )



## متجه المساحة

متجه يعبر عن خطوط المجال المغناطيسي المارة من خلال منطقة محددة ويكون عمودي على مستوى المساحة.

المجال عمودي على السطح	المجال يوازي السطح	المجال مائل على السطح
		
$\theta = 0^\circ$ , $\cos 0 = 1$	$\theta = 90^\circ$ , $\cos 90 = 0$	$\theta = 30^\circ$
$\phi = BA$	$\phi = 0$	$\phi = BA \cos\theta$
التدفق قيمة عظمى	التدفق معدوم	التدفق له قيمة بين الصفر والقيمة العظمى

		
$0^\circ$	$90^\circ$	زاوية السقوط
$0^\circ$	$90^\circ$	الزاوية بين (B - N)
قيمة عظمى	ينعدم	قيمة التدفق

علشان ما تتوهق

لو شوفت كلمة ( متجه المساحة - زاوية السقوط ) حل مباشر  
أي لفظ آخر اطرح الزاوية من 90



ملاحظة



1- من الممكن ان يعطي في المسائلة زاوية ميل الجسم على خطوط المجال وتحسب زاوية سقوط المجال  $\theta$  في هذه الحالة

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

2- مساحة السطح لو مجهولة عندك

$$A = \pi \cdot r^2$$

دائرة

$$A = \text{طول} \times \text{عرض}$$

مربع أو مستطيل



التدفق المغناطيسي كمية عددية؟

لأنه ينتج من حاصل الضرب العددي لمتجهي شدة المجال المغناطيسي و متجه مساحة

$$\phi = BA \cos \theta$$

2- التدفق المغناطيسي يكون أكبر ما يمكن عندما تكون خطوط المجال المغناطيسي عمودية على السطح؟

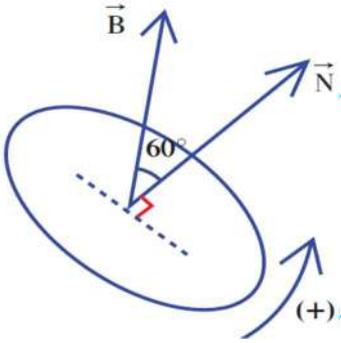
لأن الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي و متجه مساحة السطح تساوي صفرا (  $\theta = 0^\circ$  ) ومن العلاقة يكون  $\cos 0 = 1$  وبالتالي يكون التدفق أكبر ما يمكن.  $\phi = BA \cos \theta$

مثال: لفة دائرية الشكل نصف قطرها cm (10) موضوعة في مجال مغناطيسي

منتظم شدته T (0.4). احسب مقدار التدفق المغناطيسي في حال متجه مساحة

السطح وبحسب الاتجاه الموجب الاختياري يصنع زاوية (  $60^\circ$  ) مع خط المجال

المخترق للسطح كما بالشكل:



مثال : حلقة دائرية الشكل نصف قطرها 20 cm موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم

مقداره T 0.5 واتجاهه يشكل مع متجه السطح زاوية  $120^\circ$  احسب مقدار التدفق

المغناطيسي؟

مثال : ملف عدد لفاته 1000 لفة مساحة مقطع كلا منها  $15 \text{ cm}^2$  موضوع في مجال

مغناطيسي عمودي على مستوي اللفات، ومقدار شدته  $0.4 \times 10^{-4} \text{ T}$

احسب مقدار التدفق المغناطيسي؟

## الحث الكهرومغناطيسي

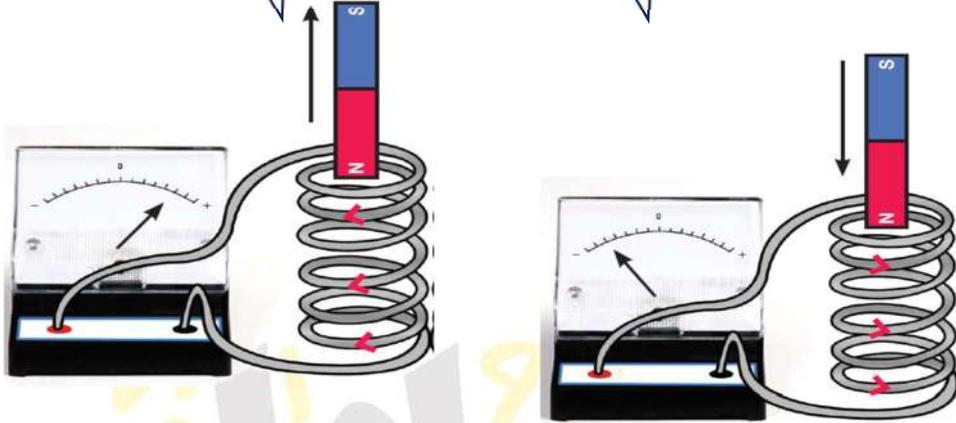
ظاهرة توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية في موصل نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الموصل.

تولد تيار حثي

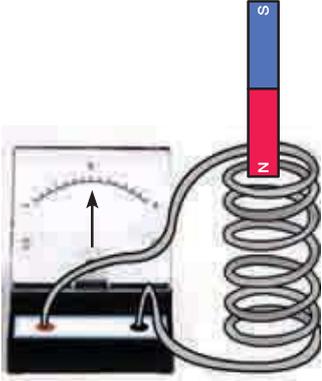
تولد قوة دافعة (محركة)  
حثية

تغير التدفق المغناطيسي  
(زيادة - نقصان)

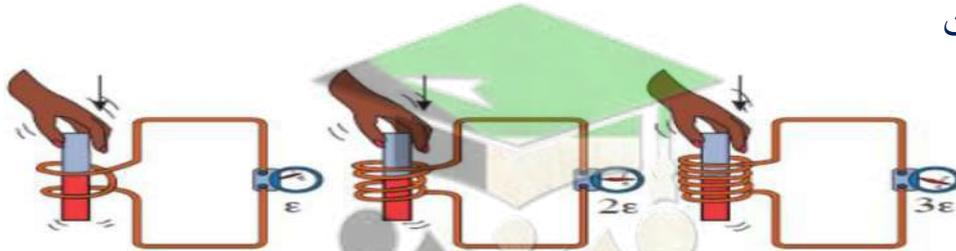
ركّز على اتجاه الإسهام



عدم حدوث تغير في التدفق - لا تنشأ قوة دافعة حثية ولا تيار حثي



- (1) مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية وشدة التيار الحثي تكون أكبر كلما زادت - الحركة النسبية بين المغناطيس والملف **أسرع**.  
- عدد اللفات



- 3- يتولد القوة الدافعة الكهربائية الحثية (فرق جهد) عند حدوث تغير في التدفق المغناطيسي ويتم ذلك بإحدى الحالات التالية:

- (أ) تغير **شدة المجال** المغناطيسي الذي يخترق السطح  
(ب) تغير **مساحة السطح** التي تخترقها خطوط المجال  
(ج) تغير **الزاوية** بين متجه مساحة السطح وخطوط المجال المغناطيسي



## قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي

مقدار القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف تتناسب طردياً مع حاصل ضرب عدد اللفات ومعدل التغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز هذه اللفات.

العوامل التي يتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية

(1) عدد لفات الملف ( $N$ )

(2) المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف  $\frac{d\phi}{dt}$



**قانون لنز** التيار الكهربائي التأثيري المتولد في ملف يسري باتجاه بحيث يولد مجالاً مغناطيسياً يعاكس التغير في التدفق المغناطيسي المولد له .

وجه المقارنة	
مجال في نفس الاتجاه	مجال معاكس
معاكس	مشابه
تجاذب لمقاومة النقصان	تنافر لمقاومة الزيادة
المجال المتولد	المجال المتولد
القطب	القطب
العملية	العملية

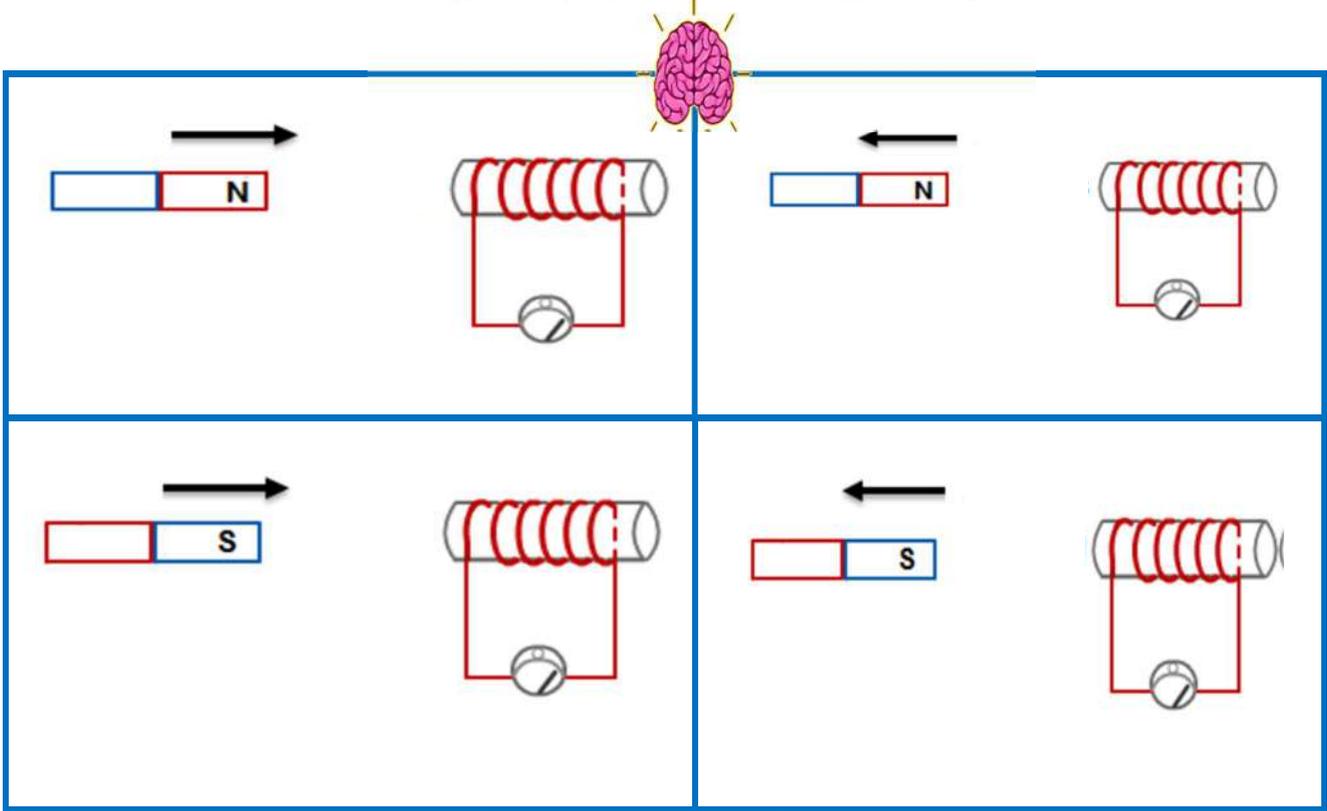
نستنتج أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تنشأ بحيث **تقاوم** التغير في التدفق المغناطيسي المسبب في توليدها.

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.



## يلا شغل مخك وحدة انجاه النيار



من خلال قانون لنز يمكن كتابة نص قانون فاراداي بشكله الأكثر استخداما كالتالي:  
ان القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصل تساوي سالب  
التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة الى الزمن.

### قانون فاراداي

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

حيث ان:

\* والإشارة السالبة تشير إلى أن القوة الدافعة الكهربائية تعاكس السبب المولد لها بحسب  
قانون لنز

في حالة ذكر كلمة

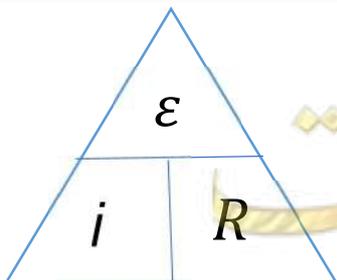
سُحِب - تَلَاشَى - أْبْعَد

$$\phi_2 = 0 \quad B_2 = 0 \quad \varepsilon_2 = 0$$

قَاب - عُكْس - دُورَان 180°

$$\phi_2 = -\phi_1 \quad B_2 = -B_1 \quad \varepsilon_2 = -\varepsilon_1$$

إنتبه!



يمكن حساب شدة التيار الحثي المتولد في  
ملف مقاومته الكهربائية من العلاقة التالية



1- إذا كان خط المجال يوازي السطح فان التدفق المغناطيسي يساوي صفر؟

لان الزاوية تساوي  $90^\circ$  وبالتالي  $\cos(90) = 0$  و  $\phi = 0$

2- قد يتحرك سلك بين قطبي مغناطيس ولا تتولد قوة محرقة تأثيرية؟

لان الملف قد يكون متحركاً باتجاه موازي لخطوط المجال فلا يقطع خطوط المجال .

$$\phi = BA \cos \theta \quad \therefore \cos 90 = 0 \quad \therefore \phi = 0$$

3- عند بدء إمرار تيار كهربائي مستمر في ملف حثي فإنه يستغرق وقتاً أطول ليصل للقيمة العظمى الثابتة له؟

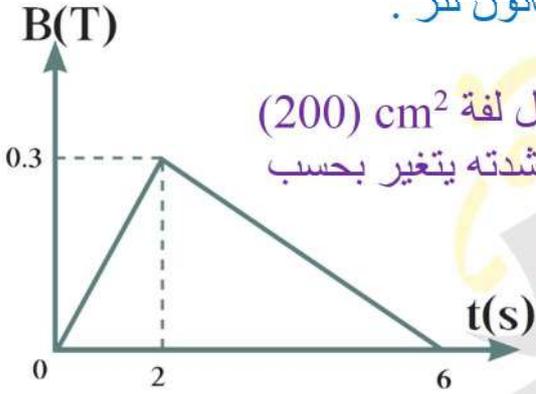
وذلك لتولد تيار تأثيري عكسي يعمل على مقاومة نمو التيار .

4- يصعب دفع ملف طرفاه موصولان بمقاومة خارجية عندما تكون عدد لفاته كبيرة؟

لأنه بزيادة عدد اللفات يتكون مجال مغناطيسي أقوى فيزيد من قوة التنافر .

5- توجد إشارة سالبة في قانون فارادي للحث؟

لان القوة الدافعة الكهربائية تعاكس السبب المولد لها بحسب قانون لنز .



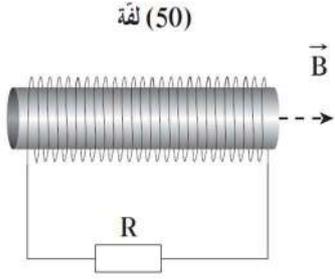
مثال : ملف مستطيل الشكل مؤلف من (100) لفة مساحة كل لفة  $(200) \text{ cm}^2$

موضوع في مجال مغناطيسي عمودي على مستوي اللفات شدته يتغير بحسب

الشكل الموضح. احسب :

(أ) القوة المحركة الكهربائية في كل مرحلة؟

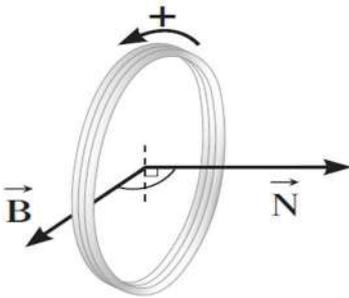
(ب) شدة التيار الحثي في كل مرحلة إذا كانت  $\Omega (R=10)$ ؟

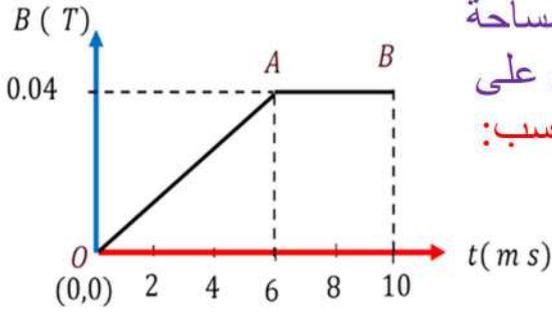


مثال : ملف مكون من (50) لفة حول اسطوانة فارغة مساحة قاعدتها  $1.8 \text{ m}^2$  ويؤثر عليه مجال مغناطيسي منتظم اتجاهه عمودي على مستوي قاعدة الاسطوانة كما بالشكل المقابل . احسب:  
(أ) مقدار القوة الدافعة الحثية في الملف إذا تغير مقدار شدة المجال المغناطيسي بشكل منتظم من  $T (0)$  إلى  $T (0.55)$  خلال  $0.85$  ثواني ؟

ب - مقدار شدة التيار الحثي في الملف إذا كانت المقاومة في الدائرة المغلقة المتصلة بالملف ثابتة وتساوي  $R = (20) \Omega$  ؟

مثال : حلقة دائرية نصف قطرها  $22 \text{ cm}$  موضوعة عموديا في مجال مغناطيسي منتظم شدته  $T (1)$  سحبت اللفة إلى خارج المجال المغناطيسي خلال  $s (0.25)$  . احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية خلال تلك الفترة؟





مثال: ملف مكون من (100) لفة حول أسطوانة فارغة مساحة قاعدتها  $0.5 \text{ m}^2$  يؤثر عليها مجال مغناطيسي عمودي على مستوى اللفات يتغير بحسب الرسم البياني في الشكل: احسب:  
أ- مقدار القوة الدافعة الحثية في الملف خلال المرحلتين:

ب - مقدار شدة التيار الحثي في الملف خلال المرحلتين إذا كانت المقاومة في الدائرة المغلقة ثابتة وتساوي  $R = (10) \Omega$  ؟

مثال: وضع ملف مستطيل داخل مجال مغناطيسي كثافة تدفقه (0.04) تسلا وكان اتجاه المجال عموديا على مستوى اللفات، فإذا كان عدد لفات الملف (200) لفة ومتوسط مساحة كل منها  $8 \text{ cm}^2$  فاحسب : متوسط القوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف في الحالات التالية  
1- إذا قلب الملف في  $0.04 \text{ s}$  ؟

2- إذا تزايدت كثافة الملف الى  $0.08 \text{ T}$  في  $0.2 \text{ s}$  ؟

3- إذا ابعد الملف عن المجال في  $0.1 \text{ s}$  ؟

## المولدات والمحركات الكهربائية

### المولد الكهربائي

### تذكر

- 1- إن عملية إدخال أحد طرفي المغناطيس في ملف وإخراجه بحركة اهتزازية مستمرة يولد قوة دافعة كهربائية تتغير في الاتجاه. حيث إنه عند زيادة شدة المجال المغناطيسي يكون لها اتجاه معين وعند إنقاصه تأخذ الاتجاه المعاكس.
  - 2- تردد القوة الدافعة الكهربائية هو نفسه تردد المجال المغناطيسي داخل اللفات .
- \* وجد عملياً أنه من الأفضل والأسهل تحريك الملف في المجال المغناطيسي الساكن بدلاً من تحريك المغناطيس في الملف . وهذا هو أساس عمل المولد الكهربائي.
- جهاز يحول جزءاً من الطاقة الميكانيكية المبذولة لتحريك الملف في المجال المغناطيسي الي طاقة كهربائية .

### المولد الكهربائي ( الدينامو )

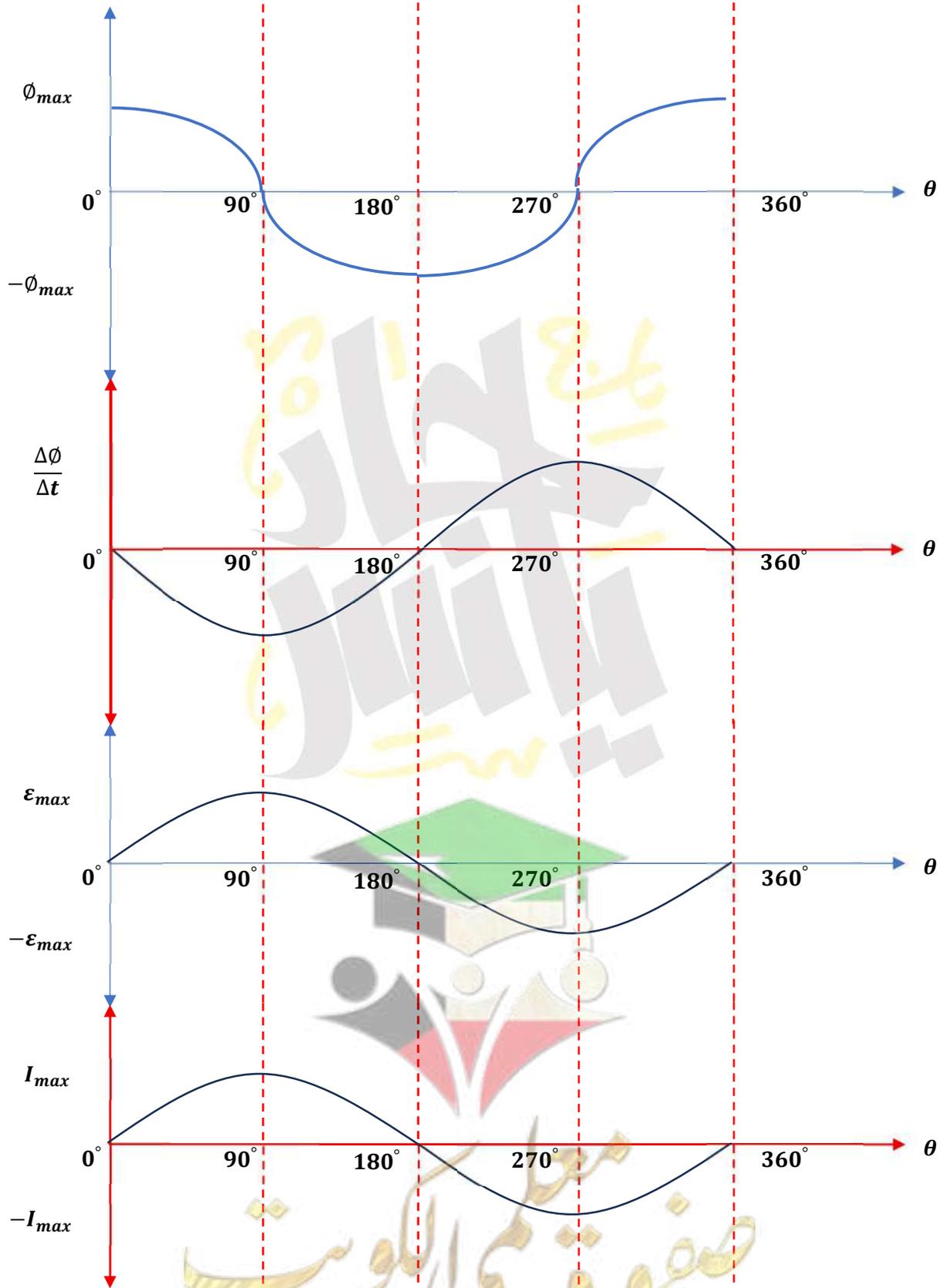
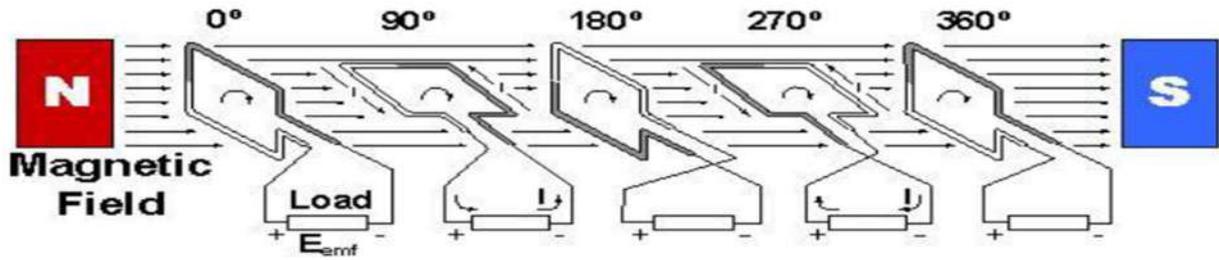


مغناطيس على شكل حذاء فرس قطباه مقعران ينشأ بينهما مجالاً مغناطيسياً منتظماً .  
ملف مستطيل يستطيع أن يدور باستخدام طاقة ميكانيكية خارجية حول محور ثابت.  
يتصل الملف بحلقتين معدنيتين معزولتين عن بعضهما البعض ومثبتتين على محور الدوران وتدوران بدورانه.  
تلامس كل من الحلقتين فرشاة معدنية وتعمل الفرشتان كقطبين متغيرين يتم عبرهما انتقال التيار المتولد في الملف إلى الدائرة الخارجية وتسمى دائرة الحمل . كما بالشكل السابق .

بدوران الملف تتغير زاوية سقوط المجال المغناطيسي على وجه الملف محدثة تغيراً في معدل التدفق المغناطيسي فيتولد قوة دافعة حثية.

### فكرة عمله

معلم الكويت  
صفوة



وضع مستوى الملف	عمودي على خط المجال	موازي على خط المجال	عمودي على خط المجال	موازي على خط المجال	عمودي على خط المجال
الشكل					
زاوية سقوط المجال $\theta$	0	90	180	270	360
التدفق المغناطيسي $\Phi$	عظمى موجبة	صفر	عظمى سالبة	صفر	عظمى موجبة
معدل تغير التدفق $\frac{d\Phi}{dt}$	صفر	عظمى سالبة	صفر	عظمى موجبة	صفر
القوة الدافعة الحثية $\mathcal{E}$	صفر	عظمى موجبة	صفر	عظمى سالبة	صفر

## حساب القوة المحركة الناتجة المتولدة في ملف يدور في مجال مغناطيسي منتظم

(ملف اطول كهربائي)



$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \cdot A \cdot B \frac{\Delta B}{\Delta t} = + N \cdot B \cdot A \cdot \omega \sin(\omega \cdot t)$$

$$\mathcal{E} = + N \cdot B \cdot A \cdot \omega \sin(\omega \cdot t)$$

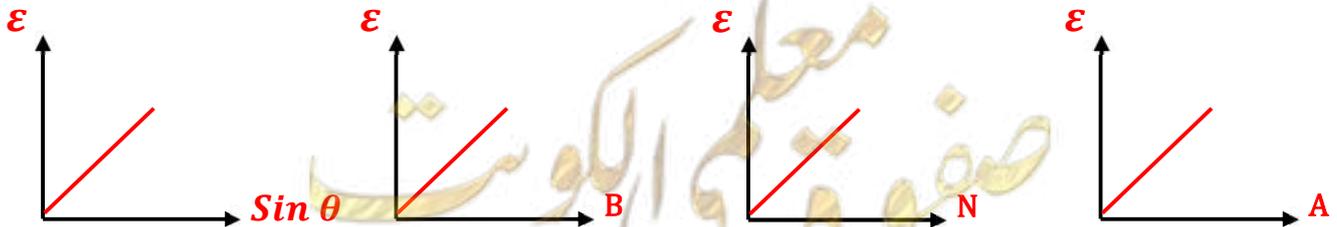
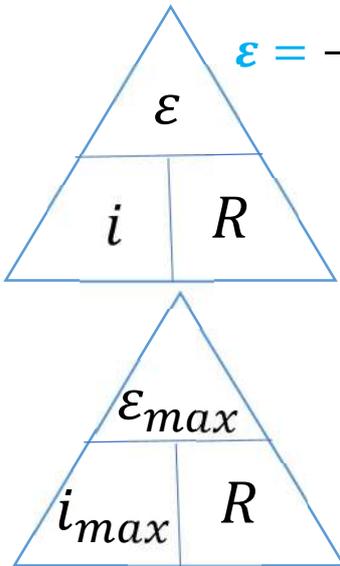
$$\mathcal{E} = + N \cdot B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin(\theta)$$

$$\mathcal{E}_{max} = + N B A \omega$$

السرعة الزاوية

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

$$f = \frac{N}{t}$$



**مثال:** مولد تيار متردد يتكون من ملف مصنوع من ( 20 ) لفة مساحة كل لفة (0.01 m<sup>2</sup>) ومقاومته  $\Omega(10)$  موضوع ليدور حول محور بحركة دائرية منتظمة وبتردد  $f = (20)$  Hz داخل مجال مغناطيسي منتظم شدته  $T(10)$  علما أن في لحظة صفر كانت خطوط المجال لها اتجاه متجه مساحة مستوى الملف.

أ- استخدم قانون فاراداي لاستنتاج مقدار القوة الدافعة الكهربائية في أي لحظة من دوران الملف؟

.....

.....

.....

.....

.....

ب- أكتب الصيغة الرياضية للتيار الحثي بدلالة الزمن؟

.....

.....

.....

ج- احسب القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المولدة في الملف؟

.....

.....

.....

د- احسب القيمة العظمى لشدة التيار الحثي المتولدة في الملف؟

.....

.....

.....

**مثال :** ملف مكون من 10 لفات، مساحة كل لفة 0.04 m<sup>2</sup> موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.1 T تصنع خطوط مجاله زاوية 60° مع متجه المساحة، احسب القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن تدوير الملف لتصبح الزاوية بين المتجه العمودي للمستوى واتجاه خطوط المجال 90° خلال 0.2 s ؟

.....

.....

.....

معلمي الكويت  
صفوة الكوئيت

مثال: ملف دينامو تيار متردد بعده  $10\text{ cm}$ ,  $5\text{ cm}$  مكون من  $(420)$  لفة  
موضوع عموديا علي مجال منتظم شدته  $T (0.4)$  فاذا دار الملف بمعدل  $(1000)$   
دورة في الدقيقة احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية :  
أ) بعد ربع دورة من الوضع الصفري :

ب) بعد  $150^\circ$  من الوضع الصفري :

مثال : دينامو مساحة ملفه  $m^2 (0.02)$  يتكون من  $(100)$  لفة يدور حول محور  
مواز لطوله في مجال مغناطيسي منتظم شدته  $T (35 \times 10^{-4})$  فيولد قوة محرقة  
تأثيرية قيمتها العظمي  $V (4.4)$ . احسب :  
أ) اقل قيمة للسرعة التي يدور بها الملف :

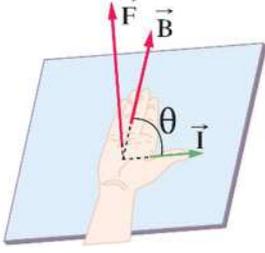
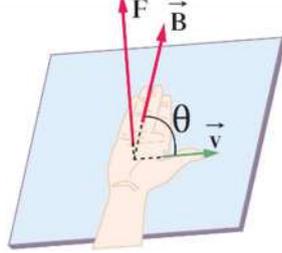
ب) تردد هذا التيار :

كن عالي الهمة ولا ترضى بغير القمة

صفوة معلمي الكلوب



## القوة المغناطيسية ( الحارفة )

<p>القوة المغناطيسية المؤثرة على الأسلاك الحاملة للتيار</p>	<p>القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة متحركة</p>
<p><math>F = L.I.B \sin\theta</math></p>  <p>ويحدد الاتجاه بواسطة قاعدة اليد اليمنى</p>	<p><math>F = B.V.q \sin\theta</math></p>  <p>ويحدد الاتجاه بواسطة قاعدة اليد اليمنى</p>
<p><b>تتوقف على :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- شدة التيار المار في السلك</li> <li>2- طول السلك المتأثر بالمجال</li> <li>3- شدة المجال المغناطيسي</li> <li>4- الزاوية بين اتجاه التيار الكهربائي في السلك واتجاه المجال المغناطيسي</li> </ol>	<p><b>تتوقف على :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- كمية الشحنة</li> <li>2- سرعة الجسيم</li> <li>3- شدة المجال المغناطيسي</li> <li>4- الزاوية بين اتجاه السرعة واتجاه المجال المغناطيسي</li> </ol>
<p><b>ملاحظة :</b></p>  <p>- ينعكس اتجاه القوة الكهرومغناطيسية إذا عكسنا اتجاه التيار أو اتجاه المجال المغناطيس</p> <p>الأساس العلمي لصناعة المحركات الكهربائية</p>	<p><b>من التطبيقات على القوة المغناطيسية في المجالات المغناطيسية</b></p> <p>(1) توظيف خاصية انحراف الجسيمات المشحونة في المجالات المغناطيسية لنشر الإلكترونات على السطح الداخلي لشاشة التلفاز لتكوين الصور.</p> <p>(2) المجال المغناطيسي للأرض يجعل الجسيمات المشحونة القادمة من الفضاء الخارجي تنحرف مبتعدة عنها ما يخفف شدة الأشعة الكونية التي تصل إلى سطح الأرض</p>

### حالات القوة

- إذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي وهي موازية لتتعدم قيمة القوة تتحرك الشحنة في خط مستقيم (لا ينحرف - لا يتأثر بأي قوة)

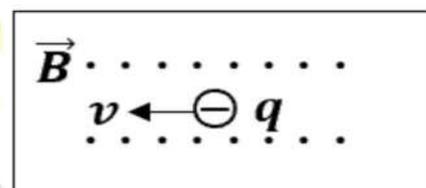
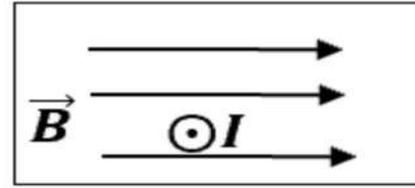
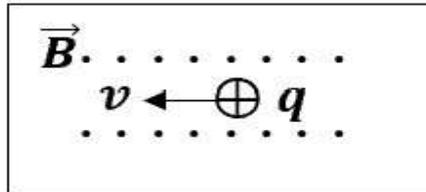
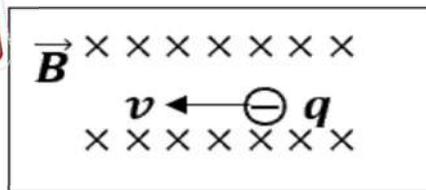
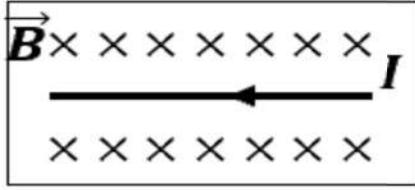
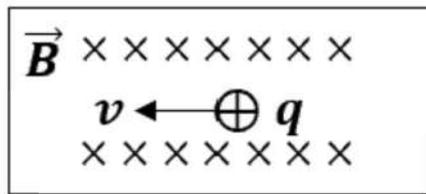
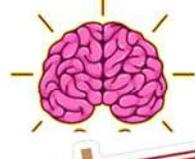
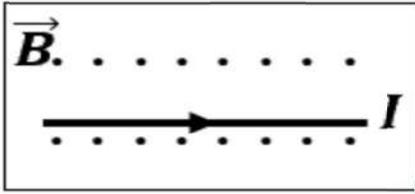
$$\theta = 0^\circ \quad \sin 0 = \text{zero} \quad F = \text{zero}$$

- إذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي وهي عمودية يكون للقوة أكبر قيمة وتتحرك الشحنة بشكل دائري

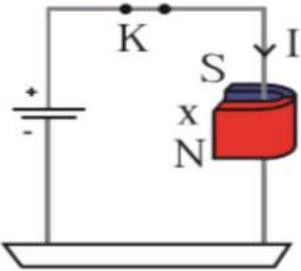
$$\theta = 90^\circ \quad \sin 90 = 1 \quad F = q.v.B$$

- إذا دخلت الشحنة المجال المغناطيسي ومائلة بزاوية  $F = q.v.B \sin \theta$

## بلا شغل مذكّر وحدة الانجهاث



مثال : سلك مستقيم طوله 20cm موضوع في مجال مغناطيسي شدته 0.2T ويمر فيه تيار كهربائي شدته 0.5A. احسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك ؟ علما بان السلك عمودي على المجال .

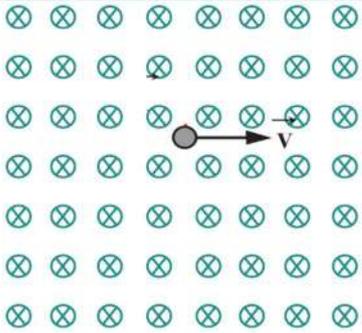


مثال : سلك مستقيم طوله 1m موضوع في مجال مغناطيسي خطوطه موازية لاتجاه سريان التيار ويمر فيه تيار كهربائي شدته 5A احسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك ؟

مثال : مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.2T واتجاهه عمودي داخل الورقة، دخل هذا المجال جسيم مشحون بشحنة مقدارها  $2\mu\text{C}$  بسرعة منتظمة 200 m/s. احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة ؟

مثال: احسب القوة المغناطيسية التي يؤثر فيها مجال مغناطيسي شدته  $T$  (1) عمودي على الورقة إلى الخارج على بروتون شحنته  $q = (1.6 \times 10^{-19} \text{C})$  يتحرك بسرعة أفقية متعامدة مع اتجاه المجال المغناطيسي ومقدارها  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  ؟

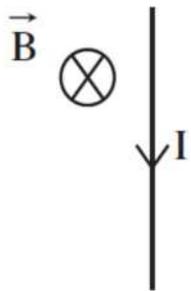
استنتج شكل مسار البروتون في المجال المغناطيسي بإهمال وزن البروتون ؟



مثال : مجال مغناطيسي منتظم مقداره  $T$  (0.2) واتجاهه عمودي داخل الورقة دخل هذا المجال المغناطيسي جسيم مشحون بشحنة  $q = (2) \text{ C}$  وبسرعة منتظمة  $V = 200 \text{ m/s}$  وباتجاه موازي لسطح الورقة باتجاه اليمين كما بالشكل:

أ- احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة ؟

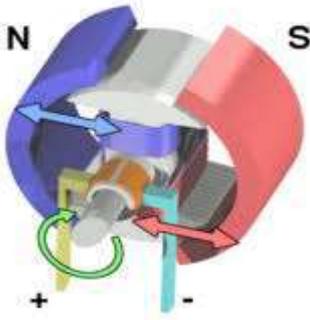
ب- حدد اتجاه القوة المغناطيسية ؟



مثال سلك مستقيم طوله  $\text{cm}$  (25) موضوع في مجال مغناطيسي شدته  $T$  (0.1) ويسري فيه تيار كهربائي مقداره  $A$  (0.2) كما بالشكل المقابل. أ- احسب مقدار القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة على السلك؟  
علما أن اتجاه المجال المغناطيسي عمودي على اتجاه سريان التيار في السلك.

ب - حدد اتجاه القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة على السلك ؟

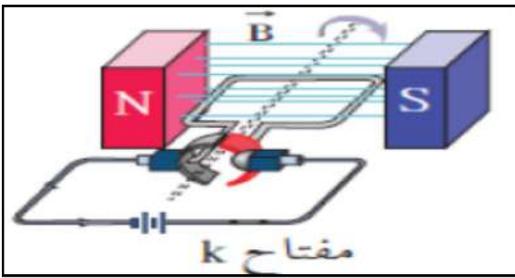
## المحرك الكهربائي (الماتور)



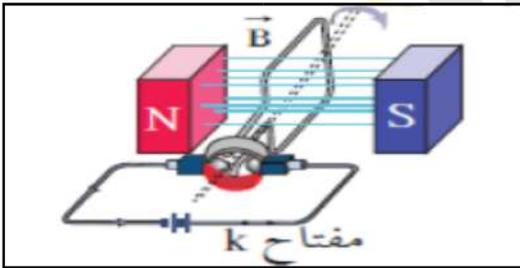
جهاز يحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في وجود مجال مغناطيسي بعد تزويده بتيار كهربائي مناسب.

**تركيبه :** ملف مستطيل الشكل قابل للدوران حول محور في مجال مغناطيسي منتظم . يوصل طرفا سلك الملف إلى نصفي حلقة معزولتين عن بعضهما البعض ويدوران مع الملف فرشتان من الكربون تلامسان نصفي الحلقة وتتصلان بقطبي البطارية.

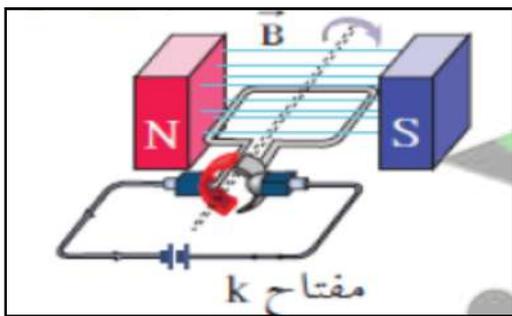
**فكرة عمله** إن فرق الجهد الكهربائي الموصل إلى الفرشتين يزود الملف الموضوع بالمجال المغناطيسي المنتظم بالتيار الكهربائي المناسب.



1- عند بدأ مرور التيار الكهربائي وبحسب قاعدة اليد اليمنى نلاحظ أن القوتين اللتين تعملان علي ضلعي الملف المتوازيان تشكلان عزم ازدواج وتجعلان الملف يدور. كما بالشكل المقابل.



2- مع دوران الملف يقل العزم تدريجياً علي الملف حتى ينعدم عندما يصبح مستوي الملف عمودياً علي خطوط المجال المغناطيسي حيث ينعدم مرور التيار الكهربائي لعدم اتصال نصفي الحلقة بالفرشتتين. كما بالشكل المقابل



3- لكن يستمر دوران الملف بسبب قصوره الذاتي ليتجاوز هذه الوضعية ويعود التلامس بين الفرشتتين ونصفي الحلقة اللتين تبادلتا المواقع فينعكس اتجاه التيار الكهربائي في الملف مما يحافظ علي الاتجاه نفسه لعزم الازدواج واستمرار الدوران. كما بالشكل المقابل.

(2) يمكن حساب عزم الازدواج المؤثر على الملف من العلاقة

$$C = BIAN \sin \theta$$

- قدرة كهربائية تساوي  $P = \varepsilon . I$

- قدرة ميكانيكية تساوي  $P = F.V$

المولد الكهربائي (الدينامو)

← طاقة كهربائية

→ طاقة ميكانيكية

المحرك الكهربائي (الماتور)



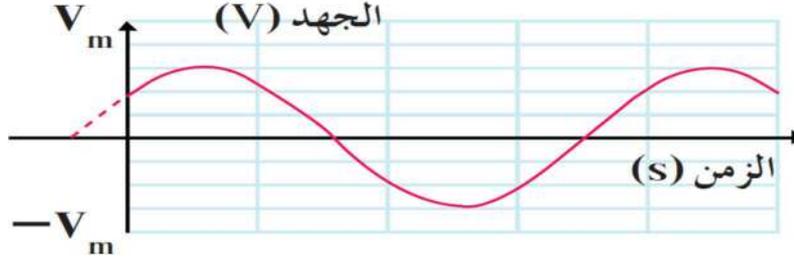
- 1- تزداد القوة الدافعة الكهربائية الحثية بزيادة سرعة حركة المغناطيس داخل الملف؟ لأنه بزيادة سرعة الدوران تزداد السرعة الزاوية ( $\omega$ ) فتزداد ( $\epsilon \propto \omega$ )
- 2- ينعدم التيار الحثي عند توقف الملف عن الحركة داخل المغناطيس؟ وعند توقف الملف فإن سرعة الدوران = صفر فتصبح  $\epsilon =$  صفر وينعدم التيار الحثي
- 3- لا يؤثر المجال المغناطيسي على الجسيمات المشحونة الساكنة الموضوعة في المجال المغناطيسي بقوة؟  
 $F = q v B \sin \theta$  والجسم ساكن  $v = 0$  وبالتالي تنعدم القوة المغناطيسية
- 4- لا يؤثر المجال المغناطيسي على الجسيمات غير المشحونة الموضوعة في المجال المغناطيسي بقوة؟ أو يتحرك النيوترون (الذرة) المقذوفة في مجال مغناطيسي في خط مستقيم وليس مسار منحنى؟  
 الجسم (النيوترون) غير مشحون  $q=0$ . وبالتالي تنعدم القوة المغناطيسية
- 5- عندما يقذف جسيم مشحون في مجال مغناطيسي موازيا للمجال فإنه لا يتأثر بقوة مغناطيسية (يتحرك في مسار مستقيم)؟  
 يقذف الجسيم موازيا  $\sin 0 = 0$ . وبالتالي تنعدم القوة المغناطيسية
- 6- يتصل طرفا الملف بحلقتين معزولتين مثبتتين حول محور الدوران ويلامسان فرشيتين في المولد الكهربائي؟  
 لأنهما تصلان الملف بدائرة كهربائية خارجية تسمى دائرة الحمل (يعملان كقطبي الدائرة)
- 7- في المحرك الكهربائي يتصل طرفا الملف إلى نصفي حلقة معزولتين عن بعضهما البعض ويدوران مع الملف؟ لأنهما تعمل على عكس اتجاه التيار الكهربائي المار في الملف مما يحافظ على عزم الازدواج في الاتجاه نفسه واستمرار الدوران في نفس الاتجاه
- 8- في المحرك الكهربائي يستمر الملف بالدوران برغم انعدام القوة المؤثرة والعزم عندما يكون الملف عمودي على خطوط المجال؟ وذلك بسبب خاصية القصور الذاتي.
- 9- تأخر تشغيل بعض الأجهزة الإلكترونية عند إغلاق المفتاح على وضع التشغيل؟ لأنه بتطبيق قاعدة لنز نجد زيادة شدة التيار المار في دائرة الملف تولد قوة محركية تأثيرية ذاتية تفرض تيارا حثيا يقاوم نمو التيار المستمر ويبطئ مروره في الدائرة.

مثال : ملف محرك كهربائي مربع الشكل طول ضلعه  $cm (25)$  مؤلف من  $(200)$  لفة موضوع في مجال مغناطيسي شدته  $T (0.1)$  احسب مقدار عزم الازدواج على الملف إذا مر فيه تيار شدته  $mA (4)$ ؟ علما أن اتجاه المجال يصنع زاوية تساوي  $90$  مع العمود المقام على مستوى الملف .

## التيار المتردد

لقد علمنا أن دوران الملف في المجال المغناطيسي المنتظم يؤدي إلى تغير معدل التدفق المغناطيسي في مستوى الملف مما يؤدي إلى تولد قوة دافعة كهربائية حثية تتغير جيبيًا بالنسبة للزمن كما بالشكل التالي:

## الجهد المتردد



$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$	معادلة حساب الجهد المتردد في أي لحظة
$V_t = V_{max} \sin(\omega t)$	قيمة الجهد اللحظي
$V_t = V_m \sin(\omega t + \varphi_1)$	معادلة الجهد الجيبي اللحظي

هو التيار الذي يسري في المقاومة R والذي يتغير أيضًا جيبيًا بالنسبة للزمن ويحسب من العلاقة:

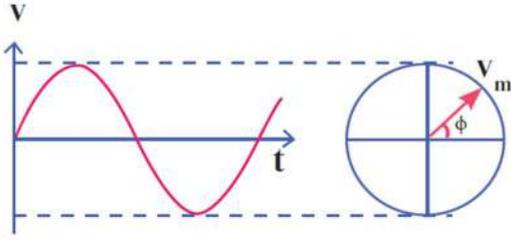
$$I_t = I_m \sin(\omega t + \varphi_2)$$

## التيار الأني المتردد

DC التيار المستمر	AC التيار المتردد
تيار ثابت الشدة والاتجاه	تيار متغير الشدة والاتجاه
<p>(أ) DC</p>	<p>(ب) AC</p>

هو تيار يتغير اتجاهه كل نصف دورة وان معدل مقدار شدته يساوي صفراً في الدورة الواحدة.

## التيار المتردد



التمثيل المتجه للجهد المتردد :

- 1- يمكن تمثيل الجهد المتردد بمتجه طور بحيث يساوي طوله القيمة العظمى  $V_m$ .
- 2- ويدور بسرعة زاوية  $\omega$  ويصنع مع الأفقي زاوية  $(\omega t + \phi)$  وتمثل الإزاحة الزاوية في أي لحظة.
- 3- بينما تمثل الإسقاطات على المحور الرأسي مقدار الجهد الجيبي اللحظي كما بالشكل المقابل . التمثيل المتجه للتيار المتردد .
- 4- بالاعتماد على الطريقة نفسها يمكن تمثيل التيار المتردد بمتجه طور طوله يساوي القيمة العظمى  $I_m$  ويدور بسرعة زاوية ويصنع مع المحور الأفقي زاوية طور. بينما تمثل الإسقاطات على المحور الرأسي مقدار التيار الجيبي اللحظي .

### المقدار الفعال للتيار المتردد

الشدة الفعالة للتيار المتردد	هي شدة التيار المستمر ( ثابت الشدة ) الذي يولد كمية الحرارة نفسها الذي ينتجها التيار المتردد في مقاومة أوميه لها نفس القيمة خلال الفترة الزمنية نفسها.
شدة التيار وفرق الجهد	
الطاقة الحرارية	$E = I_r^2 R t = \frac{V_r^2 t}{R}$
القدرة الكهربائية	$P = \frac{E}{t} = I_{rms}^2 R$

مثال: مكواة ملابس تعمل على مصدر جهد متردد، شدة التيار العظمى  $5\sqrt{2}$  A . إحسب الطاقة الحرارية الناتجة عن عمل المكواة لمدة ساعة علما ان مقاومة المكواة  $1000 \Omega$  ؟

.....

.....

.....

.....

صفوة معلمى الكويت

مثال : تيار متردد يمثل بمعادلة شدة التيار اللحظية التالية :  $I_t = 2\sqrt{2} \sin(120\pi t)$   
احسب : 1- مقدار الشدة الفعالة للتيار المتردد ؟

2- تردد التيار ؟

1) الشدة الفعالة للتيار المتردد الجيبي تتناسب طرديا مع شدته العظمي.  
2) إن مرور تيار متردد شدته العظمي  $I_m$  في المقاومة  $R$  لفترة زمنية  $t$  يولد كمية الحرارة نفسها التي يولدها مرور تيار مستمر شدته  $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$  في المقاومة نفسها وخلال الفترة الزمنية نفسها.

3- الأجهزة الكهربائية التي تعمل على التيار المتردد تسجل عليها القيم الفعالة من شدة التيار أو مقدار الجهد.

4) الأجهزة المستخدمة لقياس شدة التيار المتردد ومقدار الجهد المتردد من أميتر (قياس شدة التيار) وفولتاميتر (قياس فرق الجهد) تقيس القيم الفعالة.



عند تطبيق جهد متردد  $V_t = V_{max} \sin(\omega t + \phi)$  على دائرة كهربائية يسري في الدائرة تيار كهربائي متردد

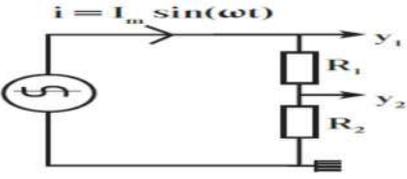
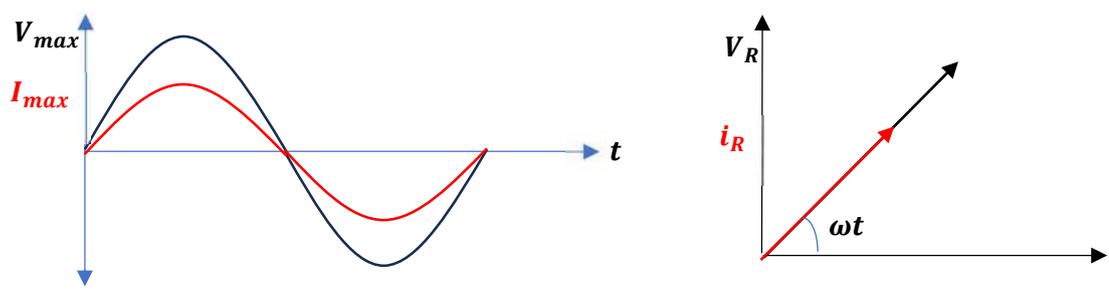
$$I_t = I_{max} \sin(\omega t)$$

فرق الطور

شدة التيار و فرق الجهد متفقين في الطور.	فرق الجهد يسبق شدة التيار الكهربائي.	شدة التيار الكهربائي تسبق فرق الجهد.
$\phi = 0$	$\phi > 0$	$\phi < 0$

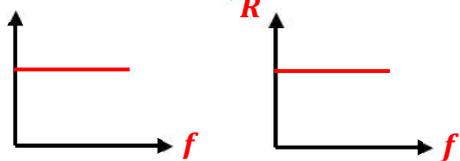


تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحوي مقاومتين أوميتين فحسب

<p>هي المقاومة التي تحول الطاقة الكهربائية بأكملها إلى طاقة حرارية فحسب وليس لديها أي تأثير حتي ذاتي <math>L = (0) H</math>.</p>	<p><b>تعريف المقاومة الصرفة (الأومية)</b></p>
	<p><b>الدائرة الكهربائية</b></p>
<p>التيار الكهربائي وجهد المصدر يتغيران بكيفية واحدة أي أنهما <b>متفقان في الطور</b> فيزدادان معا ويتناقصان معا أي أن <math>\phi = \text{zero}</math>.</p>	<p><b>فرق الطور</b></p>
$V_{(t)R} = V_{max} \sin(\omega t)$ $I_{(t)R} = I_{max} \sin(\omega t)$	<p><b>معادلة كل من فرق الجهد وشدة التيار</b></p>
	<p><b>الرسم البياني والإتجاهي للجهد والتيار</b></p>
$R = \frac{V_{max}}{I_{max}} = \frac{V_{rms}}{I_{rms}}$	<p><b>معادلات حساب المقاومة</b></p>
$R = \rho \frac{L}{A}$ <p>طول السلك – مساحة المقطع – المقاومة النوعية للموصل</p>	<p><b>العوامل التي يتوقف عليها المقاومة</b></p>

1) قيمة المقاومة R لا تتغير بتغير نوع التيار المار سواء أكان متردد أم مستمر ولا تتغير بتغير التردد.

2) المقاومة في معظم الأحيان تكون على شكل ملف ملفوف لفا مزدوجا لإلغاء الحث الذاتي الناتج عنه أو على شكل سلك مستقيم.



علل : المقاومة في معظم الأحيان تكون على شكل ملف ملفوف لفا مزدوجا ؟  
حتى يكون اتجاه التيار المار في أحد فرعي الملف عكس اتجاهه في الفرع الآخر فيكون مجالاهما المغناطيسيان متضادين ومتساويين فيعادل كل منهما الآخر وبذلك ينعدم الحث الذاتي للملف ولا يكون له تأثير على التيار الأصلي

مثال : إذا كانت القيمة العظمى لفرق الجهد المتردد المطبق على مقاومة اومية هو  $8V$ , اذا كانت قيمة المقاومة الصرفة  $10\Omega$  احسب :  
1- مقدار فرق الجهد الفعال ؟

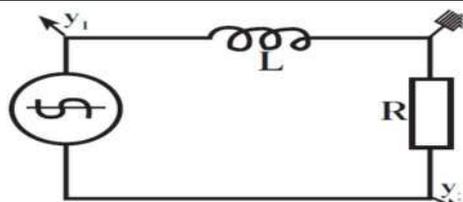
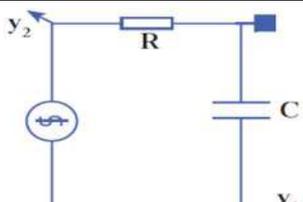
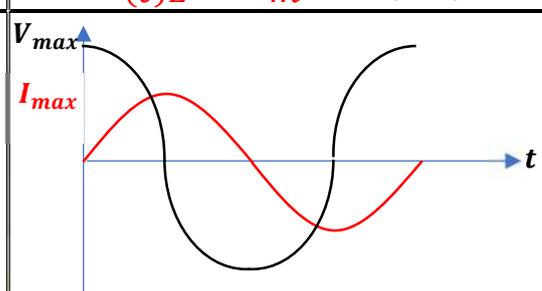
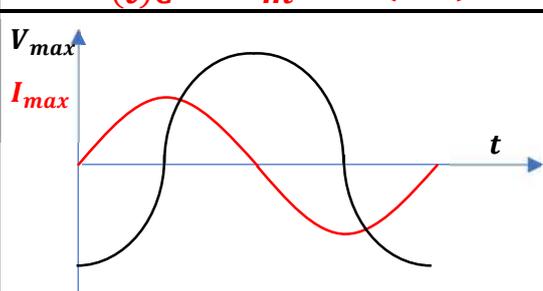
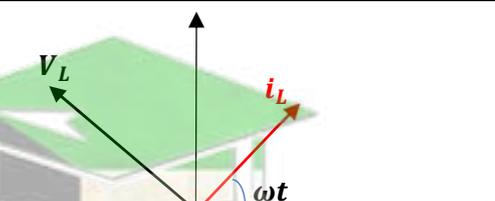
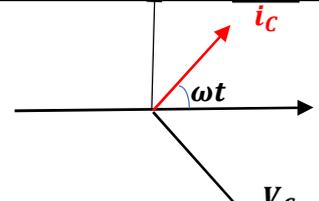
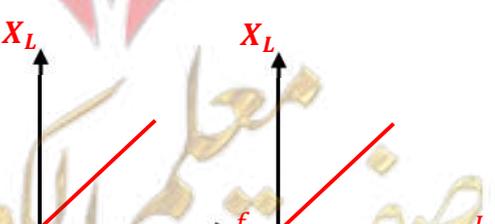
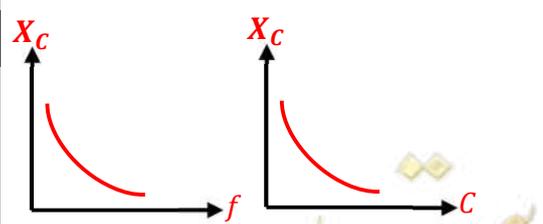
2- القيمة العظمى لشدة التيار ؟

مثال : مدفأة كهربائية تعمل بتيار متردد تعمل بتيار متردد جهده الأعظم ( $282.8V$ ) ومقاومة سلكها  $500\Omega$ . احسب : 1- القدرة الحرارية للمدفأة ؟

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

مثال : تيار متردد شدته اللحظية تعطى من العلاقة التالية  $I_t = 3.2 \sin(4000t)$  يمر في مقاومة أومية مقدارها  $30\Omega$  احسب القيمة العظمى والقيمة الفعالة لشدة التيار ؟

2- القيمة العظمى والقيمة الفعالة لفرق الجهد عبر المقاومة ؟

وجه المقارنة	ملف حثي ومقاومة أومية	مكثف ومقاومة أومية.
التعريف	الملف الحثي النقي: هو الملف الذي له تأثير حثي حيث إن معامل حثه الذاتي L كبير ومقاومته الأومية R معدومة.	المكثف: يعمل على تخزين الطاقة الكهربائية وتفريغها وقت الحاجة.
الدائرة الكهربائية		
فرق الطور	الجهد الكهربائي يتقدم على التيار الكهربائي في الملف (بربع دورة) أي بزاوية طور $\phi = 90 = \pi/2$	الجهد الكهربائي يتأخر على التيار الكهربائي في المكثف (بربع دورة) أي بزاوية طور $\phi = 90 = \pi/2$
فرق الجهد وشدة التيار	$V_{(t)L} = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ $I_{(t)L} = I_m \sin(\omega t)$	$V_{(t)C} = V_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ $I_{(t)C} = I_m \sin(\omega t)$
الرسم البياني للجهد والتيار		
الرسم الاتجاهي		
الممانعة للتيار المتردد	الممانعة الحثية للملف $X_L$ هي الممانعة التي يبديها الملف لمرور التيار المتردد خلاله.	الممانعة السعوية للمكثف $X_C$ هي الممانعة التي يبديها المكثف لمرور التيار المتردد خلاله.
علاقات بيانية		

$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ $X_C = \frac{1}{\omega C}$	$X_L = 2\pi f L$ $X_L = \omega \cdot L$	معادلة حساب الممانعة من خلال عواملها
$X_C = \frac{V_{m.C}}{I_{m.C}} = \frac{V_{r.C}}{I_{r.C}}$	$X_L = \frac{V_{m.L}}{I_{m.L}} = \frac{V_{r.L}}{I_{r.L}}$	علاقات حساب الممانعة
<p>المكثف يحول أي جزء من الطاقة الكهربائية الي طاقة كهربائية تختزن في المجال الكهربائي للمكثف</p> $U_E = \frac{1}{2} C V_{rms}^2$	<p>الملف الحثي النقي يحول أي جزء من الطاقة الكهربائية الي طاقة مغناطيسية</p> $U_B = \frac{1}{2} L I_{rms}^2$	الطاقة المخزنة
<p>1- لو تيار مستمر <math>f = 0</math></p> $X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = \infty$ <p>أي تصبح الدائرة مفتوحة ولا يمر التيار المستمر. 2- تستخدم المكثفات في فصل التيارات حيث تسمح بمرور التيارات عالية التردد وتقاوم مرور التيارات المنخفضة التردد.</p>	<p>1- لو تيار مستمر <math>f = 0</math></p> $X_L = 2\pi f \cdot L = 0$ <p>لذلك الممانعة الحثية تسمح بمرور التيار المستمر. 2- تستخدم الملفات الحثية في فصل التيارات حيث تسمح بمرور التيارات المنخفضة وتمنع التيارات عالية التردد.</p>	ملاحظات

### عند زيادة تردد التيار

هام

- 1- المقاومة الاومية (R) لا تتغير (تبقى ثابتة) ← وشدة التيار تبقى ثابتة.
- 2- المقاومة الحثية للملف (XL) تزداد (علاقة طردية) ← وشدة التيار تقل .
- 3- المقاومة السعوية للمكثف (XC) تقل (علاقة عكسية) ← وشدة التيار تزداد .

1- لا يسمح المكثف بمرور التيار المستمر؟

في حالة التيار المستمر فإن التردد يساوي صفرا وعليه تصبح ممانعة المكثف XC لا نهائية القيمة أي أن دائرة التيار المستمر مفتوحة.

علل

2- يسمح المكثف بمرور التيار المتردد؟  
لتعاقب عمليتي الشحن والتفريغ خلال الدورة الواحدة.

مثال: تيار متردد معادلته كما يلي  $I_t = 14.14 \sin(628t)$  يمر في دائرة تحتوي على ملف حثي نقي معامل حثه الذاتي  $0.01H$  احسب: 1- الشدة الفعالة للتيار المتردد؟

2- تردد التيار؟

3- ممانعة الملف الحثية؟

4- الطاقة المغناطيسية المخزنة في الملف؟

5- فرق الجهد بين طرفي الملف؟

مثال : دائرة تيار متردد تحتوي على ملف حثي نقي معامل حثه الذاتي  $0.01H$  يمر فيه تيار لحظي يمثل بالعلاقة التالية :  $I_t = 2 \sin(100\pi t)$  -1 ممانعة الملف الحثية؟

2- فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف؟

مثال : يتصل مصدر للتيار المتردد يعطي فرقا في الجهد قيمته العظمى  $(100\sqrt{2})$  بدائرة تحتوي على ملف حثي نقي، إذا علمت ان تردده  $50Hz$  ومعامل حثه الذاتي  $0.1H$  1- كم تكون قراءة الأميتر والفولتميتر؟

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

مثال : دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف سعته  $400\mu\text{F}$  يمر فيها تيار لحظي يمثل

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

1- الممانعة السعوية للمكثف؟

2- فرق الجهد الفعال بين طرفي المكثف؟

3- الطاقة المخزنة في المكثف

مثال : مصدر للتيار المتردد تردده  $\frac{100}{\pi}$  Hz وفرق الجهد الفعال بين قطبيه  $200\text{V}$  وصل

على التوالي مع مكثف سعته  $200\mu\text{F}$ . احسب :

1- الممانعة السعوية للمكثف؟

2- الشدة الفعالة للتيار المار؟

ماذا يحدث : لشدة تيار الدائرة اذا زاد تردد التيار؟

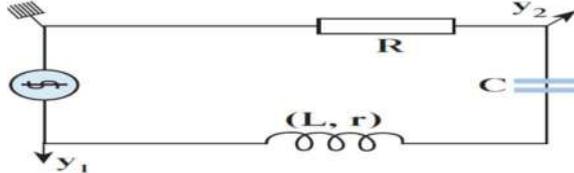
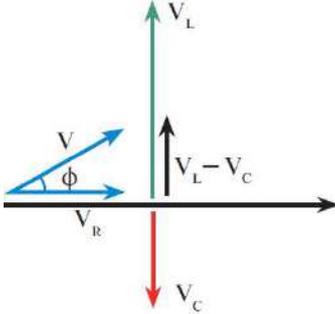
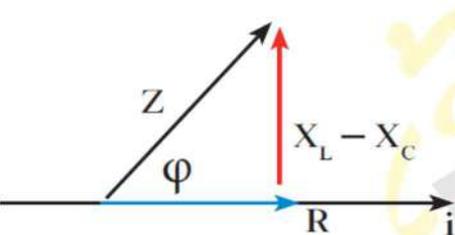
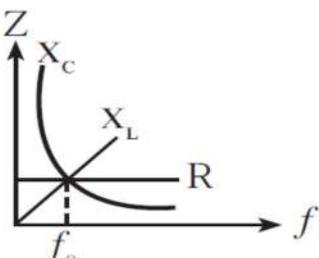
تحقيق أهدافك

ليس مستحيلاً.. لكنه

ليس سهلاً أيضاً..

عليك أن تخوض المتاعب

تطبيق قانون أوم على دائرة تيار متردد تحتوي على  
مقاومة أومية وملف حثي نقي ومكثف متصلة معا على التوالي

	<p><b>الدائرة الكهربائية</b></p>
 <p>جمع الجهود الكلي للعناصر الثلاثة هو جمع اتجاهي وليس جمعا عدديا لأنها مختلفة في زوايا الطور وعليه نستنتج:</p> $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$	<p><b>الجهود الكلي</b></p>
 <p>المقاومة الكلية على الشكل التالي:</p> $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	<p><b>المقاومة الكلية Z</b></p>
$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{V_L - V_C}{V_R} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{X_L - X_C}{R} \right)$	<p><b>فرق الطور بين الجهود الكلي وشدة التيار</b></p>
 $Z = \frac{V_{maxT}}{I_{maxT}} = \frac{V_{rmsT}}{I_{rmsT}}$	<p><b>علاقات حساب الممانعة الكلية</b></p>



1- شدة التيار المار في الدائرة في جميع عناصرها متساو .

$$I_R = I_L = I_C = I_{rms}$$

2- فرق الجهد بين طرفي كل عنصر في الدائرة يختلف عن الآخر

$$V_{rms.c} = X_C \cdot I_{rms}$$

$$V_{rms.L} = X_L \cdot I_{rms}$$

$$V_{rms.R} = R \cdot I_{rms}$$

3- أي عنصر غير موجود في الدائرة يعوض عن ممانعته بصفر .

4- أي ملف حثي غير نقي يكون له مقاومة أومية (يولد طاقة حرارية).

مثال : في دائرة توالي تحتوي على ملف حثي نقي ممانعته الحثية  $16\Omega$  ومكثف ممانعته السعوية  $6\Omega$  ومقاومة أوميه  $10\Omega$  ومتصلة على مصدر تيار متردد تردده  $60\text{Hz}$ . احسب  
1- المقاومة الكلية ؟

2- شدة التيار العظمى علما ان  $V_{\max}=10\text{V}$  ؟

3- فرق الطور بين الجهد والتيار في الدائرة ؟

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

2- الشدة الفعالة للتيار المار بالدائرة ؟

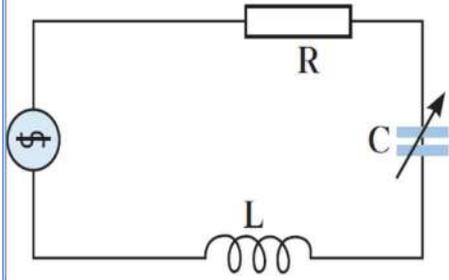
3- فرق الطور ؟

4- فرق الجهد بين طرفي المقاومة الأوميه؟

5- فرق الجهد بين طرفي الملف الحثي ؟

6- فرق الجهد بين طرفي المكثف ؟

## دائرة الرنين الكهربائي



الدائرة مؤلفة من مقاومة أومية ( R ) وملف حثي نقي معامل حثه الذاتي ( L ) ومكثف متغير السعة ( C ) متصلة على التوالي بمصدر تيار متردد يمكن التحكم بتردده ( f ) .

**الدائرة  
الكهربائية**

هو حالة خاصة لدائرة توال تحتوي على ملف حثي ومكثف ومقاومة أومية يكون فيها المقاومة الكلية أصغر ما يمكن وشدة التيار المار أكبر ما يمكن.

**الرنين  
الكهربائي**

- 1- الممانعة الحثية  $X_L$  مساوية في المقدار للممانعة السعوية  $X_C$  ويلغي كل منهما الآخر.  $X_L = X_C$
- 2- مقاومة الدائرة الكلية  $Z$  تساوي مقدار المقاومة الأومية في الدائرة  $R$  وهي أقل مقاومة ممكنة.  $Z = R$
- 3- شدة تيار الرنين هي أكبر شدة تيار .

**خصائص  
دائرة الرنين**

- 4- الجهد الكلي في الدائرة = الجهد على المقاومة الأومية فحسب.
- 5- الجهد والتيار متفقين في الطور.

- 6- الجهد بين طرفي الملف يساوي الجهد بين طرفي المكثف.  $V_L = V_C$



$$X_L = X_C$$

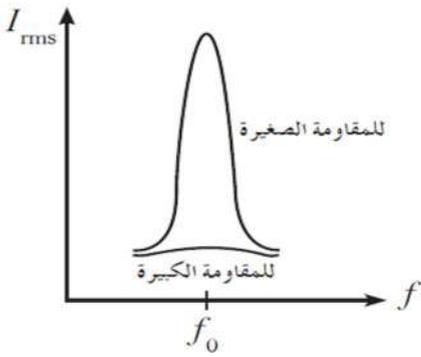
$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

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

**استنتاج  
تردد الرنين**





### الشكل المقابل :

يوضح منحنيان لتغير شدة التيار بتغير التردد عند مقاومة أومية صغيرة وكذلك عند مقاومة أومية كبيرة كالتالي:

1- عندما يتغير التردد يتغير كل من الممانعة الحثية والممانعة السعوية .

حيث إنه عند تردد صغير تكون الممانعة السعوية كبيرة والممانعة الحثية صغيرة فيكون الفرق بين  $(X_L - X_C)$  كبير وبالتالي تكون  $Z$  من العلاقة

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

كبيرة فيكون شدة التيار صغيرة

2- ثم بزيادة التردد تقل  $X_C$  وتزداد  $X_L$  فيقل الفرق بينهما تدريجيا وبالتالي تقل  $Z$  تدريجيا وتزداد شدة التيار تدريجيا .

3- وعندما يصبح  $X_L = X_C$  تكون  $Z$  أقل ما يمكن ويحدث ذلك عند تردد الرنين فتكون شدة التيار أكبر ما يمكن.

4- وبزيادة التردد عن تردد الرنين تستمر  $X_C$  في النقصان وتستمر  $X_L$  في الزيادة فيزداد الفرق بينهما مرة أخرى وتزداد  $Z$  تدريجيا وبالتالي يقل شدة التيار تدريجيا.

<p><math>f = f_0</math> <math>X_L = X_C</math> <math>\varphi = 0</math> فرق الجهد وشدة التيار متفقين في الطور</p>	<p><math>f &gt; f_0</math> <math>X_L &gt; X_C</math> <math>\varphi &gt; 0</math> فرق الجهد متقدم على شدة التيار</p>	<p><math>f &lt; f_0</math> <math>X_L &lt; X_C</math> <math>\varphi &lt; 0</math> فرق الجهد يتأخر عن شدة التيار</p>

1- سلك المقاومة الأومية ملفوف لفا مزدوجا ؟  
حتى ينعدم الحث الذاتي وبالتالي فلا يكون لها تيار تأثيري علي التيار الاصيلي.



2- للمقاومة الأومية قيمة واحدة مهما اختلف التردد بعكس الممانعة الحثية والسعوية ؟  
لان المقاومة الأومية لا تتوقف على التردد بينما الممانعة الحثية تتناسب طرديا مع التردد  
والممانعة السعوية تتناسب عكسيا مع التردد.

3- الملف التآثيري النقي لا يحول اي جزء من الطاقة الكهربائية الي طاقة حرارية ؟  
لان مقاومته الأومية تساوي صفر وبالتالي فان الملف يخزن طاقة مغناطيسية في مجاله  
المغناطيسي .

4- المكثف لا يمرر التيار المستمر (بعد تمام شحنه) بينما يمرر التيار المتردد ؟  
في التيار المستمر تردد التيار يساوي صفر وعلية تكون مقاومة المكثف لانهائية فيجعل  
الدائرة مفتوحة ، أما في التيار المتردد تتعاقب عمليتي الشحن والتفريغ خلال الدورة الواحدة.

5- تنعدم الممانعة الحثية للملف في دوائر التيار المستمر ؟  
لان التردد للتيار المستمر يساوي صفر وعلية فإن الممانعة الحثية تكون مساوية صفر.

6- تستطيع دائرة الرنين أن تميز بين ترددات الموجات المستقبلية ؟ أو تستخدم دائرة الرنين  
في الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية ؟ أو يستخدم الملف الحثي في فصل التيارات  
العالية التردد والمنخفضة ؟

لأنه بسبب التناسب الطردي بين الممانعة الحثية والتردد ، فإن الملف الحثي يسمح بمرور  
التيار منخفض التردد حيث يبدي أمامه ممانعة صغيرة ، بينما لا يسمح بمرور التيار عالي  
التردد.

7- يستخدم المكثف في فصل التيارات العالية التردد عن المنخفضة ؟  
لأنه بسبب التناسب العكسي بين الممانعة السعوية والتردد فان المكثف يسمح مرور التيار  
عالي التردد ولا يسمح بمرور التيار منخفض التردد.

8- يمر اقصى شدة تيار في دائرة الرنين؟  
لأنه في دائرة الرنين  $X_C = X_L$  لذلك تكون المقاومة الكلية (Z) اقل ما يمكن .

9- يستخدم المكثف كمقاومة متغيرة (ريوستات) مع التيار المتردد ؟  
لأنه يمكن تغيير ممانعته السعوية ( $X_C$ ) عن طريق تغير تردد التيار (f) أو سعة المكثف (c)



مثال : دائرة توال مؤلفة من مكثفة C وملف تأثيري نقي له معامل حث ذاتي  $L = (20) \text{ mH}$  ومقاومة أومية  $R = (150) \Omega$  موصلة على مصدر جهد متردد مقدار جهده الفعال يساوي  $20 \text{ V}$  وتردده يساوي تردد الرنين  $(796) \text{ Hz}$ . احسب :

1- مقدار سعة المكثف في حالة الرنين الكهربائي ؟

2- المقدار الفعال للتيار الكهربائي في حالة الرنين الكهربائي ؟

مثال : دائرة توال مؤلفة من مكثف  $C = (2) \mu \text{ F}$  وملف تأثيري نقي له معامل حث ذاتي  $L = (120) \text{ mH}$  ومقاومة أومية  $R = (50) \Omega$  متصلة بمصدر جهد متردد يمكن تعديل تردده والقيمة العظمى للجهد  $(311) \text{ V}$ . احسب :

1- مقدار تردد الرنين التي إذا ما استعملت لمصدر الجهد نحصل على حالة رنين كهربائي في الدائرة ؟

2- القيمة العظمى لشدة التيار في حالة الرنين ؟



مثال : دائرة تيار متردد تتكون من مصدر تيار متردد جهده الفعال  $V$  (220) وتردد  $\frac{200}{\pi}$  HZ يتصل على التوالي بمكثف سعته  $F$  ( $50\mu$ ) وملف حثي نقي معامل تأثيره الذاتي  $(100)mH$  احسب : 1- المقاومة الكلية للدائرة ؟

2- شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة ؟

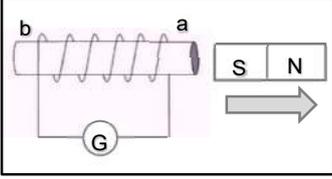
3- فرق الجهد الفعال بين لوحي المكثف ؟

4- كم تساوي سعة المكثف الذي يوضع بدلا من المكثف الأول والذي يجعل الدائرة في حالة رنين مع التيار المتردد المغذي لها ؟



## اختبارات سابقة

### أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً علمياً :

- 1- يكون التدفق المغناطيسي الذي يجتاز السطح أكبر ما يمكن ( قيمة عظمى موجبة ) عندما تكون زاوية سقوط المجال على السطح تساوي .....
  - 2- مجال مغناطيسي منتظم شدته  $0.1T$  تخترق خطوطه بشكل عمودي سطحاً مساحته  $2m^2$  ، فإن التدفق المغناطيسي الذي يجتازه بوحدة  $(W b)$  يساوي .....
  - 3- إذا زاد عدد لفات الملف إلى الضعف وقلت سرعته الزاوية  $\omega$  إلى النصف مع ثبات باقي العوامل فإن القوة الدافعة الكهربائية العظمى المتولدة منه .....
  - 4- يكون التدفق المغناطيسي الذي يخترق ملف المولد الكهربائي في قيمته العظمى الموجبة عندما تصبح الزاوية بين خطوط المجال المغناطيسي ومتجه مساحة سطح الملف  $(\theta)$  تساوي .....
  - 5- عند جذب قطب شمالي لمغناطيس بعيداً عن لفات ملف يتولد في الملف تياراً حثياً بحيث يتحول مسطح الملف المقابل إلى قطب .....
  - 6- في الشكل المقابل أثناء إبعاد المغناطيس عن الملف يكون الطرف  $(a)$  قطباً .....
- 
- 7- جسيم شحنته  $c \times 10^{-6} \times 5$  يتحرك بسرعة ثابتة مقدارها  $20 m/s$  دخل بشكل عمودي في مجال مغناطيسي منتظم شدته  $5 T$  فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية حارفة مقدارها بوحدة النيوتن يساوي .....
  - 8- يكون التيار التآثيري المتولد في ملف المولد الكهربائي في قيمته العظمى عندما يكون متجه مساحة السطح ..... على خطوط المجال المغناطيسي.
  - 9- الجهاز الذي يحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في وجود مجال مغناطيسي بعد تزويده بتيار كهربائي مناسب هو .....
  - 10- الجهاز الذي يحول جزءاً من الطاقة الميكانيكية المبذولة لتحريك الملف في المجال المغناطيسي إلى طاقة كهربائية هو .....
  - 11- إذا وصل مصدر تيار متردد قيمة جهده العظمى تساوي  $10V$  بمقاومة أومية مقدارها  $5\Omega$  فإنه يمر بها تيار كهربائي شدته العظمى تساوي بوحدة الأمبير .....
  - 12- إذا كانت القيمة الفعالة لشدة التيار تساوي  $(5\sqrt{2})$ ، فتكون قيمته العظمى بوحدة  $(A)$  تساوي .....
  - 13- مدفأة تعمل على مصدر جهد متردد شدة التيار العظمى له تساوي  $(10\sqrt{2}) A$ ، فإن شدة التيار التي تُسجل على المدفأة بوحدة  $(A)$  تساوي .....
  - 14- دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة صرفه مقدارها  $5\Omega$  ويمر بها تيار كهربائي شدته العظمى  $(5\sqrt{2}) A$  فتكون القدرة الحرارية في المقاومة بوحدة  $(W)$  مساوية .....

15- دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة صرفة مقدارها  $R = (10)\Omega$  يمر فيه تيار لحظي تمثله العلاقة التالية  
 $i(t) = 2\sqrt{2} \sin(100\pi)t$  فتكون القدرة الحرارية المصروفة في المقاومة بوحدة (W) مساوية .....

16- تيار متردد شدته اللحظية تتمثل بالعلاقة :  $i_t = 4\sqrt{2} \sin(100\pi t)$  فتكون القيمة الفعالة لشدة هذا التيار  
 بوحدة (A) تساوي .....

17- الجهد الكهربائي المتردد يتأخر على التيار الكهربائي بزاوية طور  $(\varnothing = \frac{\pi}{2})$  rad في دائرة تيار متردد  
 مؤلفه من مقاومة أومية و .....

17- دائرة تيار متردد تحوي مقاومة أومية ومكثف نلاحظ أن الجهد الكهربائي ..... عن التيار الكهربائي في  
 المكثف بربع دورة .

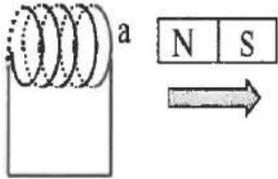
19- مكثف كهربائي سعته  $F(8 \times 10^{-4})$  يتصل بمصدر تيار متردد فرق الجهد الفعال بين طرفيه  $V(20)$  فإن  
 الطاقة الكهربائية التي تختزن في المجال الكهربائي للمكثف بوحدة (J) تساوي .....

20- من خواص حالة الرنين الكهربائي أن تكون الممانعة الحثية  $(X_L)$  مساوية في المقدار للـ .....

21- دائرة رنين تحتوي على مكثف سعته  $\mu F(4)$  وملف حثي نقي له معامل حثي ذاتي  $mH(64)$  فإن مقدار  
 تردد الرنين في حالة الرنين الكهربائي بوحدة الهرتز يساوي .....

**ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي :-**

1- ( ) يكون التدفق المغناطيسي قيمة عظمى موجبة عندما يكون مستوى لفات الملف عمودي على المجال



المغناطيسي والزواوية بين خطوط المجال ومتجه مساحة السطح تساوي  $\theta = (0^\circ)$  .

2- ( ) في الشكل المقابل أثناء إبعاد المغناطيس عن الملف يكون الطرف (a) قطباً جنوبياً  
 (s).

3- ( ) القوة الدافعة الكهربائية الحثية تنشأ بحيث تقاوم التغيير في التدفق المغناطيسي المسبب في توليدها .

4- ( ) القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصل تساوي سالبة معدل التغيير في شدة المجال المغناطيسي  
 بالنسبة إلى الزمن .

5- ( ) التيار الكهربائي التأثيري المتولد في ملف يسري باتجاه بحيث يولد مجالاً مغناطيسياً مع التغيير في التدفق  
 المغناطيسي المولد له .

6- ( ) التيار الكهربائي التأثيري المتولد في ملف يسري باتجاه بحيث يولد مجالاً مغناطيسياً يعاكس التغيير في  
 التدفق المغناطيسي المولد له .

7- ( ) مقدار القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف في الدائرة الكهربائية المغلقة يكون أصغر كلما كانت  
 الحركة النسبية بين المغناطيس والملف أسرع .

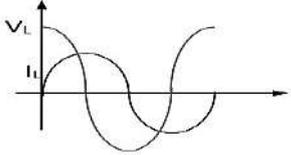
8- ( ) يتولد تيار تأثيري في ملف حثي عندما يتحرك مغناطيس وملف بسرعة واحدة وفي اتجاه واحد .

9- ( ) سلك طوله 2m موضوع في مجال مغناطيسي شدته 0.4T عمودي على اتجاه تيار كهربائي شدته 5A فإن القوة الكهرومغناطيسية على السلك تساوي 4N .

10- ( ) في دوائر التيار المستمر لا تظهر فيها أي ممانعة حثية لأن تردد التيار المار فيها يساوي صفر .

11- ( ) في دائرة التيار المتردد التي تحوي ملفاً حثياً (تأثيرياً) نقياً ومقاومة أومية نجد أن

$$\text{الجهد الكهربائي يتقدم على التيار الكهربائي بزاوية طور } \phi = \frac{\pi}{2}$$



12- ( ) تتناسب الممانعة الحثية للملف (XL) عكسياً مع تردد التيار (f) عند ثبات معامل الحث الذاتي (L) .

13- ( ) دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف، يكون فيها شدة التيار الكهربائي سابقاً لفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه برقع دورة أي بزاوية طور  $(\frac{\pi}{2})$  .

14- ( ) قيمة المقاومة الأومية (R) لا تتغير بتغير نوع التيار المار سواء أكان متردداً أم كان مستمراً .

15- ( ) دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة أومية فقط ، فإذا ازداد تردد التيار في الدائرة فإن مقاومتها لا تتغير .

\* قارن بين كل مما يلي :

		وجه المقارنة
		اتجاه القوة المغناطيسية
		وجه المقارنة
		اتجاه القوة المغناطيسية أعلى - أسفل
شدة المجال المغناطيسي	التدفق المغناطيسي	وجه المقارنة
		نوع الكمية الفيزيائية
المحرك الكهربائي	المولد الكهربائي	وجه المقارنة
		المبدأ العملي الذي يعتمد عليه (فكرة العمل)



وأنت تدرس تذكر أنك تبني نفسك وتتعلم لتصل  
لحلمك، لست في مقارنة ولا مسابقة وليس لك  
علاقة بما حققه غيرك، لا يهكم متى وصلت المهم  
أنت فعلتها وحققته هدفك، افخر بكل خطوة مهما  
كانت صغيرة بنظرك، أعظم الانجازات تأتي من  
تراكم أصغر النجاحات بمسيرتك

ضع علامة ( ✓ ) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :

1- يكون التدفق المغناطيسي الذي يخترق مساحة سطح ما يساوي صفرًا عندما تكون الزاوية  $\theta$  بين متجه مساحة السطح وخطوط المجال المغناطيسي تساوي :

$0^\circ$         $30^\circ$         $60^\circ$         $90^\circ$

2- يكون التدفق المغناطيسي الذي يخترق مساحة سطح ما مساحته (A) مغمور في مجال مغناطيسي منتظم شدته (B) أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية بين متجه مساحة السطح وخطوط المجال المغناطيسي تساوي :

$0^\circ$         $30^\circ$         $60^\circ$         $90^\circ$

3- في الشكل المجاور إذا علمت أن مساحة سطح اللفة  $0.2 \text{ m}^2$  وأن شدة المجال المغناطيسي المنتظم  $3 \text{ T}$  فإن التدفق المغناطيسي الذي يخترق اللفة بوحدة  $\text{Wb}$  يساوي :

0       0.3

0.52       0.6

4- يكون التدفق المغناطيسي الذي يخترق مساحة سطح ما يساوي صفرًا عندما تكون الزاوية  $\theta$  بين متجه مساحة السطح وخطوط المجال المغناطيسي تساوي :

0       30       60       90

5- مجال مغناطيسي منتظم شدته  $0.1 \text{ T}$  يخترق سطحًا مساحته  $40 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  بحيث كانت الزاوية التي تصنعها خطوط المجال مع متجه مساحة السطح تساوي  $(60^\circ)$  فإن مقدار التدفق المغناطيسي الذي يخترق السطح بوحدة (Wb) يساوي :

$2 \times 10^{-4}$        0        $6.9 \times 10^{-4}$        0.069

6- إذا وضع سطح مساحته  $50 \text{ m}^2$  موازيًا لمجال مغناطيسي منتظم شدته  $0.01 \text{ T}$  ، فإن التدفق المغناطيسي الذي يجتازه بوحدة  $\text{W}$  يساوي :

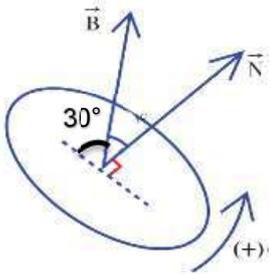
$5 \times 10^{-3}$         $5 \times 10^{-2}$        (0)       (0.5)

7- وضع سطح مساحته  $0.8 \text{ m}^2$  في مجال مغناطيسي منتظم شدته  $0.5 \text{ T}$  بحيث كانت الزاوية بين اتجاه المجال ومتجه مساحة السطح  $(60^\circ)$  فإن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز هذا السطح بوحدة الويبير يساوي :

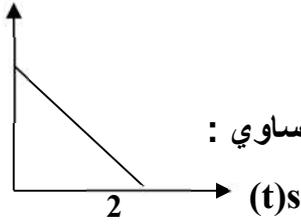
0.2       0.35       0.4       0.69

8- حلقة دائرية الشكل مساحة سطحها  $0.2 \text{ m}^2$  مغمورة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره  $0.4 \text{ T}$  عودي على مستواها، فإن التدفق المغناطيسي الذي يخترق مساحة سطح الحلقة بوحدة (Wb) يساوي :

صفر       0.08       0.5       2



(B)T  
0.005



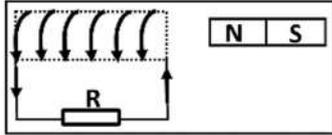
$2.5 \times 10^{-3}$

$625 \times 10^{-3}$

1.25

$125 \times 10^{-3}$

9- الشكل المقابل يوضح التغير في شدة المجال المغناطيسي ( B ) الذي يخترق عمودياً ملف عدد لفاته (500) لفة ملفوف حول اسطوانة فارغة مساحة قاعدتها  $(0.5)m^2$  مع الزمن (t) فتكون قيمة القوة الدافعة الحثية المتكونة بوحدة (V) تساوي :



10- يتولد في الملف اللولبي تيار تأثيري كما بالشكل إذا كان المغناطيسي

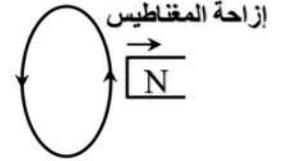
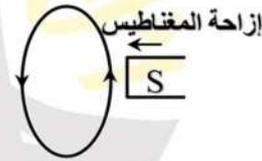
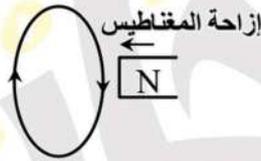
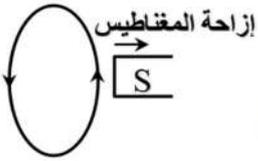
ثابتاً أمام الملف

متحركاً مبتعداً عن الملف

يتحرك مع الملف بنفس السرعة ونفس الاتجاه

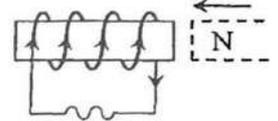
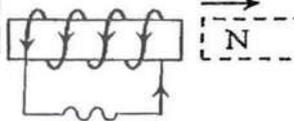
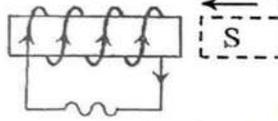
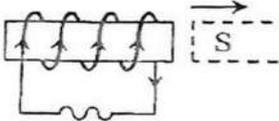
متحركاً مقترباً من الملف

11- أحد الأشكال التالية يوضح الاتجاه الصحيح للتيار الحثي في اللفة الموضحة بالرسم وهو :



12- أحد الأشكال التالية يبين الاتجاه الصحيح للتيار الكهربائي التأثيري المتولد في ملف نتيجة تغير التدفق

المغناطيسي من حركة المغناطيس وهو :



13- تزداد صعوبة دفع مغناطيس في ملف متصل بمقاومة خارجية كلما :

قلت عدد لفات الملف

زادت عدد لفات الملف

كانت الحركة النسبية بين المغناطيس والملف أبطأ

عند توقف الحركة النسبية بين المغناطيس والملف

14- سلك مستقيم طوله 0.5m يمر فيه تيار كهربائي مستمر شدته 2A باتجاه عمودي على اتجاه مجال

مغناطيسي منتظم شدته 0.8T فإن المجال يؤثر عليه بقوة كهرومغناطيسية بوحدة N تساوي :

5

1.25

0.8

0.2

15- مجال مغناطيسي منتظم قدره  $0.1T$  واتجاهه عمودي داخل الورقة ،دخل هذا المجال المغناطيسي جسيم مشحون بشحنة  $0.4 C$  وبسرعة منتظمة  $50 m/s$  وباتجاه مواز لخطوط المجال المغناطيسي فإن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة بوحدة  $N$  تساوي :

- صفر  1  1.73  2

16- في الشكل المجاور سلك مستقيم طوله  $0.3m$  موضوع عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $0.1T$  ويسري فيه تيار كهربائي قدره  $2A$  فإن القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة على السلك تساوي :

- $0.6N$  شرقاً   $0.6N$  شمالاً   $0.06N$  غرباً   $0.06N$  جنوباً

17- في المحرك الكهربائي أثناء دوران الملف يقل العزم تدريجياً حتى ينعدم عندما يصبح مستوى الملف :

- موازياً لخطوط المجال  عمودياً على خطوط المجال

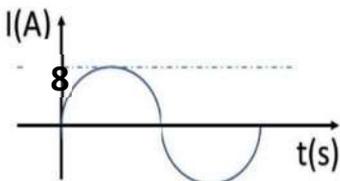
- يصنع زاوية  $30^\circ$  مع خطوط المجال  يصنع زاوية  $60^\circ$  مع خطوط المجال

18- جهاز يحول جزءاً من الطاقة الميكانيكية المبذولة لتحريك الملف في مجال مغناطيسي إلى طاقة كهربائية هو :

- المحرك الكهربائي  المولد الكهربائي  المحول الكهربائي  المكثف الكهربائي

19- مولد تيار متردد يتكون من ملف مصنوع من  $(100)$  لفة ومقاومته  $\Omega(20)$  يدور حول محور مواز لطوله داخل مجال مغناطيسي منتظم فكانت القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الملف  $V(240)$  فإن القيمة العظمى لشدة التيار الحلي المتولد في الملف بوحدة  $(A)$  تساوي :

- 2.4  8.33  12  1200

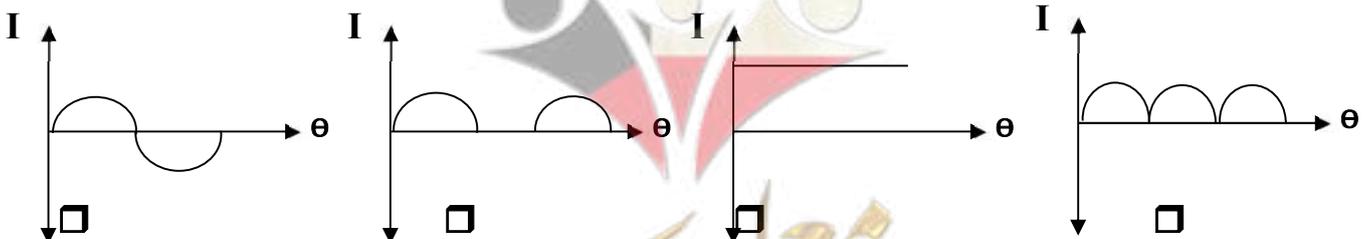


20- في الشكل المقابل منحنى جيبي لتيار متردد تكون فيه الشدة الفعالة للتيار بوحدة الأمبير تساوي :

- $4\sqrt{2}$    $\frac{\pi}{16}$

- $8\sqrt{2}$   8

21- أفضل تعبير بياني يوضح علاقة التيار الكهربائي التآثيري  $(I)$  المتولد في دائرة الحمل لمولد كهربائي والزواية  $(\theta)$  بدءاً من الوضع الصفري للملف خلال دورة كاملة هو :



22- دائرة التيار المتردد التي لا يتغير فيها شدة التيار المتردد عند تغير تردد التيار فيها هي الدائرة التي تحتوي على :

- مكثف كهربائي  مقاومة صرفه  مقاومة صرفه ومكثف  ملف حتى نقي

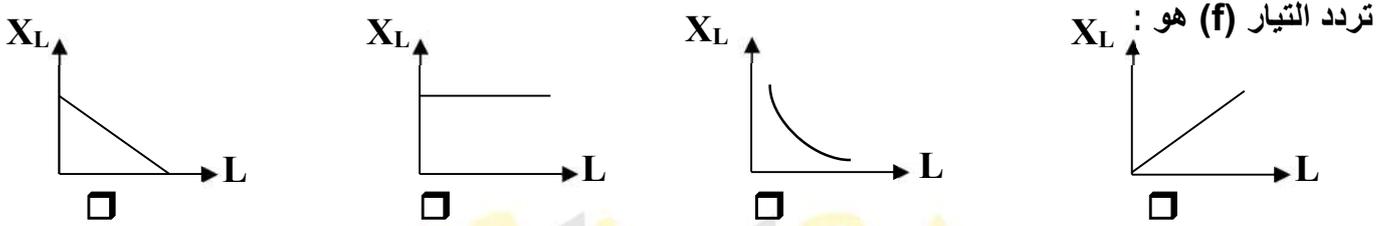
23- دائرة تيار متردد تحتوي على ملف حثي نقي معامل الحث الذاتي له يساوي  $L = (0.01)H$  يمر فيه تيار لحظي يتمثل بالعلاقة :  $i_t = 2\sqrt{2} \sin (100\pi)t$  فتكون الطاقة المغناطيسية المخزنة في المجال المغناطيسي للملف بوحدة (J) تساوي :

0.4 0.2 0.04 0.02 

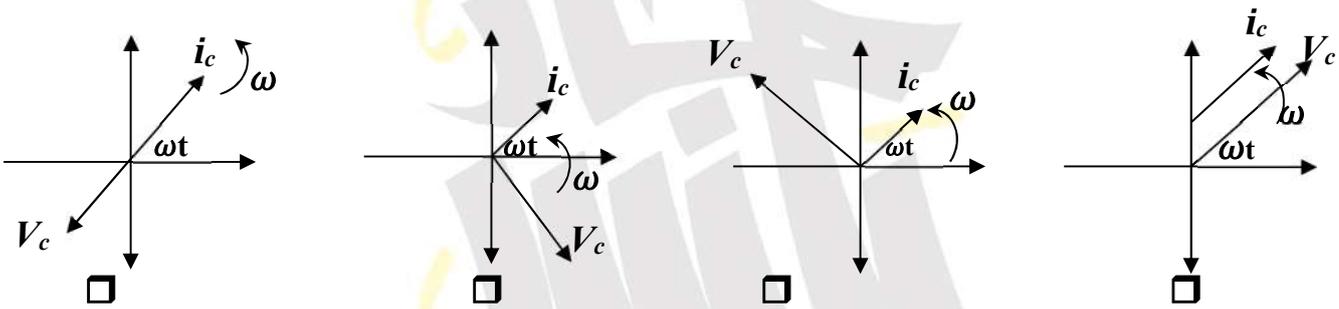
24- جهاز يحول جزءا من الطاقة الميكانيكية المبذولة لتحريك الملف في المجال المغناطيسي إلى طاقة كهربائية هو:

المحرك الكهربائي  المولد الكهربائي  المحول الكهربائي  المكثف الكهربائي

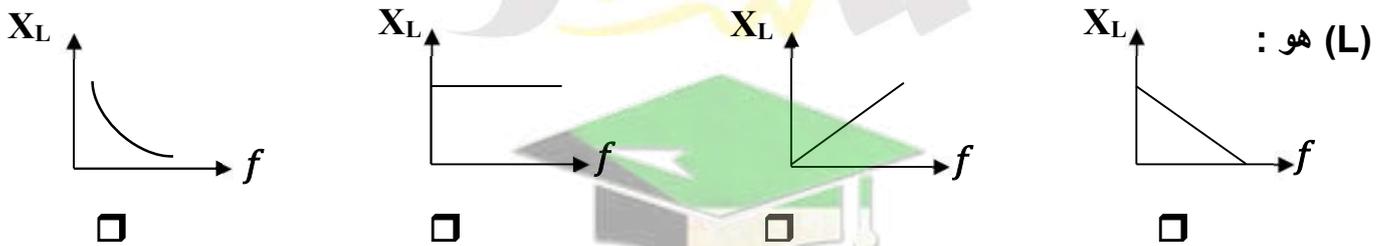
25- أفضل خط بياني يمثل العلاقة بين الممانعة الحثية لملف  $(X_L)$  ، ومعامل الحث الذاتي له  $(L)$  عند ثبات



26- أفضل مخطط اتجاها يمثّل العلاقة بين شدة التيار المغذي لدائرة تيار متردد تحوي مكثف كهربائي وفرق الجهد بين طرفي المكثف هو :



27- أفضل خط بياني يمثّل العلاقة بين الممانعة الحثية  $(X_L)$  وتردد التيار (f) عند ثبات معامل الحث الذاتي



28- دائرة تيار متردد تحوي ملف حثي نقي ومقاومة أومية وكان فرق الجهد اللحظي يتغير وفق المعادلة :

$$V_L = V_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

فإن ذلك يعني أن :

- التيار الكهربائي يتقدم على الجهد في الملف بنصف دورة
- التيار الكهربائي يتقدم على الجهد في الملف بربع دورة
- الجهد يتقدم على التيار الكهربائي في الملف بنصف دورة
- الجهد يتقدم على التيار الكهربائي في الملف بربع دورة

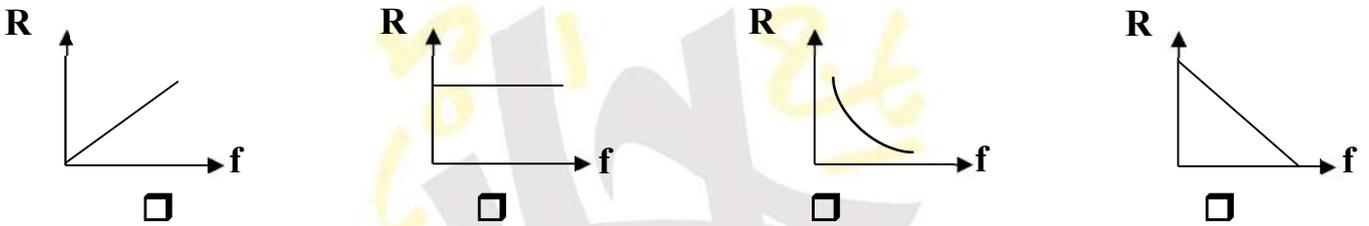
29- تتناسب قيمة الطاقة المغناطيسية المخزنة في المجال المغناطيسي لملف حثي نقي معامل حثه الذاتي (L) مر به تيار متردد تناسباً :

- طردياً مع مربع القيمة الفعالة لشدة التيار المار بالملف .  
 طردياً مع الشدة العظمى للتيار المار في الملف .  
 عكسياً مع الشدة العظمى للتيار المار في الملف .  
 عكسياً مع مربع القيمة العظمى لشدة التيار المار

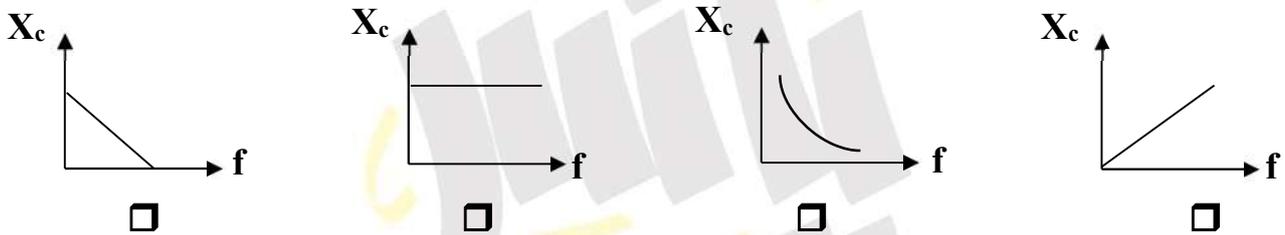
30- وصل مكثف سعته  $F(50 \times 10^{-6})$  بدائرة تيار متردد فإذا كان فرق الجهد الفعال بين طرفي المكثف  $V_{rms} = (20)V$  فإن الطاقة الكهربائية المخزنة في المجال الكهربائي للمكثف بوحدة (J) تساوي :

- 100       0.001       0.01       0.08

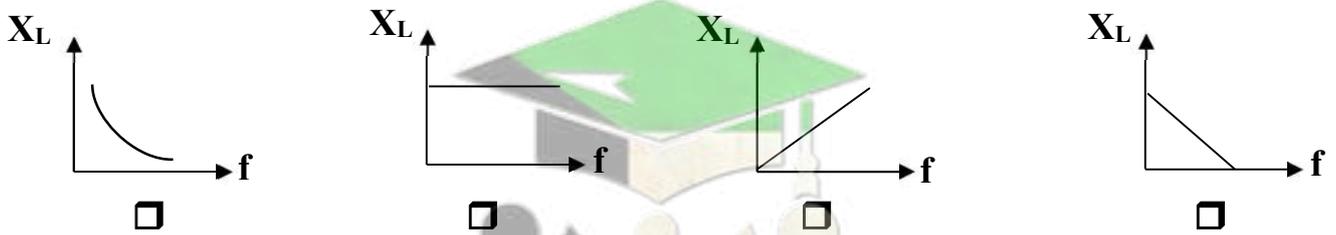
31- أفضل خط بياني يوضح العلاقة بين قيمة المقاومة الأومية (R)، وتردد التيار (f) هو :



32- أفضل خط بياني يمثل العلاقة بين الممانعة السعوية ( $X_c$ )، وتردد التيار (f) عند ثبات مقدار السعة (c) :



33- أفضل خط بياني يمثل العلاقة بين الممانعة الحثية ( $X_L$ ) وتردد التيار (f) عند ثبات معامل الحث الذاتي (L) هو:



34- تزداد شدة التيار الكهربائي بزيادة تردد المصدر في دائرة تيار متردد تحتوي على :

- مقاومة أومية       مكثف       مقاومة صرفة       ملف حثي نقي

35- إذا كانت القيمة العظمى لشدة التيار المتردد  $A(10\sqrt{2})$  فإن القيمة الفعالة لشدة هذا التيار بوحدة الأمبير تساوي :

- $\frac{\pi}{20}$         $10\sqrt{2}$        10       0.05

36- تيار متردد شدته الفعالة 5A تكون قيمته العظمى بوحدة A :

- $5\sqrt{2}$        0.1       10       20

37- دائرة تيار متردد تحوي ملفاً حثياً نقياً ومقاومة أومية تتحول الطاقة الكهربائية في الملف إلى طاقة :

- حرارية       مغناطيسية مخزنة       كهربائية مخزنة       ضوئية

38- دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة أومية فقط، إذا زدنا تردد التيار إلى المثلين فإن قيمة المقاومة الأومية :

- تقل إلى النصف       تزداد إلى المثلين       تزداد إلى أربعة أمثالها       لا تتغير

39- دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة أومية وملف حثي نقي ومكثف متصلين معاً على التوالي مع مصدر

تيار متردد ، فيكون فرق الجهد الكهربائي وشدة التيار متفقين في الطور عندما تكون :

- المقاومة الأومية تساوي الممانعة الحثية للملف .

- المقاومة الأومية تساوي الممانعة السعوية للمكثف .

- الممانعة الحثية للملف تساوي الممانعة السعوية للمكثف .

- المقاومة الأومية معدومة .

**\* حل المسألة التالية :**

مولد تيار متردد يتألف من ملف مصنوع من (200) لفة مساحة كل منها  $(0.001)m^2$  ومقاومته  $(10)\Omega$  موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته  $(5)T$  ويدور حول محور ثابت بسرعة زاوية مقدارها  $(50) rad/s$ . احسب :

1- القوة الدافعة الكهربائية بعد  $(0.01)s$  من بدء الدوران .

.....  
.....

2- القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الملف .

.....  
.....

3- القيمة العظمى لشدة التيار الحثي المتولد في الملف .

.....  
.....

مولد تيار متردد ملفه مستطيل طوله  $(0.2)m$  وعرضه  $(0.1)m$  يتكون من لفة واحدة يدور حول محور مواز لطوله في مجال مغناطيسي منتظم شدته  $(2)T$  فيولد قوة محرّكة تأثيرية قيمتها العظمى  $(20)V$  والتيار الحثي شدته  $(1)A$  علماً بأن في لحظة  $t = (0)s$  كانت  $\theta_0 = (0)rad$ . احسب :

1- أقل قيمة للسرعة التي يدور بها الملف .

.....  
.....

1- مقدار أكبر قوة كهرومغناطيسية تؤثر في طول سلك الملف .

.....  
.....

ملف عدد لفاته (50) لفة ومقاومته  $4\Omega$  ملفوف حول أنبوية مجوفة مساحة مقطعها  $8 \times 10^{-3} \text{m}^2$  يخترقه مجال مغناطيسي منتظم عمودي على مستوى الملف فإذا زادت شدة المجال من  $0 \text{T}$  إلى  $0.6 \text{T}$  في زمن قدره  $0.02 \text{s}$  . احسب :  
1- مقدار القوة الدافعة الحثية في الملف .

.....  
.....  
.....

2- مقدار شدة التيار الحثي في الملف .

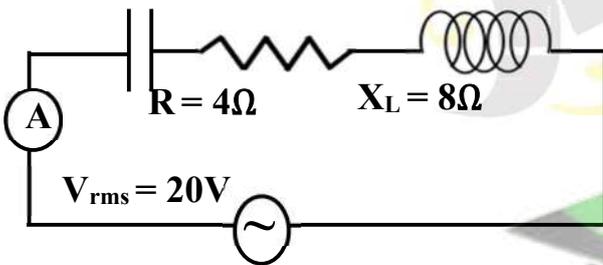
.....  
.....  
.....

ملف مستطيل الشكل مؤلف من (1000) لفة ومساحة كل لفة  $A = (0.02) \text{m}^2$  وضع بحيث كان مستواه عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم شدته  $(0.4 \text{T})$  . احسب :  
1- مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف إذا انعدم المجال المغناطيسي خلال  $0.2 \text{s}$  .

.....  
.....  
.....

2- مقدار شدة التيار الحثي في الملف إذا كانت المقاومة في الدائرة المغلقة المتصلة بالملف ثابتة وتساوي  $20 \Omega$  .

.....  
.....  
.....



دائرة التيار المتردد المبينة بالشكل تحتوي على مقاومة صرفة وملف حثي نقي ومكثف وصلوا على التوالي مع مصدر جهد متردد جهده الفعال  $20 \text{V}$  احسب :  
1- المقاومة الكلية للدائرة .

.....  
.....  
.....

2- شدة التيار الفعالة المارة بالدائرة .

.....  
.....  
.....

3- سعة المكثف الذي يوضع بدلاً من المكثف الأول والذي يجعل الدائرة في حالة رنين مع التيار المتردد المغذي لها علمًا بأن تردد التيار  $\left(\frac{50}{\pi}\right) \text{Hz}$  .

.....  
.....  
.....

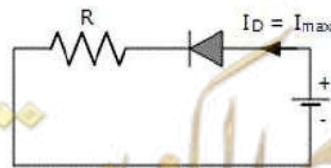
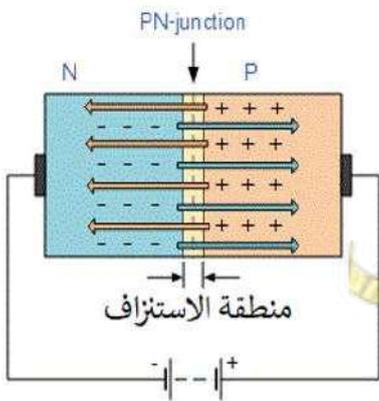
الوحدة الثالثة

## الإلكترونيات

الفصل الأول

### الإلكترونيات - الوصلة الثنائية

Anode (+)      Kathode (-)



## الإلكترونيات

نصنف اطواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أقسام رئيسية

المواد شبه الموصلة

المواد العازلة

المواد الموصلة

(1) **المواد الموصلة** ( موصلات جيدة للتيار الكهربائي ) مقاومتها صغيرة مثل النحاس، والالومنيوم، والفضة، والحديد.

(2) **المواد العازلة** : تملك مقاومة كبيرة كالبلاستيك والسيراميك والخشب.

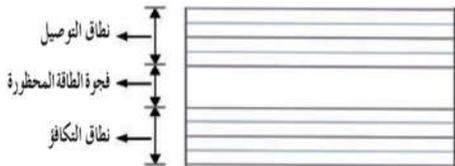
(3) **المواد شبه ( نصف ) الموصلة ( أشباه الموصلات )** : هي مواد ذات مقاومة معتدلة موصله للكهرباء، ولكن بدرجة أقل من الموصلات العادية . أو عناصر رباعية التكافؤ يحتوي مستوى طاقتها الخارجي على أربع إلكترونات تنشئ روابط تساهمية مع الذرات المجاورة لها في البلورة . أو مواد يكون فيها اتساع فجوة الطاقة المحظورة أكبر من صفر و أقل من  $4\text{ eV}$  .

### التوصيل وأشباه الموصلات

1-الاختلاف الأساسي بين هذه المواد يرجع إلى عدد الإلكترونات الحرة المتوافرة في كل مادة، وهي إلكترونات المستوى الأخير فتكون أقل ارتباطاً بالنواة.

2-إن تماسك الذرات لتشكيل بلورات هو نتيجة للروابط الكيميائية بين تلك الذرات ،لأن إلكترونات الغلاف الخارجي لذرة ما تقوم بتشكيل مدارات جزيئية بالتشارك مع إلكترونات الذرات المجاورة .

### نطاقات الطاقة في المواد الصلبة

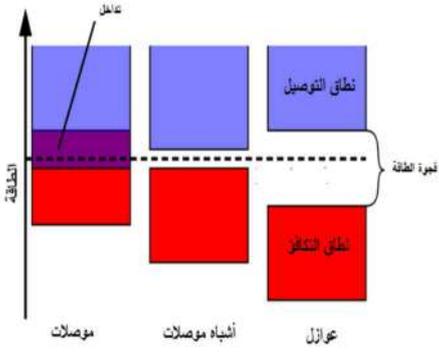


حزمة من مستويات الطاقة القريبة من بعضها والمتداخلة معا في مجموعة كبيرة من الذرات.

نطاق الطاقة



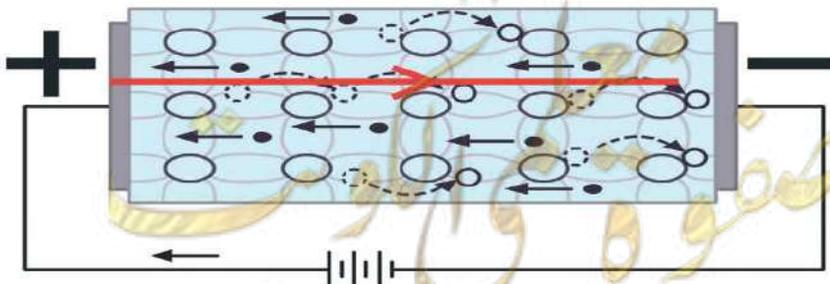
كُن ذوهمة..... نصل إلى القمة



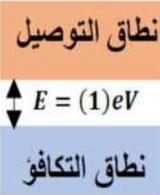
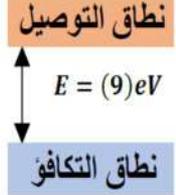
\* يلاحظ من الشكل المقابل :

- (1) وجود فجوات في الطاقة بين كل نطاق وآخر ويعرف أيضا بالنطاق المحظور.
- (2) نطاق ( شريط) التكافؤ نطاق الطاقة الأخير والمحتوي على الكثرونات تكافؤ العنصر ويكون ممتلئ جزئياً بالإلكترونات ويستطيع استيعاب الكثرونات أخرى.
- (3) نطاق التوصيل مستويات متداخلة طاقتها أعلى تكون فيها الكثرونات التي اكتسبت طاقة إضافية. أو نطاق الطاقة الذي يكون فارغاً تماماً من الكثرونات وطاقتها أعلى من طاقة نطاق التكافؤ وينتج عن انتقال الكثرونات إليه من نطاق التكافؤ عند إثارة ذراتها .
- (4) طاقة الفجوة المحظورة مقدار الفرق بين طاقة نطاق التوصيل وطاقة نطاق التكافؤ في المادة الصلبة . أو مقدار الطاقة اللازمة لكي ينتقل إلكترون في نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.

- (1) ترتبط إذاً الذرات نتيجة التفاعل الكهربائي بين الإلكترونات المشتركة والنواة. ويؤدي تواجد إلكترونات الغلاف الخارجي في مدارات جزيئية مشتركة إلى تكون نطاق تجمع مستويات متقاربة من الطاقة تسمى **نطاق التكافؤ** .
- (2) قد تكتسب بعض الإلكترونات طاقة إضافية من مصادر حرارية أو إشعاعية فتقفز إلى مستويات طاقة أعلى . وتتداخل تلك المستويات لتشكل **نطاق التوصيل** .
- (3) ولكي يقفز الإلكترون من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل ، يجب أن يكتسب طاقة تساوي الفرق بين طاقة نطاق التوصيل وطاقة نطاق التكافؤ وهو ما يعرف **بطاقة الفجوة المحظورة** .
- (4) تتحرك الإلكترونات التي تقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل بحرية داخل المادة الصلبة وتكون مسؤولة عن توصيل الكهرباء .
- (5) كل إلكترون يقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل يترك مكانه فراغاً يسمى **ثقباً** . ويؤدي الثقب في نطاق التكافؤ **دور شحنة كهربائية موجبة** . (معاكسة لشحنة الإلكترون)
- (6) بالتالي يتشكل التيار الكهربائي عند تسليط جهد كهربائي علي طرفي الموصل، منتجا مجالاً كهربائياً ، عندها تنساب **الإلكترونات الحرة في اتجاه معاكس للمجال الكهربائي ويسير الثقب في اتجاه المجال الكهربائي** ، الأمر الذي يولد تياراً كهربائياً (اصطلاحياً) في الاتجاه المعاكس لانسياب الإلكترونات كما بالشكل:



### مقارنة بين المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصلة

المواد شبه الموصلة	المواد العازلة	المواد الموصلة	
$0 > \text{الفجوة} > 4$	4-12 e.v	0 e.v	اتساع الفجوة المحظورة
متوسطة	كبيرة جدا	قليلة	المقاومة
تقل المقاومة	تقل المقاومة	تقل المقاومة يقفز عدد كبير من الالكترونات	تأثير رفع الحرارة على المقاومة
يقفز عدد قليل من الالكترونات من نطاق التكافؤ الى نطاق التوصيل	يحتاج لحرارة كبيرة جدا حتى تنطلق الالكترونات	يزداد التوصيل لزيادة عدد الالكترونات التي تقفز من نطاق التكافؤ الى نطاق التوصيل	تأثير رفع الحرارة على التوصيل
			شكل توضيحي
عناصر المجموعة الرابعة الدوري الجرمانيوم - السيليكون الكربون	الكوارتز - البورسلان الخشب	المعادن النحاس - الذهب - الفضة	امثلة

مواد تتميز بعدم وجود نطاق محظور بين نطاقي التكافؤ والتوصيل.  
أو مواد يكون فيها اتساع فجوة الطاقة المحظورة منعدم ( صفر ) .

المواد الموصلة

مواد يكون فيها اتساع فجوة الطاقة المحظورة أكبر من صفر  
واقبل من  $eV (4)$  .

المواد شبه الموصلة

مواد يكون فيها اتساع فجوة الطاقة المحظورة بين  $eV (4)$  و  
 $eV (12)$

المواد العازلة

صفوة معلمى الكويت

1- عندما تنتقل إلكترونات المادة نفسها إلى حزمة التوصيل، يسمى شبه الموصل شبه الموصل النقي.

2- يساهم كل من الإلكترون والثقب في مرور التيار الكهربائي في المادة شبه الموصلية، فالثقب يتحرك مع المجال الكهربائي الناتج عن تسليط جهد على شبه الموصل. بينما يتحرك الإلكترون عكسه.

3- يمكن زيادة درجة التوصيل بارتفاع درجة حرارة شبه الموصل علل. فتكتسب المزيد من الإلكترونات طاقة كافية للقفز إلى نطاق التوصيل، تاركة مكانها مزيدا من الثقوب، فتزداد درجة توصيل المادة وتقل مقاومتها.

\* حساب عدد حاملات الشحنة في شبه الموصل النقي :

عدد حاملات الشحنة في شبه الموصل النقي  $n_i + p_i$

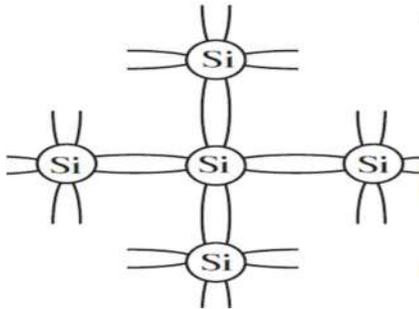
حيث أن :

$n_i$  : هو عدد الكترولونات شبه الموصل التي تقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.

$p_i$  : هو عدد الثقوب الناتجة عن قفز الكترولونات من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.

هي عناصر المجموعة الرابعة، وهي تميل إلى الدخول في روابط تساهمية للوصول إلى حالة الاستقرار.

حاملات الشحنة  $n_i + p_i$



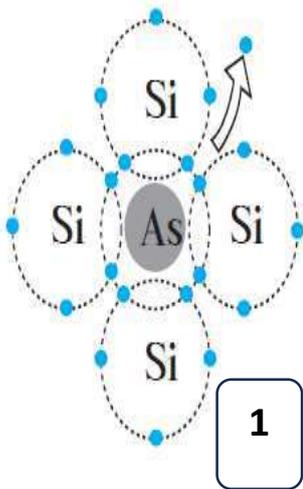
### أشباه الموصلات النقية

حيث أن  $n_i = p_i$

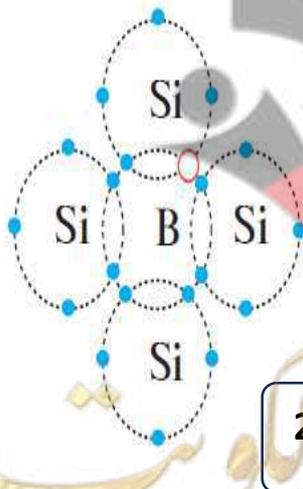
إن تطعيم البلورة بعناصر أخرى لها عدد مختلف من الإلكترونات في الغلاف الخارجي (من المجموعة الثالثة أو المجموعة الخامسة فقط)

### أشباه الموصلات المطعمة

يساهم في زيادة مقدرة المادة شبه الموصلية على التوصيل الكهربائي وينتج عن التطعيم نوعان من أشباه الموصلات هما :



1



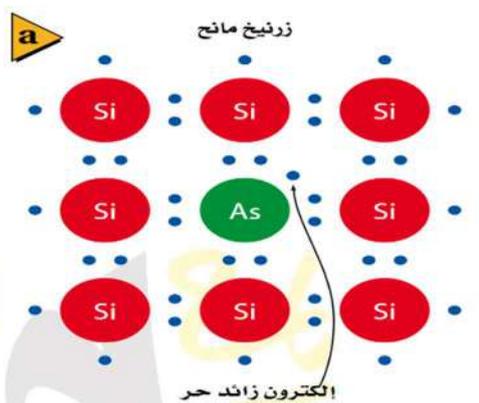
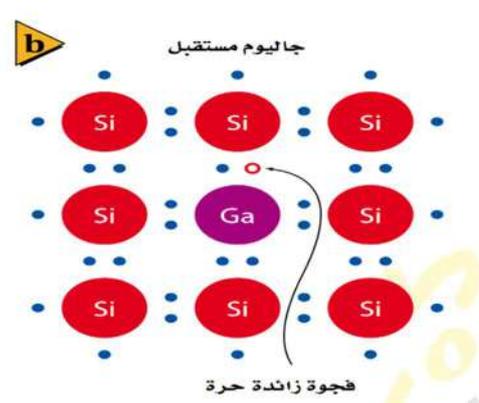
2

1- شبه موصل من النوع السالب

N - type

2- شبه موصل من النوع الموجب

P - type

شبه موصل من النوع السالب (N-TYPE)	شبه موصل من النوع الموجب (P-TYPE)	التعريف
شبه موصل غير نقي يحتوي على ذرات شائبة خماسية التكافؤ .	شبه موصل غير نقي يحتوي على ذرات شائبة ثلاثية التكافؤ .	
4 روابط تساهمية + إلكترون حر (-)	3 روابط تساهمية + ثقب (فجوة) (+)	
 <p>زرنيخ مانح إلكترون زائد حر</p>	 <p>جالسيوم مستقبل فجوة زائدة حرة</p>	
الزرنيخ ( As ) - الفوسفور ( P )	الجالسيوم (Ga) الألومنيوم (Al) والبورون ( B )	أمثلة الشوائب
الإلكترونات	الثقوب	الحاملات الأكثرية
الثقوب	الإلكترونات	الحاملات الأقلية
$N_d + n_i + p_i$ هو عدد الإلكترونات الحرة	$N_a + n_i + p_i$ هو عدد الثقوب	عدد حاملات الشحنة $N_T$
الذرة المانحة	الذرة المتقبلة	اسم الذرة الشائبة
يمر التيار (متردد - مستمر) في الاتجاهين		مرور التيار
وجود الإلكترونات حرة الحركة	وجود الثقوب الموجبة	سبب مرور التيار
متعادلة كهربائياً لأن عدد الإلكترونات يساوي عدد البروتونات في انويه ذراتها		الحالة الكهربائية
تزداد درجة توصيل البلورة للتيار الكهربائي : (1) بزيادة نسبة الشوائب (2) ارتفاع درجة الحرارة		درجة توصيل التيار

حاملات الشحنة في أشباه الموصلات

$$Na + pi + ni$$

الأكثرية الأقلية

$$Nd + ni + pi$$

الأكثرية الأقلية

$$ni + Pi = 2Pi = 2ni$$

- تحتوي بلورة نقية من عنصر سيلكون علي (  $5 \times 10^5$  ) إلكترون حر فإن عدد الثقوب فيها تساوي .....

- شبه موصل نقي يحتوي علي  $(1.4 \times 10^{14})/\text{cm}^3$  ثقبا إذا ما طعمت بـ  $6.2/\text{cm}^3$  ( $10^{20}$  x ذرة من مادة تحتوي علي ( 5 ) الكترونات احسب :-

1- نوع شبه الموصل

2- عدد حاملات الشحنة الكلية

3- عدد حاملات الشحنة الأقلية

4- عدد حاملات الشحنة الأكثرية

- تحتوي بلورة للجرمانيوم علي  $(1 \times 10^{14})/\text{cm}^3$  إلكترون حر عند درجة الحرارة العادية فإذا طعمت بـ  $(6 \times 10^{20})/\text{cm}^3$  بذرات مادة البورون والتي تحتوي علي ( 3 ) الكترونات احسب :-

1- نوع شبه الموصل

2- عدد حاملات الشحنة الكلية

3- عدد حاملات الشحنة الأقلية

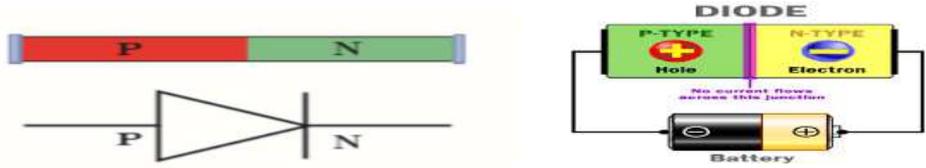
4- عدد حاملات الشحنة الأكثرية



صفوة معلم الكويت

## الوصلة الثنائية (الدايود)

تتكون الوصلة الثنائية من شبة موصل من النوع السالب ملتحم بشبة موصل من النوع الموجب ويطلق السطحان الخارجيان بمادة موصلة من أجل وصلها بأسلاك كهربائية.

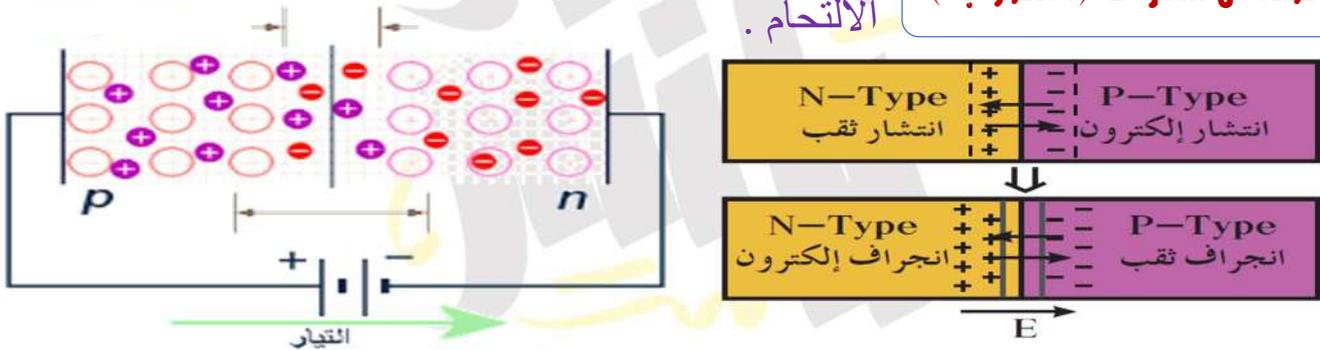


### كيف نعمل الوصلة الثنائية ؟

- 1) إن وجود إلكترونات حرة في شبة الموصل من النوع السالب ، وثقوب في شبة الموصل من النوع الموجب يؤدي إلى نشوء تيار للإلكترونات من شبة الموصل من النوع السالب باتجاه شبة الموصل من النوع الموجب ، وتيار للثقوب من شبة الموصل من النوع الموجب باتجاه شبة الموصل من النوع السالب .
- 2) عندما تتحد الإلكترونات بالثقوب تتشكل منطقة خالية من حاملات الشحنة على جانبي منطقة الالتحام تعرف بمنطقة الاستنزاف (النضوب) .

منطقة خالية من حاملات الشحنة على جانبي منطقة الالتحام .

### منطقة الاستنزاف (النضوب)



- 3- ينشأ على جانبي منطقة الاستنزاف فرق في الجهد  $V_i$  فينشأ عنه مجال كهربائي  $E_i$  يتخلل منطقة الاستنزاف ويتجه من البلورة السالبة إلى البلورة الموجبة لأن البلورة السالبة تكون قد فقدت عدداً من الإلكترونات فاكتمت شحنة موجبة ، والبلورة الموجبة تكون قد اكتسبت عدداً من الإلكترونات فاكتمت شحنة سالبة .

- 4- وتصل الوصلة إلى حالة التوازن الكهربائي عندما يمنع المجال  $E_i$  أي زيادة في عدد حاملات الشحنة من الانتشار عبر منطقة الاستنزاف. ويكون  $V_i = E_i \times d$

حاله تصل إليها الوصلة الثنائية عندما يمنع أي زيادة في عدد حاملات الشحنة من الانتشار عبر منطقة الاستنزاف .

### حالة التوازن الكهربائي

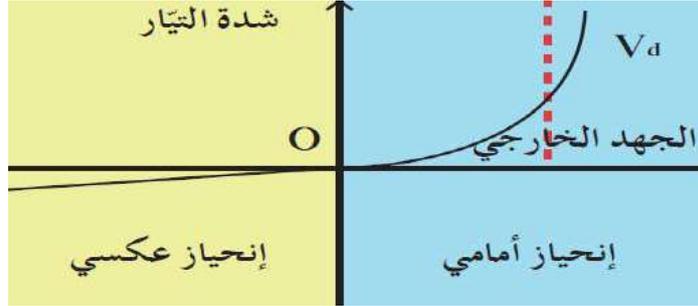
## طرق توصيل الوصلة الثنائية في الدوائر الكهربائية

وجه المقارنة	الانحياز الأمامي	الانحياز العكسي
رسم خطي بوضوح كيفية التوصيل	<p>الدايود المتحيز أمامياً</p>	<p>الدايود المتحيز عكسياً</p>
رسم اصطلاحي		
طريقة التوصيل	توصيل البلورة الموجبة بالقطب الموجب للبطارية ويوصل البلورة السالبة بالقطب الموجب لها .	توصيل البلورة الموجبة بالقطب الموجب للبطارية ويوصل البلورة السالبة بالقطب السالب لها .
المجال الكهربي	المجال الخارجي $E_{ex}$ معاكساً لاتجاه المجال الداخلي $E_{in}$ .	المجال الخارجي $E_{ex}$ في نفس اتجاه المجال الداخلي $E_{in}$ .
مقاومة الوصلة	تقل	تزداد
منطقة الاستنزاف	تضيق حتى تكاد تتلاشى	تتسع بشكل كبير
مرور التيار الكهربي	يمر.	لا يمر الا تيار ضعيف جدا يسمى تيار الانحياز العكسي .
العمل	مفتاح مغلق	مفتاح مفتوح



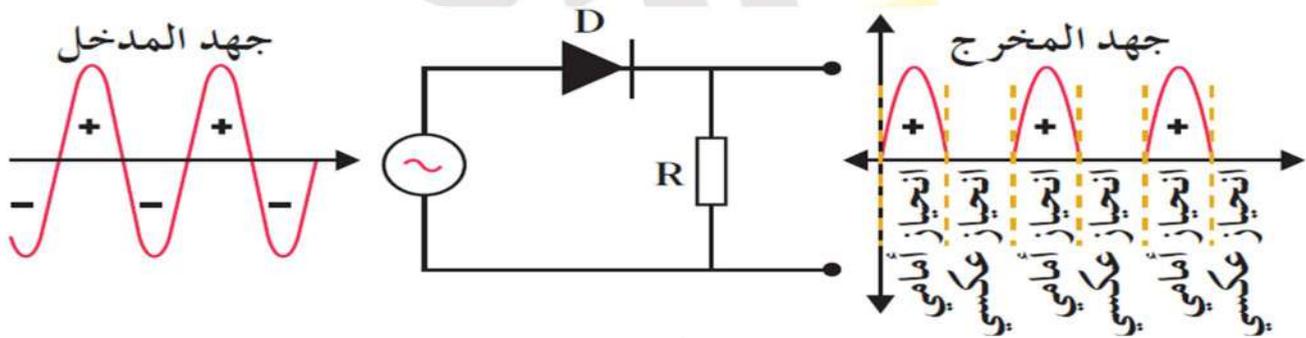
1- بما أن الجهد المطبق على الوصلة الثنائية يكون صغيراً جداً في حالة الانحياز الأمامي ويسمح بمرور التيار الكهربائي ، تعتبر الوصلة الثنائية في هذه الحالة مفتاحاً كهربائياً مغلقاً

2- أما في حالة الانحياز العكسي ، يكون التيار ضعيفاً جداً ، حتى لو تم تطبيق جهد كبير على الوصلة الثنائية ، لذلك تعتبر الوصلة في هذه الحالة مفتاحاً كهربائياً مفتوحاً.



## تطبيقات الوصلة الثنائية

(1) تقويم التيار الكهربائي المتردد وتحويله إلى تيار نصف موجي .



1 - تستخدم الوصلة الثنائية في الدوائر الكهربائية لتقويم التيار المتردد ؟

لأنها تسمح بمرور الجزء الموجب من التيار المتردد عندما تكون في وضع التوصيل الأمامي وتمنع مرور الجزء السالب (تقريباً) عندما تكون في وضع التوصيل العكسي

2- تسمى الذرة المضافة في شبه الموصل النقي الموجب بذرة متقبلة ؟ لأنه ذرة ثلاثية التكافؤ ينتج عن اضافتها لشبه الموصل النقي ثقب (فجوة) تستطيع تقبل الكترولون حر.

3- عند تطعيم بلورة شبه موصل نقي فإن الشوائب المستخدمة يراعي أن تكون من المجموعة الخامسة أو الثالثة فقط ؟

لكي يكون حجم الذرة الشائبة قريباً من حجم ذرة شبه الموصل فتدخل ضمن الشبكة البلورية دون أن ترفضها البلورة .

4- تطعيم أشباه الموصلات بعناصر أخرى لها عدد مختلف من الالكترولونات في غلافها الخارجي ؟ أن ذلك يساهم في زيادة مقدرة المادة شبه الموصلة على التوصيل الكهربائي.

علل

5- درجة توصيل البلورة غير النقية أكبر من درجة توصيل البلورة النقية عند نفس درجة الحرارة ؟ لأن عدد حاملات الشحنة في البلورة غير النقية أكثر من عددها في البلورة النقية بسبب الشوائب المطعمة بها .

6- بلورة شبه الموصل من النوع الموجب متعادلة كهربائياً أي شحنتها = صفر برغم احتوائها على عدد كبير من الفجوات ؟

لأن مجموع الشحنات الموجبة يساوي مجموع الشحنات السالبة ( الشحنات الموجبة للفجوات تتعادل مع الشحنات السالبة لذرات المادة المتقبلة والشحنات السالبة للإلكترونات الحرة) .

7- بلورة شبه الموصل من النوع السالب متعادلة كهربائياً أي شحنتها = صفر برغم احتوائها على عدد كبير من الإلكترونات الحرة ؟

لأن مجموع الشحنات الموجبة يساوي مجموع الشحنات السالبة (مجموع شحنات الفجوات والشحنات الموجبة للذرات المضافة تتعادل مع الشحنات السالبة للإلكترونات المتحررة).

8- تسمح الوصلة الثنائية عند توصيلها بالاتجاه الأمامي بمرور التيار ؟

لأنه ينشأ مجال كهربائي خارجي  $E_{ex}$  الناتج عن الجهد الكهربائي ويكون اتجاهه معاكساً لاتجاه المجال الداخلي  $E_{in}$  للوصلة في منطقة الاستنزاف فيقل سمك منطقة الإفراغ وتقل مقاومة الوصلة بشكل كبير ويمر تيار يسمى التيار الأمامي .

9- لا تسمح الوصلة الثنائية بمرور التيار تقريبا عند توصيلها بالاتجاه العكسي ؟

لأنه ينشأ مجال كهربائي خارجي  $E_{ex}$  الناتج عن الجهد الكهربائي باتجاه المجال الداخلي  $E_{in}$  نفسه فيزداد سمك منطقة الإفراغ وتزيد مقاومة الوصلة بشكل كبير ويمنع مرور التيار .

10- أشباه الموصلات النقية عازلة تقريبا عند درجات الحرارة القريبة من الصفر المطلق ؟

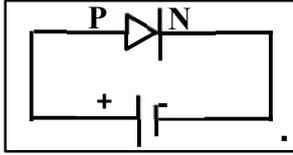
لان الطاقة الحركية للإلكترونات تقل لأدنى درجة مما يجعل الذرة تشارك بالإلكترونات الأربعة في مستوي الطاقة الأخيرة مع الذرات المجاورة بروابط تساهمية ويصبح بذلك نطاق التكافؤ للبلورة ممتلئاً تماماً ونطاق التوصيل خالي تماماً .

11- تزيد درجة توصيل الكهربائي لبلوره شبه الموصل نقي إذا رفعت درجة حرارتها ؟

بسبب اكتساب الإلكترونات في الروابط التساهمية طاقة تمكنها من كسر الرابطة والانتقال من نطاق التكافؤ الي نطاق التوصيل .

12- الوصلة الثنائية تعمل كمفتاح كهربائي ؟

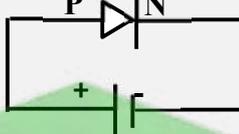
لأنه في حالة التوصيل الامامي لها يكون الجهد المطبق عليها صغير جدا وتسمح بمرور التيار الكهربائي أي تكون بمثابة مفتاح مغلق وفي حالة التوصيل العكسي يكون التيار ضعيف جدا، حتى لو تم تطبيق جهد كبير عليها أي تكون بمثابة مفتاح مفتوح .



أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً علمياً :

- 1- الشكل المجاور يوضح أن الوصلة الثنائية في حالة الانحياز .....  
2- عند توصيل الوصلة الثنائية في دائرة كهربائية بحيث يكون اتجاه المجال الكهربائي الخارجي ( $E_{ex}$ ) معاكس للمجال الكهربائي الداخلي ( $E_{in}$ ) تكون الوصلة الثنائية في حالة الانحياز .....  
3- يمكن زيادة درجة توصيل المواد شبه الموصلة للتيار الكهربائي عن طريق .....  
4- عند تطعيم بلورة السيليكون بذرة من المجموعة الثالثة من الجدول الدوري للعناصر (مثل ذرة البورون) نحصل على شبه موصل من النوع .....  
5- بلورة شبه الموصل من النوع الموجب (P) تكون ..... الشحنة الكهربائية .  
6- العناصر رباعية التكافؤ التي يحتوي مستوى طاقتها الخارجي على أربع إلكترونات وتنشئ روابط تساهمية مع التيارات المجاورة تسمى .....  
7- في الوصلة الثنائية إذا كان اتساع منطقة الاستنزاف  $2 \times 10^{-3}m$  ومقدار الجهد المتشكل  $0.6V$  فإن مقدار شدة المجال الكهربائي بوحدة  $V/m$  يساوي .....

\* قارن بين كل مما يلي :

وجه المقارنة	شبه الموصل من النوع السالب	شبه الموصل من النوع الموجب
حاملات الشحنة الأقلية		
حاملات الشحنة الأكثرية		
وجه المقارنة	الانحياز الأمامي 	الانحياز العكسي 
اتساع منطقة الاستنزاف		
المقاومة		
توصيل التيار		
اتجاه المجال الخارجي والداخلي		

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي :-

- 1- ( ) كلما صغرت طاقة الفجوة في المادة قلت قابليتها لتوصيل التيار الكهربائي.
- 2- ( ) في الوصلة الثنائية تكتسب البلورة السالبة شحنة موجبة والبلورة الموجبة تكتسب شحنة سالبة .
- 3- ( ) عند إضافة مادة الزرنيخ (مادة مانحة) إلى شبه موصل نقي كالسيلكون يصبح شبه الموصل من النوع الموجب

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :

- 1- تتميز المواد شبه الموصلة بأن :
  - نطاق التوصيل أقرب إلى نطاق التكافؤ منه في المواد العازلة
  - طاقة الفجوة المحظورة منعدمة
  - نطاق التوصيل أقرب إلى نطاق التكافؤ منه في المواد الموصلة
  - طاقة الفجوة المحظورة كبيرة جدا
- 2- تتميز المواد الموصلة بأن :
  - نطاق التوصيل ابعده من نطاق التكافؤ منه في المواد العازلة
  - طاقة التوصيل متصلاً بنطاق التكافؤ
  - نطاق التوصيل أبعد من نطاق التكافؤ منه في اشباه الموصلات
  - طاقة الفجوة المحظورة كبيرة جدا
- 3- عند إضافة ذرات البورون إلى بلورة سليكون نقية فإننا نحصل على بلورة :
  - شبه موصل من النوع الموجب
  - عازلة تماما للتيار الكهربائي
  - شبه موصل من النوع السالب
  - وصلة ثنائية
- 4- عند إضافة ذرات الزرنيخ إلى بلورة سليكون نقية فإننا نحصل على بلورة :
  - شبه موصل من النوع الموجب
  - عازلة تماما للتيار الكهربائي
  - شبه موصل من النوع السالب
  - وصلة ثنائية
- 5- للحصول على شبه موصل من النوع الموجب يتم تطعيم شبه الموصل كالسيلكون بذرات تملك الكترولونات في مستوى طاقتها الخارجي عددها يساوي :
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6

6- إذا كان اتساع منطقة الاستنزاف  $(2 \times 10^{-4} \text{ m})$  ومقدار فرق الجهد الناشئ على جانبي منطقة الاستنزاف يساوي  $0.8 \text{ V}$  فإن مقدار شدة المجال الكهربائي عندما تصل الوصلة إلى حالة التوازن الكهربائي بوحدة  $(\text{V/m})$  يساوي :

- $1.6 \times 10^{-4}$        160       400       4000

7- ذرات الزرنيخ خماسية التكافؤ المضافة كشوائب إلى بلورة شبه موصل تسمى ذرة :

- مثارة       متأينة       متقبلة       مانحة

8- عند إضافة ذرات من الزرنيخ إلى بلورة من السيليكون النقية فإننا نحصل على :

- شبه موصل من النوع الموجب       شبه موصل من النوع السالب
- وصلة ثنائية       بلورة عازلة تماماً للتيار الكهربائي

9- تستخدم الوصلة الثنائية في:

- تكبير فرق الجهد الكهربائي       تكبير القدرة الكهربائية
- تكبير شدة التيار المتردد       تقويم التيار المتردد

10- عند تطعيم المادة شبه الموصلة كالسيليكون (Si) بذرات من المجموعة الثالثة من الجدول الدوري كذرات البورون (B)، يسمى شبه الموصل الذي تحصل عليه في هذه الحالة شبه الموصل من النوع :

السالب وتكون الإلكترونات في شبه الموصل حاملات الشحنة الأقلية .

السالب وتكون الثقوب في شبه الموصل حاملات الشحنة الأقلية .

الموجب وتكون الإلكترونات في شبه الموصل حاملات الشحنة الأكثرية .

الموجب وتكون الثقوب في شبه الموصل حاملات الشحنة الأكثرية .

11- عند تطعيم المادة شبه الموصلة كالسيليكون عن طريق إضافة ذرات من المجموعة الخامسة من الجدول الدوري إلى البلورة يسمى شبه الموصل الذي تحصل عليه في هذه الحالة شبه موصل من النوع :

السالب وتكون الثقوب حاملات الشحنة الأكثرية  الموجب وتكون الإلكترونات حاملات الشحنة الأقلية

السالب وتكون الإلكترونات حاملات الشحنة الأكثرية .  الموجب وتكون الثقوب حاملات الشحنة الأقلية .

12- اذا طعمت بلورة شبه موصل نقية تحتوي على  $4 \times 10^{10}/\text{Cm}^3$  الكترون بـ  $6 \times 10^{10}/\text{Cm}^3$  من عناصر تحتوي على ثلاثة الكترونات في غلافها الخارجي فيصبح عدد الإلكترونات الموجودة في بلورة شبه الموصل بوحدة  $\text{Cm}^3$  تساوي :

$1.5 \times 10^3$    $6.004 \times 10^{13}$    $4 \times 10^{10}$    $1.2 \times 10^{14}$

13- قطعة من السيليكون تحتوي على  $1.2 \times 10^{10}/\text{Cm}^3$  ثقباً عند درجة الحرارة العادية فإن العدد الكلي لحاملات الشحنة الكهربائية بوحدة  $\text{Cm}^3$  تساوي :

$2.4 \times 10^{-10}$    $1.2 \times 10^{-10}$    $2.4 \times 10^{10}$    $1.2 \times 10^{10}$

14- تستخدم الوصلة الثنائية في :

تكبير فرق الجهد الكهربائي  تكبير القدرة الكهربائية

تكبير شدة التيار المتردد  تقويم التيار المتردد

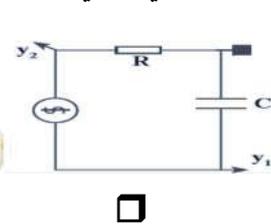
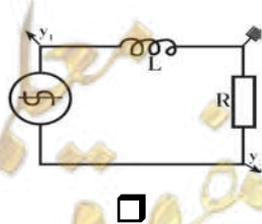
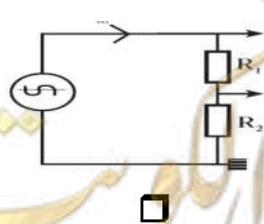
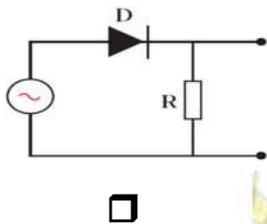
15- عند التحام بلورة شبه موصل من النوع الموجب (P) مع بلورة شبه موصل من النوع السالب (N) لتكوين وصلة ثنائية تكتسب كل منهما شحنة :

البلورة P	البلورة N	
موجبة	موجبة	<input type="checkbox"/>
موجبة	سالبة	<input type="checkbox"/>
سالبة	موجبة	<input type="checkbox"/>
سالبة	سالبة	<input type="checkbox"/>

16- حاملات الشحنة الأكثرية في أشباه الموصلات من النوع السالب هي :

الثقوب  الإلكترونات  البروتونات  الأيونات الموجبة

17- احدى الدوائر الكهربائية التالية تحول التيار التآثيري (I) المتولد في دائرة التيار المتردد إلى تيار مقوم نصف موجي وهي :



الوحدة الرابعة

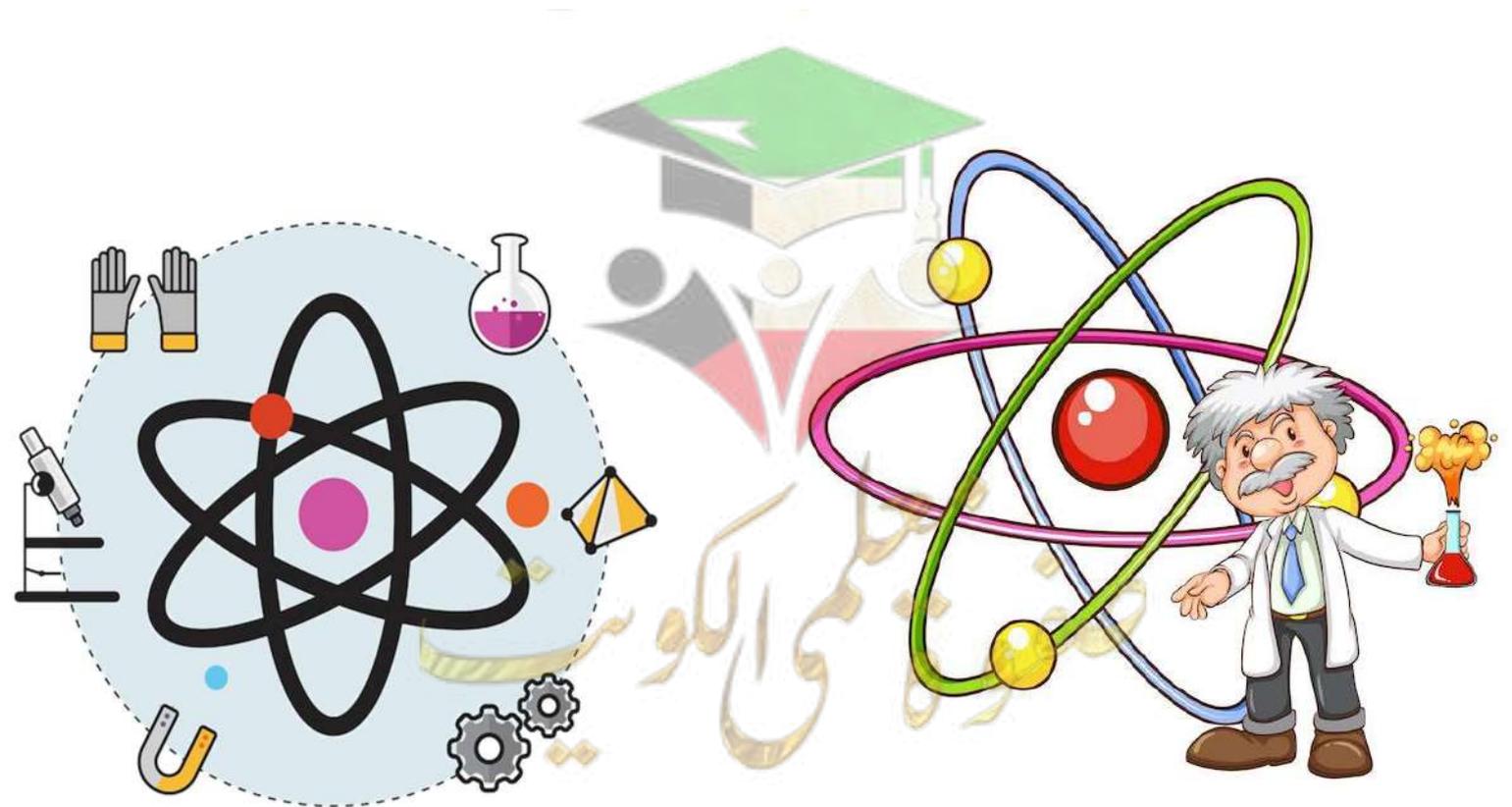
# الفيزياء الذرية والفيزياء النووية

الفصل الأول

## الذرة والكم

الفصل الثاني

## نواة الذرة





## نماذج الضوء

الضوء اشعاع كهرومغناطيسي ويعتبر جزء من الطيف الكهرومغناطيسي  
كان هناك نموذجان أساسيان للضوء هما :

النموذج الجسيمي	النموذج الموجي
<p>كان <b>نيوتن</b> يعتبر ان الضوء سيل من جسيمات متناهية الصغر <b>بلانك</b> : طرح فكرة تكميم الطاقة والتعرف على ظاهرة التأثير الكهروضوئية. عاد <b>اينشتين</b> ليحيي من جديد النظرية الجسيمية للضوء.</p>	<p>كان <b>هيجنز</b> يعرف الضوء على أنه ظاهرة موجية. <b>توماس يونج</b> : اكتشف ظاهرة التداخل <b>ماكسويل</b> : الضوء إشعاع كهرومغناطيسي ويعتبر جزء من الطيف الكهرومغناطيسي <b>هرتز</b> : أنتج موجات الراديو التي كان سلوكها مؤكداً على ما اقترحه ماكسويل حول الطبيعة الموجية للضوء.</p>

## نظرية الكم

يصدر الإشعاع عن الشحنات المهتزة داخل المادة ويكون هذا الانبعاث متصلاً . كما بالشكل التالي

### النظرية الكلاسيكية



الإشعاع الصادر يكون متصلاً حسب النظرية الكلاسيكية  
**ظاهرة الأطياف الخطية للذرة**: اكتشفت مع ظهور **المطيافية** ( العلم الذي يهتم بدراسة العلاقة بين الإشعاع والمادة) **ويستخدم جهازا يعرف بالمطياف** ) بينت أن انبعاث الأشعة لم يكن متصلاً . كما بالشكل التالي :



الطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين وهو غير متصل وهذا غير ما توقعته النظرية الكلاسيكية

**الطاقة الإشعاعية** لا تنبعث ولا تمتص بشكل سيل مستمر ومتصل ، إنما على صورة وحدات أو نبضات متتابعة ومنفصلة عن بعضها تسمى كل منها كمه أو فوتون .

### فرضيات بلانك

طاقة فوتون هي أصغر مقدار يمكن أن يوجد مستقلاً.

الطاقة التي تحملها الموجات الكهرومغناطيسية مثل موجات الضوء، الحرارة اللاسلكي، الأشعة السينية، وأشعة جاما

### الطاقة الإشعاعية

طاقة الفوتون تتناسب طرديا مع تردده فإذا كانت  $E$  ترمز لطاقة الفوتون فإن:

حيث أن  $h$  مقدار ثابت يساوي  $J \cdot s$  (  $6.626 \times 10^{-34}$  ) ويسمي ثابت بلانك. **ثابت بلانك** هو النسبة بين طاقة الفوتون وتردده.

كمات الضوء ( طاقة الفوتون )

كلمة الضوء

أصغر كمية طاقة يمكن أن يحملها ضوء له تردد معين.

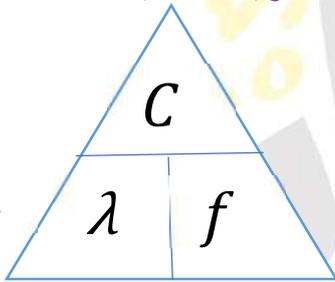
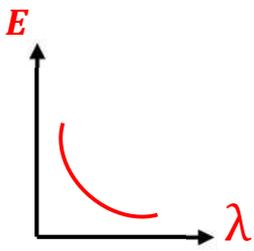
اعتمد أينشتاين على فكرة بلانك الذي اقترح ان الذرة

تبعث الطاقة وتمتصها على شكل كمات ليقتراح ان:

- الضوء نفسه يتكون من كمات ، وأن كمات الضوء أو الإشعاع الكهرومغناطيسي تسمى فوتونات.

-تتحرك الفوتونات بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء التي تساوي  $c = (3 \times 10^8) \text{ m/s}$

وهي أكبر سرعة ممكن أن يتحرك بها أي شيء بحسب النظرية النسبية.

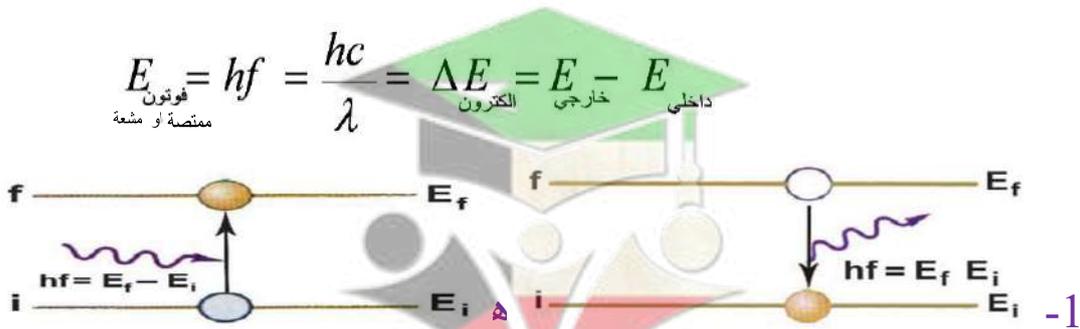


$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

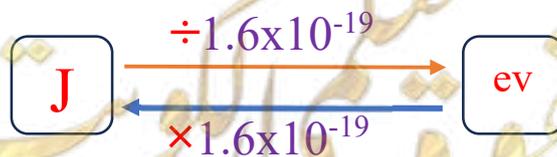
1-الضوء لا ينبعث بشكل مستمر ولكن علي شكل حزم من الفوتونات.

2-فسر أينشتاين انبعاث الطيف غير المتصل من الغازات عند انتقال الإلكترون من مستوي طاقة أعلي إلي مستوي طاقة أقل

3-الفرق بين طاقة المستويين  $\Delta E$  يبعث بصورة ضوء فوتون له تردد محدد يعطي بالعلاقة:



هي الإلكترون فولت (eV) حيث إن:  $1 \text{ e.v} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$



الشغل المبذول لنقل إلكترون بين نقطتين فرق الجهد بينهما  $V$  (1)

الإلكترون فولت

انبعاث الإلكترونات من فلزات معينة نتيجة سقوط ضوء له تردد مناسب.

التأثير الكهروضوئي

الإلكترونات الضوئية

مناسب

1- اكتشف الباحثون وأولهم العالم لينارد ان سقوط ضوء فوق بنفسجي

على لوح معدني حساس للضوء يسمى الباعث يؤدي الي انبعاث  
الإلكترونات من السطح المعدني نحو سطح آخر مقابل له يسمى المجمع.

2- في هذه الحالة يكون الضوء قد أعطي الإلكترونات كمية كافية من  
الطاقة سمحت لها بالتححرر من الفلز.

3- هذا يعني أن تلك الطاقة قد تحولت إلي طاقة حركية للإلكترون

فيتولد تيار كهربائي يمكن قياسه بواسطة ميكروأميتر متصل علي التوالي مع مصدر جهد  
متصل قطبه السالب بالباعث وقطبه الموجب بالمجمع. كما بالشكل المقابل.

الباعث لوح معدني حساس للضوء تتبعث منه الإلكترونات عند سقوط ضوء له تردد مناسب

الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة لا تتأثر بشدة الضوء .

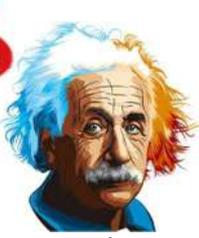
اذ يمكن على سبيل المثال أن تبعث طاقة ضوء أزرق خافت ( شدته صغيرة )  
أو بنفسجي إلكترونات من سطوح معدنية معينة في حين لا يستطيع ضوء أحمر  
ساطع جدا ( شدته كبيرة ) أن يفعل ذلك .



علل : مستخدما تفسير اينشتاين لماذا يستطيع الضوء الأزرق الخافت انبعاث الكترونات من  
سطح حساس للضوء بينما لا يستطيع ضوء احمر ساطع فعل ذلك.

لأن كل فوتون يمكن أن يحرر إلكترون واحد إذا كانت طاقته تساوي دالة الشغل أو تفوقه .  
فالضوء الأزرق الخافت يحمل عدد فوتونات اقل من الضوء الأحمر الساطع . لكن طاقة  
الفوتون للضوء الأزرق أكبر من طاقة الفوتون للضوء الأحمر . فالذي يحرر الإلكترون هو  
طاقة الفوتون لا عدد الفوتونات.





## تفسير اينشتاين للتأثير الكهروضوئي

1- فسر اينشتاين التأثير الكهروضوئي باعتبار أن الضوء فوتونات وأن امتصاص فوتون بواسطة الذرة هو المهم في هذه العملية بحيث يعطي الفوتون الواحد عند سقوطه على سطح الفلز طاقته الكاملة التي تتناسب مع تردده إلى إلكترون واحد ليخرج من الفلز.

2- هذا يفسر ان عدد الفوتونات التي تصطدم بالفلز ليس له علاقة بإمكانية انبعاث الالكترونات

3) العامل الاساسي والمهم في تحرير الالكترون من الفلز هو تردد الضوء .أي طاقة الفوتون وليس سطوع الضوء وشدته ( عدد الفوتونات. )

4) ارتباط الإلكترون بالذرة يحدد كمية الطاقة التي يجب تزويده بها ليتحرر . فالإلكترونات شديدة الارتباط بالذرة تحتاج إلى امتصاص كمية أكبر من الطاقة مقارنة بالإلكترونات قليلة الارتباط .

**دالة الشغل** أقل مقدرا للطاقة اللازمة لتحرير الالكترون من سطح الفلز .

$$\phi = hf_0$$

من العوامل التي يتوقف عليها دالة الشغل ( تردد العتبة ) : نوع مادة الفلز .



1- زيادة شدة الضوء أو طاقته لا يغير من مقدار دالة الشغل .

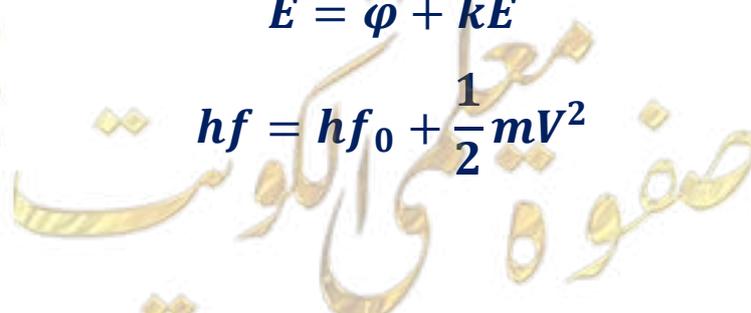


$E < \phi$ $f < f_0$	$E = \phi$ $f = f_0$	$E > \phi$ $f > f_0$
لا يتحرر الالكترون	يتحرر الالكترون فقط	يتحرر الالكترون + طاقة حركية

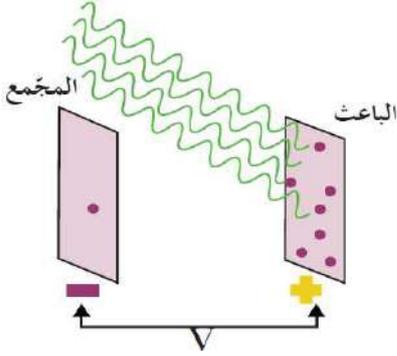
ويمكن التعبير عن ذلك رياضيا باستخدام العلاقة :

$$E = \phi + kE$$

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2}mv^2$$



عكس أقطاب البطارية على السطح الباعث والمجمع كما بالشكل المقابل يؤدي إلى نشوء مجال كهربائي يعاكس حركة الإلكترون بين السطحين ويبطئ سرعتها وتوقف سريان الإلكترونات



**جهد القطع** أكبر فرق جهد يؤدي إلى إيقاف الإلكترونات.

وهو مقياس للطاقة الحركية لأسرع الإلكترونات الضوئية لحظة انبعاثها من سطح الفلز.

**العوامل التي يتوقف عليها** طاقة ( تردد ) الضوء الساقط

$$E = \phi + kE$$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$h \frac{c}{\lambda} = h \cdot f_0 + e \cdot V_{cut}$$

**تذكر**

- (1) بزيادة تردد الضوء الساقط  $\leftarrow$  يقل الطول الموجي  $\leftarrow$  وتزداد طاقة الفوتون وتزداد طاقة حركة الإلكترونات الضوئية  $\leftarrow$  وتزداد سرعتها ويزداد جهد القطع .
- (2) تغيير شدة اشعاع الضوئي الساقط لا يغير من طاقة الضوء وبالتالي لا يؤثر في تردد الضوء ولا طوله الموجي ولا طاقة حركة الإلكترونات الضوئية ولا جهد القطع.
- (3) دالة الشغل ( تردد العتبة ) لا تتأثر بطاقة الضوء الساقط ولا بتردده ولا طوله الموجي، بل تتوقف فقط على نوع مادة الفلز.
- (4) عند تثبيت شدة الضوء الساقط على سطح بعث، فإن تغيير جهد الأنود يؤدي إلى تغيير شدة التيار الكهروضوئي وهذا يدل على أن الإلكترونات المنبعثة تختلف فيما بينها في مقدار ما تمتلكه من طاقة حركية



$E = h \cdot f$ $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ $E = KE + \phi$	$\phi = h \cdot f_0$ $\phi = \frac{h \cdot c}{\lambda_0}$ $\phi = E - KE$	$KE = E - \phi$ $KE = e \cdot V_{cut}$ $KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ $KE = h(f - f_0)$ $KE = \frac{h c}{\lambda - \lambda_0}$
---	---	--

مثال: سقط ضوء تردده  $10^{15}$  HZ على سطح الومنيوم تردد العتبة له  $9.87 \times 10^{14}$  HZ علما أن ثابت بلانك يساوي  $h = (6.6 \times 10^{-34})$  J.s  
أ- احسب طاقة الفوتون الساقط على سطح الألومنيوم؟

ب - احسب دالة الشغل  $\phi$ ؟

ج- هل الفوتون قادر على انتزاع الإلكترون؟

د- أحسب الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث؟

مثال: احسب بوحدة eV طاقة فوتون له تردد  $(2.6 \times 10^{15})$  HZ علما أن ثابت بلانك يساوي  $(6.6 \times 10^{-34})$  J.s

مثال: انبعث فوتون نتيجة انتقال الإلكترون من مستوى طاقة  $E_1 = (-3.4) e.V$  إلى مستوى طاقة  $E_2 = (-13.6) e.V$ . احسب : أ- طاقة الفوتون المنبعث ؟

ب - تردد الفوتون المنبعث ؟

مثال : سقط ضوء تردده  $f = (1.5 \times 10^{15})$  HZ على سطح ألومنيوم تردد العتبة له  $f_0 = (9.2 \times 10^{14})$  علما أن ثابت بلانك  $h = (6.6 \times 10^{-34})$  J.s وأن كتلة الإلكترون تساوي  $m = (9.1 \times 10^{-31})$  kg .  
أ- احسب طاقة الفوتون الساقط على سطح الألومنيوم ؟

ب - احسب دالة الشغل  $\phi$  ؟

ج- استنتج ان كان الفوتون قادرا على انتزاع الإلكترون ؟

د- أحسب الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث ؟

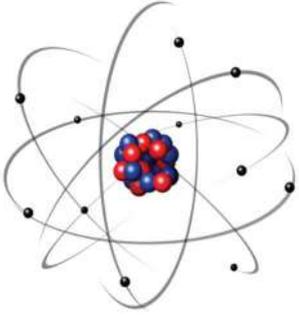
هـ- احسب سرعة الإلكترون لحظة تركه سطح الألومنيوم ؟

و- احسب مقدار فرق جهد القطع بين سطح المجمع والباعث والذي يمنع الإلكترونات من الانتقال بينهما ؟

## نواة الذرة والنشاط الإشعاعي

مصدر الطاقة النووية هو نواة الذرة أي ذلك الجزء الصغير جداً داخل الذرة .

أهمية الطاقة النووية في حياتنا :



- (1) الطب النووي
- (2) إنتاج الطاقة الكهربائية التي نحتاجها لتشغيل المصانع وتحلية مياه البحر.
- (3) تحديد عمر الموجودات الأثرية في علم الآثار .
- (4) في مجال الأبحاث العلمية.

### نواة الذرة

- ❖ أكد رذرفورد في نموذج الذي تناولناه سابقاً أن للذرة نواة صغيرة موجبة الشحنة تحوي بروتونات وتدور حولها الإلكترونات السالبة الشحنة.
  - ❖ اكتشف جيمس شادويك من خلال تجربة قذف صفيحة من البريليوم بجسيمات ألفا ( نواة ذرة الهيليوم ) انبعاث جسيم متعادل كهربائياً أطلق عليه اسم نيوترون.
- مكونات النواة :

- (1) البروتونات : وهي جسيمات دقيقة موجبة الشحنة توجد داخل النواة.
- (2) النيوترونات: وهي جسيمات دقيقة عديمة الشحنة توجد داخل النواة.

#### ملاحظة

معظم كتلة الذرة تتركز في النواة لأن كتلة الإلكترون صغيرة جداً إذا ما قورنت بكتلة كل من البروتون والنيوترون.

### 1) الذرة في الظروف المعتادة متعادلة كهربائياً ؟

لأن عدد البروتونات الموجبة الشحنة في نواة الذرة مساو لعدد الإلكترونات السالبة الشحنة خارجها.

2) يؤثر العدد الذري في تحديد الخواص الكيميائية للذرة ؟ لأنه يحدد التركيب المحتمل لمدارات الإلكترون نتيجة لقوي التجاذب الكهربائية بين النواة والإلكترونات.

3) لا يوجد أي تأثير مباشر لعدد النيوترونات في الخواص الكيميائية للذرة ؟ لأنه لا شحنة كهربائية للنيوترونات وبالتالي ليس لها تأثير مباشر في التركيب الإلكتروني .



لا تقل أبداً سوف أفشل  
فإن عقلك الباطن لا يأخذ الأمر بشكل هزلي  
بل إنه يشرع فوراً بتحقيقه



لفظ يطلق على كل من البروتون والنيوترون.

النيوكليون

هو عدد البروتونات في النواة .

العدد الذري Z

عدد النيوكليونات في النواة ( عدد البروتونات والنيوترونات في النواة )  
حيث أن N تساوي عدد النيوترونات في نواة الذرة  $A = N + Z$

العدد الكتلي A

مجموع كتل عدد البروتونات وعدد النيوترونات.

كتلة الذرة

أولية أو ذرات لها العدد الذري نفسه Z ( الخواص الكيميائية نفسها )  
وتختلف في العدد الكتلي A

نظائر العناصر

من أمثلة النظائر :



تختلف نسبة وجود نظائر العنصر في الطبيعة بحسب الطريقة التي أدت إلى تكونه  
( إما طبيعية أو صناعية ) وبحسب استقراره.

علل: تتشابه النظائر في الخواص الكيميائية وتختلف في الخواص الفيزيائية؟

لأنها متساوية في العدد الذري فيكون لها نفس التوزيع الإلكتروني ونفس التكافؤ لذلك  
تتشابه في الخواص الكيميائية بينما تختلف في الخواص الفيزيائية لاختلافها في العدد  
الكتلي.



### طاقة السكون

هي طاقة الجسيم المكافئة لكتلته

يعبر عن كتلة النواة في كثير من الأحوال بطاقة السكون .

### مصطفى مشرفة (اينشتاين العرب )



درس مشرفة معادلات ماكسويل والنسبية الخاصة، وكان له مراسلات مع ألبرت أينشتاين.  
نشر مشرفة 25 ورقة علمية أصلية في مجلات علمية مرموقة، وكانت موضوعات تلك الأوراق  
تدور حول نظرية النسبية والعلاقة بين الإشعاع والمادة. كما نشر مشرفة 12 كتابا علميا حول  
النسبية والرياضيات. كما ترجم مشرفة 10 كتب عن علم الفلك والرياضيات إلى اللغة العربية.  
كان مشرفة مهتما بتاريخ العلوم، وخاصة دراسة مساهمات علماء العرب في القرون الوسطى.  
ومع تلميذه محمد مرسي أحمد نشر كتاب الخوارزمي " كتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة".

## القوى النووية

هي قوى التجاذب بين نيوكليونات النواة.

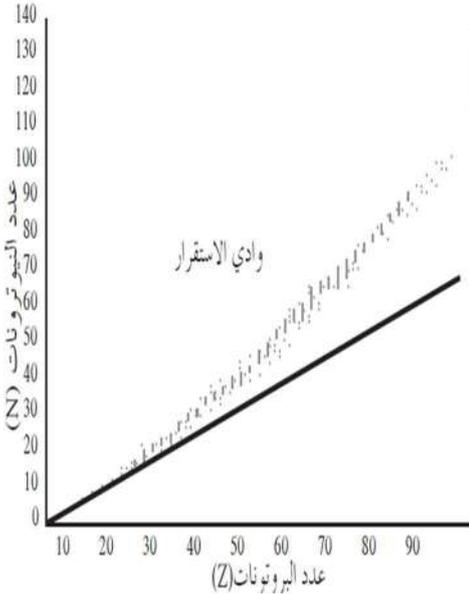
### خصائص القوى النووية

- (1) القوى النووية لا تعتمد على الشحنة الكهربائية: حيث إنها لا تميز بين البروتون والنيوترون فقد وجد أن القوي النووية بين بروتونين لا تختلف عن القوي النووية بين نيوترونين أو القوة بين بروتون ونيوترون.
- (2) القوى النووية قصيرة المدى تنشأ بين النيوكليونات المتجاورة. أما مقدارها فيكفي لمنع زوج من البروتونات من التنافر الكهربائي والبقاء داخل النواة.
- (3) تؤدي القوى النووية دورا مهما في استقرار النواة.

يزيد وجود النيوترونات في النواة قوي التجاذب النووية على حساب قوي التنافر بين البروتونات وتحفظها من الابتعاد عن النواة.

ملاحظة

### منحنى الاستقرار



الشكل المقابل يبين عدد البروتونات بالنسبة لعدد النيوترونات في الأنوية المستقرة ومن خلاله يتبين الآتي :

1	عدد النيوترونات مساو تقريبا لعدد البروتونات في أنوية العناصر الخفيفة.
2	أما في الأنوية الأثقل حيث تزداد قوة التنافر بزيادة عدد البروتونات فتحتاج الأنوية لعدد من النيوترونات أكبر من عدد البروتونات لتحافظ على استقرارها. وهذا ما يفسر انحراف النوى عن الخط $N = Z$
3	أما في الأنوية ذات العدد الذري الأكبر من 82 ( $Z < 82$ ) فإن قوة التنافر بين بروتوناتها تصبح كبيرة جدا ولا تستطيع زيادة النيوترونات تعويض زيادة القوة الكهربائية وتسمى تلك الأنوية أنوية غير مستقرة.

علل: الأنوية ذات العدد الذري الأكبر من 82 هي أنوية غير مستقرة ؟  
لأن قوة التنافر بين بروتوناتها تصبح كبيرة جدا ولا تستطيع زيادة النيوترونات تعويض زيادة القوة الكهربائية .

صفوة معلمى الكويت



## طاقة الربط النووية

الطاقة الكلية اللازمة لكسر النواة وفصل نيوكلوناتها فصلاً تاماً. وهي تساوي مقدار الطاقة المحررة من تجمع نيوكلونات غير مترابطة مع بعضها البعض لتكوين نواة.

- ❖ إن القوة النووية التي تربط النيوكلونات في النواة هي قوة كبيرة جداً أي أن عملية فصلها تحتاج إلى تعريض النواة لطاقة خارجية هائلة تساوي طاقة الربط النووية .
- ❖ إن مصدر طاقة الربط هو تحول جزء من كتلة النيوكلونات إلى طاقة حيث أن كتلة نواة الذرة أقل من مجموع كتل النيوكلونات المكونة لها وهي منفردة.
- ❖ يسمى هذا النقص في الكتلة بفرق الكتلة ويرمز له بالرمز  $\Delta m$  ويساوي :



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

حساب طاقة الربط النووية :

$$E_b = \Delta mc^2 = [(Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_x] \cdot C^2 \times 931.5 \text{ MeV}/c^2$$

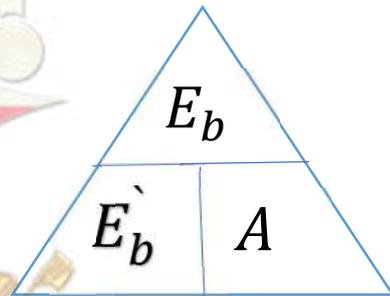
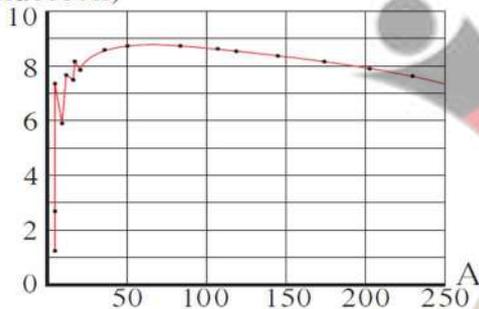
لحساب طاقة الربط النووية بوحدة ( MeV ) :

$$E_b = [(Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_x] 931.5$$

- (1) يعتمد استقرار النواة على طاقة الربط النووية لكل نيوكلون . حيث إن الأنوية التي لها طاقة ربط نووية لكل نيوكلون أكبر تكون أكثر استقراراً.
- (2) أكثر الأنوية استقراراً هي نواة النيكل حيث تساوي طاقة الربط لكل نيوكلون تقريباً (8.8) MeV .

## حساب طاقة الربط النووية لكل نيوكلون

$\frac{E_b}{A}$  (MeV/nucleon)



## الأنوية تبعاً للعدد الكتلي

### أنوية ثقيلة

عدد كتلي أكبر من 120  
غير مستقرة بسبب نشاطها  
الإشعاعي وسعيها وراء  
الاستقرار تميل إلى  
تفاعلات الانشطار النووي.  
إلى أنوية أكثر  
استقراراً. فترات زمنية

### أنوية متوسطة

عدد كتلي 40-120  
الأكثر استقراراً  
ويحتاج فصل مكوناتها إلى  
طاقة كبيرة . لأن لها أكبر  
طاقة ربط لكل نيوكليون.

### أنوية خفيفة

عدد كتلي أقل من 40  
غير مستقرة  
وتميل إلى الاندماج النووي  
سعيها وراء الاستقرار مع  
أنوية أخرى إذا ما توفرت  
ظروف مناسبة لذلك.

### 1- تميل أنوية العناصر الخفيفة غير المستقرة إلى التفاعلات الاندماجية ؟

لكي تعمل على زيادة أعدادها الكتلية فتزداد قيمة متوسط طاقة الربط النووية فتصبح أكثر استقراراً.

2- تميل أنوية العناصر الثقيلة غير المستقرة إلى التفاعلات الانشطارية ؟ لكي تعمل على إنقاص أعدادها الكتلية فتزداد قيمة متوسط طاقة الربط النووية فتصبح أكثر استقراراً.

### 3- كتلة مكونات النواة أكبر من كتلة النواة ؟

لأن كتلة مكونات النواة أكبر من كتلة النواة مجتمعة والفارق بين الكتلتين تحول إلى طاقة ربط نووية تتغلب على قوي التنافر.

### 4- تكون بعض نظائر أنوية ذرات العناصر الكيميائية أكثر وفرة في الطبيعة ؟

وذلك لاختلاف الطريقة التي أدت إلى تكوينه ( طبيعية أو صناعية ) وبحسب طريقة استقراره

### 5- الأنوية ذات عدد كتلي متوسط تكون أكثر استقراراً ؟

لأنها تحتاج لطاقة كبيرة لفصل مكوناتها حيث أن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها تكون كبيرة.

### 6- تؤدي القوة النووية دوراً مهماً في استقرار النواة ؟

لأنه بزيادة عدد النيوترونات في النواة تزداد قوة التجاذب النووي على حساب قوة التنافر بين البروتونات وتحفظها من الابتعاد عن النواة .

### 7- متوسط طاقة الربط أكثر حكماً على استقرار النواة من طاقة الربط النووية نفسها ؟

لأن متوسط طاقة الربط هي مقدار الطاقة اللازمة لفصل النيوكليون الواحد عن بقية المكونات وكلما زادت زاد ارتباط النيوكليون بالنواة .

مثال : احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة ذرة الحديد  ${}_{26}^{56}Fe$  علما أن كتلة نواة الحديد تساوي  $55.9206$  a.m.u وكتلة البروتون تساوي  $1.00727$  a.m.u وكتلة النيوترون تساوي  $1.00866$  a.m.u

مثال : احسب طاقة الربط النووية لنواة ذرة اليورانيوم  ${}_{92}^{235}U$  علما أن كتلة نواة اليورانيوم تساوي  $234.9934$  a.m.u وكتلة البروتون تساوي  $1.00727$  a.m.u وكتلة النيوترون تساوي  $1.00866$  a.m.u

استنتج طاقة الربط النووية لكل نيوكليون ؟

مثال : إن طاقة الربط النووية لنواة ذرة الكالسيوم  ${}_{20}^{40}Ca$  لكل نيوكليون تساوي  $8.552$  MeV / nucleon احسب بدقة كتلة نواة النواة علما بان كتلة البروتون تساوي  $1.00727$  a.m.u وكتلة النيوترون تساوي  $1.00866$  a.m.u

الف مبروك الي التخرج

**أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً علمياً :**

- 1- الطاقة الإشعاعية لا تمتص ولا تنبعث بشكل سيل مستمر ومتصل، إنما على صورة وحدات متتابعة ومنفصلة عن بعضها تسمى كل منها .....
- 2- إذا كان تردد العتبة للألمونيوم  $(9.846 \times 10^{14}) \text{Hz}$  فتكون أقل مقدار للطاقة تلزم لتحرير إلكترون من سطحه دون إكسابه طاقة حركية مساوية بوحدة ( J ) .....
- 3- مقدار ثابت بلانك يساوي النسبة بين طاقة الفوتون و .....
- 4- نتيجة انتقال الإلكترون من مستوى طاقة  $(-3.4) \text{eV}$  إلى مستوى طاقة  $(-13.6) \text{eV}$  ينبعث فوتون طاقته بوحدة (eV) تساوي .....
- 5- سقط ضوء طاقة فوتوناته  $(10) \text{eV}$  على سطح فلز دالة الشغل له  $(3) \text{eV}$  فإن الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث بوحدة (eV) تساوي .....
- 6- نواة ذرة الكربون ( $^{13}_6\text{C}$ ) تحتوي على عدد من النيوترونات يساوي .....
- 7- عدد البروتونات في نواة ذرة الكربون ( $^{13}_6\text{C}$ ) يساوي .....
- 8- تتساوى أنوية النظائر العنصر الواحد في .....
- 9- طاقة الفوتون تتناسب طردياً مع .....
- 10- طاقة الفوتون تتناسب عكسياً مع .....
- 11- نظائر العنصر الواحد تختلف في .....
- 12- يعتمد مدى استقرار النواة على طاقة الربط النووية لكل نيوكليون ومن أكثر الأنوية استقراراً هي نواة عنصر .....
- 13- كلما زادت طاقة الربط النووية للنيوكليون الواحد في نواة ذرة العنصر كانت النواة .....

**\* قارن بين كل مما يلي :**

وجه المقارنة	أقل من تردد العتبة للفلز	أكبر من تردد العتبة للفلز
تحرير الإلكترونات من سطح معدني إذا كان تردد الضوء الساقط		
وجه المقارنة	النظرية الكلاسيكية	فرضية بلانك
طبيعة الطاقة الإشعاعية		
وجه المقارنة	الأنوية ذات العدد الكتلي المتوسط	الأنوية ذات العدد الكتلي الكبير
استقرار النواة		

**ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي :-**

- 1- ( ) تبعًا لفرضيات بلانك فإن الطاقة الإشعاعية ( الطاقة التي تحملها الموجات الكهرومغناطيسية ) تتبع وتمتص بشكل سيل مستمر ومتصل .
- 2- ( ) طاقة الفوتون تتناسب طرديًا مع طوله الموجي .
- 3- ( ) العامل الأساسي والمهم في تحرير الإلكترون من الفلز هو تردد الضوء .
- 4- ( ) لا يستطيع أن يتحرر الإلكترون من سطح الفلز إذا كان تردد الضوء الساقط على سطح الفلز أقل من تردد العتبة .
- 5- ( ) الضوء الساقط على لوح معدني حساس للضوء لا يمكنه تحرير إلكترونات مهما كانت شدته إذا كان تردده أكبر من تردد العتبة لذلك المعدن .
- 6- ( ) يمكن لضوء بنفسجي خافت (شدته صغيرة) أن يبعث إلكترونات من سطوح معدنية معينة لا يستطيع الضوء الأحمر الساطع جدًا (شدته كبيرة) أن يبعثها .
- 7- ( ) تميل الأنوية الخفيفة إلى الاندماج النووي مع أنوية أخرى للوصول لحالة الاستقرار .
- 8- ( ) يعتمد استقرار النواة على مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون .
- 9- ( ) إذا كانت طاقة الربط النووية لنواة  ${}_{92}^{235}u$  تساوي  $(1782)\text{Mev}$  وطاقة الربط النووية لنواة  ${}_{26}^{56}F$  تساوي  $(492)\text{Mev}$  فإن النواة الأكثر استقرارًا هي نواة  ${}_{92}^{235}u$  .
- 10- ( ) يعتبر العنصر  $({}_{6}^{14}X)$  نظيرًا للعنصر  $({}_{6}^{12}X)$  .
- 11- ( ) عدد نيوكليونات نواة اليورانيوم  ${}_{92}^{238}u$  يساوي (238) نيوكليون .
- 12- ( ) عدد النيوترونات في نواة  $({}_{26}^{56}Fe)$  يساوي (30) نيوترون .
- 13- ( ) وجود النيوترونات في النواة يزيد من قوى التجاذب النووية على حساب قوى التنافر بين البروتونات وتحفظها من الابتعاد عن النواة .
- 14- ( ) تعتبر القوة النووية بين النيوكليونات داخل النواة قوة بعيدة المدى .

**ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :**

- 1- عند زيادة تردد الضوء الساقط على لوح معدني حساس للضوء إلى مثلي قيمته فإن تردد العتبة لهذا اللوح المعدني :

لا يتغير

يزداد إلى مثلي قيمته

يزداد إلى أربعة أمثال قيمته

يقل إلى نصف قيمته

2- تزداد سرعة الإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح فلزمعين:

بإنقاص شدة الضوء الساقط

بزيادة شدة الضوء الساقط

بإنقاص طول موجة الضوء الساقط

بزيادة طول موجة الضوء الساقط

3- إذا زاد تردد الفوتونات الساقطة على سطح فلز ما ، فإن المقدار الذي لا يتغير من المقادير التالية هو :

سرعة الإلكترون المنبعثة

طاقة الفوتونات الساقطة

سرعة الفوتون الساقط

طاقة الإلكترونات المنبعثة

4- انبعث فوتون نتيجة انتقال الإلكترون من مستوى طاقة  $E_1 = (-1.51)\text{e.V}$  إلى مستوى طاقة  $E_2 = (-3.4)\text{e.V}$  فإن تردد الفوتون المنبعث بوحدة الهرتز تساوي :

$1.244 \times 10^{15}$

$1.119 \times 10^{15}$

$4.58 \times 10^{14}$

$2.29 \times 10^{14}$

5- عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى طاقته  $V (-3.4)e$  إلى مستوى طاقته  $V (-13.6)e$  ينبعث فوتون طاقته بوحدة  $(e V)$  تساوي :

- $1.632 \times 10^{-18}$       $-17$       $-10.2$       $10.2$

6- انتقل إلكترون داخل ذرة مادة الهيدروجين من مستوى طاقته  $E_1 = (-1.51)e V$  إلى مستوى طاقته  $E_2 = (-3.4)e V$  ، فإن طول موجة الفوتون المنبعث بوحدة  $(m)$  تساوي :

- $6547 \times 10^{-10}$       $2525 \times 10^{-10}$       $3639 \times 10^{-10}$       $8250 \times 10^{-10}$

7 - سقط فوتون طاقته  $(5)e.v$  على سطح فلز دالة الشغل له  $(3)e.v$  فإن الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية المنبعثة من السطح بوحدة  $(e.v)$  تساوي :

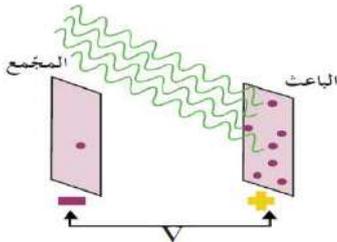
- $0.6$       $2$       $8$       $15$

8- إذا قفز إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الذي طاقته تساوي  $V (-0.554)e$  إلى مستوى طاقته تساوي  $V (-3.4)e$  فإن تردد الفوتون المنبعث بوحدة  $(Hz)$  يساوي :

- $1.32 \times 10^{14}$       $6.92 \times 10^{14}$       $7.32 \times 10^{14}$       $82 \times 10^{14}$

9- إذا قلت شدة الضوء الساقط على سطح فلز باعث للإلكترونات دالة شغله صغيرة إلى الربع فإن الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز :

- تقل للنصف     تزداد أربع أضعاف     تقل للربع     لا تتأثر



10- إذا علمت أن أكبر فرق جهد يمنع انتقال الإلكترونات من السطح الباعث للإلكترونات إلى المجمع يساوي  $v (5)$  فإن الطاقة الحركية

للإلكترونات المنبعثة بوحدة  $(e v)$  تساوي :

- $1.6 \times 10^{-19}$       $8 \times 10^{-19}$       $5$       $32 \times 10^{-19}$

11- طاقة الفوتون تتناسب عكسياً مع :

- تردده     طول الموجة     سرعة الضوء     دالة الشغل

12- زيادة تردد الضوء الساقط على سطح لوح معدني حساس للضوء (الباعث) عن تردد العتبة يؤدي إلى:

- زيادة معدل امتصاص الإلكترونات للطاقة .     نقص معدل امتصاص الإلكترونات للطاقة .  
 نقص الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة .     زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة .

13- دالة الشغل للفلز عند درجة حرارة ما تعتمد على :

- تردد الأشعة الساقطة .     الطول الموجي للأشعة الساقطة .  
 طاقة الأشعة الساقطة .     نوع مادة الفلز .

14- عدد النيوترونات في نواة ذرة اليورانيوم  $^{238}_{92}U$  يساوي :

- $92$       $146$       $238$       $330$

15- إذا كانت كتلة نواة ذرة الحديد ( $^{56}_{26}Fe$ ) تساوي  $(m_{Fe}=55.9206)a.m.u$  ومجموع كتل النيوكليونات المكونة لها  $(56.44882)a.m.u$  فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة  $(M.e.v)$  تساوي :

- $0.5282$       $6.0404$       $8.786$       $13.733$

16- إذا كانت كتلة نواة الكالسيوم ( $^{40}_{20}Ca$ ) أقل بمقدار  $(0.365) a.m.u$  من مجموع كتل النيوكليونات المكونة لها فتكون طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة  $(Mev)$  تساوي :

- $9.1 \times 10^{-3}$       $8.5$       $17$       $331.4$

17- نظائر العنصر الواحد تختلف في :

العدد الذري  الخواص الكيميائية  العدد الكتلي  عدد الإلكترونات

18- النواة الأكثر استقراراً هي التي يكون لها :

أصغر طاقة ربط لكل نيوكليون .  أكبر طاقة ربط لكل نيوكليون.

أصغر طاقة ربط نووية.  أكبر طاقة ربط نووية.

19- إذا كانت طاقة الربط النووية للأنوية التالية مقدره بوحدة (MeV) هي كما يلي فإن أقل هذه الأنوية استقراراً هي:

النواة	${}^2_1H$	${}^4_2He$	${}^7_3Li$	${}^9_4Be$
طاقة الربط النووية	2.2	2.8	35	54
الأقل استقراراً	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20- إذا كانت طاقة الربط النووية للنواة ( ${}^{10}_5X$ ) هي (20)MeV ، فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون للنواة مقدره بوحدة (MeV) تساوي :

0.5  2  4  15

21- طاقة الربط النووية هي الطاقة التي:

تحفظ الإلكترونات حول النواة .  تنطلق من النواة حين تنشطر .

تلزم لفصل الإلكترونات فصلاً تاماً .  تلزم لفصل مكونات النواة .

22- الذرتان  ${}^{21}_7Y$  و  ${}^{22}_8X$  متساويتان في :

العدد الذري  العدد الكتلي  عدد الإلكترونات  عدد النيوترونات

23- إذا كانت كتلة نواة الكالسيوم ( ${}^{40}_{20}Ca$ ) أقل بمقدار (0.365)a.m.u من مجموع كتل النيوكليونات المكونة لها فتكون طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة (MeV) تساوي :

$9.1 \times 10^{-3}$   8.5  17  331.4

24- إذا كانت طاقة الربط النووية للنواة ( ${}^{10}_5Ca$ ) هي (20)MeV ، فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون للنواة مقدره بوحدة (MeV) تساوي :

0.5  2  4  15

\* حل المسألة التالية :

سقط ضوء تردده ( $6.6 \times 10^{14}$ )Hz على سطح لوح معدني حساس للضوء، فانبعث منه إلكترونات بطاقة حركية تساوي  $1.3 \times 10^{-19}$  J ، فإذا علمت أن ثابت بلانك ( $h=6.6 \times 10^{-34}$  J.S) وشحنه الإلكترون  $e=(1.6 \times 10^{-19})C$  احسب :

1- طاقة الفوتون .

2- تردد العتبة .

3- سرعة الإلكترون لحظة ترك سطح الفلز.

- سقط ضوء أحادي اللون تردده  $10^{15}$  Hz على سطح فلز دالة الشغل له  $J(6.5 \times 10^{-19})$  اذا علمت ان ثابت بلانك  $(h=6.6 \times 10^{-34} \text{ J.S})$  احسب  
1- طاقة الفوتون الساقط على سطح الفلز .

2- الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث .

سقط فوتون طاقته  $J(6.6 \times 10^{-19})$  على سطح فلز تردد العتبة له  $\text{Hz}(9 \times 10^{14})$  ، فإذا علمت أن ثابت بلانك  $(h=6.6 \times 10^{-34} \text{ J.S})$  وشحنه الإلكترون  $C(1.6 \times 10^{-19})$  . احسب :  
1- الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث .

2- مقدار جهد القطع .

سقط شعاع ضوئي أحادي اللون طوله الموجي  $m(2 \times 10^{-7})$  على سطح معدني حساس للضوء دالة شغلته  $e.v(4.2)$  .  
علمًا بأن  $(h=6.6 \times 10^{-34} \text{ J.S})$  ،  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  . احسب :  
1- طاقة الفوتون الساقط .

2- مقدار فرق الجهد بين سطح المجمع والباعث الذي يمنع الإلكترونات من الانتقال بينهما .

1- طاقة الربط النووية بوحدة MeV لنواة اليورانيوم ( $^{238}_{92}\text{U}$ ) والتي كتلتها تساوي  $a.m.u(238.0508)$  .  
( علمًا بأن :  $m_H = 1.0072 \text{ a.m.u}$  ،  $m_n = 1.0087 \text{ a.m.u}$  )

2- طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة اليورانيوم .

إذا علمت أن مقدار كتلة نواة الحديد ( ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ ) تساوي  $m_{\text{Fe}} = (55.9206)\text{a.m.u}$  ، علمًا بأن :  
(  $m_p = 1.0072 \text{ a.m.u}$  ،  $m_n = (1.00866)\text{a.m.u}$  ) . احسب :

1- عدد البروتونات  $Z$  وعدد النيوترونات  $N$  .

2- طاقة الربط النووية لنواة الحديد ( ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ ) .

3- طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة الحديد .

- في المعادلة التالية ( ${}^3_2\text{He}$ ) + ( ${}^1_0\text{n}$ )  
( علمًا بأن :  $m_{\text{H}} = 1.0072 \text{ amu}$  ،  $m_n = 1.0087 \text{ amu}$  )  
 $m_{\text{He}} = 3.0162 \text{ amu}$

1- طاقة الربط النووية لنواة العنصر  ${}^3_2\text{He}$

2- طاقة الربط النووية لكل نيوكليون .

انتهى اهنهج بفضل الله ... خالص الامنيات بالتوفيق في حياتكم الجامعية.

