الفيزياء

للسادس التطبيقي

2019

حيدر مجيد

07723327421

- شرح مفصل للمادة
- رسومات توضيحية
- اسئلة وزارية

S-1 الجزء الأول

فيزياء السادس العلمي

محاضرة الرياضيات

اعداد : أ.حيدر مجيد

٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١

علم الفيزياء يستند على عمودين اساسيين ، هما :

١. المفهوم (التفسير الفيزيائي) او تفسير الظاهرة .
و يفسر المفهوم بالتعريف و التعليل و علام يعتمد و ....
٢. الأثبات الرياضي (المسائل) و يعتمد حلها على
فهم المبدأ و اساس الطالب في مادة الرياضيات

هذه المحاضرة فيها تذكير لمفاهيم سابقة و استعراض لطرق جديدة (مختصرة) تساعد الطالب

لحل المسائل الرياضية بسهولة و سرعة و دقة

و الله ولي التوفيق

حيدر مجيد

أولا : التحويل بين الأعداد الصحيحة و بين الاعداد العدد 10 المرفوع لأس

- كل صفر هو أس موجب :

$1000 = 1 \times 10^3$

$450000 = 45 \times 10^4$

- كل مرتبة هي أس سالب :

$0.0001 = 1 \times 10^{-4}$

$0.064 = 64 \times 10^{-3}$

ثانيا : العدد 10 المرفوعة لأس

- عند الضرب تجمع الأسس

$10^3 \times 10^5 = 10^{3+5} = 10^8$

$6 \times 10^4 \times 8 \times 10^{-7} = 48 \times 10^{4+(-7)} = 10^{-3}$

- الأس السالب في المقام يتحول اس موجب في البسط و العكس صحيح

$\frac{1}{10^{-5}} = 10^5$

$\frac{1}{10^9} = 10^{-9}$

- عند القسمة تطرح الأسس

$$\frac{6\times10^{5}}{2\times10^{3}}=3\times10^{2}$$

$$\frac{10^{-3}}{10^{4}}=10^{-3-4}=10^{-7}$$

$$\frac{10^{-3}}{10^{-8}}=10^{-3-(-8)}=10^{5}$$

$$\frac{10^{3}}{10^{-3}}=10^{-3-(-3)}=10^{6}$$

- عند الرفع تضرب الأسس

$$(10^{4})^{2}=10^{4\times2}=10^{8}$$

$$(10^{-4})^{2}=10^{-8}$$

$$(10^{-4})^{-2}=10^{8}$$

- عند الجذر التربيعي تقسم الأسس على 2

$$\sqrt{10^{8}}=10^{\frac{8}{2}}=10^{4}$$

ثالثا : ضرب الأعداد التي تحتوي اصفار و مراتب

- عند ضرب عددين يحتويان على اصفار يزداد عدد الأصفار

$$5000\times300=150000$$

- عند ضرب عددين يحتويان على مراتب يزداد عدد المراتب

$$0.004\times2.4=0.0096$$

- عند ضرب عدد به اصفار مع عدد به مراتب نختصر الأصفار مع المراتب

$$0.004\times200=0.8$$

$$15000\times0.3=7500$$

رابعا : قسمة الأعداد التي تحتوي اصفار و مراتب

- عند قسمة عددين يحتويان على اصفار نختصر الأصفار

$$\frac{3000}{100} = 30$$

$$\frac{200}{1000} = \frac{2}{10} = 0.2$$

- عند قسمة عددين يحتويان على مراتب تختصر

$$\frac{0.004}{0.01} = 0.4$$

$$\frac{0.9}{0.003} = \frac{9}{0.03} = \frac{900}{3} = 300$$

- كل صفر في المقام يصبح مرتبة في البسط

$$\frac{6}{300} = \frac{2}{100} = 0.02$$

- كل مرتبة في المقام تصبح صفرا في البسط

$$\frac{4}{0.002} = \frac{4000}{2} = 2000$$

- عند قسمة صفر مع مرتبة

١. اذا كان البسط يحتوي على اصفار و المقام على مراتب تتحول المراتب الى اصفار

$$\frac{8000}{0.04} = \frac{800000}{4} = 200000$$

٢. اذا كان البسط يحتوي على مراتب و المقام على اصفار تتحول الاصفار الى مراتب

$$\frac{6.4}{800} = \frac{0.064}{8} = 0.008$$

- عند جمع أو طرح اعداد تحتوي على مراتب نقوم بتوحيد المراتب

$$0.003 + 0.3 = 0.003 + 0.300 = 0.303$$

الرقم 5

- كل عدد يضرب × 5 يساوي نصفه و صفر

$$22 \times 5 = 110$$

$$12.8 \times 5 = 64.0 = 64$$

- كل عدد يقسم على 5 يساوي ضعفه و مرتبة .

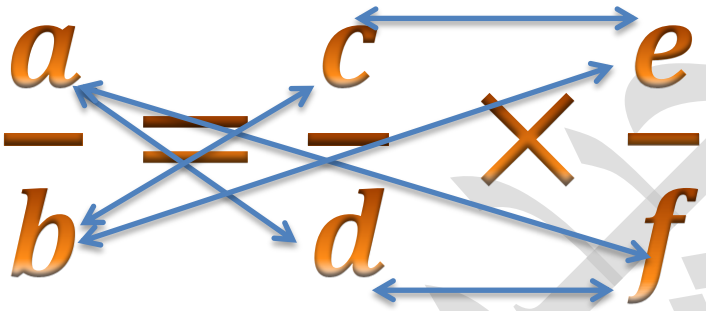
$$\frac{22}{5} = 4.4$$

$$\frac{12.8}{5} = 2.56$$

القسمة و الضرب

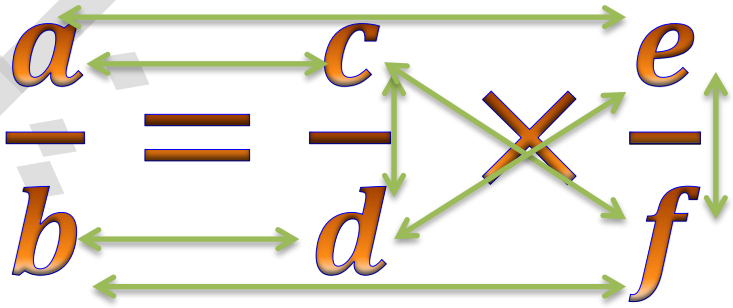
- عندما تحتوي المعادلة على كسور فإن :

١. البسط مع البسط و المقام مع المقام ضرب بشرط ان يكونوا بنفس الجهة من المعادلة .
٢. البسط مع المقام ضرب بشرط ان يكون احدهما في جهة و الأخر في الجهة الأخرى من المعادلة .



الخط الأزرق يمثل عملية الضرب

٣. البسط مع المقام قسمة بشرط ان يكونوا بنفس الجهة من المعادلة .
٤. البسط مع البسط و المقام مع المقام قسمة بشرط ان يكون احدهما في جهة و الآخر في الجهة الأخرى .



الخط الأخضر يمثل القسمة

استخراج المجهول

- اذا كان المجهول في البسط نضرب وسطين في طرفين

$$3 = \frac{X}{7} \Rightarrow X = 3 \times 7$$

- اذا كان المجهول في المقام نقوم بتبديل مواقع بين المجهول و المعلوم في الطرف الآخر

$$3 = \frac{7}{X} \Rightarrow X = \frac{7}{3}$$

- للتخلص من معامل المجهول نقسم عليه او البعيد على القريب

$$7X = 3 \Rightarrow \frac{7}{7}X = \frac{3}{7}$$

$$7X = 3 \Rightarrow X = \frac{3}{7}$$

- حسب قواعد القسمة و الضرب نستطيع استخراج المجهول
  ١. المضروب مع المجهول يصبح في المقام
  ٢. المقسوم مع المجهول يصبح في البسط

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \times \frac{e}{f}$$

$$a = \frac{c \times e \times b}{d \times f}$$

$$b = \frac{a \times d \times f}{c \times e}$$

$$d = \frac{c \times e \times b}{a \times f}$$

$$c = \frac{a \times d \times f}{e \times b}$$

ايجاد القيمة التقريبية للجذر الغير قياسي

$$\text{قيمة اي جذر} = \frac{\text{القيمة داخل الجذر} + \text{قيمة اقرب عدد له جذر}}{\text{ضعفل جذر اقرب عدد له جذر}}$$

مثلا : $\sqrt{17} = \frac{17+16}{2\times\sqrt{16}} = \frac{33}{8} = 4.125$

و للحديث بقية .....

فيزياء السادس التطبيقي

الفصل الأول المتسعات

اعداد: أحيدر مجيد

الموصل المنفرد المعزول : هو جسم من مادة موصلة مربوط لأحد أقطاب مصدر فرق جهد كهربائي

- مشكلة هذا الموصل المنفرد المعزول انه لا يستطيع خزن كميات كبيرة من الشحنة .

س/هل يمكننا الاستمرار بإضافة الشحنات الكهربائية إلى موصل منفرد معزول؟

ج كلا ،لايمكن ذلك، لان الاستمرار بإضافة الشحنات(Q) إلى الموصل المنفرد المعزول سوف يؤدي إلى زيادة جهد الموصل (V) حسب العلاقة:

وبذلك يزداد فرق الجهد بين الموصل و بين أي جسم آخر فيزداد المجال الكهربائي وقد يصل إلى الحد الذي يحصل عنده التفريغ الكهربائي خلال الهواء لذا نادرا ما يستعمل الموصل المنفرد لخزن الشحنة. $\mathbb{V} = \mathbb{k}\frac{\mathbb{Q}}{\mathbb{r}}$

س/ما لعلاقة بين جهد الموصل و مقدار شحنته معززا اجابتك بعلاقة رياضية؟

ج علاقة طردية $V = K\frac{Q}{r}$ **ثابت كولوم** $K = 9 \times 10^9 \ {}^{N.m^2}/_{c^2}$

س/علل، نادرا ما يستعمل الموصل المنفرد و المعزول لخزن الشحنة؟

س/ماذا يحصل ولماذا عند الاستمرار بإضافة الشحنة الى الموصل المنفرد المعزول؟

س/هل يمكن صنع جهاز يستعمل لخزن مقادير كبيرة من الشحنة من الشحنات الكهربائية و الطاقة الكهربائية داخله؟

ج نعم ، باستعمال نظام مكون من من موصلين معزولين عن بعضهما يفصل بينهما عازل، فيكون بمقدوره اختزان شحنات موجبه على احد القطبين و شحنات سالبة على الموصل الأخر وهذا ما يسمى المتسعة.

المتسعة:جهاز يستعمل لخزن الشحنات الكهربائية و الطاقة الكهربائية ،يتكون من زوج من (او اكثر) من الصفائح الموصلة يفصل بينها عازل.

- توجد المتسعات بأشكال مختلفة منها ذات الصفيحتين المتوازيتين وذات الاسطوانتين المتمركزتين و ذات الكرتين المتمركزتين.

س/ما الفائدة العملية من المتسعة؟

ج/لخزن الطاقة و الشحنة الكهربائية في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

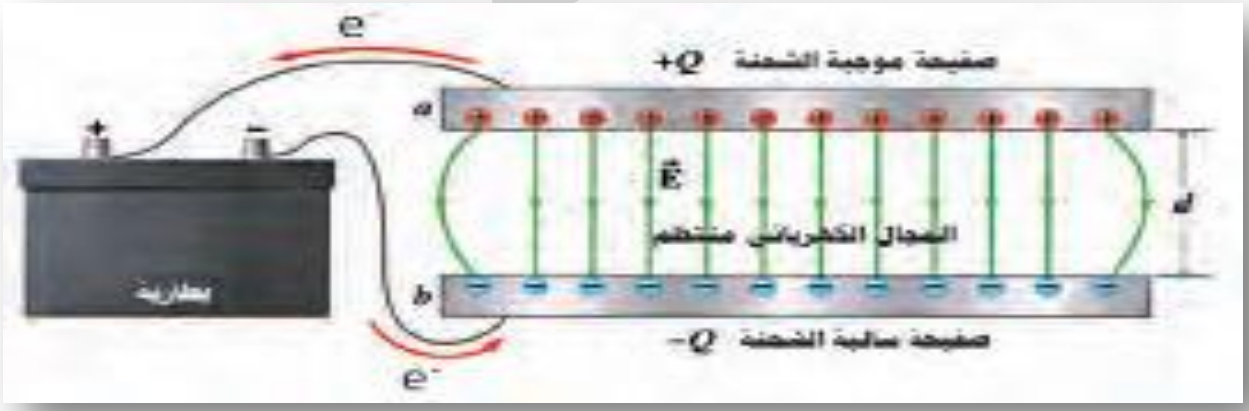
ابسط انواع المتسعة و اكثرها استعمالا : صفيحتين متوازيتين بينهما مادة عازلة كهربائيا.

- تكون الصفيحتان ابتداءا غير مشحونتين

س/كيف يتم شحن المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين؟

ج تربط أحدا الصفيحتين للقطب الموجب من مصدر فرق جهد فتظهر عليها الشحنة الموجبة(Q+) ويكون جهدها موجب (V+) .
و تربط الصفيحة الأخرى للقطب السالب فتظهر عليها الشحنة السالبة (Q-) ويكون جهدها سالب (V-) .

- تكون شحنة كل صفيحة **مساوية** للشحنة على الصفيحة الثانية بالمقدار **Q+ =Q-**
- كلا الشحنتين تقعان على السطحين المتقابلين (الداخليين) لصفائح المتسعة **علل** بسبب قوى التجاذب بين الشحنات المختلفة.
- يكون صافي الشحنة على المتسعة صفرا **لان** الشحنة الموجبة تلغي الشحنة السالبة لانهما متساويتين
- جميع نقاط الصفيحة الواحدة تكون بجهد متساوٍ **علل** لأنها مصنوعة من مادة موصلة معزولة.
- يتولد بين الصفيحة الموجبة (ذات الجهد العالي) و بين الصفيحة السالبة (ذات الجهد الواطئ) فرق جهد كهربائي (ΔV) يعتمد مقداره على الشحنة المختزنة بين أي من صفيحتي المتسعة.
- ينشا بين صفيحتي المتسعة مجال كهربائي يكون اتجاهه من الصفيحة الموجبة إلى الصفيحة السالبة
- يكون هذا المجال منتظم الا عند حافات الصفيحتين فانه يكون غير منتظم لكن المجال الغير منتظم يهمل تأثيره لصغر مقداره.



س/علل/يكون صافي الشحنة للمتسعة صفرا.

س/علل/يهمل تأثير المجال الكهربائي غير المنتظم عند حافتي الصفيحتين.

ج لان البعد بين الصفيحتين صغير جدا فيكون المجال الكهربائي غير المنتظم قليل جدا جدا مقارنة بالمجال الكهربائي المنتظم.

السعة

- **لقد وجد عمليا ان فرق الجهد الكهربائي (ΔV) يتناسب طرديا مع مقدار الشحنة (Q)على كل من صفيحتي المتسعة.**

سعة المتسعة :نسبة الشحنة (Q) المختزنة على اي من صفيحتي المتسعة الى مقدار فرق الجهد (ΔV) بين صفيحتيها .اي ان

$$Q \propto \Delta V \Rightarrow Q = constant \Delta V \Rightarrow Q = c\,\Delta V \Rightarrow c = \frac{Q}{\Delta V}$$

والثابت هو سعة المتسعة يرمز له بالرمز (C)

- **تعد سعة المتسعة مقياسا لمقدار الشحنة اللازم وضعها على اي من صفيحتي المتسعة لتوليد فرق جهد كهربائي معين بينهما و المتسعة ذلت السعة الاكبر يعني انها تستوعب شحنة بمقدار اكبر.**
- وحدة السعة هي الفاراد (F)

س/اشتق وحدة الفاراد الى وحداته الأساسية.

$c = \frac{Q}{\Delta V}$ $Q = I\,t = A\,s$

$$F = \frac{Coulomb}{Volt} = \frac{C}{\frac{J}{C}} = \frac{C^2}{J} = \frac{A^2\,s^2}{N\,m} = \frac{A^2\,s^2}{\frac{Kg\,m}{s^2}\,m} = \frac{A^2\,s^4}{Kg\,m^2}$$

$\Delta V = \frac{W}{Q} = \frac{J}{C}$ $W = F\,X = N\,m$ $N = \frac{Kg\,m}{s^2}$

- **تكون وحدة فاراد كبيرة جدا لذا نستخدم أجزاء الفاراد و هي**

$mF = 10^{-3}F$

$\mu F = 10^{-6}F$

$nF = 10^{-9}F$

$pF = 10^{-12}F$

س/مالمقصود بالفاراد؟

ج هو سعة متسعة تختزن شحنة مقدارها (1C) و بين صفيحتيها فرق جهد (1V)

س/مالمقصود بان سعة المتسعة 1μF ؟

ج يعني ذلك ان كمية الشحنة اللازمة لرفع جهد المتسعة فولط واحد تساوي 1μC .

س/علام يعتمد جهد متسعة مشحونة ثابتة السعة؟

ج/يعتمد طرديا على كمية الشحنة على اي من صفيحتي المتسعة.

س/مالمقصود بالعبارة (المتسعة ذات السعة الاكبر تستوعب كمية شحنة اكبر)؟

لان سعة المتسعة مقياس لمقدار الشحنة اللازم وضعها على اي من صفيحتي المتسعة لتوليد فرق جهد كهربائي معين بين صفيحتي التسعة.

المجال الكهربائي **E**: هو النسبة بين فرق جهد المتسعة ΔV الى البعد بين صفيحتي المتسعة **d**.

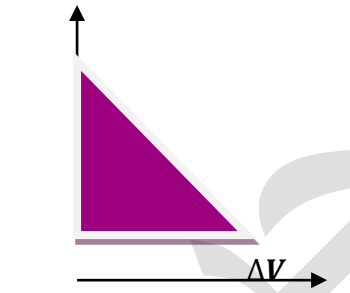
وحدة المجال الكهربائي $\frac{N}{C}$ **او** $\frac{Volt}{m}$

- من العلاقة فان $E \propto \Delta V$ $E \propto \frac{1}{d}$

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة

- عند نقل كمية من الشحنة من موقع الى اخر يتطلب انجاز شغل على تلك الشحنات.
- يختزن هذا الشغل بشكل طاقة كامنة كهربائية ($PE_{electric}$) في المجال الكهربائي بين الموقعين.
- يمكن حساب ($PE_{electric}$) و ذلك برسم مخطط بياني بين مقدار الشحنة المختزنة (Q) و فرق الجهد الكهربائي ΔV بينهما.
- تكون مساحة المثلث هي مقدار ($PE_{electric}$) .



وحدة ($PE_{electric}$) هي (J) جول

معادلات الطاقة المختزنة

$$PE = \frac{1}{2} Q \Delta V$$

$$PE = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$$

$$PE = \frac{1}{2} C \Delta V^2$$

س/اثبت رياضيا ان $PE = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$

$PE = \frac{1}{2} Q \Delta V$.....(1)

$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \Delta V = \frac{Q}{C}$.....(2)

نعوض معادلة (2) في معادلة (1) نحصل على $PE = \frac{1}{2} \times Q \times \left[\frac{Q}{C}\right] = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$

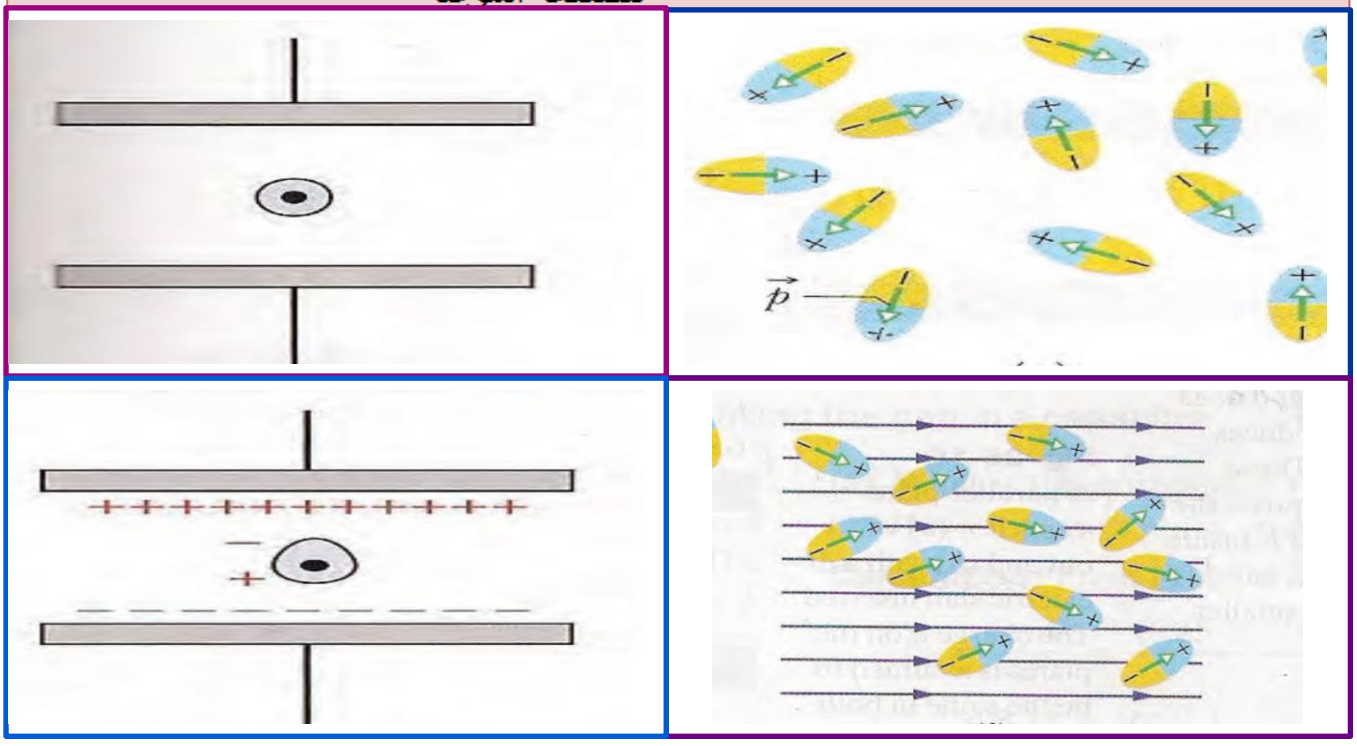
س/اثبت ان $PE = \frac{1}{2} C\ \Delta V^2$ يترك الجواب للطالب....

العازل الكهربائي

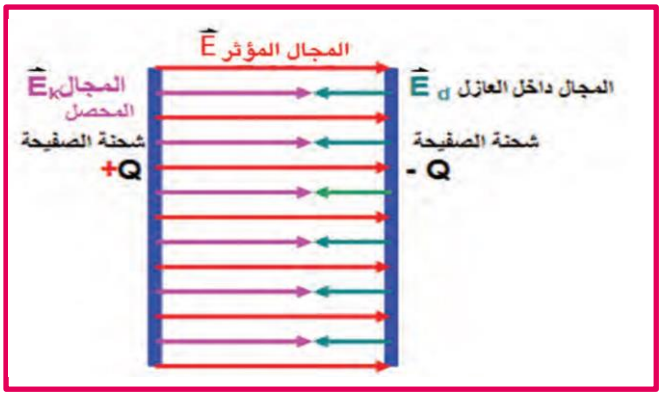
- المواد العازلة تعمل على تغيير مقدار المجال الكهربائي الموضوعة فيه لذا تسمى بالمواد العازلة.

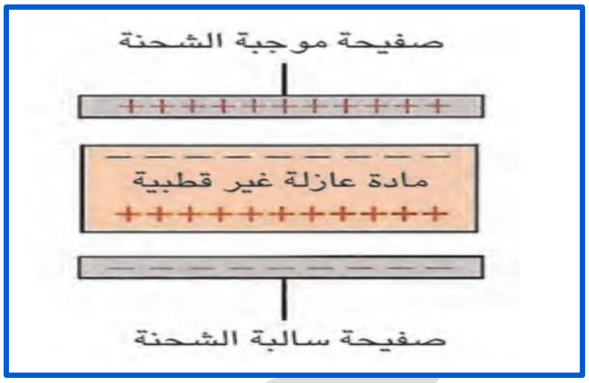
س/ما نوعا العازل الكهربائي؟ قارن بينهما .

	العوازل القطبية	العوازل غير القطبية
١	مثل الماء النقي	مثل البولي اثيلين و الزجاج
٢	تمتلك جزيئاته عزوما كهربائية ثنائية القطب دائمية فيكون التباعد بين مركزي الشحنة الموجبة و السالبة ثابتا	يكون التباعد بين مركزي شحنتيها السالبة و الموجبة غير ثابتا
٣	عند ادخال هذا النوع من العازل بين صفيحتي المتسعة فالمجال الكهربائي بين صفيحتيها سوف يؤثر في الدايبولات و يجعل معظمها يصطف بموازاة المجال	عند ادخال هذا النوع من العازل بين صفيحتي متسعة مشحونة سيعمل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة و السالبة في الجزيئة بإزاحة ضئيلة
٤	نتيجة لذلك يتولد مجال كهربائي داخل العازل اتجاهه معاكسا لاتجاه المجال الاصلي و اقل منه مقدارا	فتكتسب عزوما كهربائية مؤقتة بطريقة الحث الكهربائي
٥	و بالنتيجة يقل مقدار المجال الكهربائي المحصلين صفيحتي المتسعة	نتيجة لذلك تظهر شحنة سطحية موجبة على وجه العازل المقابل للصفيحة السالبة في حين تظهر شحنة سالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة



- وعند اذ يصبح العازل مستقطبا و الشحنتان السطحيتان على وجه العازل تولدان مجالا كهربائيا داخل العازل (Ed) يعاكس اتجاهه اتجاه المجال المؤثر بين الصفيحتين (E) فيعمل على إضعاف المجال الكهربائي الخارجي المؤثر.





- وفي كلا النوعين يعطى متجه المجال الكهربائي المحصل (E_k) بالعلاقة التالية:

$$\vec{E_k} = \vec{E} + \vec{E_d}$$

$$E_k = E - E_d$$

- فيقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة $E_k = \frac{E}{k}$
- و بما إن المجال الكهربائي $E = \frac{\Delta V}{d}$ أي إن فرق الجهد يتناسب طرديا مه مقدار

المجال الكهربائي فيقل فرق الجهد ايضا بنسبة k $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$

ΔV فرق جهد المتسعة بدون وجود العازل ..... ΔV_k فرق جهد المتسعة بوجود العازل

K ثابت عزل العازل .

- وبذلك تزداد سعة المتسعة بوجود العازل C_k بنسبة k لتصبح $C_k = k.C$

ثابت العزل الكهربائي (k): هو النسبة بين سعة المتسعة بوجود العازل C_k إلى سعة المتسعة بدون وجود العازل وهو كمية مجردة من الوحدات $k = \frac{C_k}{C}$

س/علل/يكون ثابت العزل الكهربائي مجرد من الوحدات.

ج/لأنه نسبة بين كميتين بنفس الوحدات فتختصر $k = C_k/C \frac{F}{F}$ او $K = \frac{\Delta V}{\Delta V_K}\frac{volt}{volt}$

س/علام يعتمد ثابت العزل الكهربائي؟ ج/نوع المادة.

العازل يؤثر على

١. المجال الكهربائي يقل بنسبة ثابت العزل ((للمتسعة المفصولة عن المصدر)) $E \propto \frac{1}{K}$ $E_k = \frac{E}{k}$

٢. سعة المتسعة تزداد بمقدار ثابت العزل $C \propto k$ $C_k = k.C$

٣. فرق الجهد يقل بنسبة ثابت العزل ((للمتسعة المفصولة عن المصدر)) $\Delta V \propto \frac{1}{k}$ $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$

٤. الشحنة تزداد بمقدار ثابت العزل ((للمتسعة المتصلة بالمصدر)) $Q \propto k$ $Q_k = k.Q$

- **عند ادخال عازل ثابت عزله k للمتسعة المتصلة بالمصدر.**

١. فرق الجهد يبقى ثابتا **لان** البطارية تعوض النقص الحاصل بفرق الجهد عند إدخال العازل، فلا نستخدم هذه العلاقة: ~~$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$~~ $\Delta V = \Delta V_k$

٢. يبقى المجال الكهربائي بين الصفيحتين ثابتاً، لان فرق الجهد لا يتغير و البعد بين الصفيحتين ثابت ايضا حسب العلاقة: $\mathbf{E = \frac{\Delta V}{d}}$ لذلك لا نستخدم هذه العلاقة : ~~$\mathbf{E_k = \frac{E}{k}}$~~ $E = E_k$

٣. ترداد الشحنة على اي من صفيحتي المتسعة حسب العلاقة : $\mathbf{Q_k = k.Q}$

٤. تزداد سعة المتسعة حسب العلاقة: $\mathbf{C_k = k.C}$

٥. تزداد الطاقة المختزنة بين صفيحتي المتسعة **لان** ((الشحنة تزداد و فرق الجهد ثابت)) نستخرج PE_k حسب العلاقة $\mathbf{PE_k = k\ .\ PE}$

- **عند ادخال عازل بين صفيحتي متسعة مفصولة عن المصدر.**

١. فرق الجهد يقل بنسبة ثابت العزل حسب العلاقة : $\mathbf{\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}}$

٢. يقل مقدار المجال الكهربائي بنسبة ثابت العزل حسب العلاقة: $\mathbf{E_k = \frac{E}{k}}$

٣. تبقى شحنة المتسعة ثابتة فلا نستخدم العلاقة: ~~$\mathbf{Q_k = k.Q}$~~ $Q = Q_k$

٤. تزداد سعة المتسعة بنسبة ثابت العزل حسب العلاقة : $\mathbf{C_k = k.C}$

٥. تقل الطاقة المختزنة بنسبة ثابت العزل **لان** ((فرق الجهد يقل و الشحنة ثابتة)) نستخرج (PE_k) حسب العلاقة $\mathbf{PE_k = \frac{PE}{k}}$

س/بماذا تمتاز العوازل القطبية؟

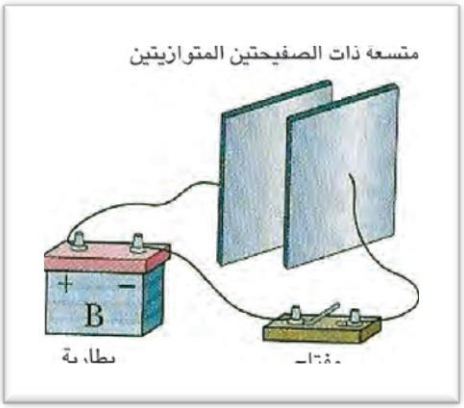
س/بماذا تمتاز العوازل غير القطبية؟

س/ما تأثير المجال الكهربائي في جزيئات عازل غير قطبي عند ادخاله بين صفيحتي متسعة مشحونة.

س/ماذا يحصل لكل من فرق الجهد الكهربائي _الشحنة الكهربائية _المجال الكهربائي _سعة المتسعة _الطاقة المختزنة، لمتسعة وضع بين لوحيها عازل ثابت عزله k اذا كانت المتسعة -١ متصلة بالمصدر. _٢_ مفصولة عنه

س/دور ثالث/٢٠١٣/بين بنشاط تأثير ادخال عازل بين لوحي متسعة مشحونة و مفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي ، وما تأثيره في سعة المتسعة.

ج/ادوات النشاط : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (العازل بينهما هواء) غير مشحونة ، بطارية فولطيتها مناسبة ، جهاز فولطميتر ، اسلاك توصيل ، لوح من مادة عازلة كهربائيا (ثابت عزلها k) .



خطوات النشاط :

- نربط احد قطبي البطارية بإحدى الصفيحتين ، ثم نربط القطب الآخر بالصفيحة الثانية ، ستنشحن احدى الصفيحتين بالشحنة الموجبة و الاخرى بالشحنة السالبة .
- نفصل البطارية عن الصفيحتين .
- نربط الطرف الموجب للفولطميتر بالصفيحة الموجبة و نربط طرفه السالب بالصفيحة السالبة ، نلاحظ انحراف مؤشر الفولطميتر عند قراءة معينة ، ماذا يعني ذلك ؟يعني تولد فرق جهد كهربائي (ΔV) بين صفيحتي المتسعة المشحونة في الحالة التي يكون فيها الهواء هو العازل بينهما .
- ندخل اللوح العازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة نلاحظ حصول نقصان في قراءة الفولطميتر(ΔV)

نستنتج من النشاط : ادخال مادة عازلة كهربائيا ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة المشحونة يتسبب في انقاص فرق الجهد الكهربائي بينهما بنسبة مقدارها ثابت العزل (k) فتكون $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$ و نقصان فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة دلالة على زيادة سعتها فتزداد السعة حسب العلاقة $(C_k = k\,c)$

س/مالمقصود بقوة العزل الكهربائي و ما وحدتها؟

ج أقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن أن تتحمله المادة العازلة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها. و تعد قوة العزل الكهربائي لمادة بأنها مقياس لقابليتها على الصمود أمام فرق الجهد الكهربائي المسلط عليها. وحدته $\frac{V}{m}$ $\frac{\text{فولط}}{\text{متر}}$.

ملاحظات تساعد في حل مسائل المتسعة المفردة

١. هنالك ثلاث مكونات أساسية $(C, \Delta V, Q)$ غالبا يعطينا مكونين و واحد مجهول فنستخدم القانون العام للسعة $C=\frac{Q}{\Delta V}$ فإذا

- كان المجهول وحده(C) نطبق مباشرة.
- أما إذا كان المجهول في البسط (Q) نطبق وسطين * طرفين

- أما إذا كان المجهول في المقام (ΔV)نبدل مواقع بين المعلوم و المجهول في الطرف الاخر .

٢. نطبق استراتيجية الجدول ((كل ٢ معلومات نستخرج منهم واحد مجهول)).

٣. يجب كتابة معلومات السؤال ((المعطيات و المطلوب)) كذلك كتابة القانون الاساس لكل مجهول ولا تنسى كتابة الوحدات.

٤. يجب أن تتذكر إذا كانت المتسعة بالمصدر يبقى فرق الجهد ثابت و إذا كانت منفصلة تبقى الشحنة ثابتة.

مثال/١/ متسعة سعتها (12μF) ربطت إلى مصدر فرق جهد (24V) احسب :

١. الشحنة على كل من صفيحتي المتسعة و الطاقة المختزنة فيها .
٢. إذا ادخل عازل ثابت عزله (2)ومازالت المتسعة متصلة بالبطارية احسب كل من: سعة المتسعة ،الشحنة على كل من لوحي المتسعة ، فرق الجهد بين لوحي المتسعة ، الطاقة لمختزنة بين لوحي المتسعة.

الجواب/ اولاً $Q = C\,.\Delta V = 12 \times 24 = 288\mu c$

ثانياً / بما انه مازالت متصلة بالبطارية $\Delta V_k = \Delta V = 24\ V$

$C_k = k\,.C = 2 \times 12 = 24\mu F$ $Q_k = k\,.Q = 2 \times 288 = 576\mu c$

$$PE_k = \frac{1}{2} Q_k \Delta V = \frac{1}{2} \times 576 \times 10^{-6} \times 24 = 6912 \times 10^{-6}\ J$$

- اعد المثال السابق لكن لمتسعة مفصولة عن المصدر .....

مثال/متسعة من ذوات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها، ماذا يحصل لكل من الكميات التالية (سعة المتسعة ،الشحنة المختزنة على أي من الصفيحتين ،فرق الجهد بين لوحي المتسعة ،الطاقة المختزنة بين صفيحتيها)اذا ادخل عازل ثابت عزله (k = 4)إذا كانت (١) المتسعة موصولة بالمصدر. (٢) المتسعة مفصولة عن المصدر.

اولا : متسعة موصولة بالمصدر

$$c_K = k \times C = 4 \times C == 4C \quad , \quad Q_K = k \times Q = 4 \times Q = 4Q$$

$\Delta V_k = \Delta V$

$$PE = \frac{1}{2} Q \times \Delta V \ \Rightarrow\ PE_K = Q_K \times \Delta V = \frac{1}{2} \times 4Q \times \Delta V = 4(\frac{1}{2} Q \times \Delta V) = 4PE$$

ثانيا :مفصولة عن المصدر :

$\mathbf{C_k = k \times C = 4 \times C == 4C}$

$\mathbf{Q_k = Q}$

$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{\Delta V}{4} = \frac{1}{4}\Delta V$

$PE = \frac{1}{2} Q \times \Delta V$

$PE_k = \frac{1}{2} Q \times \Delta V_k = \frac{1}{2} \times Q \times \frac{1}{4} \Delta V = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} Q \times \Delta V \right) = \frac{1}{4} PE$

س/متسعة سعتها (20μF) تختزن طاقة مقدارها (2.5J) احسب كل من فرق جهد وشحنة المتسعة.

س/٢٠١٦/تمهيدي/متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (8μF) ربطت بين قطبي مصدر فرق جهد مقداره (10V) ... (١) ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة ؟

(٢) اذا فصلت المتسعة عن المصدر و ادخل بين صفيحتيها عازل كهبائي ثابت عزله يساوي (2) ، جد مقدار فرق الجهد وبين صفيحتيها و مقدار سعة المتسعة بعد ادخال العازل.

العوامل المؤثرة على سعة المتسعة

س/ما لعوامل التي تعتمد عليها سعة المتسعة (C) ؟

١. **المساحة السطحية المتقابلة (A)** و تتناسب معها طرديا $C \propto A$
٢. **البعد بين الصفيحتين (d)** و تتناسب معها عكسيا $C \propto \frac{1}{d}$
٣. **نوع المادة العازلة :** فاذا كان العازل فراغ (هواء) تعطى سعة المتسعة بالعلاقة: $C = \frac{\epsilon^\circ A}{d}$ حيث ثابت عزل الهواء يساوي (١)

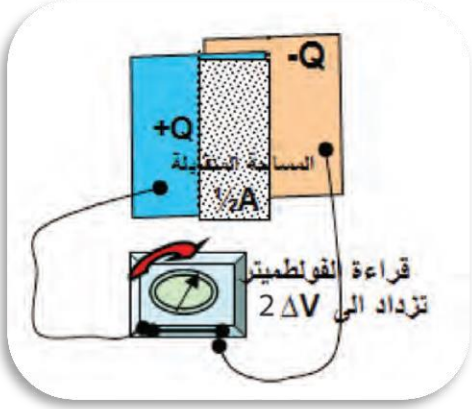
اما في حال وضع مادة عازلة ثابت عزلها (k) نطبق العلاقة $C = k \frac{\epsilon^\circ A}{d}$

حيث ان (ϵ_0) ثابت سماحية الفراغ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$

أولا المساحة السطحية المتقابلة :

- الشكل يوضح متسعة مشحونة بشحنة (Q) مفصولة عن المصدر و مربوطة بين طرفي فولطميتر لقياس فرق الجهد بين صفيحتيها.
- عندما تكون المساحة المتقابلة (A) تكون قراءة الفولطميتر قيمة معينة، فيكون فرق الجهد بين الصفيحتين (ΔV)
- بتقليل المساحة المتقابلة بين الصفيحتين إلى نصف ما كانت عليه $(\frac{1}{2}A)$
- سوف نلاحظ ازدياد قراءة الفولطميتر إلى الضعف (2ΔV)

- على وفق العلاقة $C = \frac{Q}{\Delta V}$ نستنتج ان سعة المتسعة تقل بنقصان المساحة المتقابلة بين الصفيحتين .
- أي إن : السعة C لمتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين تتناسب طرديا مع المساحة السطحية المتقابلة للصفيحتين.

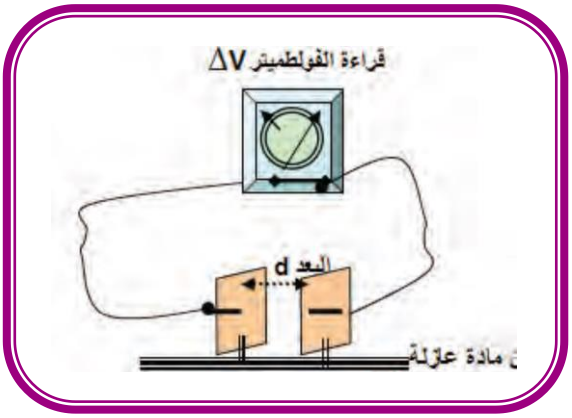


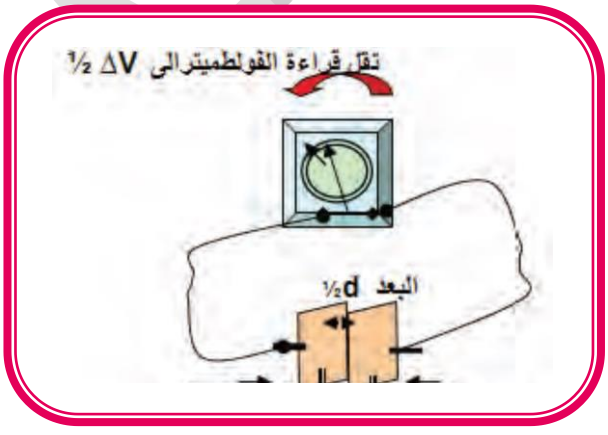
س/اثبت رياضيا ان بتقليل المساحة المتقابلة بين الصفيحتين الى النصف تقل سعة المتسعة الى النصف .

$$c = \epsilon_\circ \frac{A}{d} \Rightarrow c \propto A \Rightarrow \frac{c_2}{c_1} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \frac{c_2}{c_1} = \frac{\frac{1}{2}A_1}{A_1} \Rightarrow \frac{c_2}{c_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow c_2 = \frac{1}{2}c_1$$

ثانيا: البعد بين الصفيحتين:

- الشكل يوضح متسعة مشحونة بشحنة معينة و مفصولة و بين صفيحتيها فرق جهد(ΔV) معلوم، و مربوطة إلى فولطميتر لقياس فرق الجهد.
- البعد الابتدائي بين الصفيحتين (d).
- عند تقريب المسافة بين الصفيحتين إلى نصف ما كانت عليه ليصبح $(\frac{1}{2}d)$.
- سوف نلاحظ أن قراءة الفولطميتر تقل إلى نصف ما كانت عليه أي $(\frac{1}{2}\Delta V)$
- على وفق العلاقة $C = \frac{Q}{\Delta V}$ فان نقصان مقدار فرق الجهد يعني ازدياد
- مقدار سعة المتسعة
- نستنتج أن ((سعة المتسعة تزداد بنقصان البعد (d) بين الصفيحتين و العكس صحيح أيضا))





س/اثبت رياضيا ان بنقصان البعد بين الصفيحتين الى النصف تزداد سعة المتسعة الى الضعف

$$c = \epsilon_\circ \frac{A}{d} \Rightarrow c \propto \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{c_2}{c_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{c_2}{c_1} = \frac{d_1}{\frac{1}{2}d_1} \Rightarrow \frac{c_2}{c_1} = 2 \Rightarrow c_2 = 2c_1$$

خلاصة :

السعة

A. سعة المتسعة تعتمد على العوامل (A,k,d) و ان لم تتغير احدى هذه العوامل لا تتغير سعة المتسعة

$$C = k\frac{\epsilon^\circ A}{d}$$

B. سعة المتسعة تتناسب طرديا مع (A) بثبوت (d)
C. سعة المتسعة تتناسب عكسيا مع (d) بثبوت (A)
D. سعة المتسعة تزداد بزيادة ثابت العزل.

فرق الجهد:

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

a) فرق الجهد يعتمد على سعة المتسعة و على مقدار الشحنة.
b) فرق الجهد يتناسب طرديا مع مقدار الشحنة المختزنة بثبوت السعة
c) فرق الجهد يتناسب عكسيا مع سعة المتسعة بثبوت الشحنة
d) فرق الجهد ثابت عندما تكون المتسعة متصلة

الشحنة :

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

a. الشحنة تعتمد على مقدار فرق الجهد و على سعة المتسعة
b. الشحنة تتناسب طرديا مع فرق الجهد بثبوت السعة
c. الشحنة تتناسب طرديا مع السعة بثبوت فرق الجهد
d. الشحنة ثابتة عندما تكون المتسعة مفصولة

المجال :

$$\mathbf{E} = \frac{\Delta \mathbf{V}}{\mathbf{d}}$$

i. يعتمد المجال على كل من المسافة بين الصفيحتين و فرق الجهد
ii. المجال الكهربائي يتناسب طرديا مع مقدار فرق الجهد بثبوت البعد بين الصفيحتين
iii. المجال الكهربائي يتناسب عكسيا مع البعد بين الصفيحتين بثبوت فرق الجهد.

مثال ١ كتاب /تمهيدي/٢٠١٣ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (10pF) شحنت بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12V) فإذا فصلت المتسعة عن البطارية و ادخل بين صفيحتيها عازل ثابت عزله (6) يملا الحيز بين الصفيحتين ما مقدار :

١. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.

٢. سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي.
٣. فرق الجهد بعد إدخال العازل.

الحل/ $Q = C \times \Delta V = 10pF \times 12V =$ $120pc$

$C_k = k \cdot C = 6 \times 10pF = 60\ PF$

$\Delta V = \frac{Q}{C} = \frac{120pc}{60pF} = 2V$ **or** $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{12}{6} = 2V$

مثال/٢/كتاب/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتيها (0.5cm) و كل من الصفيحتين مربعة الشكل طول ضلع كل منها (10cm) و يفصل بينها الفراغ. ما مقدار؟

١) سعة المتسعة. ٢) الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها بعد تسليط فرق جهد (10V) بينهما.

الحل/ $A = (10)^2 = 100\ cm^2 \Rightarrow A = 100 \times 10^{-4}\ m^2 \Rightarrow A = 1 \times 10^{-2}\ m^2$

$d = 0.5cm = 0.5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-3}\ m$

$$C = \frac{\epsilon^\circ A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = \frac{8.85}{5} \times 10^{-11} = 1.77 \times 10^{-11} = 17.7pF$$

$$Q = C\,\Delta V = 17.7pF \times 10V = 177pc$$

استراتيجيا مهمة لحل مسائل العازل للمتسعة المنفردة:

A. اذا كان ثابت العزل معلوم:

١. نستخرج سعة المتسعة بعد ادخال العازل بالعلاقة : $C_k = k\,C$
٢. نستخرج اما (Q) او (ΔV) بالعلاقة $C = \frac{Q}{\Delta V}$ مع مراعاة المتسعة المتصلة و المنفصلة.

B. اذا كان ثابت العزل مجهول:

أ- نستخرج السعة بوجود العازل (C_k) من العلاقة $C_k = Q_k/\Delta V$: للمتسعة المتصلة بالمصدر ((لان فرق الجهد ثابت)) و من العلاقة $C_k = Q/\Delta V_k$: للمتسعة المفصولة ((لان الشحنة ثابتة))

ب- نستخدم العلاقة: $k = C_k/C$ لإيجاد ثابت العزل.

س/ متسعة ذات صفيحتين متوازيتين العازل بين لوحيها الهواء مساحة كل صفيحة ($1cm^3$) ربطت إلى مصدر فرق جهد (16V) فكانت الشحنة المختزنة على أي من صفيحتيها (80µc) احسب : ١) سعة المتسعة.

٢) المسافة بين لوحي المتسعة. ٣) المجال الكهربائي بين اللوحين. ٤) الطاقة المختزنة في المتسعة.

س/ متسعة من ذوات الصفائح المتوازية كل لوح من ألواحها مستطيل الشكل أبعاده (7cm,10cm) وكان الهواء عازل بين صفيحتيها و المسافة بين صفيحتيها (7mm) احسب ١) سعة المتسعة ٢) إذا تغير البعد بين الصفيحتين فأصبحت سعة المتسعة (88.8pF) احسب مقدار البعد الجديد.

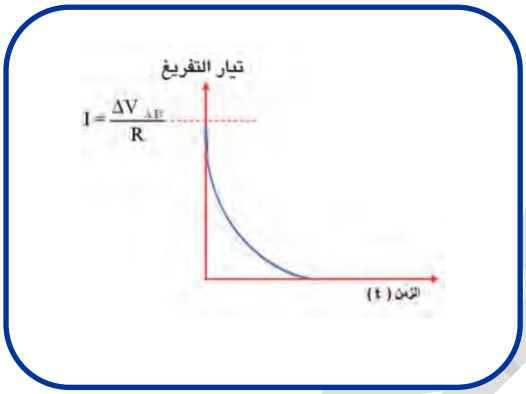
س/ متسعة مشحونة بفرق جهد (20V) فكانت الطاقة المختزنة بين صفيحتيها (6×10^{-4} J) وعند وضع عازل بين صفيحتيها أصبحت الطاقة المختزنة (12×10^{-4} J) احسب ١) الشحنة قبل وضع العازل ٢) ثابت العزل الكهربائي.

س/ماذا يحصل عند وضع عازل بين صفيحتي متسعة مشحونة و مفصولة عن المصدر؟

س/وزاري مكرر/علل/يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها؟

ج بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) يعاكس بالاتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (E) فيكون المجال المحصل $E_k = E - E_d$ فيقل بنسبة ثابت العزل للمادة ، اي ان $E_k = \frac{E}{k}$.

س/تمهيدي/٢٠١٣/ارسم مخططا تبين فيه العلاقة بين تيار التفريغ للمتسعة و الزمن المستغرق للتفريغ.



س/وزاري مكرر/اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من ادخال مادة عازلة كهربائية تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدل الهواء.

١. زيادة سعة المتسعة $C_k = k\,C$

٢. منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين الصفيحتين.

س/دور ثاني/٢٠١٣/علل/يحدد اقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تهمل عنده المتسعة؟

ج لمنع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين الصفيحتين نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من شحنتها و تتلف المتسعة عند اذ.

س/دور اول/٢٠١٤/ماذا يحصل لمقدار المجال الكهربائي و الشحنة المختزنة بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت ،فاذا ابعدت الصفيحتين عن بعضهما قليلا مع بقاء البطارية موصولة بهما؟

ج يقل مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين حسب العلاقة $E = \frac{\Delta V}{d}$ حيث $E \propto \frac{1}{d}$
اما الشحنة تقل بسبب نقصان سعة المتسعة .

س/دور اول/نازحين/٢٠١٤/في اي نوع من العوازل تظهر شحنات سطحية على وجهيها ؟ ذاكرا العلاقة الرياضية للمجال الكهربائي المتولد من هذه الشحنات.

ج العوازل غير القطبية هي التي تظهر الشحنات على وجهيها .

العلاقة الرياضية $\vec{E}_k = \vec{E} + \vec{E}_d$ **حيث** $\vec{E}_k$ المجال الكهربائي بوجود العازل $\vec{E}$ المجال المؤثر
$\vec{E}_d$ المجال داخل العازل

س/دور ثاني/٢٠١٤/متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، ربطت بين قطبي بطارية ، ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله *(k=4)* و المتسعة مازالت موصولة بالبطارية ماذا يحصل مع ذكر السبب لكل من ١) فرق الجهد بين صفيحتيها . ٢)سعتها.

ج ١)فرق الجهد بين صفيحتيها يبقى ثابتا بسبب وجود البطارية (متصلة بالمصدر).

٢)سعتها تزداد الى اربعة امثال ما كانت عليه حسب العلاقة $C_k = k\,C = 4 \times C = 4C$

س/الدور الثاني/الخاص/٢٠١٤/عند مضاعفة فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ذات السعة الثابتة ، وضح ماذا يحصل لمقدار الشحنة المختزنة **(Q)** في اي من صفيحتيها؟

ج تتضاعف الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة عند مضاعفة فرق الجهد بثبوت سعة المتسعة . حسب العلاقة :

$$Q \propto \Delta V \qquad \Delta V_2 = 2\Delta V$$

$$\textbf{اذا} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} \Longrightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{2\Delta V}{\Delta V} \Longrightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = 2 \Longrightarrow Q_2 = 2Q_1$$

س/دور ثالث/٢٠١٤/ماذا يحصل للطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة ثابتة السعة عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها؟

ج تزداد الى اربع امثالها.

$PE = \frac{1}{2} C\,\Delta V^2$ $PE \propto \Delta V$ **بثبوت Q** $\Delta V_1 = \Delta V$ $\Delta V_2 = 2\Delta V$

$$\frac{PE_2}{PE_1} = \frac{\frac{1}{2}\,C\,V_2^2}{\frac{1}{2}\,C\,\Delta V_1^2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_2}{PE_1} = \frac{V_2^2}{\Delta V_1^2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_2}{PE_1} = \frac{(2\Delta V)^2}{\Delta V^2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_2}{PE_1} = \frac{4\Delta V^2}{\Delta V^2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_2}{PE_1} = 4$$

$$PE_2 = 4PE_1$$

س/دور ثالث/٢٠١٤/ماذا يحصل ؟و لماذا؟ عند تسليط مجال كهربائي كبير المقدار على المادة العازلة او تعرضها لتأثير حراري كبير .

ج **سوف يحصل انهيار كهربائي للعازل و ذلك نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله.**

س/دور اول نازحين/٢٠١٥/ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟ للشحنة المختزنة على اي من لوحي متسعة ذات سعة ثابتة عند مضاعفة فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها؟

ج تتضاعف الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها عند مضاعفة فرق الجهد لان الشحنة تتناسب طرديا مع مقدار فرق الجهد . حيث $Q = C\,\Delta V$

التوضيح / من العلاقة اعلاه تكون $Q \propto \Delta V$ بثبوت السعة فيكون $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1}$ و بما ان

$\Delta V_2 = 2\Delta V_1$ اذا يكون $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{2\Delta V_1}{\Delta V_1} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = 2$ لذا يكون $Q_2 = 2Q_1$

س/دور ثاني/٢٠١٥/ما تأثير المجال الكهربائي المنتظم في المواد العازلة غير القطبية الموضوعة بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟

ج

يعمل على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة و السالبة في الجزيئة الواحدة بإزاحة ضئيلة ، وهذا يعني انها تكتسب بصورة مؤقتة عزوما كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث الكهربائي و بهذا يتحول الجزيء الى دايبول كهربائي يصطف باتجاه المجال الكهربائي و يصبح العازل مستقطباً .

س/دور ثاني/٢٠١٦/اختر الإجابة الصحيحة:

- **متسعة مقدار سعتها (20μF) و لكي تختزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها (256×10^{-8}) يتطلب ربطها بمصدر فرق جهد مستمر يساوي**

(500 V ، 150 V ، <u>16 V</u> ، 12 V)

س/تمهيدي/٢٠١٧/اختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين:

- **متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (C) قربت صفيحتيها من بعضهما حتى صار البعد بينهما $\left(\frac{1}{3}\right)$ ما كان عليه ، فان مقدار سعتها الجديدة يساوي :**

($9C$ ، $3C$ ، $\frac{1}{9}C$ ، $\frac{1}{3}C$)

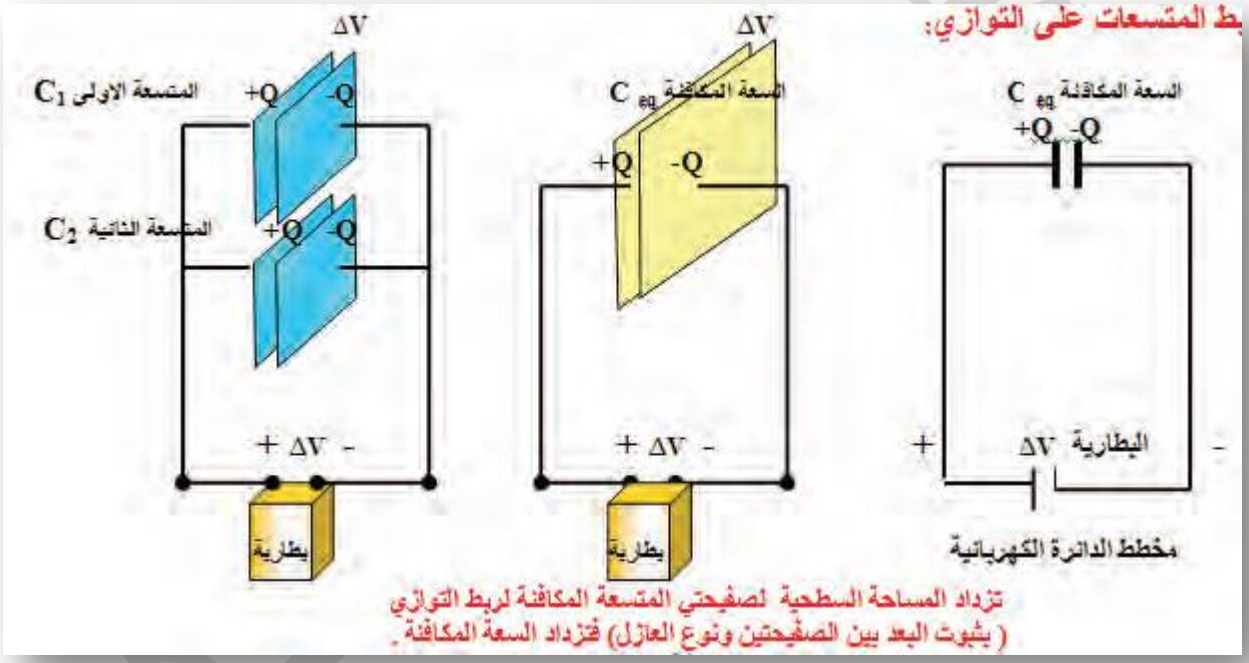
ربط المتسعات على التوازي

س/ما الفائدة العملية من ربط المتسعات على التوازي؟

ج/لزيادة السعة المكافئة للمجموعة المتوازية.

س/كيف تزداد السعة المكافئة للمتسعات المربوطة على التوازي؟

ج/عند ربط المتسعات على التوازي تزداد المساحة المتقابلة للصفائح المتوازية و بذلك تزداد السعة حسب القانون : $C = \frac{\epsilon^\circ A}{d}$



خصائص ربط التوازي

$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_n$	فرق الجهد الكلي
$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_n$	مقدار الشحنة الكلية
$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_n$	السعة المكافئة

س/اثبت رياضيا ان $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_n$.

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_n$ $C_{eq}\Delta V = C_1\Delta V + C_2\Delta V + C_n\Delta V$ $C_{eq}\cancel{\Delta V} = \cancel{\Delta V}(C_1 + C_2 + C_n)$

$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_n$

مثال/٣/كتاب/اربع متسعات سعاتها على الترتيب (4μF,8μF,12μF,6μF) ربطت المجموعة مع قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12V) احسب مقدار:

١. السعة المكافئة للمجموعة.
٢. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.
٣. الشحنة الكلية في المجموعة.

الحل/

$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow C_{eq} = 4 + 8 + 12 + 6 = 30\mu F$

$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_4 = 12V$ لان الربط توازي

$Q_1 = C_1.\Delta V = 4 \times 12 = 48\mu c$

$Q_2 = C_2.\Delta V = 8 \times 12 = 96\mu c$

$Q_3 = C_3.\Delta V = 12 \times 12 = 144\mu c$

$Q_4 = C_4.\Delta V = 6 \times 12 = 72\mu c.$

$Q_T = C_{eq}.\Delta V = 30 \times 12 = 360\mu c$

او يمكن ان تحسب بطريقة ثانية

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 48 + 96 + 144 + 72 = 360\mu c$$

س/دور ثاني/٢٠١٣/متسعتان (C_1 =12μF,C_2=6μF) مربوطتان مع بعضهما على التوازي ،فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية (180μc) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه احسب:

١. لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين.
٢. ادخل لوح مادة عازلة ثابت عزلها **(4)** بين صفيحتي المتسعة الثانية، فما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة و فرق الجهد بعد ادخال العازل .

الجواب/

$C_{eq} = C_1 + C_2 = 12 + 6 = 18\mu F$

$$\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{180}{18} = 10\ V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$Q_1 = C_1\Delta V = 12 \times 10 = 120\mu c$ $Q_2 = C_2\Delta V = 6 \times 10 = 60\mu c$

$$PE_1 = \frac{1}{2}Q_1\Delta V = \frac{1}{2} \times 120 \times 10^{-6} \times 10 = 600 \times 10^{-6} = 6 \times 10^{-4}\ J$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} Q_2 \Delta V = \frac{1}{2} \times 60 \times 10^{-6} \times 10 = 300 \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-4}\ J$$

$$C_{2k} = k\ C_2 = 4 \times 6 = 24\mu F \qquad C_{eqk} = C_1 + C_{2k} = 12 + 24 = 36\mu F$$

$$Q_{Tk} = Q_T = 180\mu c \qquad \Delta V_{Tk} = \frac{Q_T}{C_{eqk}} = \frac{180}{36} = 5\ V = \Delta V_{1k} = \Delta V_{2k}$$

$$_Q_{1k} = C_1\ \Delta V_k = 12 \times 5 = 60\mu c \qquad Q_{2k} = C_{2k}\ \Delta V_k = 24 \times 5 = 120\mu c$$

س/دور اول/٢٠١٥/متسعتان ($C_1 = 4\mu F\ , C_2 = 8\mu F$) مربوطتان على التوازي ، فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية مقدارها $(600\mu C)$ بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه ،احسب:

١. الشحنة المختزنة على اي من صفيحتي كل متسعة.
٢. ادخل لوح عازل ثابت عزله (k) بين صفيحتي المتسعة الثانية فأصبحت شحنتها $(480\mu C)$ ، فما مقدار ثابت العزل (k)

الجواب/ قبل ادخال العازل نحسب السعة المكافئة ثم فرق الجهد الكلي ثم الشحنة المختزنة على اي من صفيتي كل متسعة.

$$\boldsymbol{C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12\mu F}$$

$$\boldsymbol{\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{600}{12} = 50V = \Delta V_1 = \Delta V_2}$$

- بما انه الربط توازي يكون فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة يساوي فرق جهد البطارية

$$\boldsymbol{Q_1 = C_1\ \Delta V = 4 \times 50 = 200\mu c} \qquad \boldsymbol{Q_2 = C_2\ \Delta V = 8 \times 50 = 400\mu c}$$

بعد ادخال العازل نحسب مقدار Q_{1k} ثم ΔV_k ثم C_{eqk} و بعد ذلك نستخرج ثابت العزل

بما انه المجموعة مفصولة اذا $Q_{Tk} = Q_T = 600\mu c$

$$\boldsymbol{Q_{Tk} = Q_{1k} + Q_{2k} \rightarrow\rightarrow 600 = Q_{1k} + 480 \rightarrow\rightarrow Q_{1k} = 600 - 480 \rightarrow\rightarrow Q_{1k} = 120\mu c}$$

لان المجموعة توازي $\Delta V_{1k} = \frac{Q_{1k}}{C_1} = \frac{120}{4} = 30V = \Delta V_T = \Delta V_2$

$$\boldsymbol{C_{eqk} = \frac{Q_{Tk}}{\Delta V_k} = \frac{600}{30} = 20\mu F}$$

$$\boldsymbol{C_{eqk} = C_1 + C_k \rightarrow\rightarrow C_{2k} = C_{eqk} - C_1 \rightarrow\rightarrow C_{2k} = 20 - 4 \rightarrow\rightarrow C_{2k} = 16\mu F}$$

$$\boldsymbol{k = \frac{C_{2k}}{C_2} = \frac{16}{8} = 2}$$

س/دور ثاني /٢٠١٤/متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 6\mu F, C_2 = 2\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي و مجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12\ V)$ ، احسب مقدار

١) شحنة كل متسعة و الشحنة الكلية.
٢) ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (2) بين صفيحتي المتسعة الأولى (مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة) فما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة بعد ادخال المادة العازلة ؟

س/ ربطت المتسعتان (C_1 =12μF,C_2 = 6μF) على التوازي و شحنت المجموعة بشحنة كلية مقدارها (180μc) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه احسب:

١. لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة و الطاقة المختزنة بين صفيحتيها .
٢. ادخل لوح مادة عازلة ثابت عزله (k) بين صفيحتي المتسعة فأصبح فرق الجهد على طرفي المجموعة (6V) فما مقدار ثابت العزل و الشحنة المختزنة بعد إدخال العازل؟

ربط المتسعات على التوالي

س/ ما لفائدة العملية من ربط التوالي؟

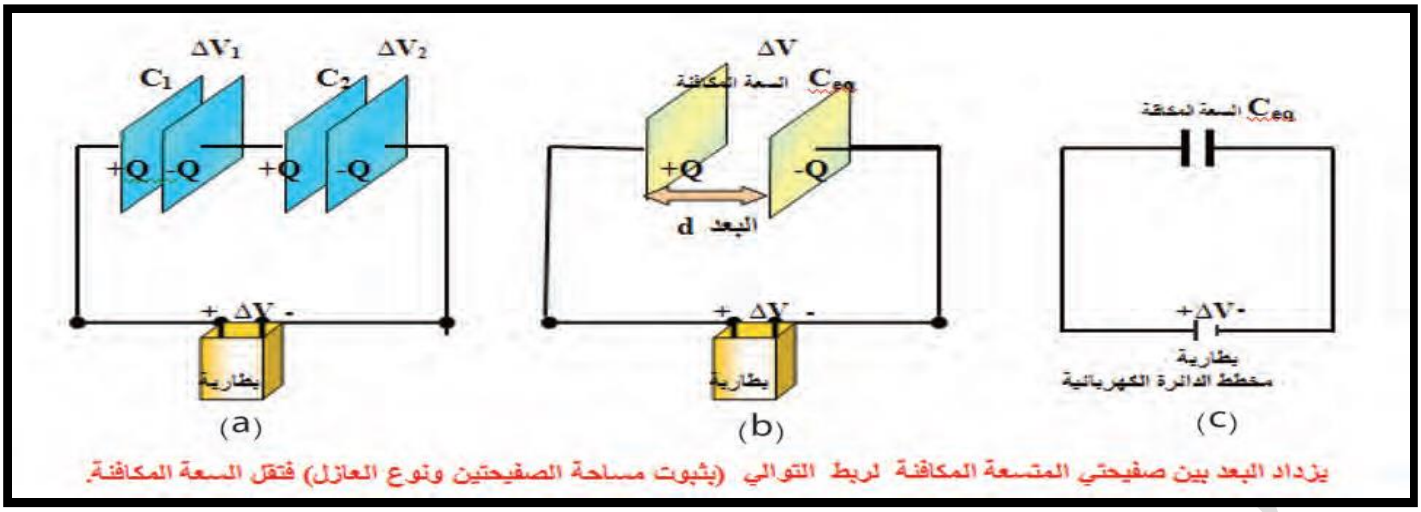
ج/ليكون بإمكاننا وضع فرق جهد كهربائي بمقدار اكبر على طرفي المجموعة قد لا تتحمله أي متسعة من المجموعة لو ربطت منفردة.

س/فسر: في ربط التوالي تكون الشحنة متساوية على اى من صفيحتي كل متسعة.

ج/ لان جهد الصفيحتين الوسطيتين متساوٍ ،فهما صفيحتان موصولتان مع بعضهما بسلك توصيل، لذا يمكن اعتبارهما موصلا واحدا ويكون سطحه هو سطح تساوي جهد ،فتظهر عليهما شحنتان متساويتان بالمقدار و مختلفتان بالنوع بطريقة الحث.

خصائص ربط التوالي

$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_n$	**الشحنة على اي من الصفيحتين ((متساوية))**
$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_n$	فرق الجهد بين الصفيحتين
$\frac{1}{Ceq} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{Cn}$	السعة المكافئة



س/فسر :تكون السعة المكافئة في ربط التوالي اصغر من اصغر سعة.

ج/لان بربط التوالي يزداد البعد (d) بين الصفيحتين الموصولتين بالبطارية و بزيادة البعد بين الصفيحتين تقل السعة حسب العلاقة : $C = \frac{\epsilon^\circ A}{d}$

س/اثبت رياضيا ان

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_n}$$

$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_n$

الشحنة متساوية $Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_n$

نختصر ال Q

$\Delta V = \frac{Q}{C}$

$$\frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_n} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{Q}{C_{eq}} = Q[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_n}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_n}$$

استراتيجيا حل مسائل عدة متسعات:

A. العازل معلوم

١. نجد (C_{nk}) من العلاقة $C_{nk}=k\ .\ C_n$

٢. نجد (C_{eqk}) من قوانين خصائص ربط التوالي أو التوازي

٣. نستخرج أما (Q_{Tk}) او (ΔV_{Tk}) من العلاقة $Ceqk\ \frac{Qtk}{\Delta Vtk}$

٤. مراعاة إذا كانت المجموعة متصلة او منفصلة عن المصدر

B. العازل مجهول

١. نجد(C_{eqk}) من العلاقة $Ceqk\ \frac{Qtk}{\Delta Vtk}$

٢. نستخدم القوانين الخاصة للربط لإيجاد السعة المجهولة بعد إدخال العازل (C_{nk})

٣. نجد (k) من العلاقة $k=\frac{Ck}{C}$

٤. مراعاة إذا كانت المجموعة متصلة بالمصدر أم منفصلة عنه.

١. في ربط التوازي نجد أولا C_{eq} ثم ΔV لأي متسعة

٢. في ربط التوالي نجد أولا C_{eq} ثم Q لأي متسعة

س/ ثلاث متسعات سعاتها:(2μF,4μF,8μF) ربطت على التوالي ، وكان فرق جهد المتسعة الاولى (10V) احسب ١)السعة الكلية للمجوعة، ٢)الشحنة الكلية. ٣)فرق الجهد على كل متسعة. ٤)اذا وضعت مادة عازلة بين لوحي المتسعة فما مقدار شحنتها ؟و ما مقدار جهدها؟

$$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{4+2+1}{8}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C_{eq}}=\frac{7}{8}$$

$$\therefore C_{eq}=\frac{8}{7}=1.14\mu F$$

$$C_1=\frac{Q_1}{\Delta V_1}\rightarrow\rightarrow Q_1=C_1\times\Delta V_1=2\mu F\times 10$$

$$\therefore Q_1=20\mu c=Q_2=Q_3=Q_T$$

$$\Delta V_2=\frac{Q}{C_2}=\frac{20\mu c}{4\mu F}=5V$$

$$\Delta V_3=\frac{Q}{C_3}=\frac{20\mu c}{8\mu F}=2.5V$$

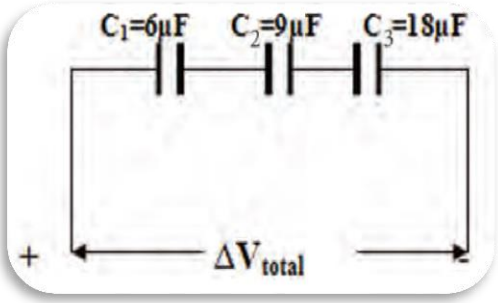
$$\Delta V_{1k}=\frac{\Delta V_1}{k}=\frac{10}{5}=2V$$

$$C_{1k}=k\ .\ C_1=5\times 2=10\mu F$$

$$Q_{1k}=C_{1k}\ .\ \Delta V_1=10\mu F\times 2V=20\mu c$$

لماذا لم يتغير مقدار الشحنة؟؟

مثال/٤/كتاب / ثلاث متسعات من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعاتها حسب الترتيب $(6\mu F, 9\mu F, 18\mu F)$ مربوطة مع بعضها على التوالي، شحنت المجموعة بشحنة كلية مقدارها (300μc) لاحظ الشكل واحسب



١. السعة المكافئة للمجموعة.
٢. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة.
٣. فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة.
٤. فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة.

الحل/ ربط توالي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3+2+1}{18} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{6}{18} \rightarrow\rightarrow\rightarrow C_{eq} = 3\mu F$$

$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 300\ \mu c$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \Delta Vt = \frac{Qt}{Ceq} = \frac{300\mu c}{3\mu F} = 100V$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{300\mu c}{6\mu F} = 50V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{300\mu c}{9\mu F} = 33.3V$$

$$\Delta V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{300\mu c}{18\mu F} = 66.7V$$

س/٢٠١٤/تمهيدي/ متسعتان ($C_1 = 12\mu F, C_2 = 6\mu F$) مربوطتان على التوالي و ربطت المجموعة بين قطبي فرق جهد (24V) ادخل بين صفيحتي كل منهما عازل ثابت عزله ($k = 2$) ومازالت المجموعة متصلة بالمصدر .

فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل ؟

س/٢٠١٦/دور أول/ متسعتان سعة الاولى (120μF) و سعة الثانية (30μF) مربوطتان على التوالي و مجموعتهما ربطت إلى مصدر فرق جهد (20V) فإذا فصلت المجموعة عن البطارية و ادخل لوح عازل ثابت عزله (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية احسب: فرق الجهد و الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل.

س/ما لغرض من ١)ربط المتسعات على التوالي ؟ ٢) ربط المتسعات على التوازي؟

س/كيف يمكنك الحصول على سعة مكافئة ١)اكبر من مجموعة متسعات،٢)اصغر من مجموعة

س/تمهيدي/٢٠١٤/علل/نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي؟

الجواب/ بسبب ازدياد البعد بين الصفيحتين للمتسعة المكافئة للتوالي، لان ($C \propto \frac{1}{d}$) وفق العلاقة $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

س/دور ثاني/٢٠١٣/متسعتان **(C_1 =12μF,C_2=6μF)** مربوطتان مع بعضهما على التوازي ،فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية **(180μc)**بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه احسب:

١. لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين.
٢. ادخل لوح مادة عازلة ثابت عزلها **(4)** بين صفيحتي المتسعة الثانية، فما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة و فرق الجهد بعد ادخال العازل .

س/دور اول/نازحين/٢٠١٤/متسعتان ($C_1 = 3\mu F, C_2 = 6\mu F$) من ذوات الصفيحتين المتوازيتين مربوطتان مع بعضهما على التوالي و ربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد بين قطبيها (6 V)

١)ما مقدار السعة المكافئة؟ ٢) احسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة

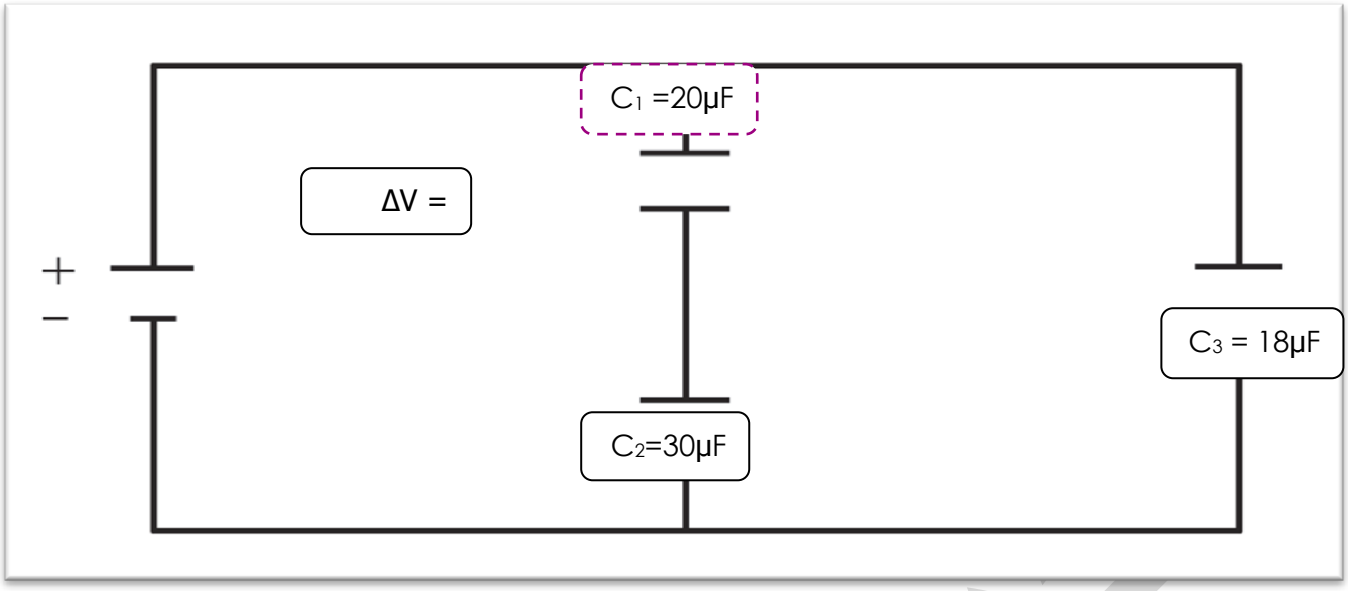
س/دور ثاني نازحين/٢٠١٤/متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ($C_1 = 6\mu F, C_2 = 2\mu F$) مربوطتان مع بعشهما على التوازي و مجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها *(12 V)* ، احسب مقدار

١) شحنة كل متسعة و الشحنة الكلية.
٢) ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله *(2)* بين صفيحتي المتسعة الأولى (مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة) فما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة بعد ادخال المادة العازلة ؟

الربط المختلط

- بالنسبة للفرع الأحيائي يكون الربط المختلط الحالة البسيطة فقط و بدون اي اضافات .
- نطبق قوانين التوالي و التوازي في هذا النوع من الربط .
- نأخذ كل متسعتين(او اكثر) قريبتين من بعضهما و نطبق عليها قوانين التوالي او التوازي
- يبسط الرسم (الربط) الى مجاميع صغيرة توالي او توازي

مثال/٥/كتاب/من المعلومات المثبتة في الشكل احسب مقدار:



١. السعة المكافئة للمجموعة.
٢. الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة.
٣. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة.

الحل/

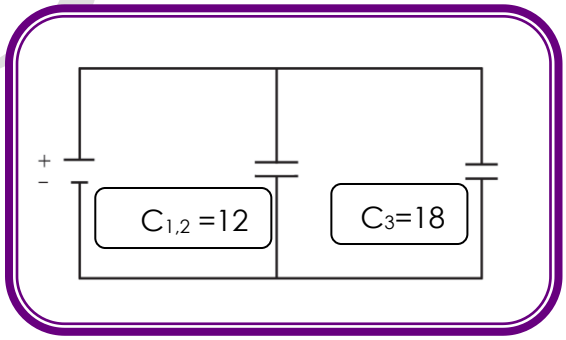
١. نحسب سعة المتسعة الاولى و الثانية

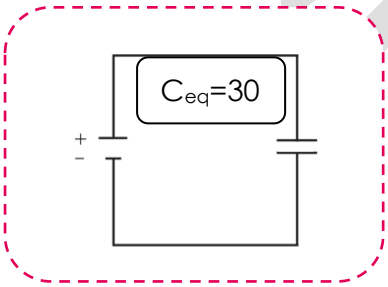
$$\frac{1}{C1,2}=\frac{1}{C1}+\frac{1}{C2}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C12}=\frac{1}{20}+\frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{C1,2}=\frac{3+2}{60}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C1,2}=\frac{5}{60}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow C_{1,2}=12\mu F$$

ثم نجد السعة المكافئة للمتسعتين $(C_{1,2}, C_3)$

$C_{eq}=C_{1,2}+C_3=12+18=30\mu F$





٢. $Q_T=C_{eq}\times\Delta V_T=30\mu F\times12V=360\mu c$

٣. من {الشكل الثاني يتبين ان الربط توازي لذا يكون

$$\Delta V_T=\Delta V_{1,2}=\Delta V_3=12\ V$$

اذا $Q_3=C_3\times\Delta V_3=18\mu F\times12V=216\mu c$

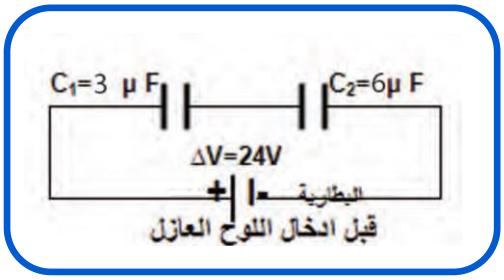
بما ان $Q_{1,2}=C_{1,2}\,\Delta V=12\mu F\times12V=144\mu c$ ***مربوطتان على التوالي*** (C_1,C_2)

$$\therefore Q_1=Q_2=Q_{1,2}=144\mu c$$

مثال/٦/ما مقدار لطاقة المختزنة في المجال الكهربائي لمتسعة سعتها $(2\mu F)$ اذا شحنت لفرق جهد $(5000V)$، وما مقدار القدرة التي نحصل عليها عند تفريغها بزمن قدره $(10\mu s)$ ؟

الحل/ $PE = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2 \Longrightarrow PE = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times (5000)^2 \Longrightarrow PE = 25 \times 10^{6} \times 10^{-6} = 25\ J$

مثال/٧/متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 3\mu F\ ,\ C_2 = 6\mu F)$ مربوطتان على التوالي، ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(24V)$ و كان الهواء عازلا بين صفيحتي كل منهما ،اذا ادخل عازل ثابت عزله (2) بين صفيحتي كل متسعة (ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية، فما مقدار فرق الجهد و الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة قبل و بعد ادخال العازل؟



الحل/١)قبل ادخال العازل

$\frac{1}{Ceq} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2}$ $\frac{1}{Ceq} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6}$

$\frac{1}{Ceq} = \frac{3}{6}$ $C_{eq} = 2\mu F$

ربط توالي $Q_T = C\Delta V = 2\mu F \times 24V = 48\mu c = Q_1 = Q_2$

$\Delta V_1 = Q / C_1$ $\Delta V1 = \frac{48\mu c}{3\mu c} = 16\ V$

$\Delta V_2 = Q / C_2$ $\Delta V2 = \frac{48\mu c}{6\mu F} = 8V$

$PE_1 = \frac{1}{2} Q \Delta V_1 = \frac{1}{2} \times 48 \times 10^{-6} \times 16 = 384 \times 10^{-6}\ J$

$PE_2 = \frac{1}{2} Q \Delta V_2 = \frac{1}{2} \times 48 \times 10^{-6} \times 8 = 192 \times 10^{-6}\ J$

بعد ادخال العازل:

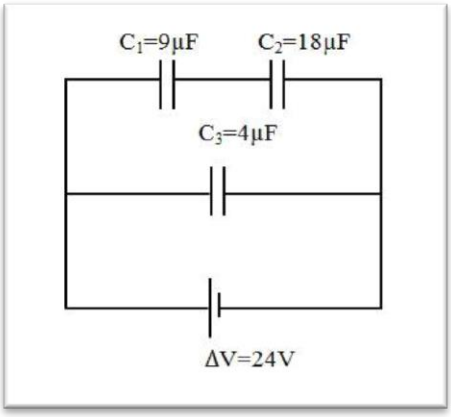
$C_{k1} = k\ C_1 = 2 \times 3\mu F = 6\mu F$,,, $C_{k2} = k\ C_2 = 2 \times 6\mu F = 12\mu F$

$Q_{kT} = k\ Q_T\ 2 \times 48\mu c = 96\mu c = Q_{k1} = Q_{k2}$

لم يتغير فرق الجهد ؟؟؟ $\Delta V_{k1} = Q_k / C_{k1} = \frac{96\mu c}{6\mu F} = 16V$ $\Delta V_{k2} = Q_k / C_{k2} = \frac{96\mu c}{12\mu F} = 8V$

$PE_{k1} = \frac{1}{2} Q_k \Delta V_{k1} = \frac{1}{2} \times 96 \times 10^{-6} \times 16 = 768 \times 10^{-6}\ J$

$PE_{k2} = \frac{1}{2} Q_k \Delta V_{k2} = \frac{1}{2} \times 96 \times 10^{-6} \times 8 = 384 \times 10^{-6}\ J$



س/دور اول/٢٠١٤/ثلاث متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل ، ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها *(24 V)* . ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزله *(K)* بين صفيحتي المتسعة الثالثة (و المجموعة مازالت متصلة بالبطارية)و كانت الشحنة الكلية للمجموعة و كانت الشحنة الكلية للمجموعة *(366 μC)* ، ما مقدار ؟

١) ثابت العزل .٢) الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل في المتسعة الثالثة.

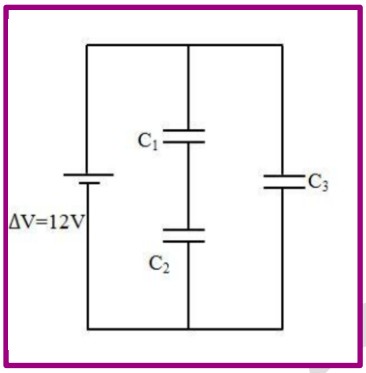
الحل / $C_{eqK} = \frac{Q_{TK}}{\Delta V_{TK}} = \frac{336}{24} = 14\ \mu F$ $\quad C_{1,2} = \frac{C_2 \times C_1}{C_2 + C_1} = \frac{9\times18}{9+18} = \frac{9\times18}{27} = 6\ \mu F$

$$C_{eqK} = C_{1,2} + C_{3K} \quad \Longrightarrow C_{3K} = C_{eqK} + C_{1,2} \quad \Longrightarrow C_{3K} = 14 - 6 = 8\ \mu F$$

$$K = \frac{C_{3K}}{C_3} = \frac{8}{4} = 2$$

$$Q_{1,2} = Q_1 = Q_2 = C_{1,2} \times \Delta V_{1,2} = 6 \times 24 = 144\ \mu C \qquad Q_{3K} = Q_{Tk} - Q_{1,2} = 336 - 144 = 192\ \mu c$$

س/دور ثالث/٢٠١٤/من الشكل المجاور حيث ان مقادير $(C_1 = 20\mu F, C_2 = 30\mu F, C_3 = 18\mu F)$ احسب مقدار



١)السعة المكافئة للمجموعة . ٢)الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .

٣)فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة *(C_1)* .

$$C_{1,2} = \frac{C_2 \times C_1}{C_2 + C_1} = \frac{20 \times 30}{20 + 30} = \frac{20 \times 30}{50} = 12\ \mu F$$

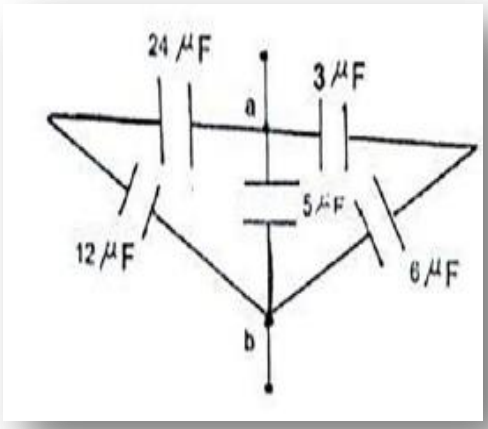
$$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 \quad \Longrightarrow C_{eq} = 12 + 18 = 30\ \mu F$$

$$Q_T = C_{eq} \times \Delta V_T = 30 \times 12 = 360\ \mu c$$

$$\Delta V_T = \Delta V_{1,2} = \Delta V_3 = 12\ V$$

$$Q_{1,2} = C_{1,2} \times \Delta V = 12 \times 12 = 144\ \mu c = Q_1 = Q_2$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{144}{20} = 7.2\ V$$



س/دور اول/٢٠١٧/في الشكل المجاور: ١)احسب السعة المكافئة .

٢)اذا كانت الشحنة الكلية في المجموعة $(300\ \mu C)$ جد فرق الجهد بين النقطتين (a) و (b)

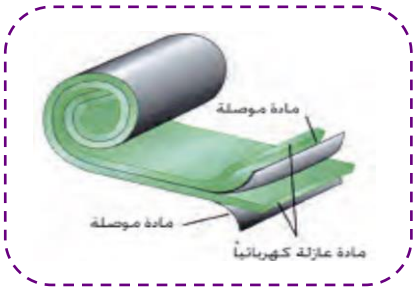
٣) ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة

ملاحظة : جد فرق الجهد بين النقطتين (a) و (b) يقصد (ΔV_T) واجب ...

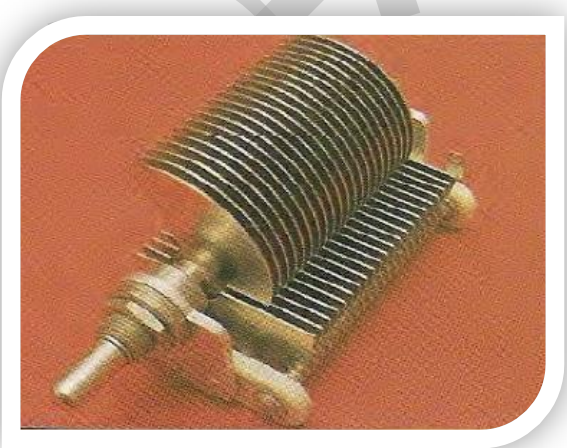
بعض انواع المتسعات

١. **المتسعة ذات الورق المشمع**: يستعمل في العديد من الأجهزة الكهربائية و الالكترونية،

تمتاز بصغر حجمها و كبر مساحة الصفائح.



٢. **المتسعة متغيرة السعة** ذات الصفائح الدوارة: تتألف من مجموعة صفائح بشكل أنصاف أقراص إحدى المجموعات ثابتة و الأخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت ، وتكون هذه المتسعات متوازية الربط **لزيادة** السعة المكافئة .فتتغير السعة المكافئة أثناء الدوران بسبب تغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح تستعمل في دائرة التنغيم اللاسلكي و المذياع



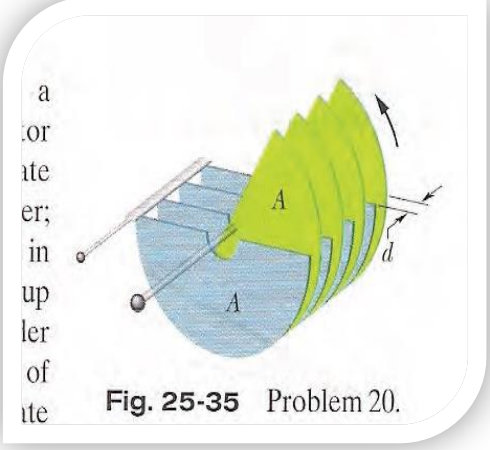
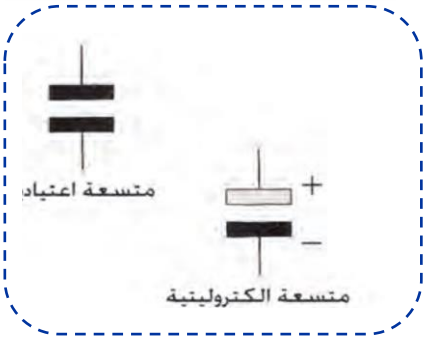


Fig. 25-35 Problem 20.

٣. **المتسعة الالكتروليتية**:تتألف من صفيحتين إحداهما ألمنيوم و الأخرى عجينة الكتروليتية و تتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الألمنيوم و الالكتروليت و تلف الصفائح بشكل اسطواني **تمتاز** بأنها تتحمل جهد كهربائي عالٍ و توضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيتها لغرض ربطها بالدائرة بشكل صحيح.



س/اذكر بعض انواع المتسعات.

س/بماذا تمتاز المتسعة ذات الورق المشمع؟

س/اشرح المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة.

س/مم تتألف المتسعة ذات الصفائح الدوارة ؟ما العازل بين صفيحتيها؟

س/كيف تتغير السعة في المتسعة الدوارة و لماذا؟

س/اين تستعمل المتسعة ذات الصفائح الدوارة؟

س/علل: توضع علامة على طرفي العجينة الالكتروليتية.

س/دور اول/٢٠١٤/ما لفائدة العملية من وجود المتسعة في اللاقطة الصوتية و في المصباح الومضي ؟

س/وزاري مكرر/ اذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق.

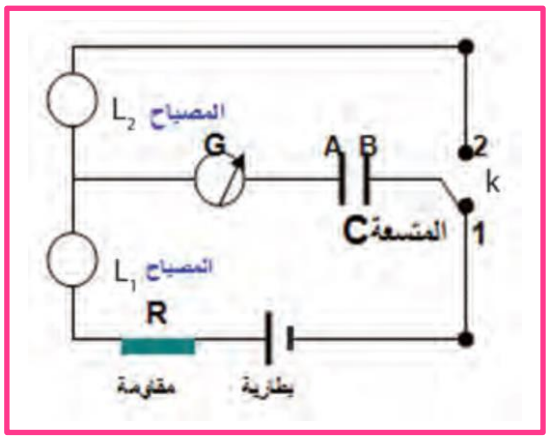
س/دور اول /٢٠١٥/ما لعامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب اثناء استعمالها؟ وضح ذلك؟

س/دور اول/٢٠١٦/مم تتألف المتسعة الالكتروليتية ؟ و بم تمتاز؟

س /اذكر نشاط تبين فيه كيفية شحن المتسعة .

ادوات النشاط : بطارية فولطيتها مناسبة ، كلفانومتر (G) صفره في وسط تدريجه ، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مفتاح مزدوج (k) ، مقاومة ثابتة (R) مصباحان متماثلان (L_1 , L_2) ،اسلاك توصيل .

خطوات الحل :



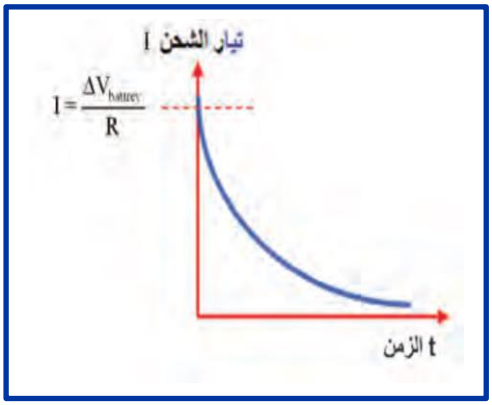
- نربط الدائرة كما في الشكل ،بحيث نجعل المفتاح *(K)* في الموقع *(1)* ، يعني ذلك ربط صفيحتي المتسعة بين قطبي البطارية لغرض شحنها ، لذا نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر *(G)* على احد جانبي صفر تدريجه ثم يعود بسرعة الى الصفر و نلاحظ بالوقت نفسه توهج المصباح L_1 بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ و كأن البطارية غير مربوطة في الدائرة .

س/ما سبب رجوع مؤشر الكلفانومتر الى الصفر ؟

ج لان بعد اكتمال عملية شحن المتسعة يتساوى جهد كل صفيحة مع قطب البطارية المتصل بها ، فنقول ان المتسعة صارت مشحونة بكامل شحنتها و عند إذ يكون :

فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية و في هذه الحالة لا يتوافر فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفرا .

لذا فان وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر يعد مفتاحا مفتوحا بعد ان تنشحن



و بسبب كون صفيحتي المتسعة معزولتين عن بعضهما فالإلكترونات تتراكم على الصفيحة *(B)* المربوطة بالقطب السالب للبطارية ، لذا تنشحن بالشحنة السالبة *(-Q)* في حين تنشحن الصفيحة *(A)* المربوطة بالقطب الموجب بالشحنة الموجبة للبطارية *(+Q)* و بالمقدار نفسه و بطريقة الحث .

المخطط البياني التالي يوضح العلاقة بين تيار شحن المتسعة و الزمن المستغرق لشحن المتسعة .

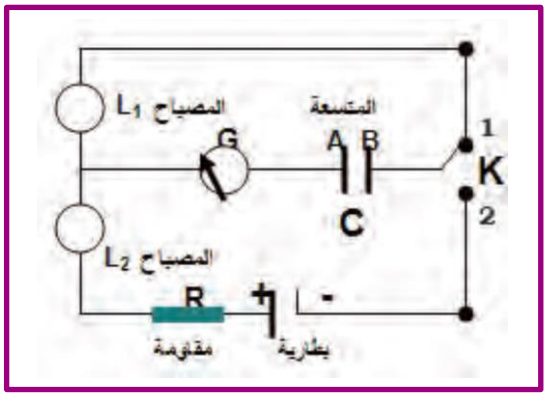
و قد وجد عمليا ان تيار الشحن *(I)* يبدأ بمقدار كبير لحظة غلق دائرة الشحن و مقداره $I = \frac{\Delta V_{battery}}{R}$

و يتناقص مقداه الى الصفر عند اكتمال شحنها

س/اشرح بنشاط كيفية تفريغ المتسعة

ادوات النشاط : بطارية فولطيتها مناسبة ، كلفانومتر (G) صفره في وسط تدريجه ، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مفتاح مزدوج (k) ، مقاومة ثابتة (R) مصباحان متماثلان (L_1 , L_2) ،اسلاك توصيل .

خطوات النشاط :



- نستعمل الدائرة المربوطة في النشاط السابق
- ولكن نجعل المفتاح *(K)* في الموقع *(2)* .
- و بذلك تربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بسلك موصل ،
- و بهذا تتم عملية تفريغ المتسعة من شحنتها اي تتعادل شحنة صفيحتيها
- نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر *(G)* لحظيا الى الجانب الأخر من صفر تدريجه ثم يعود الى اليسار بسرعة
- و نلاحظ توهج المصباح L_2 في الوقت نفسه بضوء ساطع للحظة ثم ينطفئ .

نستنتج من النشاط : ان تياراً لحظيا قد انساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ ، يتلاشى تيار التفريغ بسرعة عندما لا يتوافر فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة اي $(\Delta V_{AB} = 0\ V)$

دائرة تيار مستمر تتالف من مقاومة و متسعة (R_C)

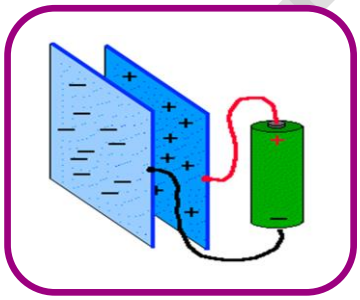
س/مم تتكون دوائر شحن و تفريغ المتسعة؟ وكيف يكون التيار فيها؟

ج/تتكون من متسعة و مقاومة و بطارية ، يكون تيارها متغيرا مع الزمن.

س/ما سبب تكون شحنات مختلفة على صفيحتي كل المتسعة عند شحنها؟

ج/بسبب ربط احدى الصفيحتين الى القطب الموجب للمصدر فتتكون عليها شحنة *(+Q)* و ربط الصفيحة الاخرى بالقطب السالب للبطارية فتتكون عليها شحنة *(+Q)* و بالمقدار نفسه بطريقة الحث.

س/ما سبب رجوع مؤشر الكلفانومتر الى الصفر في دائرة الشحن؟



ج/لان فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي

البطارية فتعمل المتسعة عمل مفتاح مفتوح فلا يسري تيار في الدائرة

س/ما سبب رجوع مؤشر الكلفانومتر الى الصفر في دائرة التفريغ؟

ج/لان بعد عملية التفريغ يصبح فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة صفراً وهذا

يجعل تيار التفريغ يساوي صفر.

س/متى يصبح تيار شحن المتسعة في مقداره الأعظم هل يستمر بهذا المقدار ؟ولماذا؟

ج/يصبح تيار شحن المتسعة في اعظم مقدار لحظة غلق الدائرة ،لا يبقى التيار في مقداره الأعظم لأنه يتناقص الى الصفر بسبب عند اكتمال عملية الشحن.

س/متى يصبح تيار تفريغ المتسعة باعظم مقدار ؟وهل يستمر بهذا المقدار و لماذا؟

ج/لحظة ربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بواسطة سلك، كلا لا يستمر لان المتسعة سوف تفرغ بعد فترة قصيرة و يصبح التيار صفراً.

س/تمهيدي/محافظة الانبار/٢٠١٥/المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحا مفتوحاً ، لماذا؟

الجواب/لأن المتسعة عندما تشحن بكامل شحنتها يكون فرق جهد كل صفيحة منها مساويا لجهد القطب المتصل بالبطارية، وهذا يعني ان فرق جهد البطارية يساوي فرق جهد المتسعة ، وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفراً، وعند اذ يكون التيار في الدائرة يساوي صفراً.

من النشاط نفهم التالي:

العنصر	لحظة غلق الدائرة	بعد اكتمال عملية الشحن
المقاومة	فرق جهد $V_R = V_{battery}$	$I_R=0$, $V_R=0$
	المقاومة=فرق جهد البطارية	تعد الدائرة مفتوحة
المتسعة	$\Delta V_c = 0$, $Q=0$	$\Delta V_c = \Delta V_b$

نحتاجه في مسائل (R_C)

تذكر $I = \frac{q}{t}$ / **التيار وحدته A** أيضا قانون اوم $R = \frac{V}{I}$

لحل مسائل R_C

نحاول إيجاد فرق جهد المقاومة (V_R) التي ربطت معها المتسعة فإذا كانت المتسعة

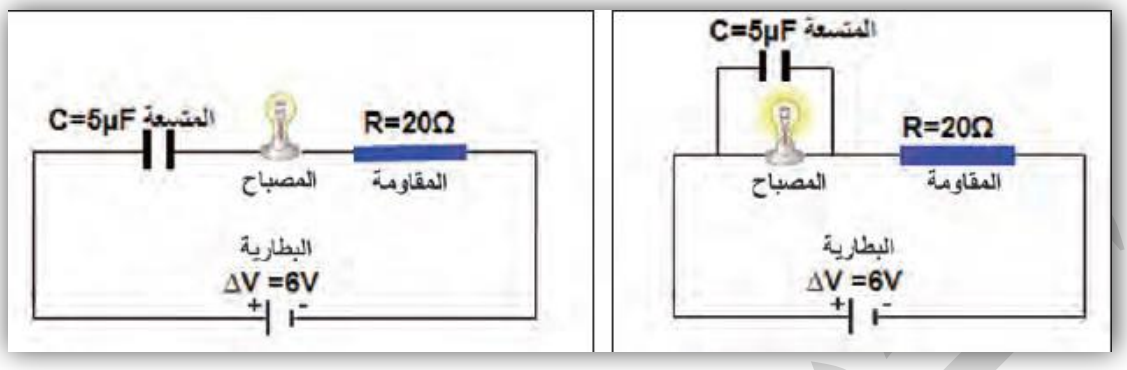
١. مربوطة على التوازي مع المقاومة يكون $\Delta V_c = \Delta V_R$ فرق جهد المتسعة يساوي فرق جهد المقاومة.
٢. مربوطة على التوالي مع المقاومة عند ربط المتسعة بالتوالي مع المقاومة فإنها تقطع التيار في الدائر $I = 0$ عند اكتمال شحنها فتعمل عمل مفتاح مفتوح في دائرة التيار المستمر

لذا يكون فرق الجهد بين طرفيها =فرق جهد البطارية $\Delta V_b = \Delta V_c$

لحظة غلق الدائرة: يهمل وجود المتسعة لأنها لم تشحن بعد شحنتها صفر و فرق جهدها صفر

بعد اكتمال عملية الشحن: نهمل وجود المقاومة فتكون الدائرة متسعة فقط **لان** المتسعة تعمل عمل مفتاح مفتوح بعد اكتمال الشحن فلا وجود للتيار في الدائرة .

مثال/٨/كتاب/ دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي على مصباح كهربائي مقاومته $(r=10\Omega)$ و مقاومة مقدارها $(R=20\Omega)$. وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $(6V)$ ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(5\mu F)$ ما مقدار الشحنة المختزنة على أي من الصفيحتين و الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي، لو ربطت المتسعة مع المصباح : ١)بالتوازي مع المصباح . ٢ بالتوالي مع الدائرة .



اولا بالتوازي مع المصباح :

$$I = \frac{\Delta V_b}{r+R} = \frac{6}{10+20} = 0.2\ A$$

بالتوازي مع المصباح $\Delta V_r = I \times r = 0.2 \times 10 = 2\ V = \Delta V_C$

$$Q = C\ \Delta V_C = 5 \times 2 = 10\ \mu c \qquad PE = \frac{1}{2} Q\ \Delta V = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 2 = 10 \times 10^{-6}\ J$$

ثانيا :بالتوالي مع الدائرة

عند اكتمال الشحن $\Delta V_C = \Delta V_b = 6\ V$

$$Q = C\ \Delta V_C = 5 \times 6 = 30\ \mu c \qquad PE = \frac{1}{2} Q\ \Delta V = \frac{1}{2} \times 30 \times 10^{-6} \times 6 = 90 \times 10^{-6}\ J$$

س/دور ثالث/٢٠١٦/دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح كهربائي مقاومته (r=6Ω) و مقاومة مقدارها (R=14Ω) و بطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها (4 V) ، ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (2μF) ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة و الطاقة المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة :

١. على التوازي مع المصباح.
٢. على التوالي مع المصباح و المقاومة و البطارية في الدائرة نفسها.

س/ ربطت المقاومتان $(r=5\Omega,\ R=10\Omega)$ على التوالي ثم ربطتا إلى بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(30V)$ احسب الشحنة المختزنة على أي من صفيحتي متسعة سعتها $(20\mu F)$ لو ربطت

١. على التوازي مع المقاومة (5Ω) .
٢. على التوالي مع المجموعة.

بعض التطبيقات العملية للمتسعة:

A. المتسعة الموضوعة في المصباح الومضي في اله الكاميرا.

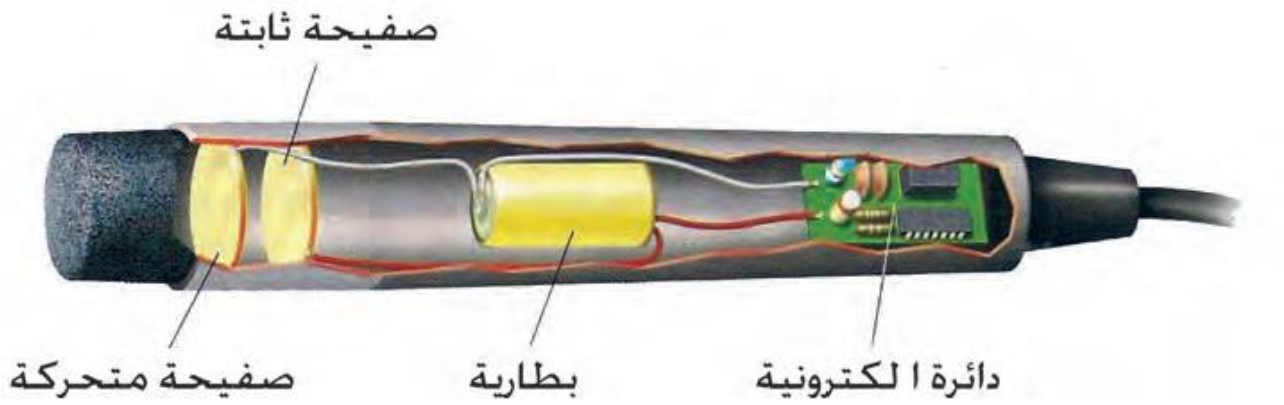
س/ما لفائدة العملية من المتسعة الموضوعة في المصباح الومضي؟

ج/تجهز المصباح بطاقة كافية بصورة مفاجئة بضوء ساطع أثناء تفريغ المتسعة من شحنتها.

B. المسعة الموضوعة في اللاقطة: تكون إحدى صفيحتيها ثابتة و الأخرى مرنة حرة الحركة و الصفيحتان تكونان عند فرق جهد كهربائي ثابت ، فالموجات الصوتية تتسبب في اهتزاز الصفيحة المرنة للأمام و الخلف فيتغير مقدار سعة المتسعة تبعا لتغير البعد بين الصفيحتين و بتردد الموجات الصوتية نفسه هذا يعني تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية.

س/ما الفائدة العملية من المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية؟

ج/تحول الذبذبات الميكانيكية إلى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه.



C. المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز و تنظيم حركة عضلات القلب :يستعمل الجهاز لنقل مقادير مختلفة و محددة من الطاقة الكهربائية إلى المريض الذي يعاني من اضطرابات في حركة عضلات قلبه. عندما يكون قلب المريض غير قادرا على ضخ الدم يلجأ الطبيب إلى استعمال صدمة كهربائية قوية تحفز قبله و تعيد أنتضام عمله ، فالمتسعة و الموجودة في الجهاز تفرغ طاقتها المختزنة التي تتراوح بين(*J 360 ---- J 10*) في جسم المريض لمدة زمنية قصيرة جدا.

س/ما الفائدة العملية من المتسعة في جهاز تحفيز القلب؟

ج/تحفز القلب و تعيد انتظام عمله بواسطة نقل كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية و لفترة زمنية قصيرة جداً.

D. المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب:توضع تحت كل حرف من حروف لوحة المفاتيح إذ يثبت كل مفتاح بصفيحة متحركة تمثل إحدى صفيحتي المتسعة مرنة حرة الحركة و الأخرى مثبته في قاعدة المفتاح، وعند الضغط على المفتاح يقل البعد بين الصفيحتين فتزداد سعتها و هذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه.

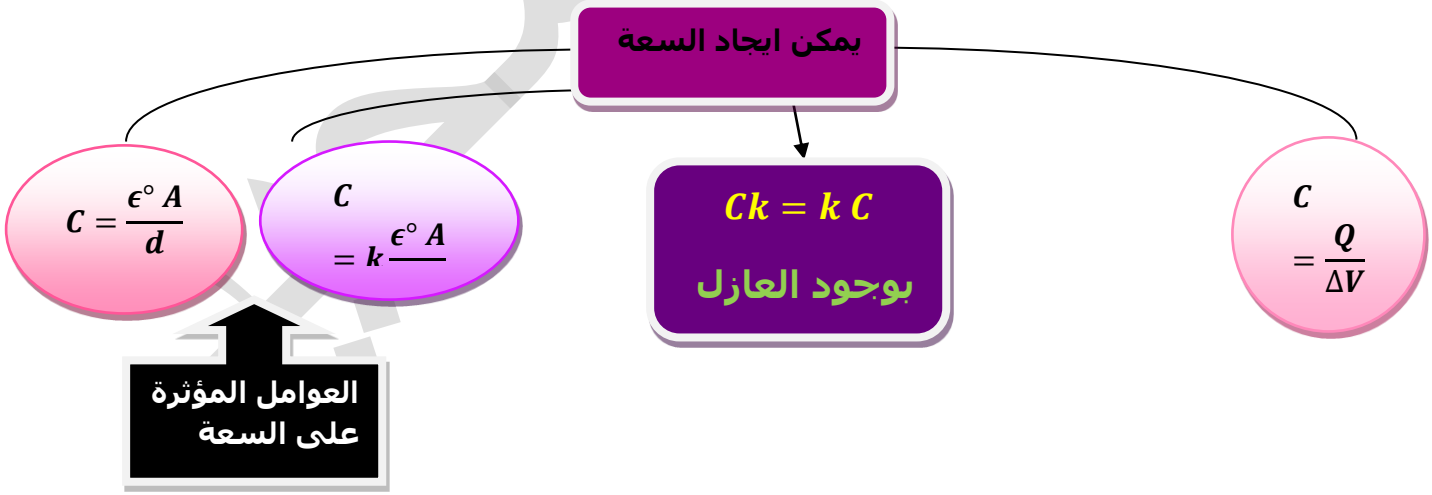
س/ما الفائدة العملية من المتسعة فلوحة المفاتيح؟

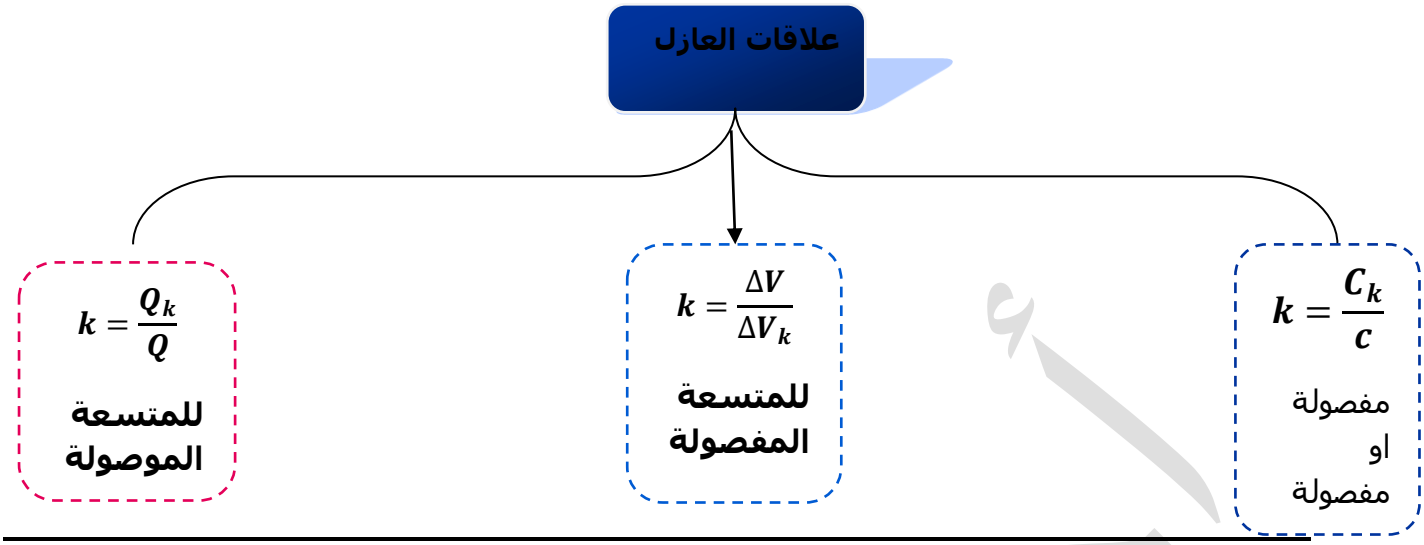
ج/ عند الضغط على المفتاح يقل البعد بين الصفيحتين فتزداد سعتها و هذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه.

س/كيف تتعرف الدوائر الالكترونية على المفتاح الذي تم ضغطه في لوحة المفاتيح؟

ج/ عند الضغط على المفتاح يقل البعد بين الصفيحتين فتزداد سعتها و هذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه.

ملخص قوانين الفصل الأول





علاقات ربط التوالي و التوازي:

العنصر	توالي	توازي
السعة	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_n}$	$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_n$
الشحنة	$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_n$	$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_n$
فرق الجهد	$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_n$	$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_n$

الطاقة المختزنة			
$PE = \frac{1}{2} Q\Delta V$	$PE = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$	$PE = \frac{1}{2} C\ \Delta V^2$	

حل اسئلة و مسائل الفصل

س١ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي

١. متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة و مفصولة عن البطارية، الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها، ادخلت مادة عازلة ثابت عزلها (k=2)ملأت الحيز بين الصفيحتين، فان مقدار المجال الكهربائي (E_k) بين الصفيحتين بوجود العازل مقارنة مع مقدار (E) في حالة الهواء يصير : a) E/4 b) 2E C) E d) E/2

٢. وحدة فاراد تستعمل لقياس سعة المتسعة و هي لا تكافئ احدى الوحدات الآتية:

(a) $\frac{Coulomp^2}{J}$ **(b)** $\frac{Coulomp}{V}$ (c) $coulomp \times V^2$ (d) $\frac{J}{V^2}$

٣. متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها C قربت صفيحتيها من بعضهما حتى صار البعد بينهما (1/3) ما كان عليه. فان مقدار سعتها الجديدة:

$(a)\ \frac{1}{3}C$ (b) $\frac{1}{9}C$ (d) $3C$ (d) $9C$

٤. متسعة مقدار سعتها (20μF) لكي تختزن طاقة في مجالها الكهربائي (2.5J) يتطلب ربطها بمصدر جهد مستمر يساوي:

(a) 150 V (b) 350 V (c) 500 V (d) 250 KV

٥. متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (50μF) اذا ادخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار (60μF)، فان ثابت عزل تلك المادة يساوي:

(a) 0.45 (b) 0.55 (c) 1.1 (d)2.2

٦. وانت في المختبر تحتاج لمتسعة سعتها (10μF)وانت في المختبر تحتاج لمتسعة سعتها والمتوافر لديك مجموعة من المتسعات المتماثلة من ذوات السعة (15μF)، فان عدد المتسعات التي تحتاجها و طريقة الربط هي :

a) العدد 4 تربط جميعا على التوالي.

b) العدد 6 جميعها تربط على التوازي.

c) العدد 3 اثنان منهما على التوالي و تربط المجموعة مع المتسعة الثالثة على التوازي.

d) العدد 3 اثنان منهما على التوازي و الثالثة تربط مع المجموعة على التولي.

٧. متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت، فاذا ابعدت الصفيحتين عن بعضهما قليلا مع بقاء البطارية موصولة بالصفيحتين فان مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين:

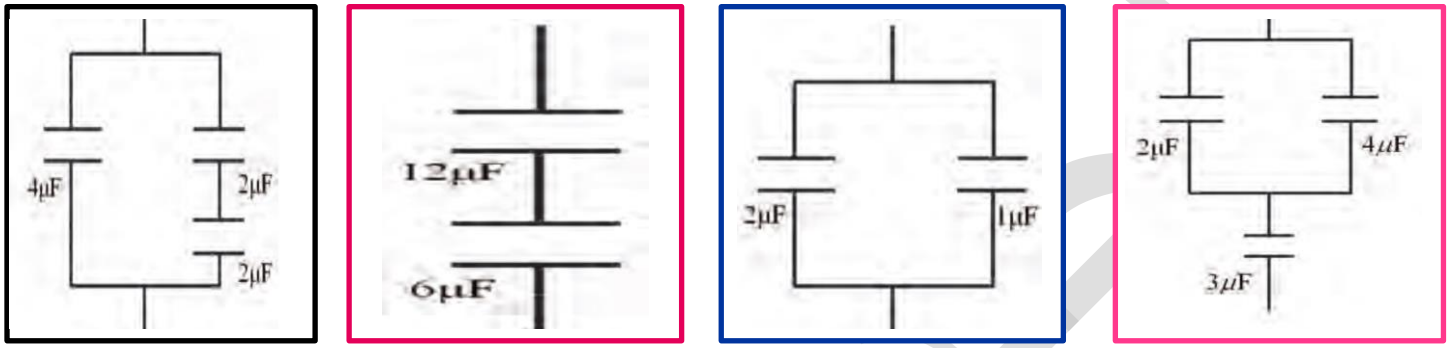
a) يزداد و الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها تزداد.

b) يقل و الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها تقل.

c) يبقى ثابتا و الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها تبقى ثابته.

d) يبقى ثابتا و الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها تقل.

٨. للحصول على اكبر مقدار من سعة المتسعة في الشكل التالي نختار الدائرة المربوطة في الشكل:



D C B A

٩. متسعتان (C_1,C_2) ربطتا مع بعضهما على التوالي، و مجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية ،وكان مقدار سعة الثانية و عند مقارنة فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الاولى (ΔV_1) مع فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية (ΔV_2) نجد ان :

(a) ΔV_1 اكبر من ΔV_2 (b) ΔV_1 اصغر من ΔV_2 (c) ΔV_1 يساوي ΔV_2

(c) كل الاحتمالات السابقة

١٠. ثلاث متسعات (C_1,C_2,C_3) مربوطة مع بعضها على التوازي، ومجموعتهم ربطت بين قطبي بطارية، و كان مقدار سعاتها ($C_1>C_2>C_3$) و عند مقارنة مقدار الشحنات (Q_1,Q_2,Q_3) المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة ، نجد ان:

a. $Q_3>Q_2>Q_1$.

b. $Q_1>Q_3>Q_2$.

c. $Q_1>Q_2>Q_3$.

d. $Q_1=Q_2=Q_3$.

س٢ عند مضاعفة مقدار فرق الجهد بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابته ، وضح ماذا يحصل لكل من مقدار:

a) الشحنة المختزنة (Q) في اي من صفيحتيها . b) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

الجواب / a) تتضاعف الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة عند مضاعفة فرق الجهد بثبوت السعة.

التوضيح / $Q = C\,\Delta V \rightarrow\rightarrow\rightarrow Q \propto \Delta V$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{2(\Delta V_1)}{\Delta V_1} = 2 \rightarrow\rightarrow\rightarrow Q_2 = 2Q_1$$

b) تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي الى اربعة امثال ما كانت عليه.

التوضيح / وفق العلاقة

$$PE = \frac{1}{2} C\,\Delta V^2 \rightarrow\rightarrow\rightarrow PE \propto \Delta V^2 \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_2}{PE_1} = \frac{(\Delta V)_2^2}{(\Delta V)_1^2}$$

$$\frac{PE_2}{PE_1} = \frac{(2\Delta V_1)^2}{(\Delta V_1)^2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_2}{PE_1} = 4 \rightarrow\rightarrow\rightarrow PE_2 = 4PE_1$$

س٣ متسعة مشحونة، فرق الجهد بين صفيحتيها عالٍ جدا. تكون مثل هذه المتسعة و لفترة زمنية طويلة خطرة عند لمس صفيحتيها باليد مباشرة ، ما تفسيرك لذلك ؟ اذكر الأجراء اللازم اتخاذه لكي تتمكن من لمس الصفيحة بيدك بأمان.

الجواب / خطورتها تكمن في ان مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها كبير جدا لان فرق جهدها كبير جدا ، وعند لمس صفيحتيها بواسطة اليد مباشرة تتفرغ المتسعة من شحنتها حيث تعد اليد مادة موصلة بين الصفيحتين .

و لكي نلمس هذه المتسعة باليد و بأمان يجب تفريغها من شحنتها بواسطة سلك من مادة موصلة مغلفة بمادة عازلة يوصل طرفاه بين صفيحتيها او نستعمل المفرغ الكهربائي او المفك.

س٤ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (الهواء عازل بين صفيحتيها) وضح كيف يتغير مقدار سعتها بتغير كل من العوامل التالية (مع ذكر العلاقة الرياضية التي تستند عليها في جوابك):

a) المساحة بين صفيحتيها . b) البعد بين الصفيحتين. c) نوع الوسط العازل بين الصفيحتين.

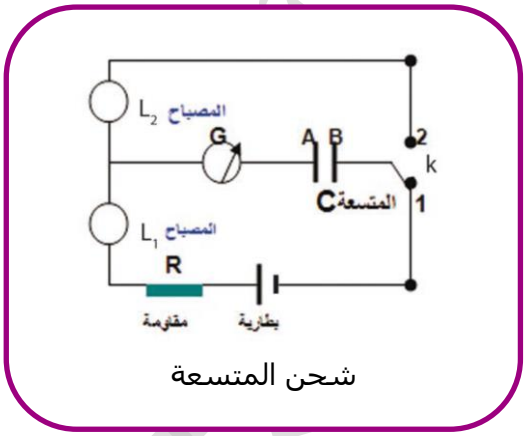
الجواب / على وفق العلاقة $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$

a. تزداد سعة المتسعة بازدياد المساحة السطحية (A) لان السعة تتناسب طرديا مع المساحة $C \propto A$ بثبوت بقية العوامل.

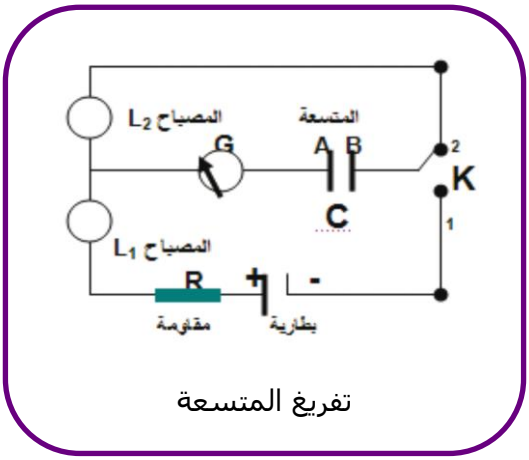
b. تقل سعة المتسعة بازدياد البعد (d) بين الصفيحتين لان السعة تتناسب عكسيا مع البعد $C \propto \frac{1}{d}$ بثبوت بقية العوامل .

c. تزداد سعة المتسعة بإدخال مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتيها اذ تكون $C_k = kC$ بثبوت بقية العوامل.

س٥ ارسم مخططا لدائرة كهربائية مع التأشير توضح فيها a) عملية شحن المتسعة. b) عملية تفريغ المتسعة.



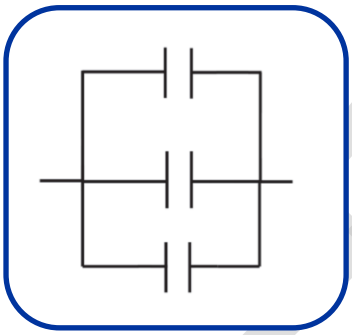
شحن المتسعة



تفريغ المتسعة

س٦ لديك ثلاثة متسعات متماثلة سعة كل منها C و مصدر للفولطية المستمرة ، فرق الجهد بين قطبيه ثابت المقدار .
ارسم مخططا لدائرة كهربائية تبين فيه الطريقة المناسبة لربط المتسعات الثلاث جميعها في الدائرة للحصول على اكبر مقدار للطاقة الكهربائية يمكن اختزانه في المجموعة ثم اثبت ان الترتيب الذي تختاره هو الأفضل .

الجواب/ نربط المتسعات الثلاث على التوازي مع بعضها بين قطبي البطارية فتزداد السعة المكافئة للمجموعة حسب العلاقة $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = C + C + C = 3C$



و بما ان الطاقة المختزنة للمتسعة الواحدة تعطى بالعلاقة $PE = \frac{1}{2} C\,\Delta V^2$

و ان الطاقة المختزنة للمتسعة المكافئة تعطى بالعلاقة $PE_{total} = \frac{1}{2} C_{eq} \Delta V^2$

$$\frac{PE_{total}}{PE} = \frac{\frac{1}{2} C_{eq} \Delta V^2}{\frac{1}{2} C \Delta V^2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_{total}}{PE} = \frac{C_{eq}}{C} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_{total}}{PE} = \frac{3C}{C} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_{total}}{PE} = 3$$

$PE_{total} = 3PE$ و بذلك تزداد الطاقة المختزنة الى ثلاثة امثال ما كانت عليه لمتسعة واحدة .

س٧ هل ان المتسعات المؤلفة للمتسعة المتغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة الموضحة بالشكل تكون مربوطة على التوالي؟ ام على التوازي؟ وضح ذلك .

شكل (38)

الجواب/ تكون مربوطة على التوازي .صفائح، احداهما ثابته و الاخرى اذ تتألف من مجموعتين من الصفائح احدهما ثابته و الاخرى يمكن تدويرها حول محور . وعندما يراد شحن المتسعة تربط مجموعة الصفائح الثابتة بأحد قطبي البطارية ، ومجموعة الصفائح الدوارة تربط بالقطب الاخر ،فتكون احد الصفيحتين بجهد موجب و الاخرى بجهد سالب . وهذه هي ميزة ربط التوازي.

س٨ ربطت المتسعة C_1 بين قطبي بطارية ،وضح ماذا يحصل لمقدار كل من فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة C_1 و الشحنة المختزنة فيها لو ربطت متسعة اخرى C_2 غير مشحونة مع المتسعة C_1 مع بقاء البطارية مربوطة في الدائرة و كانت طريقة الربط

اولا : توازي ثانيا : توالي

الجواب / اولا عند ربط المتسعة C_2 على التوازي مع المتسعة C_1 مع بقاء البطارية مربوطة في الدائرة

يكون فرق الجهد (ΔV) ثابتا $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{batery}$

فتكون كذلك الشحنة المختزنة Q_1 بين صفيحتي المتسعة C_1 ثابتة ايضا لان $Q_1 = C_1\,\Delta V_1$

لان كل من C_1 و ΔV_1 ثابته .

ثانيا : عند ربط C_2 بالتوالي مع C_1 مع بقاء البطارية يقل فرق جهد المتسعة ΔV_1 لان في ربط التوالي

$$\Delta V_{batery} = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_{batery} - \Delta V_2$$

$$\Delta V_1 < \Delta V_{batery}$$

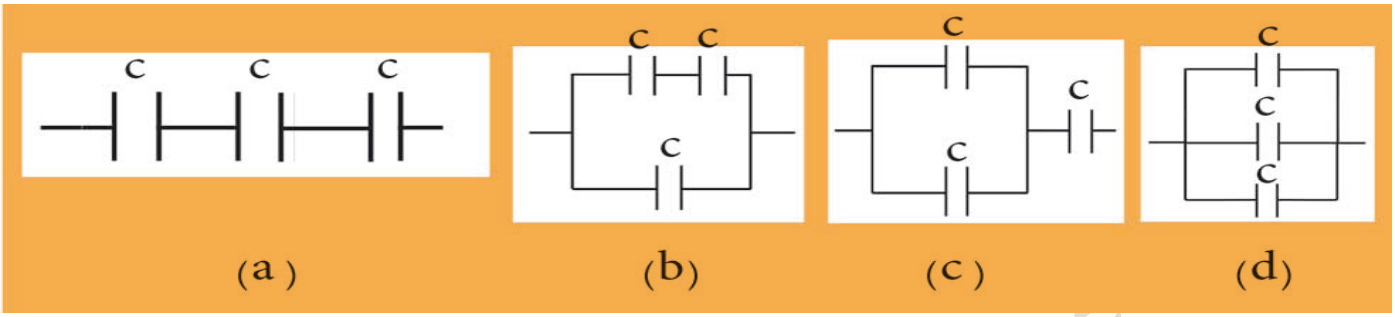
اما الشحنة فتقل بسبب نقصان فرق جهدها وفق العلاقة

$$Q = C\Delta V$$

و بثبوت السعة فان

$$Q \propto \Delta V$$

س٩ في الشكل المتسعات الثلاث متماثلة سعة كل منها C رتب الاشكال الاربع من بالتسلسل من الاكبر مقدارا للسعة المكافئة الى الاصغر مقدارا :



الجواب/(d)>(b)>(c)>(a)

التوضيح:

الشكل a $\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{C}+\frac{1}{C}+\frac{1}{C}=\frac{3}{C}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C_{eq}}=\frac{3}{C}\rightarrow\rightarrow\rightarrow C_{eq}=\frac{1}{3}C=0.33c$

الشكلb $\frac{1}{\acute{C}}=\frac{1}{C}+\frac{1}{C}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{\acute{C}}=\frac{2}{C}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\acute{C}=\frac{1}{2}\acute{C}=0.5C$

$C_{eq}=\acute{C}+C=0.5C+C=1.5C$

الشكل C

$\acute{C}=C+C=2C$

$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{\acute{C}}+\frac{1}{C}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{2C}+\frac{1}{C}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1+2}{2C}\rightarrow\rightarrow\rightarrow\frac{1}{C_{eq}}=\frac{3}{2C}$

$C_{eq}=\frac{2}{3}C=0.67C$

الشكل d $C_{eq}=C+C+$

$C=3C$

اي ان

(3C)>(1.5C)>(0.67C)>(0.33C)

س١٠ /A/اذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة ،ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق: ابحث عن الجواب في الملزمة ...

B / متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة و مفصولة عن البطارية ، لو ملأ الحيز بين صفيحتيها بالماء النقي بدل من الهواء. فان مقدار الجهد الكهربائي سينخفض . ما تعليل ذلك ؟

الجواب/بما ان المتسعة مفصولة عن المصدر فان دخول العازل يؤدي الى نقصان مقدار المجال الكهربائي بنسبة ثابت العزل فيقل فرق الجهد بنسبة k .

$$E_k = \frac{E}{k}$$

$$E\frac{\Delta V}{d}$$

و بما ان $\Delta V = Ed$ فيكون $\Delta V \propto E$ اذا يكون $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$

C / اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من ادخال مادة عازلة كهربائية تملأ الحيز بين صفيحتي المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدل الفراغ. ابحث عن الجواب في الملزمة ...

D / ما لعامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب اثناء استعمالها.

الحواب/يتغير البعد بين صفيحتي المتسعة (عند الضغط على المفتاح) فتزداد بذلك سعة المتسعة و تتغير مقدار سعة المتسعة و بذلك يتم التعرف على الزر الذي تم ضغطه بواسطة الدوائر الالكترونية .

E / ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي *(the Defibrillator)* المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز و اعادة عمل قلب المريض؟

الجواب/الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الموضوعة في الجهاز.

F / ما التفسير الفيزيائي لكل من :

١. ازدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي.

ج/ازدياد المساحة السطحية للمتسعة المكافئة للتوازي $C \propto A$.

٢. نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي.

ج/ازدياد البعد بين الصفيحتين للمتسعة المكافئة للتوالي $C \propto \frac{1}{d}$. حسب العلاقة $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$

س١١ علل ما يلي:

a) المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحاً مفتوحاً.

b) يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها.

c) تحديد مقدار اقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تعمل عنده المتسعة.

ج/لمنع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين الصفيحتين نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من شحنتها و تتلف المتسعة عند اذٍ.

س١٢ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، شحنت بواسطة بطارية ثم فصلت عن عنها ،و عندما ادخل لوح عازل كهربائيا ثابت عزله (k=2) بين صفيحتيها اذا يحصل لكل من الكميات الاتية مع ذكر السبب:

a) الشحنة المختزنة بين صفيحتيها.

ج/الشحنة المختزنة ثابتة لان المتسعة مفصولة عن البطارية $Q_k = Q$.

b) **سعتها** . ج/سعتها تزداد الى الضعف $C_k = k\,C = 2C$.

c) **فرق الجهد بين صفيحتيها.** ج/يقل الى النصف $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{\Delta V}{2} = \frac{1}{2}\Delta V$.

d) **المجال الكهربائي بين صفيحتيها .** ج/يقل الى النصف $E_k = \frac{E}{k} = \frac{E}{2} = \frac{1}{2}E$

e) **الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين.**

ج/تقل و فق العلاقة $PE = \frac{1}{2}Q\,\Delta V$ $\qquad PE_k = \frac{1}{2}\,Q\,\Delta V_k$

$$\frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2}Q\Delta V_k}{\frac{1}{2}Q\,\Delta V} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_k}{PE} = \frac{\Delta V_k}{\Delta V} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2}\Delta V}{\Delta V} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_k}{PE} = \frac{1}{2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow PE_k = \frac{1}{2}PE$$

س١٣ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ،ربطت بين قطبي بطارية و عندما ادخل عازل كهربائي ثابت عزله (k=6) و المتسعة مازالت موصولة بالبطارية ،ماذا يحصل لكل من الكميات التالية مع ذكر السبب:

a) **فرق الجهد بين صفيحتيها.** ج/يبقى ثابتا و يساوي فرق جهد البطارية $\Delta V_k = \Delta V$

b) **سعتها .** ج/تزداد بنسبة ثابت العزل $C_k = k\,C = 6C$

c) **الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها.** ج/تزداد بنسبة ثابت العزل $Q_k = k\,Q = 6Q$.

d) **المجال الكهربائي بين صفيحتيها.**

ج/يبقى ثابتا بسبب ثبوت كل من فرق الجهد و البعد بين الصفيحتين $E = \frac{\Delta V}{d}$.

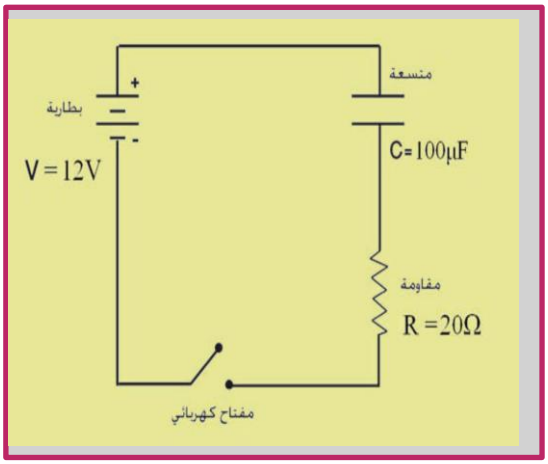
e) **الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.**

ج/تزداد بنسبة ثابت العزل حسب العلاقة $PE = \frac{1}{2}Q\,\Delta V$ $\qquad PE = \frac{1}{2}\,Q_k\,\Delta V$

$$\frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2}Q_k\,\Delta V}{\frac{1}{2}Q\,\Delta V} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_k}{PE} = \frac{Q_k}{Q} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_k}{PE} = \frac{6Q}{Q} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \frac{PE_k}{PE} = 6 \rightarrow\rightarrow\rightarrow PE_k = 6PE$$

مسائل الفصل

س١ من المعلومات الموضحة في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل احسب:



١. المقدار الأعظم لتيار الشحن لحظة اغلاق المفتاح.

٢. مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من اغلاق المفتاح(اكتمال الشحن)

٣. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.

٤. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة.

س٢ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها(4μF)ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (20V):

١. ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة ؟

٢. اذا فصلت المتسعة عن البطارية و ادخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين صفيحتيها الى (10V) ، فما مقدار ثابت العزل ؟ وما مقدار سعة المتسعة و العازل بين صفيحتيها؟

س٣ متسعتان($C_1=9\mu F, C_2=18\mu F$) من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي، ربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها(12V)

a) احسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة و الطاقة المختزنة فيها .

b) ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (4) بين صفيحتي المتسعة C_1 (مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة)،فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة و الطاقة المختزنة فيها بعد ادخال العازل؟

س٤ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين (C_1=16μF,C_2=24μF) ، مربوطتان مع بعضهما على التوازي ،ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية ،فرق الجهد بين قطبيها (48V)،اذا ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الأولى و مازالت المجموعة متصلة بالبطارية ،فاذا كانت الشحنة الكلية (34566μc) فما مقدار :

١-ثابت العزل. ٢- الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة قبل و بعد ادخال العازل.

س٥ متسعتان *(C_1=4μF,C_2=8μF)* مربوطتان مع بعضهما على التوازي فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية مقدارها *(600μc)* بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

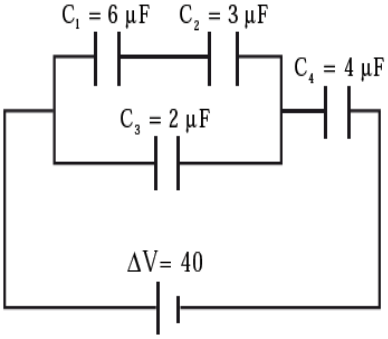
a) احسب لكل متعة مقدار الشحنة و فرق الجهد بين صفيحتيها و الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

b) دخل لوح عازل ثابت عزله *(2)* بين صفيحتي المتسعة الثانية ،فما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة و فرق الجهد و الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل؟

س٦ لديك ثلاث متسعات سعاتها (C_1=6μF,C_2=9μF,C_3=18μF) ومصدر للفولطية ،فرق الجهد بين طرفيه (6V). وضح مع رسم مخطط للدائرة كيفية ربط المتسعات الثلاث للحصول على :

a) اكبر سعة مكافئة و ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة و مقدار الشحنة المختزنة في المجموعة.؟

b) اصغر مقدار للسعة المكافئة و ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة و ما مقدار الشحنة المختزنة في المجموعة؟



س٧ اربع متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل .احسب مقدار:

a) السعة المكافئة.

b) الشحنة المختزنة في كل متسعة.

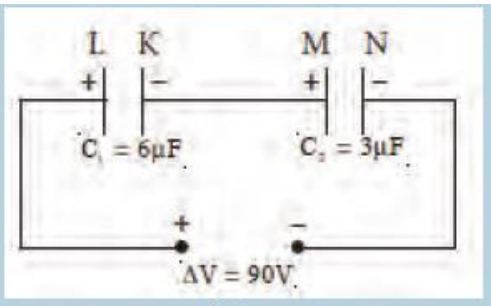
c) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة C_4

س٨ متسعتان $(C_1=6\mu F, C_2=3\mu F)$ ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما $(90V)$

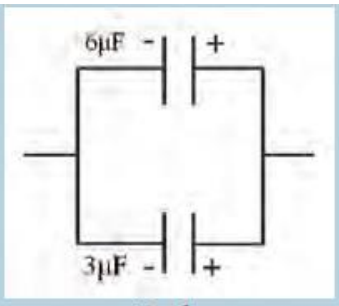
كما في الشكل (١)،فاذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون حدوث ضياع بالطاقة ثم اعيد ربطهما مع بعض.

١. كما في الشكل (٢) بعدما ربطت الصفائح المتماثلة الشحنة مع بعضهما.

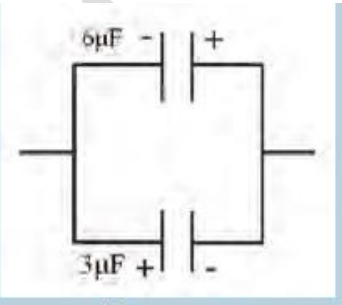
٢. كما في الشكل (٣)بعدما ربطت الصفائح المختلفة الشحنة مع بعضها .



شكل (42 -a)



شكل (42-b)



شكل (42 -c)

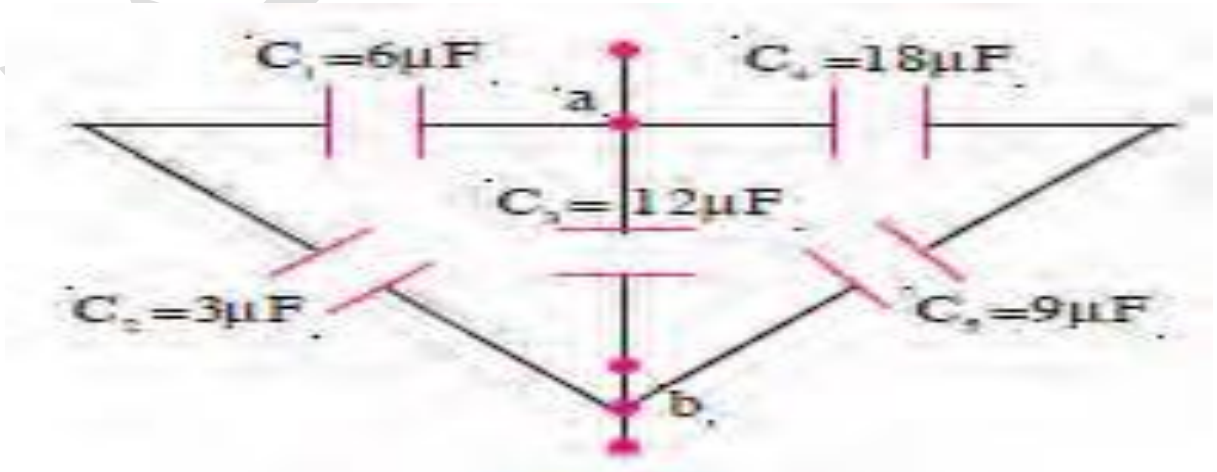
س٩ في الشكل

١. احسب السعة المكافئة للمجموعة.

٢. اذا سلط فرق جهد كهربائي $(20V)$ بين النقطتين (a,b) ،

فما مقدار الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة؟

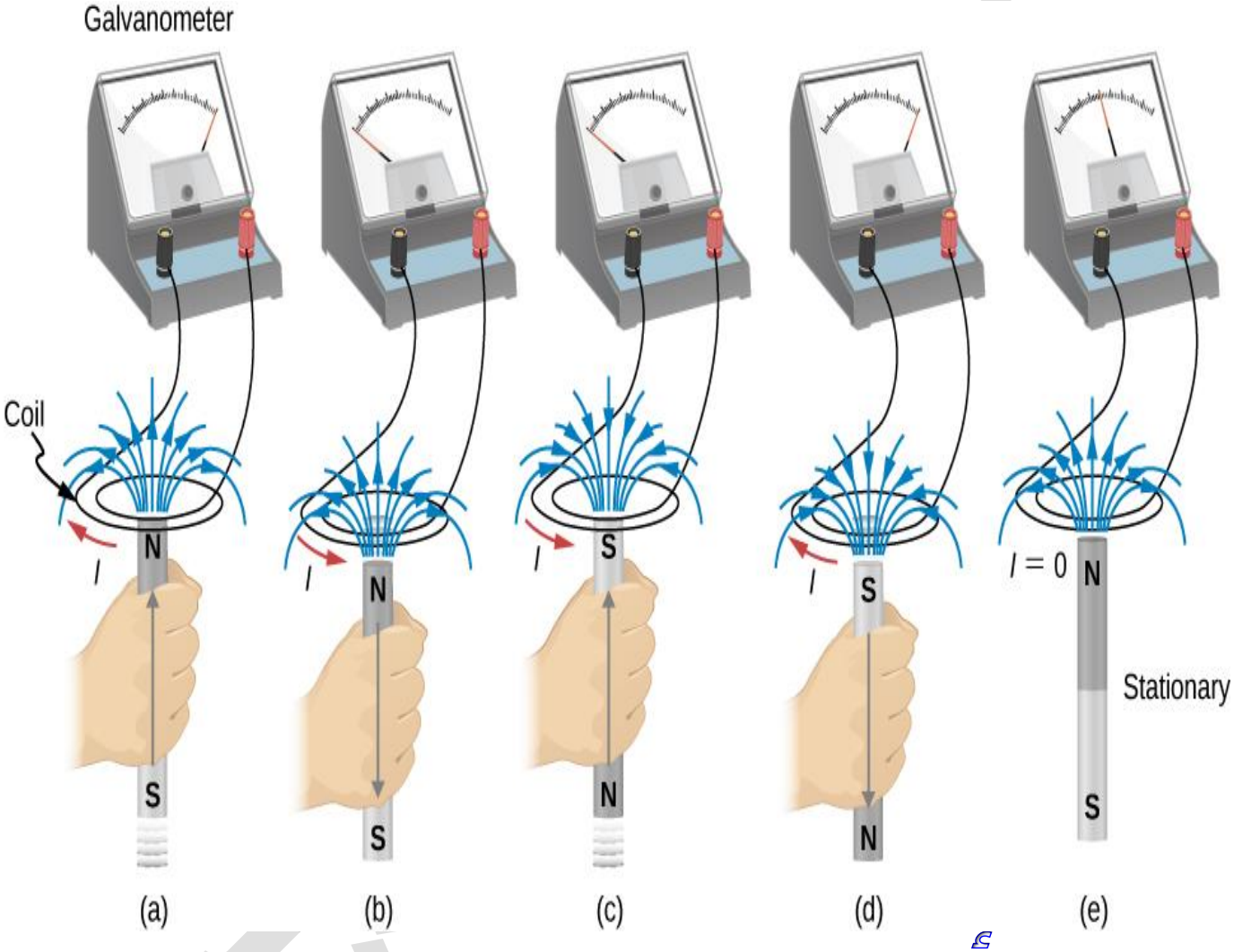
٣. ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة؟



السادس التطبيقي

الفصل الثاني

الحث الكهرومغناطيسي



اعداد :أ.حيدر مجيد

٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١

س/اين يستعمل المغناطيس الكهربائي؟

١)رفع القطع الحديدية الثقيلة. ٢) تسيير القطارات فائقة السرعة.

٣)معظم الأجهزة الكهربائية مثل: (المولد ،المحرك، مولدة الصوت، المسجل الصوتي و الصوري ، القيثارة ، الحاسوب ،الرنين المغناطيسي)

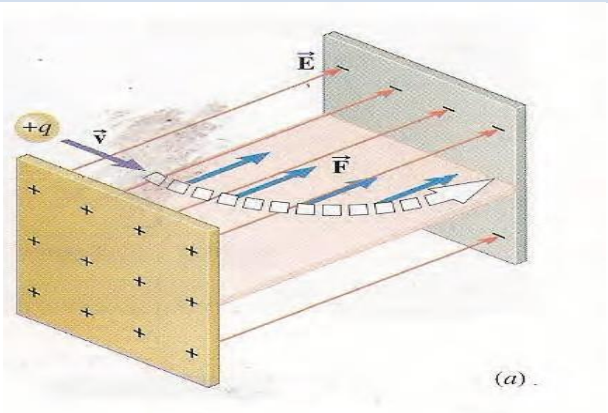
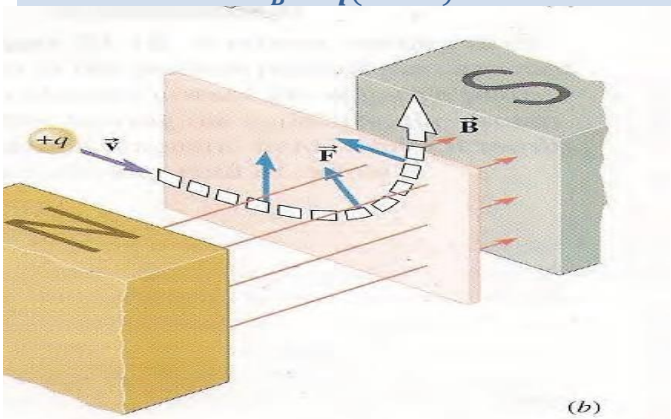
س/كيف تتولد المجالات المغناطيسية؟ س/كيف نحصل على المجال المغناطيسي؟

ج/نحصل على المجال المغناطيسي من :

١)حول المغانط الدائمة. ٢) حول سلك موصل يسري فيه تيار كهربائي. ٣) حول الشحنات الكهربائية المتحركة

تأثير كل من المجالين الكهربائي و المغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة خلاله

س/ما تأثير كل من المجال الكهربائي و المجال المغناطيسي على شحنة او جسيم مشحون داخله؟

ت	تأثير المجال الكهربائي	تأثير المجال المغناطيسي
١	اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) بسرعة $(\vec{v})$ باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي $(\vec{E})$منتظم فان هذا الجسيم سيتأثر بقوة كهربائية $(\vec{F}_E)$ بمستوى موازٍ لخطوط المجال الكهربائي.	اذا تحرك الجسيم نفسه بسرعة $(\vec{v})$ باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\vec{B})$ فسيتأثر بقوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ بمستوى عمودي على ذلك الفيض و سينحرف الجسم عن مساره الأصلي و يتخذ مسارا دائريا و **ذلك** لكون القوة المغناطيسية تؤثر باتجاه عمودي على متجه السرعة $(\vec{v})$
٢	المجال الكهربائي يؤثر على الشحنات الساكنة و المتحركة بأي سرعة و أي اتجاه. ويكون اتجاه القوة الكهربائية دائما باتجاه المجال الكهربائي	المجال المغناطيسي يؤثر فقط في الشحنات المتحركة بسرعة $(\vec{v})$ ويكون اتجاه القوة المغناطيسية عمودي على كل من المجال الكهربائي و المجال المغناطيسي
٣	القوة الكهربائية تعطى بالعلاقة: $\vec{F}_E = q\vec{E}$	القوة المغناطيسية تعطى بالعلاقة $\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$
٤		

س/ما الذي يحصل عند وضع جسيم مشحون بشحنة (+q) داخل مجال مغناطيسي منتظم اذا كان الجسم :

١)ساكن :

ج/لا يتأثر بقوة مغناطيسية لان سرعته (v) تساوي صفر فتكون القوة (F_B) تساوي صفر حسب العلاقة: $\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$

٢)اذا كان الجسم متحرك بسرعة (v): ج/يتأثر بقوة مغناطيسية (F_B) يكون اتجاهها عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي.

$\vec{F}_E = q\vec{E}$	$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$
قوة المجال الكهربائي $\vec{F}_E$ **وحدتها (N) نيوتن** **اتجاهها /دائما باتجاه المجال الكهربائي .**	قوة المجال المغناطيسي $\vec{F}_B$ وحدتها (N) نيوتن اتجاهها دائما عمودي على المستوى الذي يحوي $(\vec{B}, \vec{v})$.
الشحنة q **/ وحدتها** ***(C)*** **كولوم**	***الشحنة*** q / وحدتها **(C)** كولوم
شدة المجال الكهربائي $\vec{E}$ **وحدته $\frac{N}{C}$ او $\frac{V}{m}$** **اتجاهه دائما من الشحنة الموجبة الى الشحنة السالبة.**	السرعة التي يتحرك بها الجسيم المشحون $\vec{v}$ وحدتها m/s
	كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ وحدته (T) تسلا $T = N/A.m \rightarrow\rightarrow$ تسلا $= $ نيوتن/متر.امبير $T = Wb/m^2 \rightarrow\rightarrow$ تسلا $= $ ويبر/متر^2
	وحدة تسلا كبيرة نسبيا لذا نستخدم وحدة اصغر هي وحدة كاوس (G) $T = 10^4 G$
	من المعادلة $\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$ يتبين ان الضرب اتجاهي لذا يمكن كتابة المعادلة بالصيغة التالية $F_B = q\ v\ B\ \sin\theta$ θ هي الزاوية المحصورة بين متجه السرعة و متجه شدة المجال المغناطيسي .

س/متى تكون (F_B) بأعظم مقدار و متى تكون صفراً .

١. تكون (F_B) بأعظم مقدار عندما تكون ($\theta = 90$) اي ان اتجاه حركة الشحنة عمودي على اتجاه شدة المجال المغناطيسي $F_B = q\ v\ B\ \sin\theta = q\ v\ B\ \sin 90 = q\ v\ B$

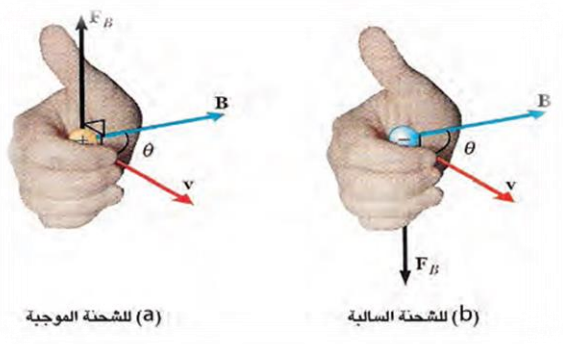
٢. تكون($F_B = 0$) عندما يكون اتجاه حركة الشحنة موازٍ لاتجاه المجال المغناطيسي اي ان $\theta =$ (0) فيكون

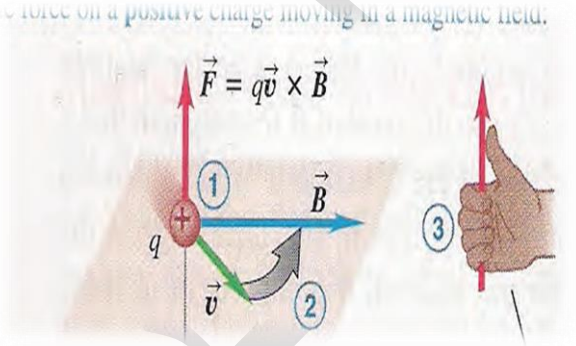
$F_B = q\ v\ B\ \sin\theta = q\ v\ B\ \sin 0 = q\ v\ B \times 0 = 0$ حيث $\sin 0 = 0$

- يحدد اتجاه F_B حسب قاعدة الكف اليمنى

تحديد اتجاه F_B حسب قاعدة الكف اليمنى

- يكون اتجاه اصابع اليد باتجاه السرعة $\vec{v}$
- تطوى الاصابع باتجاه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$
- يكون اتجاه الابهام هو اتجاه القوة المغناطيسية $\vec{F}_B$ و يكون اتجاهها عمودي على كل من متجه السرعة $\vec{v}$ و متجه كثافة الفيض $\vec{B}$



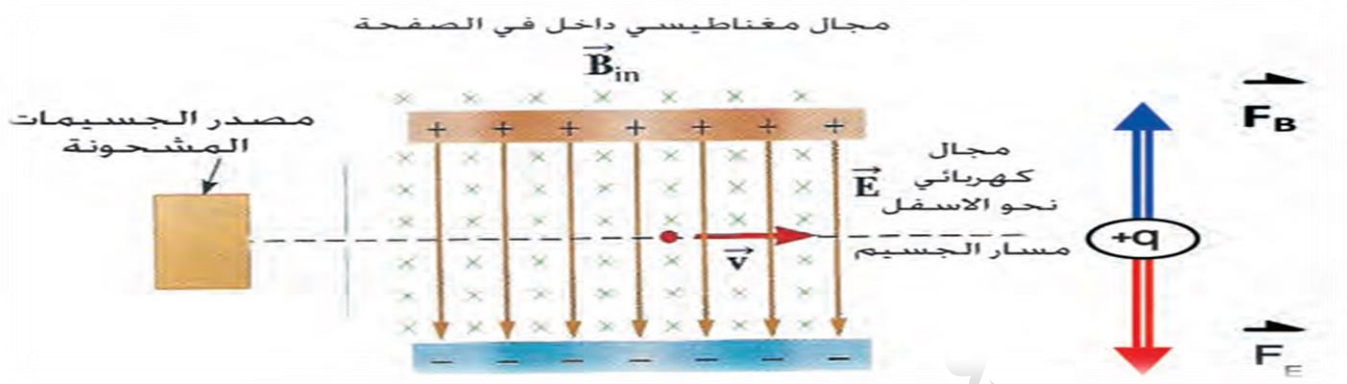


س/كيف يمكن ان نحدد اتجاه القوة المغناطيسية التي يتأثر بها الجسم المشحون ؟ اذكر نص القاعدة

ج/بتطبيق قاعدة الكف اليمنى ((**اذا دورت اصابع الكف اليمنى من متجه السرعة $\vec{v}$ باتجاه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ فإن الابهام يشير الى اتجاه القوة المغناطيسية $\vec{F}_B$**))

وجود جسيم مشحون داخل مجالين كهربائي و مغناطيسي

- لنفترض وجود منطقة يؤثر فيها مجالان كهربائي و مغناطيسي و يكون هذين المجالين متعامدين على بعضهما
- يكون اتجاه المجال المغناطيسي عمودي على الورقة و مبتعدا عن القارئ فيمثل بالرمز (X)
- عند قذف جسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) بسرعة $\vec{v}$ باتجاه عمودي على المجالين فإن هذا الجسم سيتأثر بقوتين هما $\boldsymbol{F_B}$ و $\vec{\boldsymbol{F}}_{\boldsymbol{E}}$
- تكون كل من $\boldsymbol{F_B}$ و $\vec{\boldsymbol{F}}_{\boldsymbol{E}}$ اما باتجاه واحد او باتجاهين متعاكسين
- تكون محصلة هاتين القوتين حاصل الجمع الاتجاهي بينهما
- تسمى القوة المحصلة بقوة لورنز ($F_{Lorentz}$)
- تعطى قوة لورنز بالعلاقة التالية $\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$
- تستثمر قوة لورنز في بعض التطبيقات العملية مثل انبوبة الاشعة الكاثودية للتحكم في مسار الحزمة الالكترونية الساقطة على الشاشة (شاشة التلفاز)



باتجاه عمودي على فيض كهربائي منتظم سيتأثر بقوة كهربائية $\vec{F}_E = q\vec{E}$ و يكون اتجاه هذه القوة بمستوى موازٍ لمتجه كثافة الفيض

اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة

باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم سيتأثر بقوة مغناطيسية $\vec{F_B} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ يكون اتجاه هذه القوة عمودي على متجه كثافة الفيض المغناطيسي و يحدد حسب قاعدة الكف اليمنى

عمودي على فيض كهربائي منتظم و فيض مغناطيسي منتظم في آنٍ واحد و متعامدان مع بعضهما سيتأثر بمحصلة القوتين F_B و $\vec{F}_E$ والتي تسمى قوة لورنز

س/هل يمكن ؟ ولماذا ؟ان لا يتأثر الجسيم المشحون بأي قوة مغناطيسية عند دخوله مجالاً مغناطيسياً؟

ج/نعم يمكن ذلك ، عندما تكون حركة الجسيم المشحون بموازاة كثافة الفيض المغناطيسي فتكون ($\theta = 0$) لذلك يكون $sin\, 0 = 0$ فتكون $F_B = 0$.

س	علام تعتمد القوة المغناطيسية ؟	علام تعتمد القوة الكهربائية ؟
ج	١. كثافة الفيض المغناطيسي B ٢. سرعة الجسم المشحون v ٣. الزاوية بين سرعة الجسم و كثافة الفيض θ ٤. مقدار شحنة الجسيم المشحون q حسب العلاقة $F_B = q\, v\, B\, sin\, \theta$	١. شدة المجال الكهربائي $\vec{E}$ ٢. مقدار شحنة الجسيم المشحون q حسب العلاقة $\vec{F}_E = q\vec{E}$

س/علام تعتمد قوة لورنز ؟ ج/ محصلة القوتين الكهربائية و المغناطيسية .

س/كيف تنشأ قوة لورنز ؟

ج/من قذف جسيم مشحون داخل مجالين كهربائي و مغناطيسي متعامدين على بعضهما.

القوة الكهربائية $\vec{F}_E$: القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي على اي شحنة تدخل ذلك المجال ساكنة كانت ام متحركة بأي اتجاه كان **و يكون اتجاه القوة موازٍ لاتجاه المجال.**

القوة المغناطيسية F_B :القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي على اي شحنة متحركة بشرط ان لا تكون متحركة باتجاه موازٍ لاتجاه خطوط المجال المغناطيسي **و يكون اتجاه هذه القوة عمودي على كل من اتجاه حركة الشحنة و اتجاه المجال المغناطيسي.**

س/ما الذي يحصل لو قذف جسيم مشحون داخل مجالين كهربائي و مغناطيسي متعامدين على بعضهما؟

ج/سوف يتأثر بقوتين :

١)قوة كهربائية باتجاه موازٍ للمجال الكهربائي. ٢) قوة مغناطيسية باتجاه عمودي على المجال المغناطيسي

فتكون محصلة هاتين القوتين هي قوة لورنز والتي **تحدد مسار الجسيم.**

س/ اذكر العلاقة الاتجاهية لكل من القوة الكهربائية و القوة المغناطيسية و قوة لورنز .

$$\vec{F}_E = q\vec{E} \qquad \vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B}) \qquad \vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$$

س/ما شكل المسار الذي يتخذه الجسيم المشحون بشحنة موجبة عندما يتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم ؟ و لماذا ؟

ج/سوف يتخذ مساراً دائريا لان القوة المغناطيسية $\vec{F}_B$ تؤثر عمودياً على متجه السرعة $\vec{v}$.

س/٢٠١٣/الدور الاول/ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟ اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\vec{B})$ ؟

ج/سوف يتحرك الجسيم على مسار دائري بتأثير قوة مغناطيسية عمودية على متجه السرعة للجسيم وفقا للعلاقة $\overrightarrow{F_B} = q(\vec{v} \times \vec{B})$.

س/الدور الثالث/٢٠١٤/ماذا يحصل ؟ و لماذا ؟ لجسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) عندما يتحرك بسرعة (v) باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي منتظم .

ج/سوف يتأثر بقوة كهربائية $(\overrightarrow{F_E})$ بمستوى مواز لخطوط المجال الكهربائي وفق العلاقة التالية: $(\overrightarrow{F_E} = q\,\vec{E})$.

س/تمهيدي/٢٠١٥/اختر الاجابة الصحيحة مما يأتي : وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي :

(weber.s , webr/s , weber) ج/ولا واحدة .

س/تمهيدي/٢٠١٧/ اختر الاجابة الصحيحة مما يأتي : وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي :

(weber.s , webr/s , weber/m^2 , weber) ج/weber/m^2 .

س/وزاري مكرر/وضح كيف يمكنك عمليا معرفة فيما اذا كان مجالا مغناطيسيا ام مجالا كهربائيا موجود في حيز معين .

ج/وذلك بقذف جسيم مشحون داخل ذلك المجال ، فإذا انحرف الجسيم بموازاة المجال فان المجال الموجود هو مجال كهربائي . او اذا انحرف باتجاه عمودي على المجال، او لم ينحرف اصلا فان المجال هو مجال مغناطيسي .

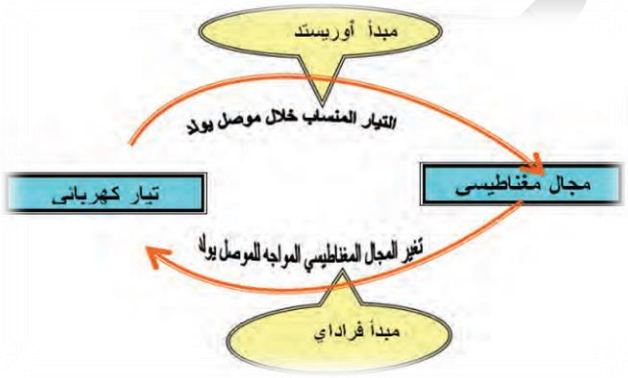
س/وزاري مكرر/ما المقصود بقوة لورنز ؟ و اين تستثمر ؟

ج/هي محصلة قوتين : قوة كهربائية $(\overrightarrow{F_E})$ و قوة مغناطيسية $(\overrightarrow{F_B})$ يؤثر فيها مجالين منتظمين و متعامدين على بعضهما احدهما مجال كهربائي $(\vec{E})$ و الآخر مجال مغناطيسي $(\vec{B})$ على جسيم يتحرك بصورة عمودية على المجالين .

تستثمر في انبوبة الاشعة الكاثودية للتحكم في مسار الحزمة الالكترونية الساقطة على الشاشة .

س/دور ثالث/٢٠١٦/ما الكمية التي تقاس بوحدة $\left({}^{Wb}/_{m^2}\right)$ ؟ ج/كثافة الفيض المغناطيسي

الحث الكهرومغناطيسي



اكتشاف اورستد : اي تيار كهربائي يول حوله مجالاً مغناطيسياً . يحدد اتجاهه حسب قاعدة الكف اليمنى

اكتشاف اورستد هو الحصول على مجال مغناطيسي من سلك يسري فيه تيار كهربائي اما اكتشاف فراداي هو الحصول على تيار من فيض مغناطيسي متغير

ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي : تولد قوة دافعة كهربائية محتثة في موصل عند تغير الفيض المغناطيسي .

من الممكن الحصول على مجال مغناطيسي من :

١)مغناطيس دائمي . ٢) سلك او ملف من مادة موصلة يسري فيه تيار كهربائي .

٣)شحنة او جسيم مشحون متحرك بسرعة $\vec{v}$.

س/ما هو التيار المحتث ؟ و كيف يمكن الحصول عليه ؟

ج/ التيار المحتث : هو التيار المتولد نتيجة لحصول تغير في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن و الذي يخترق دائرة كهربائية مقفلة .

يمكن الحصول عليه من فيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن الذي يخترق حلقة مقفلة .

س/مالمقصود بالقوة الدافعة الكهربائية المحتثة ؟ و كيف تنشأ ؟

ج/القوة الدافعة الكهربائية المحتثة : هي الفولطية المتولدة في موصل نتيجة لحدوث تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الموصل .

يمكن الحصول عليه من فيض مغناطيسي متغير يخترق موصل .

س/ما شروط تولد التيار المحتث :

١)وجود فيض مغناطيسي متغير . ٢) ان يكون الموصل دائرة مقفلة

س/ما شروط تولد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة : ج/ وجود فيض مغناطيسي متغير .

س/كيف يمكن الحصول على فيض مغناطيسي متغير ؟

ج/

١. حركة نسبية بين الموصل و مغناطيس دائمي أو كهربائي .
٢. حركة نسبية بين الموصل و ملف مربوط الى مصدر للتيار المستمر (بطارية).
٣. ملف مربوط الى مصدر للتيار المستمر لحظتي الفتح و الغلق .
٤. ملف مربوط الى تيار مستمر ندخل الى جوفه مادة فير ومغناطيسية (كالحديد) بدل الهواء .
٥. ملف مربوط الى مصدر للتيار المتناوب .

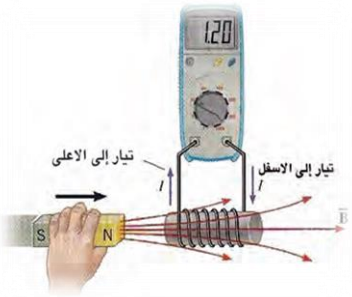
س/ اشرح بنشاط تولد تيار كهربائي محتث :

A. **الأدوات :** ملف سلكي مربوط الى جهاز اميتر رقمي، مغناطيس دائمي.

B. العمل :

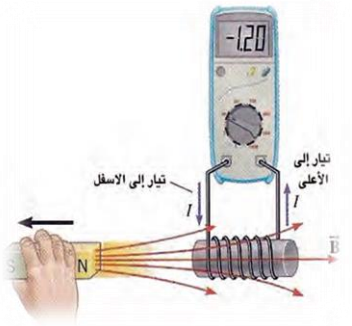
١. نجعل الساق المغناطيسية قرب الملف الموصل مع بقاء الساق في حالة سكون و نلاحظ ان قراءة الاميتر صفر **هذا يدل** على عدم انسياب تيار في الملف الموصل .

ان **سبب ذلك** هو ان الفيض المغناطيسي (Φ_B)الذي يخترق الملف لا يتغير مع الزمن **بسبب** عدم توفر حركة نسبية بين الساق و الملف



٢. نمسك الساق المغناطيسية ووجهها الشمالي مقابل يقابل الملف و ندفعها نحو الملف وبموازاة محوره سوف نلاحظ ان الاميتر يشير الى انسياب تيار في الدائرة ويكون باتجاه معين .

تفسير ذلك هو حصول تزايد (تغير) في الفيض المغناطيسي (Φ_B) الذي يخترق الملف اثناء اقتراب المغناطيس من الملف.



٣. نبعد الساق بالسرعة نفسها وقطبها الشمالي يواجه الملف و بموازاة محوره ، سوف يؤشر الاميتر على وجود تيار لكن بإشارة معاكسة

(يدل على ان التيار المنساب قد انساب بالاتجاه المعاكس للحالة السابقة)

*ان التيار المنساب في الحالتين يسمى **التيار المحتث** و يرمز له (I_{ind})*

*يتولد التيار المحتث :نتيجة **لتغير** الفيض المغناطيسي(Φ_B) الذي يخترق الملف لوحدة الزمن*

س/علام يعتمد مقدار التيار المحتث (I_{ind}) ؟

ج/لقد وجد علمياً ان مقدار التيار المحتث (I_{ind}) يزداد بزيادة (يعتمد) على :

i. سرعة الحركة النسبية بين القطب المغناطيسي و الملف $\vec{v}$.
ii. عدد لفات الملف (N)
iii. مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف Φ_B .
iv. النفوذية المغناطيسية لمادة جوف الملف

- ادخال قلب من الحديد المطاوع في جوف الملف بدل الهواء يتسبب بازدياد النفوذية المغناطيسية لمادة جوف الملف و بالتالي زيادة كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$.

س/فسر: عدم تولد تيار محتث عند وضع الساق المغناطيسية ساكنة امام وجه الملف .

ج/لعدم تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن بسبب حالة السكون بين الملف و المغناطيس .

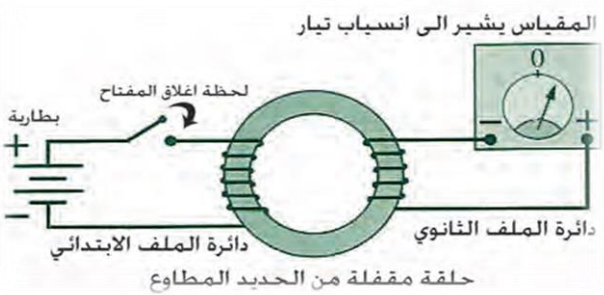
س/فسر: تولد تيار محتث عند حركة الساق المغناطيسية امام وجه الملف . الجواب يترك للطالب.....

س/هل يمكن للمجال المغناطيسي ان يولد تياراً كهربائياً في حلقة موصلة مقفلة ؟ وضح ذلك .

ج/نعم عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة لوحدة الزمن .

اكتشاف فراداي

س/اشرح بتجربة اكتشاف فراداي(تجربة الحث الكهرومغناطيسي).



A. **الأجزاء** ملفين يتألفان من سلكين ملفوفين حول حلقة من الحديد المطاوع جهاز اميتر صفره في الوسط ، اسلاك توصيل ، مفتاح كهربائي و تربط الأجزاء كما في الشكل

B. **العمل:** نربط احد الملفين على التوالي مع بطارية و مفتاح كما في الشكل المقابل و تسمى هذه الدائرة بدائرة الملف الابتدائي .
ثم نربط الملف الآخر بين طرفي جهاز تحسس التيارات الصغيرة (الاميتر) و تسمى هذه الدائرة بدائرة الملف الثانوي .

نغلق المفتاح المربوط للملف الابتدائي سوف **نلاحظ** انحراف مؤشر المقياس الى احد جانبي الصفر _لحظيا_ ثم رجوعه الى الصفر (المنتصف)

نفتح المفتاح المربوط للملف الابتدائي سوف **نلاحظ** انحراف مؤشر المقياس الى الجهة الأخرى _لحظيا_ ثم رجوعه الى الصفر مرة اخرى

اللافت لانتباه ان التيار المتولد في دائرة الملف الثانوي يكون **فقط لحظتي الفتح و الغلق** (اي لحظتي نمو و تلاشي التيار في دائرة الملف الابتدائي) مع عدم توفر بطارية مربوطة لأي من الملفين

- اي **عند** : حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن .

و بناءً على هذا استنتج فرداي :

يتولد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفلة ، فقط عندما يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الدائرة لوحدة الزمن $\left(\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}\right)$

س/فسر: يتولد تيار محتث لحظتي الفتح و الغلق على الرغم من عدم توفر بطارية .

ج/بسبب تغير الفيض المغناطيسي لحظياً في تلك الدائرة .

س/كيف يتولد فيض مغناطيسي متغير عند فتح و غلق الدائرة الكهربائية ؟

ج/يتولد فيض مغناطيسي متغير (ازدياد_ نقصان) نتيجة تغير التيار في الدائرة الكهربائية (تنامي _ تلاشي) .

س/علل :فشل المحاولات العملية التي سبقت اكتشاف فرداي في توليد تيار كهربائي بواسطة مجال مغناطيسي ؟

ج/لان تلك المحاولات كانت تعتمد على المجالات المغناطيسية الثابتة فقط .

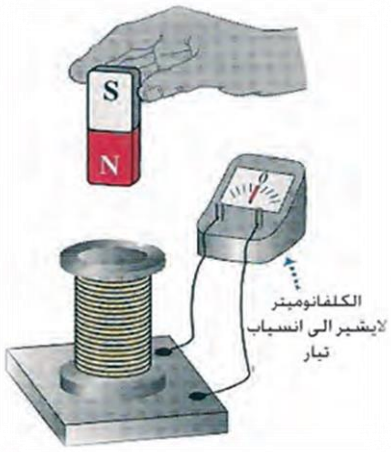
س/ما لعامل الاساسي لتوليد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفلة ؟

ج/**حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الدائرة لوحدة الزمن**

س/وزاري مكرر/اشرح نشاط توضح فيه ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.

الجواب / الادوات : ملفان سلكيان مجوفان مختلفان في اقطارهما (يمكن ادخال احدهما في الآخر) كلفانومتر صفره و وسط تدريجه ، اسلاك توصيل ، بطارية ، مفتاح كهربائي .

خطوات النشاط :



أولا:

- نربط احد الملفين بواسطة اسلاك التوصيل مع طرفي الكلفانومتر .
- نجعل الساق المغناطيسية و قطبها الشمالي مواجها للملف و في حالة **سكون** بالنسبة له .

هل نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر ؟....

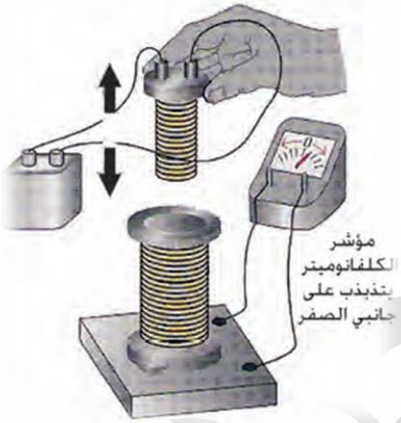
سنجد ان مؤشر الكلفانومتر **يبقى ثابتا** عند الصفر اي لا يشير الى وجود تيار كما في الشكل المقابل .

- ندفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف ثم نبعدها عنه

ماذا تلاحظ؟ .....

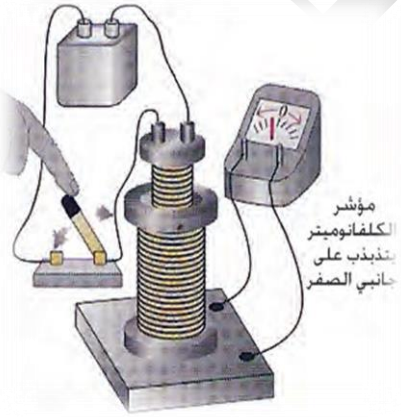
نجد ان مؤشر الكلفانومتر ينحرف على جانبي صفر تدريجه (عند تقريب الساق) و ينحرف باتجاه معاكس (عند ابعادها) ، مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف في الحالتين . الشكل

ثانيا :



- نربط طرفي ملف آخر (الملف الابتدائي) بين قطبي البطارية بواسطة اسلاك توصيل للحصول على مغناطيس كهربائي.
- نحرك الملف المتصل بالبطارية (الملف الابتدائي) امام وجه الملف الثانوي المتصل بالكلفانومتر بتقريبه مرة من وجه الملف الثانوي و ابعاده مرة اخرى و بموازاة محوره . ماذا تلاحظ ؟

نجد ان مؤشر الكلفانومتر ينحرف على احد جانبي الصفر مرة و باتجاه معاكس مرة اخرى و بالتعاقب مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي ثم عودته الى الصفر حينما لا يحصل توافر الحركة النسبية بين الملفين لاحظ الشكل



ثالثاً :

- نربط مفتاح كهربائي في دائرة الملف الابتدائي و نجعله مفتوحاً .
- ندخل الملف الابتدائي في جوف الملف الثانوي و نحافظ على ثبوت احد الملفين نسبة الى الآخر . هل ينحرف مؤشر

الكلفانومتر؟

- نغلق و نفتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي . ماذا تلاحظ ؟

نجد ان مؤشر الكلفانومتر يتذبذب بانحرافه على جانبي الصفر باتجاهين متعاكسين

فقط لحظتي الفتح و الغلق في دائرة الملف الابتدائي و على التعاقب ، مشيرا الى وجود تيار محتث في دائرة الملف الثانوي خلال تلك اللحظتين . لاحظ الشكل اعلاه .

نستنتج من كل نشاط التالي :

- *تستحث قوة دافعة كهربائية (ε_{ind}) و ينساب تيار محتث (I_{ind}) في دائرة كهربائية مقفلة فقط عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن(على الرغم من عدم توفر بطارية في تلك الدائرة)*
- *تكون قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) و اتجاه التيار المحتث (I_{ind}) في الدائرة الكهربائية باتجاه معين عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترقها و يكونان باتجاه معاكس عند تناقص هذا الفيض .*

س/ كيف يتغير الفيض المغناطيسي داخل الملف ؟

١. اقتراب او ابتعاد ساق مغناطيسية .
٢. اقتراب او ابتعاد ملف آخر متصل بمصدر تيار مستمر (مغناطيس كهربائي)
٣. جعل ملف ابتدائي مربوط الى مفتاح و بطارية على التوالي و نبقيه **ثابتا** بالنسبة لملف آخر فيتكون فيض مغناطيسي متغير **فقط** لحظتي **الفتح** و **الغلق** .

س/علام يعتمد اتجاه كل من (ε_{ind}) و (I_{ind}) ؟

١. اتجاه المجال المغناطيسي الاصلي (المقابل لوجه الملف) (قطب شمالي او جنوبي) .
٢. اتجاه الحركة النسبية بين الموصل و المجال المغناطيسي (اقتراب ، ابتعاد) .

س/دور اول/٢٠١٦/ما لذي يتطلب توافره في دائرة مقفلة لتوليد ؟ ١) تيار كهربائي . ٢)تيار محتث

ج/١)يتطلب توافر مصدر للقوة الدافعة الكهربائية (بطارية او مولد)

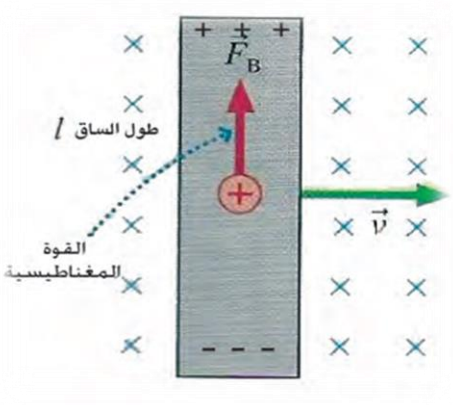
٢)توافر قوة دافعة كهربائية محتثة و التي تتولد بواسطة تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن .

س/دور ثاني/٢٠١٦/هل يمكن للمجال المغناطيسي ان يولد تيارا كهربائيا في حلقة موصلة مقفلة ؟ وضح ذلك

ج/نعم يمكن ذلك ، عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة خلال وحدة الزمن .

القوة الدافعة الكهربائية الحركية

Emotional

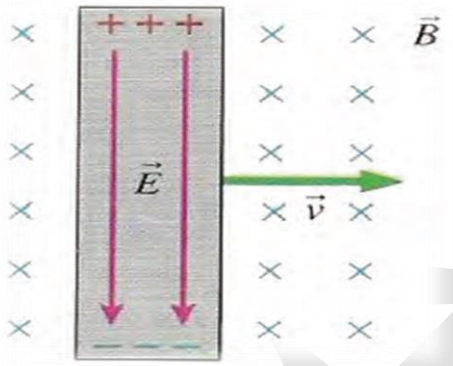


س/دور ثالث/٢٠١٥/ما المقصود بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية ؟

هي القوة الدافعة الكهربائية التي تستحث في ساق مستقيم موصلة موضوعة داخل مجال مغناطيسي . عند تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الساق .

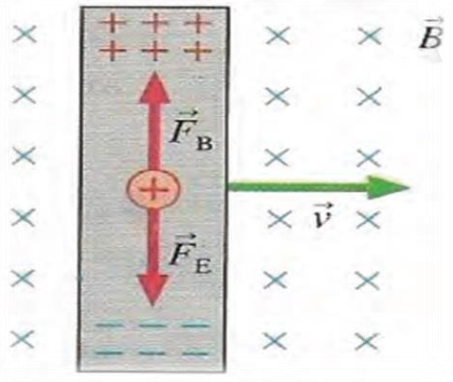
س/ كيف تتولد القوة الدافعة الكهربائية الحركية ؟

ج/ بتأثير القوة المغناطيسية (F_B) المؤثرة على الشحنات الحرة المتحركة في الموصل .



س/اشرح كيفية تولد القوة الدافعة الكهربائية الحركية .

A. عند حركة الساق الموصلة داخل المجال المغناطيسي كثافة فيضه (B) سوق يؤثر هذا المجال على الشحنات المتحركة (q) يؤثر بقوة مغناطيسية (F_B) .



B. تقوم القوة المغناطيسية (F_B) بدفع الشحنات الموجبة في جهة و الشحنات السالبة في الجهة المقابلة .

C. عند تجمع الشحنات على طرفي الساق سوف ينشأ مجال كهربائي (E) يؤثر بقوة كهربائية (F_E) على الشحنات المتجمعة على طرفي الساق .

D. يكون اتجاه القوة الكهربائية(F_E) معاكسا لاتجاه القوة المغناطيسية (F_B) .
E. عند حصول اتزان (تساوي) بين القوتين الكهربائية (F_E) و المغناطيسية (F_B) سوف نحصل على القوة الدافعة الكهربائية الحركية

حيث v ***هي السرعة التي يتحرك بها الساق .***

B ***كثافة الفيض المغناطيسي .***

l ***طول الساق .***

θ ***الزاوية بين متجه السرعة و متجه كثافة الفيض***

س/اشتق علاقة لحساب القوة الدافعة الكهربائية الحركية .

ج /تحصل على القوة الدافعة الكهربائية الحركية عندما **تتساوى** القوة المغناطيسية F_B مع القوة الكهربائية F_E

$$F_E = F_B$$

نختصر ال q

$$q\,E = q\,v\,B\,\sin\theta$$

$$E = v\,B\sin\theta$$

$$\frac{\Delta V}{l} = v\,B$$

$$\Delta V = v\,B\,l$$

$$\varepsilon_{motional} = v\,B\,l$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{\Delta V}{l}$$

$$\Delta V = \varepsilon_{motional}$$

س/متى تكون $\varepsilon_{motional}$ بأعظم مقدار و متى تكون بأقل مقدار و لماذا ؟

ج/تكون بأعظم مقدار عندما يكون متجه السرعة **عمودياً** على متجه كثافة الفيض ($\theta = 90^{\circ}$)

$$\varepsilon_{motional} = v\,B\,l\,\sin\theta = v\,B\,l\,\sin 90 = v\,B\,l \qquad \sin 90 = 1$$

و تكون $\varepsilon_{motional} = 0$ *عندما يكون متجه السرعة* ***موازيا*** *لمتجه كثافة الفيض* ($\theta = 0$)

$$\varepsilon_{motional} = v\,B\,l\,\sin\theta = v\,B\,l\,\sin 0 = 0 \qquad \sin 0 = 0$$

س/ماذا يتولد عند تحريك ساق موصلة عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج/تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة حركية على طرفي الموصل و تكون في مقدارها الأعظم .

س/وزاري مكرر/مالمقصود بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية ؟ وعلى اي العوامل تعتمد؟

ج/هي فرق الجهد المتولد على طرفي الساق الموصلة تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم و تقاس **بالفولط** .

تعتمد على :

١)السرعة التي يتحرك بها الساق v ٢) مقدار كثافة الفيض المغناطيسي B . ٣) طول الساق l .

٤)وضعية الساق نسبة للفيض المغناطيسي اي الزاوية (θ) المحصورة **بين** متجه السرعة $\vec{v}$ و متجه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$

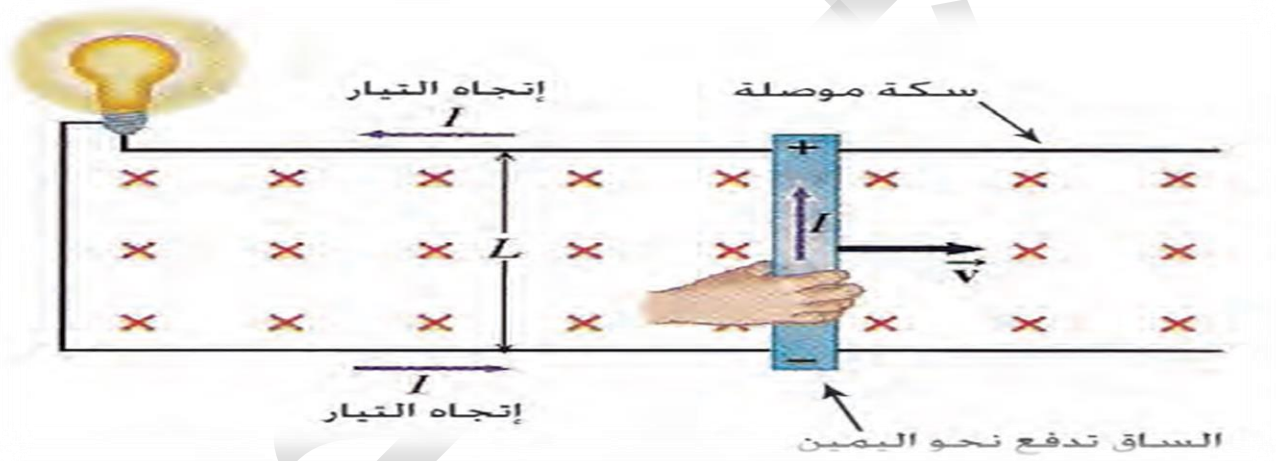
- اذا وصل الساق بمقاومة كهربائية فيكون التيار المحتث

$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{v\,B\,l}{R}$$

- اما القدرة الكهربائية فتكون

$$P = I\varepsilon_{motional} \quad or \quad P = I^2\,R \quad or \quad P = \frac{\varepsilon^2_{motional}}{R}$$

التيار المحتث



س/ ما الاجراء العملي المطلوب اتخاذه لكي ينساب تيار محتث في الساق المتحركة داخل المجال المغناطيسي ؟

ج/نضع الساق في دائرة كهربائية مقفلة .

- تتم هذه العملية بجعل الساق تنزلق بسرعة v نحو اليمين على طول سكة موصلة بشكل حرف U مربوط مع مصباح كهربائي على التوالي **((دائرة كهربائية))**
- وتثبت السكة على منضدة افقية
- و بهذا الترتيب نجد ان الساق و السكة و المصباح يشكلون دائرة كهربائية مقفلة .
- اذا سلط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($\vec{B}$) باتجاه عمودي على مستوى الدائرة

- **ستتأثر** الشحنات الموجبة في الساق بقوة تدفعها نحو احد طرفي الساق ، و الشحنات السالبة تدفع نحو طرفها الآخر ولكن في هذه الحالة ستكون ($F_{B1} = q\,v\,B$) .
- و بما ان الدائرة مقفلة فإن الشحنات سوف تستمر بالحركة و لا تتجمع على طرفي الساق
- **نتيجة** لما تقدم ينساب تيار في الدائرة يسمى **التيار المحتث** و يتوهج المصباح .
- لو طبقنا قاعدة الكف اليمنى على الشحنة الموجبة ، يكون اتجاه التيار المحتث معاكسا لاتجاه دوران عقارب الساعة

((يكون اتجاه القوة المغناطيسية هو نفس اتجاه التيار المحتث))

- اذا كانت المقاومة في الدائرة هي (R) فان التيار يعطى بالعلاقة

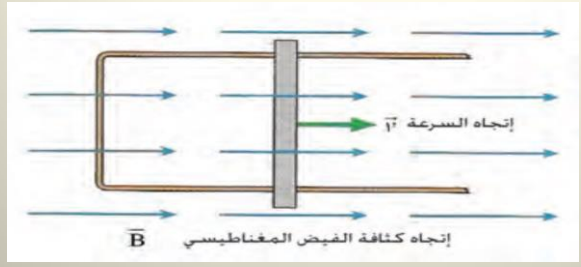
$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{v\,B\,l}{R}$$

- **نتيجة** لانسياب التيار المحتث في الساق باتجاه عمودي على الفيض المغناطيسي سوف تظهر قوة مغناطيسية ثانية (F_{B2}) تؤثر في الساق **تعطى بالعلاقة**

$$F_{B2} = I\,B\,l$$

- لو طبقنا قاعدة الكف اليمنى على القوة المغناطيسية $\vec{F}_{B2}$ الثانية نجد اتجاهها معاكسا لاتجاه $\vec{v}$ السرعة
- لذا تكون $\vec{F}_{B2}$ قوة معرقلة لحركة الساق فتتسبب في تباطؤ حركة الساق
- لكي نجعل هذه الساق تتحرك بسرعة ثابتة **يتطلب** تسليط قوة خارجية F_{pull} تسحب الساق نحو اليمين و مقدارها يعطى بالعلاقة

$$F_{pull} = F_{B2} = I\,\ell\,B = \left(\frac{vB\ell}{R}\right) B\ell = \frac{vB^2\ell^2}{R}$$



فكر :

هل ينساب تيار محتث في الدائرة الموضحة في الشكل؟ اذا كان جوابك نعم عين اتجاه التيار المحتث فيها

س/ وزاري مكرر/علام تعتمد القوة المغناطيسية المؤثرة على الساق ؟

ج/١)طول الساق المتحركة (l) ٢) التيار المنساب في الساق (I) ٣) كثافة الفيض المغناطيسي (B)

س/ما سبب نشوء القوة المغناطيسية المؤثرة على الساق F_{B2} ؟

ج/تنشأ بسبب انسياب تيار في الساق الموصلة .

س/ما مصدر الطاقة الكهربائية في الساق الموصلة ؟ ج/الطاقة الحركية المبذولة عند قوة السحب F_{Pull} .

خلاصة :

a. عند حركة ساق موصلة (مربوطة الى دائرة كهربائية مقفلة) داخل مجال مغناطيسي منتظم .
b. سوف يسري تيار في تلك الساق (التي هي جزء من دائرة كهربائية مقفلة)
c. فيتولد مجال مغناطيسي (حسب مبدأ اورستد)
d. يتفاعل المجال المغناطيسي الأصلي B_1 مع المجال المغناطيسي المحتث داخل الساق $\boldsymbol{B_2}$
e. فتتولد نتيجة التفاعل $\boldsymbol{F_{B2}}$ يكون اتجاهها دائما عكس اتجاه الحركة (قوة معرقلة)

س/اثبت ان $F_B = F_{B2}$ او اثبت ان $qvB = IBl$

$$F_B = q\ v\ B$$

$$F_B = q \times \frac{l}{t} \times B \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad \text{حيث} \quad v = \frac{l}{t} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$F_B = \frac{q}{t} \times l \times B$$

وبما ان $\frac{q}{t} = \boldsymbol{I}$ اذا $F_B = I\ B\ l = F_{B2}$

س/فسر العبارة التالية : مصدر الطاقة الكهربائية هو الطاقة الحركية المبذولة لسحب الساق .

ج/قوة السحب F_{Pull} سوف تنجز شغلا ميكانيكيا يتحول الى طاقة كهربائية كامنة في الموصل _بوجود مجال مغناطيسي_ في الموصل بشكل $\boldsymbol{\varepsilon_{ind}}$ ينتج منها تيار كهربائي اذا كانت الدائرة مقفلة .

الطاقة الميكانيكية + مجال مغناطيسي = طاقة كهربائية

مثال/١/كتاب

افرض ان ساقا موصلة طولها (1.6m) انزلقت على سكة موصلة بانطلاق ($5\ ^{m}/_{s}$) باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($0.8\ T$) . وكانت مقاومة المصباح المربوط مع السكة على التوالي ($128\ \Omega$) لاحظ الشكل : واحسب

١)القوة الدافعة الكهربائية الحركية المحتثة . ٢) التيار المحتث في الدائرة .

٣)القدرة الكهربائية المجهزة للمصباح .

١. لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة نطبق العلاقة التالية $\varepsilon_{motional} = v\ B\ l$

$\varepsilon_{motional} = 5 \times 0.8 \times 1.6 = 4 \times 1.6 = 6.4\ V$

٢. لحساب التيار نطبق العلاقة : $\boldsymbol{I = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{6.4}{128} = \frac{0.1}{2} = 0.05\ A}$

٣. لحساب القدرة المتبددة($\boldsymbol{P_{dissipated}}$) في المقاومة نطبق العلاقة :

$\boldsymbol{P_{dissipated} = I^2\ R = (0.05)^2 \times 128 = 0.0025 \times 128 = 0.32\ W}$

س/ جسم مقدار شحنته (100 μc) يتحرك بسرعة مقدارها (20 m/s) داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (10 mT) احسب القوة المغناطيسية المؤثرة عليه عندما :

١. تكون حركته عمودية على المجال .
٢. تكون حركته موازية للمجال .
٣. متجه السرعة يصنع زاوية مقدارها (60°) مع متجه كثافة الفيض .

$q = 100\ \mu c = 100 \times 10^{-6} c = 10^{-4}\ c \quad v = 20\ m/s \quad B = 10\ mT = 10 \times 10^{-3} T = 10^{-2} T$

1. $F_{B2} = q\ v\ B\ \sin\theta$

بما انه الحركة عمودية على المجال تكون $\sin 90 = 1$ $\theta = 90$ اذا $F_{B2} = q\ v\ B$

$$F_{B2} = q\ v\ B = 10^{-4} \times 20 \times 10^{-2} = 20 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-5} N$$

2. $F_{B2} = q\ v\ B\ \sin\theta$

بما انه الحركة موازية للمجال تكون $\sin 0 = 0$ $\theta = 0$

فيكون مقدار القوة صفر $F_{B2} = q\ v\ B\ \sin\theta = 10^{-4} \times 20 \times 10^{-2} \times 0 =$ $0\ N$

3. $F_{B2} = q\ v\ B\ \sin\theta = 10^{-4} \times 20 \times 10^{-2} \sin 60 = 2 \times 10^{-5} \times 0.86 = 2 \times 86 \times 10^{-6}$

$$F_{B2} = 172 \times 10^{-6} N$$

س/ سلك طوله (80 cm) و مقاومته (0.4 Ω) مثبت في سيارة تسير بسرعة (25 m/s) ، لوحظ عند توصيله على التوالي بمايكرو ميتر مقاومته (3.6 Ω) ان التيار المار فيه (20 μA) ما قيمة كثافة الفيض الذي تسير بها السيارة ؟

الجواب/

$l = 80\ cm = 0.8m \quad r = 0.4\ \Omega \quad v = 25\ m/s \quad R = 3.6\ \Omega$

$I = 20\mu A = 20 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-5} A \quad B = ?$

$$I = \frac{\varepsilon_{motional}}{r+R} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \varepsilon_{motional} = I(r+R) = 2\times10^{-5}(0.4+3.6) = 2\times10^{-5}\times4$$

$$\varepsilon_{motional} = 8\times10^{-6}\ V$$

$$\varepsilon_{motional} = v\ B\ l \rightarrow\rightarrow\rightarrow B = \frac{\varepsilon_{motional}}{v\ l} = \frac{8\times10^{-5}}{25\times0.8} = \frac{10^{-5}}{2.5} = \frac{1}{2.5}\times10^{-5} = 0.4\times10^{-5} = 4\times10^{-6}T$$

س/دوراول/٢٠١٤/افرض ان ساق موصلة طولها (0.1 m) تتحرك بسرعة مقدارها (2.5 m/s) داخل مجال مغناطيسي منتظم (0.6 T) على سكة موصلة على شكل حرف (U) ، احسب مقدار :

١. التيار المحتث المتولد في الحلقة اذا كانت المقاومة الكلية للدائرة مقدارها (0.03 Ω) .

٢. القدرة المتبددة في المقاومة الكلية .

$$\varepsilon_{motional} = v\ B\ l = 2.5\times0.6\times0.1 = 0.15\ V$$

$$\boldsymbol{P_{dissipated}} = \frac{\varepsilon_{motional}^{\ 2}}{R} = \frac{0.15^{\ 2}}{0.03} = \frac{0.0225}{0.03} = 0.75\ Watt$$

س/دور اول/٢٠١٧/افرض ان ساق موصلة طولها (2 m) و مقدار السرعة التي تتحرك بها الساق (2 m/s) و المقاومة الكلية للدائرة الكهربائية (0.4 Ω) و كان مقدار التيار المحتث (7 A) جد مقدار :

١)القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق . ٢)كثافة الفيض المغناطيسي .

٣)القوة الساحبة للساق . ٤)القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .

$$\varepsilon_{motional} = I_{ind}\ .R = 7\times0.4 = 2.8\ V$$

$$\varepsilon_{motional} = v\ B\ l \Longrightarrow B = \frac{\varepsilon_{motional}}{v\ l} = \frac{2.8}{2\times2} = 0.7\ T$$

$$F_{pull} = -IBl = 7\times0.7\times2 = 9.8\ N$$

س/دور اول/٢٠١٦/افرض ان ساق موصلة طولها (1.6 m) تنزلق على سكة موصلة على شكل حرف (U) باتجاه عمودي على فيض مغناطيسي كثافته (0.8 T) بتأثير قوة ساحبة (0.064 N) وكان مقدار المقاومة الكلية للدائرة (128 Ω) احسب : ١)القوة الدافعة الكهربائية الحركية . ٢)السرعة التي يتحرك بها الساق .

س/واجب/احسب طول سلك معدني يتحرك بحيث يقطع خطوط مجال مغناطيسي منتظم شدته (0.25 T) بشكل عمودي و بسرعة (12 m/s) عندما تتولد على طرفيه قوة دافعة كهربائية حركية مقدارها (3 V) .

س/واجب/سلك طوله (1 m) و مقاومته (0.2 Ω) ثبت افقيا في سيارة تسير بسرعة (72 Km/h) و لوحظ عند توصيل السلك بكلفانومتر مقاومته (5.8 Ω) يمر تيار شدته (40 μA) احسب كثافة الفيض المغناطيسي

الفيض المغناطيسي

س/ ما العامل الأساس لتوليد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ($\boldsymbol{\varepsilon_{ind}}$) ؟

ج/حصول تغير في الفيض المغناطيسي($\boldsymbol{\Phi_B}$) الذي يخترق الحلقة و ذلك بتوافر الحركة النسبية بين الفيض المغناطيسي و الحلقة الموصلة .

س/ قارن بين الفيض المغناطيسي و كثافة الفيض المغناطيسي .

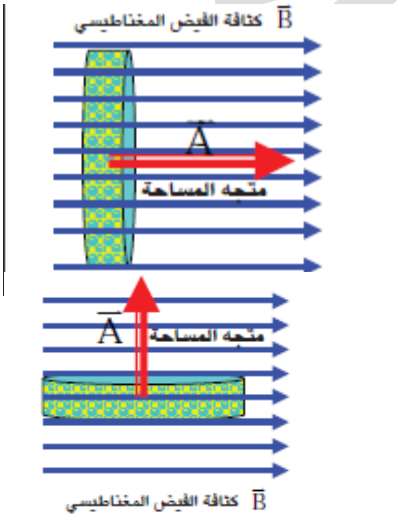
	الفيض المغناطيسي (Φ)	كثافة الفيض المغناطيسي (B)
التعريف	عدد من خطوط المجال المغناطيسي الذي يخترق مساحة معينة	مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق عمودياً وحدة المساحة
الوحدة	ويبر (Wb) او ماكسويل (Maxwell)	تسلا $T = \frac{Wb}{m^2}$
القانون	$\Phi_B = B\ A\ cos\,\theta$	$B = \frac{\Phi}{A}$

- عبارة مساحة معينة تدل على اي مساحة كانت مثل (mm^2 , Km^2 , cm^2) .
- عبارة وحدة المساحة تدل على (m^2) فقط

س/علام يعتمد مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ؟

١. مساحة الحلقة : حيث يزداد مقدار الفيض بزيادة مساحة الحلقة (تناسب طردي) $\boldsymbol{\Phi_B \propto A}$
٢. كثافة الفيض المغناطيسي: يزداد مقدار الفيض بزيادة كثافة الفيض $\boldsymbol{\Phi_B \propto B}$
٣. الزاوية بين متجه المساحة $(\vec{A})$ و بين متجه كثافة الفيض $(\vec{B})$

س/متى تكون القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ($\boldsymbol{\varepsilon_{ind}}$) بأعلى قيمة ؟ ومتى تكون صفرا ؟



ج/ **تكون** ($\boldsymbol{\varepsilon_{ind}}$) **بأعظم قيمة عندما يكون :**

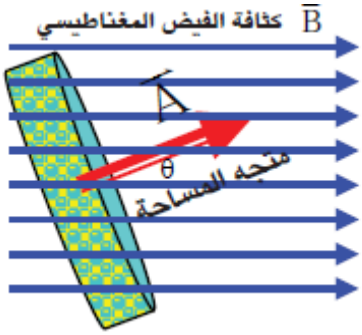
a) مستوى اللفة عمودي على متجه كثافة الفيض .
b) متجه المساحة موازٍ لمتجه كثافة الفيض .

في كلتا الحالتين تكون الزاوية $\theta = 0^\circ$

وبما ان $cos\ 0 = 1$ تكون ($\boldsymbol{\varepsilon_{ind}}$) بأعظم مقدار

تكون ($\boldsymbol{\varepsilon_{ind}}$) **صفراً عندما :**

a) مستوى اللفة موازٍ لمتجه كثافة الفيض .
b) متجه المساحة عمودي على كثافة الفيض .



في كلتا الحالتين تكون الزاوية $\theta = 90^{\circ}$

و بما ان $\cos 90 = 0$ يكون عند اذ مقدار (ε_{ind}) صفر

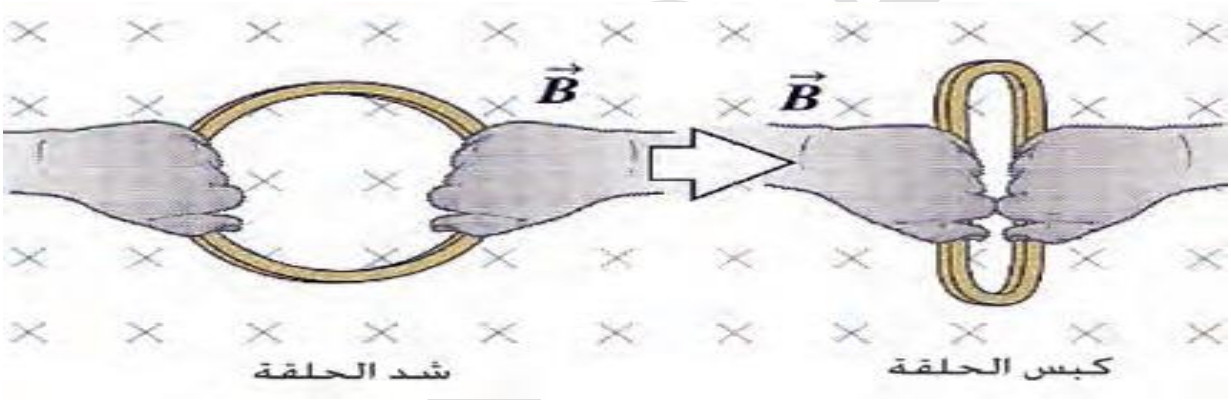
س/ماهو العامل الأساس لتوليد قوة دافعة كهربائية محتثة ؟

ج/حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة $(\Delta \Phi_B)$

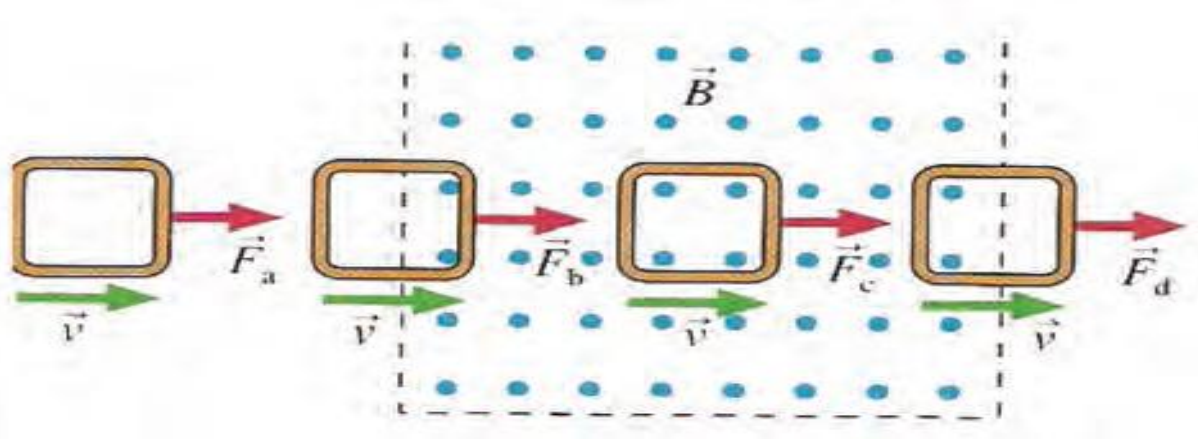
س/كيف يتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ؟

ج/يتغير بثلاث طرق تغير قياس الزاوية ، تغير مساحة الحلقة ، تغير مقدار كثافة الفيض

١. تغير الزاوية يؤدي الى تغير مقدار كثافة الفيض الذي يخترق الحلقة الموصلة مثل دوران نواة المولد الكهربائي
٢. تغير مساحة الحلقة الموصلة ΔAويتم ذلك بكبس الحلقة او شدها من جانبيها المتقابلين فتقل بذلك المساحة ،و يمكن ايضا زيادة المساحة بإزاحة الساق نحو اليمين فتتغير المساحة و بهذا فان التغير في الفيض يعطى بالعلاقة $\Delta \Phi_B = B \,.\, \Delta A$V



٣. تغيير مقدار كثافة الفيض ΔB دفع الحلقة او تقريبها او ابعادها في مجال مغناطيسي منتظم هذه الحركة النسبية تؤدي الى تغير كثافة الفيض الذي يخترق الحلقة الموصلة



مثال/٢/حلقة دائرية موصلة قطرها ($0.4m$) وضعت داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($B = 0.5\ T$)

و يتجه باتجاه موازٍ لمتجه مساحة الحلقة ($\vec{A}$) .

a) احسب مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .
b) ما مقدار الفيض المغناطيسي ، على فرض ان الحلقة دارت باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة لحين صار متجه المساحة ($\vec{A}$) يصنع زاوية ($\theta = 45^{\circ}$) مع اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) .

الجواب/

a) نحسب اولا مساحة الحلقة $R = 0.4m \rightarrow\rightarrow\rightarrow r = \frac{0.4}{2} = 0.2m$

$$\boldsymbol{A = \pi\, r^2}$$
$$A = 3.14 \times 0.2^2 = 3.14 \times 0.04 = 314 \times 4 \times 10^{-4}$$
$$A = 1256 \times 10^{-4}\ m^2$$

بما ان متجه المساحة ($\vec{A}$) موازٍ لمتجه كثافة الفيض ($\vec{B}$) تكون عند اذ ($\theta = 0$) فيكون

$\boldsymbol{\Phi_B = B\, A}$ لأن $cos\, 0 = 1$ $\Phi_B = 0.5 \times 1256 \times 10^{-4} = 5 \times 1256 \times 10^{-5}$

$$\Phi_B = 628 \times 10^{-4}\ Web$$

b) بعد دوران الحلقة تصبح الزاوية ($\theta = 45^{\circ}$) فتكون العلاقة $\boldsymbol{\Phi_B = B\, A\, cos\, \theta}$

$$\Phi_B = 0.5 \times 1256 \times 10^{-4} \times cos\, 45$$
$$\Phi_B = 5 \times 1256 \times 10^{-5} \times 0.707$$
$$\Phi_B = 444 \times 10^{-4}\ Web$$

لاحظ عزيزي الطالب ان **اعظم** قيمة لل Φ_B تكون عندما ($\theta = 0$) و اي زاوية اخرى تكون القيمة اقل و ذلك **لان** لا توجد قيمة **للكوساين** اكبر من الواحد الصحيح

ملاحظات لحل مسائل الفيض المغناطيسي :

- اذا اعطانا قطر اللفة (R) فإننا نقسمه على (2) لاستخراج نصف القطر (r) $r = \frac{R}{2}$
- تكون مساحة الحلقة حسب شكل الحلقة
  ١. مربع $\boldsymbol{A = x^2}$ حيث (X) طول ضلع المربع .
  ٢. مستطيل $\boldsymbol{A = X\,.\,Y}$ حيث (X,Y) ابعاد المستطيل .
  ٣. دائرة $\boldsymbol{A = \pi\, r^2}$ حيث (r) نصف القطر .
- **يجب** ان تكون وحدة المساحة متر مربع فإذا اعطانا المساحة جاهزة و كانت بوحدة
  ١. المساحة بوحدة (cm^2) نضرب العدد × 10^{-4} مثال $\boldsymbol{A = 2\ cm^2 = 2 \times 10^{-4}\ m^2}$
  ٢. المساحة بوحدة (mm^2) نضرب العدد × 10^{-6} مثال $A = 5\ mm^2 = 5 \times 10^{-6}\ m^2$

- يجب ان نعرف الزاوية بين متجه المساحة و بين متجه كثافة الفيض
ام بين مستوى اللفة و بين متجه كثافة الفيض

١. اذا كانت بين متجه المساحة و بين متجه كثافة الفيض تكو هذه الزاوية (θ) بدون تغيير
٢. اذا كانت بين مستوى اللفة و بين متجه كثافة الفيض فإنها تكون ($\grave{\theta}$)

في هذه الحالة نستخرج (θ) حسب العلاقة $\boldsymbol{\theta = 90 - \grave{\theta}}$

س/حلقة موصلة مربعة الشكل طول ضلعها (10cm) وضعت بحيث ان مستوى اللفة يصنع زاوية (30°) مع متجه كثافة فيض مغناطيسي مقدار كثافته (1.2 T) **احسب** مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.

الجواب/ نجد المساحة $\boldsymbol{A = 10^2 = 100\ cm^2 = 100 \times 10^{-4}\ m^2 = 10^{-2}\ m^2}$

ثم نجد الزاوية $\boldsymbol{\theta = 90 - \grave{\theta} = 90 - 30 = 60^{\circ}}$

$$\boldsymbol{\varphi_B = B\ A\ cos\,\theta}$$

$$\varphi_B = \boldsymbol{1.2 \times 10^{-2} \times cos\ 60 = 1.2 \times 10^{-2} \times 0.5 = 12 \times 5 \times 10^{-4}}$$

$$\boldsymbol{\varphi_B = 6 \times 10^{-3}\ Wb}$$

قانون فراداي

س/ما شرط تكون قوة دافعة كهربائية محتثة و تيار محتث في حلقة موصلة مقفلة؟

ج/تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الحلقة .

س/كيف يتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف ؟

ج/بتغير احد العوامل الثلاث (كثافة الفيض المغناطيسي (B) ، المساحة (A) الزاوية (θ) .

س/اذكر نص قانون فراداي ؟ مع ذكر العلاقة الرياضية لذلك القانون .

ج/ **مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في حلقة موصلة يتناسب طردياً مع المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة**

الصيغة الرياضية $\boldsymbol{\varepsilon_{ind} = -\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}}$

حيث $\boldsymbol{\Delta\varphi_B}$ يدل على الفيض المغناطيسي المتغير .

$\boldsymbol{\Delta t}$ المعدل الزمني .

س/ علام تدل الاشارة السالبة في قانون فرداي ؟

ج/تدل على قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة وهذه القطبية تحدد الاتجاه الذي ينساب فيه التيار المحتث في الحلقة او الملف .

- تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة بمقدار اكبر كلما كان المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة او الملف كبيرا .

س/علام تعتمد قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ؟

ج/تعتمد على الفيض المغناطيسي فيما اذا كان متزايدا او متناقصا .

س/علام يعتمد مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة التي تخترق الملف .

ج/ ١) عدد لفات الملف . ٢) المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف .

س/مالفرق بين التيار الكهربائي و التيار المحتث ؟

التيار الكهربائي	التيار المحتث
ينتج من مصدر للقوة الدافعة الكهربائية مثل (بطارية ،مولد كهربائي) في تلك الدائرة .	ينتج من قوة دافعة كهربائية محتثة تتولد بواسطة تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة لوحدة الزمن ((على الرغم من عدم وجود بطارية في الدائرة))

س/دور اول/٢٠١٦/ما لذي يتطلب توافره في دائرة مقفلة لتوليد ١)تيار كهربائي . ٢)تيار محتث .

مثال/٣/كتاب/الشكل التالي يوضح ملفا يتألف من (50) لفة متماثلة و مساحة اللفة الواحدة ($20\ cm^2$) (فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف من (0.8 T) الى (0.0 T) خلال زمن قدره (0.4 s)

احسب :

١. معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف .
٢. مقدار التيار المنساب في الدائرة اذا كان الملف مربوط بين طرفي كلفانومتر و المقاومة الكلية في الدائرة (80 Ω)

الجواب/

١. نجد (ΔB) حسب العلاقة $\Delta B = B_2 - B_1 = 0 - 0.8 = 0.8\ T$

نحول (A) الى وحدة (m^2) $A = 0.4\ cm^2 = 0.4 \times 10^{-4} m^2 = 4 \times 10^{-5}\ m^2$

نجد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة $\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t} = -N\frac{A\,.\Delta B}{\Delta t}$

$$\varepsilon_{ind} = -50 \times \frac{4 \times 10^{-5} \times 0.8}{0.4} = -0.2\ V$$

- الاشارة السالبة تدل على ان القوة الدافعة الكهربائية تعاكس المسبب الذي ولدها وهو المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي على وفق قانون لنز .

٢. لحساب التيار نطبق العلاقة :

$$I = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.2}{80} = \frac{0.02}{8} = \frac{0.01}{4} = \frac{1}{4} \times 10^{-2} = 0.25 \times 10^{-2} A$$

س/وضع سلك دائري في مجال مغناطيسي منتظم بحيث كان مستواه عموديا على ذلك المجال ، ثم اخرج السلك بعيدا عن المجال فتغير الفيض المغناطيسي بمقدار ($4 \times 10^{-3}\ Wb$) خلال زمن قدره ($2 \times 10^{-4}\ s$) فاذا كانت مقاومة السلك (2 Ω) فما مقدار شدة التيار المار فيه .

الجواب/نجد اولا القوة الدافعة الكهربائية المحتثة حسب العلاقة : $\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$

$$\varepsilon_{ind} = -1 \times \frac{-4 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-4}} = 2 \times \frac{1}{10^{-1}} = 2 \times 10^{1} = 20\ V$$

ثم نجد التيار المحتث $I = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{20}{2} = 10\ A$

- عبارة (اخرج السلك بعيدا)تعني ان الفيض تناقص فنعوض المقدار $4 \times 10^{-3}\ Wb$ سالبا

س/ملف عدد لفاته (250) لفة و مساحة اللفة الواحدة (12 cm^2) وضع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه (0.6 T) بحيث كان مستوى الملف عموديا على اتجاه المجال . احسب معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة اذا :

١. ادير الملف (90°) خلال (0.01 s) .
٢. قلب الملف خلال (0.01 s) .

الجواب/ عندما كان مستوى الملف عموديا على اتجاه المجال فإن ($\theta_1 = 0$)

١. اذا ادير الملف (90°) فإن الزاوية ($\theta_2 = 90$) .

$$\Delta \cos\theta = \cos\theta_2 - \cos\theta_1$$
$$\Delta \cos\theta = \cos 90 - \cos 0$$
$$\Delta \cos\theta = 0 - 1 = -1$$
$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t} = -NBA\frac{\Delta \cos\theta}{\Delta t}$$
$$\varepsilon_{ind} = -250 \times 0.6 \times 12 \times 10^{-4} \times \frac{-1}{0.01}$$
$$\varepsilon_{ind} = 1800 \times 10^{-4} \times \frac{1}{10^{-2}} = 18 \times 10^{-2} \times \frac{1}{10^{-2}}$$
$$\varepsilon_{ind} = 18\ V$$

٢. قلب الملف يعني ان ($\theta_2 = 180$)

$$\Delta \cos\theta = \cos\theta_2 - \cos\theta_1$$
$$\Delta \cos\theta = \cos 180 - \cos 0 = -1 - 1 = -2$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t} = -NBA\frac{\Delta \cos\theta}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind} = -250 \times 0.6 \times 12 \times 10^{-4} \times \frac{-2}{0.01}$$

$$\varepsilon_{ind} = 1800 \times 10^{-4} \times \frac{2}{10^{-2}} = 18 \times 10^{-2} \times \frac{2}{10^{-2}}$$

$$\varepsilon_{ind} = 36\,V$$

قانون لنز

س/دور اول/٢٠١٤/ما المقصود بقانون لنز ؟

ج/التيار المحتث في دائرة كهربائية مقفلة يمتلك اتجاها بحيث ان مجاله المغناطيسي المحتث يكون معاكسا بتأثيره للتغير في الفيض المغناطيسي الذي ولد هذا التيار

س/ما الاهمية العلمية لقانون لنز .

1. **تحديد العلاقة بين المجال المغناطيسي الأصلي (B) و المجال المغناطيسي المحتث (B_{ind}) .**
2. **صيغة لقانون حفظ الطاقة .**
3. **يستخدم في تحديد اتجاه التيار المحتث .**

اولاً : تحديد العلاقة بين المجال المغناطيسي الأصلي (B) و المجال المغناطيسي المحتث B_{ind}.

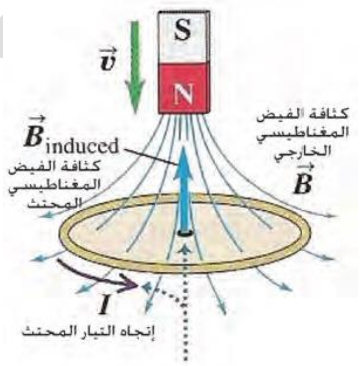
تعلمنا سابقا ان :

A. كل مجال مغناطيسي متغير (ΔB)بالنسبة لحلقة مقفلة يولد تياراً محتثاً (I_{ind}) .
B. كل تيار يولد مجال مغناطيسي محتث (B_{ind}) .

اذا تستنتج ان كل مجال مغناطيسي متغير ΔB بالنسبة لحلقة يولد مجال مغناطيسي محتث B_{ind} .

س/ كيف يتولد المجال المغناطيسي المحتث B_{ind}

ج/عند تغير المجال المغناطيسي الاصلي ΔB بالقرب من حلقة موصلة سوف يتولد تيار محتث I_{ind} و نتيجة لذلك **يتولد** مجال مغناطيسي محتث B_{ind} .

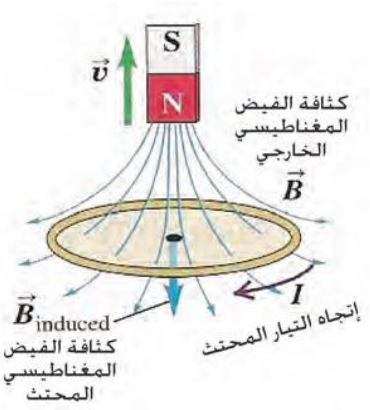


يجب الانتباه :

سوف
- عند اقتراب قطب شمالي من حلقة موصلة
- يتغير المجال المغناطيسي الأصلي B (تنامي)

لذلك
- يتولد تيار محتث I_{ind}
- التيار المحتث يولد مجال مغناطيسي محتث B_{ind} معاكس لتغير المجال المغناطيسي
- الاصلي B

الشكل
- تتولد نتيجة لما تقدم قوة تنافر
- بين المجال المغناطيسي الأصلي B و المجال المغناطيسي المحتث B_{ind}
- وجه الحلقة قطب شمالي



عند ابتعاد قطب شمالي عن حلقة
يتغير المجال المغناطيسي الأصلي B تلاشي

↓

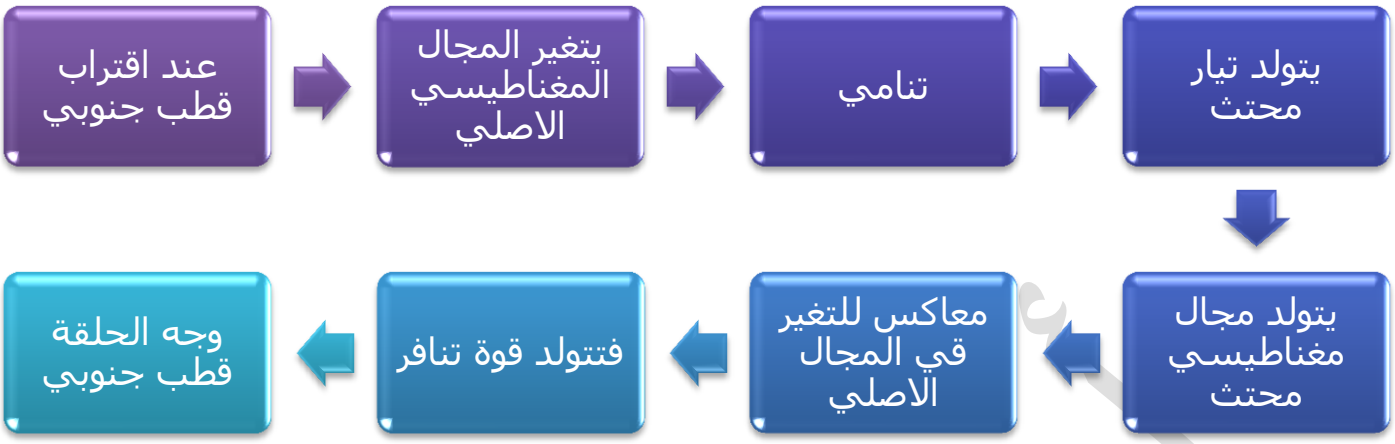
يتولد تيار محتث
التيار المحتث يولد مجال مغناطيسي محتث B_{ind}

↓

يكون اتجاه المجال المغناطيسي المحتث معاكس للتغير في المجال الأصلي
اي بنفس الاتجاه فتتولد قوة تجاذب بين المجالين

↓

وجه الحلقة قطب جنوبي



عند ابتعاد قطب جنوبي ..... يترك للطالب ....

ثانياً : صيغة لقانون حفظ الطاقة.

- نلاحظ من المخططات سابقا ان

عند الاقتراب ← يكون وجه الحلقة مشابه ← تتولد قوة تنافر

قوة معرقلة

للحركة

عند الابتعاد ← يكون وجه الحلقة مخالف ← تتولد قوة تجاذب

لذلك يتطلب **انجاز شغل** ميكانيكي للتغلب على تلك القوة
فيتحول هذا الشغل الى طاقة كهربائية كامنة على شكل ε_{ind} و I_{ind} في الملف

س/وضح كيف يكون قانون لنز صيغة لحفظ الطاقة . يترك للطالب .....

ثالثا : يستخدم لتحديد اتجاه التيار المحتث .

وذلك حسب قاعدة الكف اليمنى حيث يكون اتجها الابهام باتجاه B_{ind} و اتجاه دوران الأصابع هو اتجاه التيار المحتث .

س/ميز بين كثافة الفيض المغناطيسي الاصلي (B) وبين كثافة الفيض المغناطيسي المحتث (B_{ind})

ج/كثافة الفيض المغناطيسي الاصلي هي التي تتسبب في توليد التيار المحتث في الحلقة
اما كثافة الفيض المغناطيسي المحتث تكون ناتجة بسبب التيار المحتث حسب قانون لنز .

يجب ان ينتبه الطالب الى نقطتين

١. نوع القطب المغناطيسي المتحرك (شمالي ام جنوبي)
٢. نوع الحركة (اقتراب ام ابتعاد).

س/وزاري مكرر/ ما الفائدة العملية من قانون لنز ؟

ج/١)تحديد اتجاه التيار المحتث . ٢) تطبيقا لقانون حفظ الطاقة .

س/وزاري مكرر/لماذا يعد قانون لنز تطبيقا لقانون حفظ الطاقة ؟

ج/لأنه في حالتي اقتراب المغناطيس او ابتعاده نسبة الى حلقة موصلة يتطلب انجاز شغل ميكانيكي للتغلب على القوة المعرقلة (تنافر في حالة الاقتراب و تجاذب في حالة الابتعاد) و يتحول هذا الشغل الميكانيكي الى طاقة كهربائية كامنة في الحلقة .

س/تمهيدي/٢٠١٣/ماذا يحصل اذا تغير الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق حلقة موصلة ؟

ج/تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة و تيار محتث

س/دور ثاني/٢٠١٤/ملف يتألف من (50) لفة متماثلة و مساحة اللفة الواحدة ($20\ cm^2$) فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف من (0.0 T) الى (0.8 T) خلال زمن قدره (0.4 s) ، ما معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف ؟

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.8 - 0.0 = 0.8\ T \quad , \quad A = 20\ cm^2 = 20 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta B}{\Delta t} A\ cos\ \theta = -50 \times \frac{0.8}{0.4} \times cos\ 0 = -0.2\ V$$

$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.2}{80} = 0.0025\ A$$

س/دور ثاني/٢٠١٥/حلقة موصلة دائرية مساحتها ($520\ cm^2$) و مقاومتها ($5\ \Omega$) موضوعة في مستوى الورقة ، سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($0.15\ T$) باتجاه عمودي على مستوى الحلقة ، سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها ($20\ cm^2$) خلال فترة زمنية ($0.3\ s$) احسب مقدار التيار المحتث في الحلقة .

$$\Delta A = A_2 - A_1 = 20 - 520 = -500 cm^2 = -500 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$\varepsilon_{ind} = -NB\ \frac{\Delta A}{\Delta t} cos\ \theta = -1 \times 0.15 \times \frac{-500 \times 10^{-4}}{0.3} cos\ 0 = 0.025\ V$$

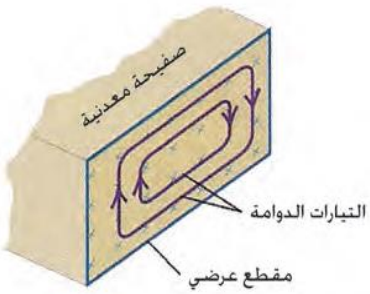
$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.025}{5} = 0.005\ A$$

س/دور ثالث/٢٠١٦/ملف سلكي دائري الشكل عدد لفاته (50) لفة و نصف قطره ($20\ cm$) وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي ، فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المارة خلال الملف من ($0.0\ T$) الى ($0.6\ T$) خلال زمن قدره ($\pi\ sec$) . ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون ؟

١. متجه مساحة اللفة الواحدة بموازاة متجه كثافة الفيض المغناطيسي .
٢. متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قدرها (37°) مع مستوى الملف

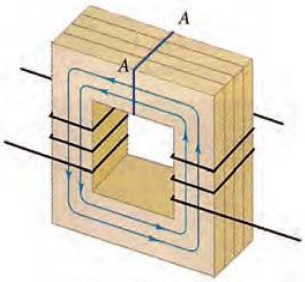
التيارات الدوامة

هي تيارات محتثة تتخذ مسارات دائرية مقفلة و متمركزة توضع في مستوى صحيفة معدنية يتخللها فيض مغناطيسي متغير مع الزمن .



س/ما مضار التيارات الدوامة ؟

ج/تتسبب في فقدان الطاقة بشكل حرارة في الاجهزة او في قلب الحديد للملفات التي تتولد فيها طبقا لقانون جول .



قلب المحولة الكهربائية يكون بشكل صفائح من الحديد المطاوع معزولة ومكبوسة مع بعضها

س/وزاري مكرر/ما الاجراء اللازم اتخاذه لتقيل اثر التيارات الدوامة ؟

ج/يصنع قلب الملف من الحديد المطاوع بشكل صفائح تترتب بموازاة الفيض المغناطيسي المتغير و تكون هذه الصفائح معزولة عن بعضها عزلا كهربائيا و مكبوسة كبساً شديداً .فتزداد المقاومة بشكل كبير فيقل مقدار التيارات الدوامة .

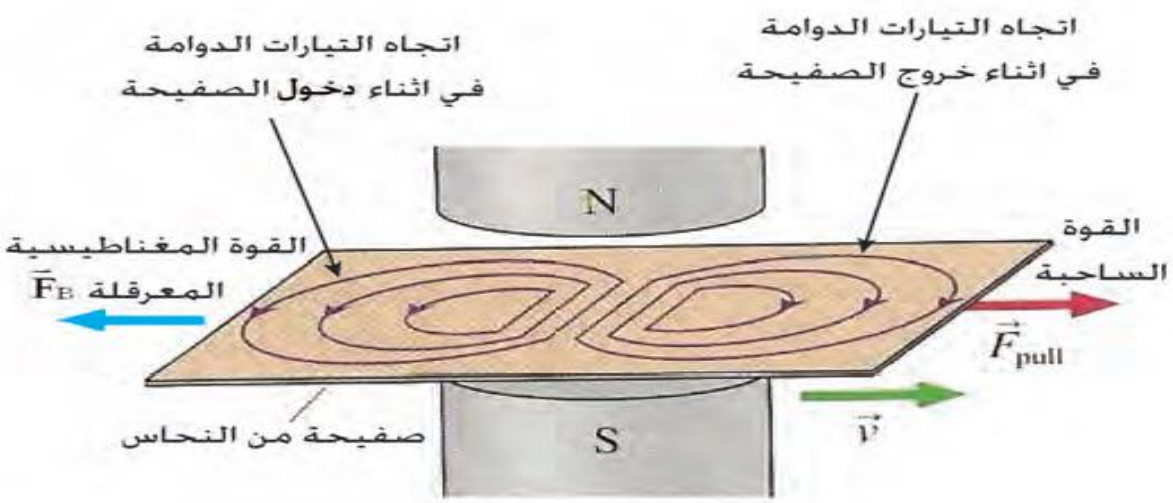
س/دور ثاني/٢٠١٤/في معظم الملفات يصنع القلب بشكل سيقان متوازية من الحديد المطاوع معزولة عن بعضها البعض عزلا كهربائيا و مكبوسة كبسا شديدا ، بدلا من قلب من الحديد المطاوع مصنوع كقطعة واحدة ، ما الفائدة العملية من ذلك ؟

ج/لتقليل تأثير التيارات الدوامة فتقل خسائر القدرة الناتجة عنها و بذلك تقل الطاقة الحرارية الناتجة عنها . وهذا مما يزيد من كفاءة المحولة .

س/وضح كيف تتكون التيارات الدوامة .

- نضع صفيحة من النحاس بين قطبي مغناطيس كثافة فيضه (B) و يكون مستوى الصفيحة عمودي على متجه كثافة الفيض
- نسحب لصفيحة افقيا بقوة (F_{Pull})
- نتيجة للحركة النسبية بين الصفيحة المعدنية و الفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة في سطح الصفيحة على وفق قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي .
- ففي اثناء خروج الجزء الأيمن للصفيحة من المجال المغناطيسي
- يتناقص الفيض المغناطيسي خلالها
- لذا يكون اتجاه حركة التيارات الدوامة باتجاه دوران عقارب الساعة
- **لكي** تولد فيضا مغناطيسياً محتثا كثافته (B_{ind}) يعاكس المسبب الذي ولده وفق قانون لنز
- فيكون اتجاه الفيض المغناطيسي نحو الأسفل (لكي يعمل على تقوية المجال المغناطيسي الأصلي)

- اما جزء الصفيحة الأيسر فيكون اتجاه التيارات الدوامة معاكس لدوران عقارب الساعة للسبب نفسه .
- و بالنتيجة تظهر قوة مغناطيسية (F_B) تتجه نحو اليسار و تكون معاكسة للقوة الساحبة فهي قوة معرقلة لاتجاه الحركة (اي تعاكس القوة الساحبة (F_{Pull})



س/دور اول/٢٠١٦/ما لذي يحصل ؟ ولماذا ؟ لو سحبت صفيحة من النحاس افقيا بين قطبي مغناطيس كهربائي كثافة فيضه منتظمة ؟

ج/تتولد تيارات دوامة على سطح الصفيحة نتيجة الحركة النسبية بينهما

س/دور ثاني/٢٠١٦/كيف تعمل التيارات الدوامة على كبح اهتزاز الصفيحة المعدنية المهتزة عموديا على مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج/بسبب تولد التيارات المحتثة الدوامة في الصفيحة والتي تعمل على توليد مجال مغناطيسي محتث $(\overrightarrow{B_{ind}})$ معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي المؤثر $(\vec{B})$ و نتيجة لذلك تتولد قوة تنافر مغناطيسية معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة داخل المجال المغناطيسي فتعمل على كبح اهتزازها على وفق قانون لنز .

س/دور اول/٢٠١٦/ماذا يحصل ولماذا لو سحبت صفيحة من النحاس افقيا بين قطبي مغناطيس كهربائي كثافة فيضه منتظمة .

ج/تتولد تيارات دوامة على سطح الصفيحة نتيجة الحركة النسبية بينها و بين كثافة الفيض المغناطيسي .

س/وزاري مكرر/اشرح بنشاط تبين فيه كيفية تقليل اثر التيارات الدوامة المتولدة في الموصلات .

ادوات النشاط :

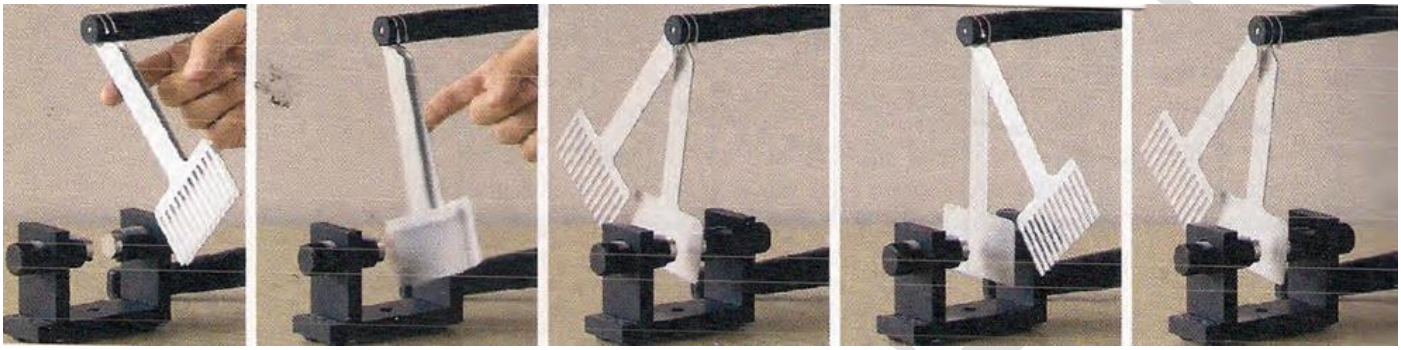
بندولان متماثلان كل منهما بشكل صفيحة مصنوعة من مادة موصلة ضعيفة التمغنط (المنيوم مثلاً) مثبته بطرف ساق خفيفة من المادة نفسها . احدى الصفيحتين مقطعة بشكل شرائح معزولة عن بعضها مثل اسنان المشط و الاخرى كاملة (غير مقطعة) . مغناطيس دائم قوي ، حامل.

خطوات النشاط :

- نزيح الصفيحتين بإزاحة متساوية الى احد جانبي موقع استقرارهما .
- نترك الصفيحتين في آن واحد لتهتز كل منهما بحرية بين قطبي المغناطيس .
- ماذا تتوقع ؟ ايهتز البندولان بالسعة نفسها ؟ ام يختلفان ؟ و ما السبب ؟

يتوضح من مشاهدة النشاط ان البندول الذي يتألف من الصفيحة الكاملة يتوقف عن الحركة في اثناء مروره خلال الفجوة بين القطبين المغناطيسيين

في حين الصفيحة المقطعة بشكل اسنان المشط تمر بين القطبين المغناطيسيين و تعبر الى الجانب الآخر و تستمر بالاهتزاز على جانبي منطقة المجال المغناطيسي ذهابا و ايابا لكن بتباطؤ قليل .



نستنتج من النشاط : تتولد تيارات دوامة كبيرة المقدار في الصفيحة غير المقطعة في اثناء دخولها المجال المغناطيسي بين القطبين فتكون باتجاه معين نتيجة لحصول تزايد في الفيض لمغناطيسي الذي يخترقها لوحدة الزمن $\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$

و تكون باتجاه معاكس في اثناء خروجها من المجال نتيجة حصول التناقص بالفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$ فتتولد في الحالتين قوة مغناطيسية (F_B) تعرقل حركة الصفيحة(على وفق قانون لنز)

و بالنتيجة تتلاشى سعة اهتزاز الصفيحة و تتوقف عن الاهتزاز

في حين ان التيارات الدوامة المتولدة في الصفيحة المقطعة بشكل شرائح تكون صغيرة المقدار جدا فيون تأثيرها ضعيفا جداً

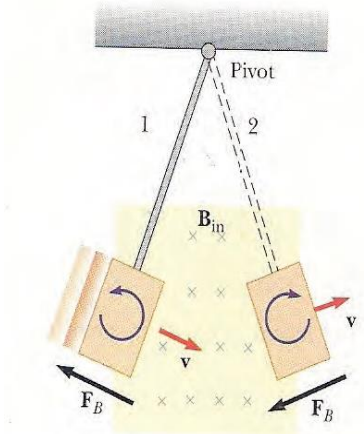
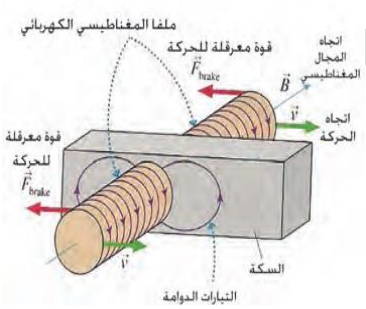


Figure 31.23



س/وزاري مكرر/اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة .

١. مكابح القطارات الحديثة ذات الوسادة الهوائية .
٢. كاشفات المعادن المستعملة حديثا في نقاط التفتيش و المطارات .

س/دور ثاني/٢٠١٧/وضح كيف تستثمر التيارات الدوامة في مكابح بعض القطارات الحديثة ؟

ج/توضع ملفات سلكية (كل منها يعمل كمغناطيس كهربائي)مقابل قضبان السكة . ففي الحركة الاعتيادية للا ينساب تيار كهربائي في تلك الملفات ، ولإيقاف القطار عن الحركة تغلق الدائرة الكهربائية لتلك الملفات فينساب تيار كهربائي في الملفات وهذا التيار يولد مجالا مغناطيسيا قويا يمر خلال قضبان الحديد للسكة ،و نتيجة للحركة النسبية بين المجال المغناطيسي و القضبان تتولد تيارات دوامة فيها ،و على وفق قانون لنز تولد مجالا مغناطيسيا يعرقل الحركة و هو السبب الذي ولدها ، فيتوقف القطار .

س/علام يعتمد عمل كاشفات المعادن ؟

ج/ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي .

س/ما استعمالات كاشفات المعادن ؟

١. نقاط التفتيش .
٢. السيطرة على زحام السيارات في التقاطعات .

س/كيف يعمل جهاز كاشف المعادن ؟

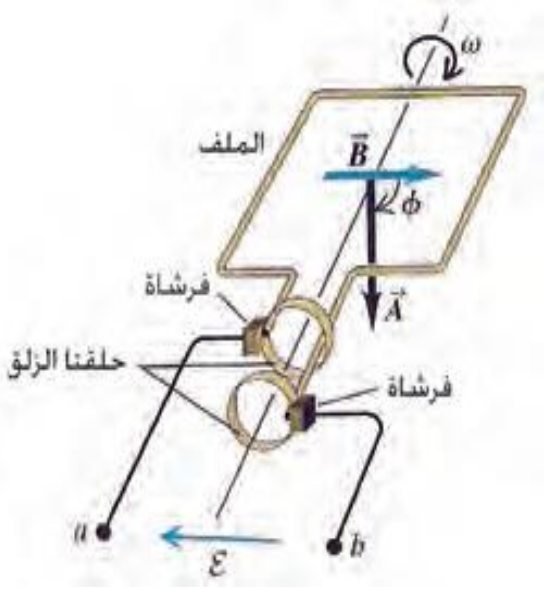
ج/

- يحتوي الجهاز على ملفين سلكيين احدهما يعمل كمرسل و الآخر كمستقبل .
- يسلط فرق جهد متناوب على طرفي ملف الارسال .
- فينساب في الملف تيار متناوب والذي بدوره يولد فيضا مغناطيسيا متغيرا مع الزمن .
- الفض المغناطيسي المتغير يحث تيارا في ملف الاستقبال .
- يقاس هذا التيار في الحالة التي لا تتوافر فيها اي مادة (بين الملفين) عدا الهواء .
- عند مرور اي جسم معدني (موصل) بين المرسل و المستقبل .
- سوف تتولد تيارات دوامة في ذلك الجسم المعدني .
- تعمل التيارات الدوامة على عرقلة التغير الحاصل في الفيض المغناطيسي .
- هذه العرقلة تتسبب في تقليل التيار الابتدائي المقاس في الملف المستقبل .
- و بهذا التأثير يمكن الكشف عن القطع المعدنية .

المولد

جهاز يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية بالاعتماد على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي .

مبدأ العمل : ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي .



انواع المولد :

A. مولد التيار المتناوب A C . نوعان ١) ذات الطور الواحد .
٢) ذات الاطوار الثلاث .

B. مولد التيار المستمر D C .

س/مم يتكون مولد التيار المتناوب ؟

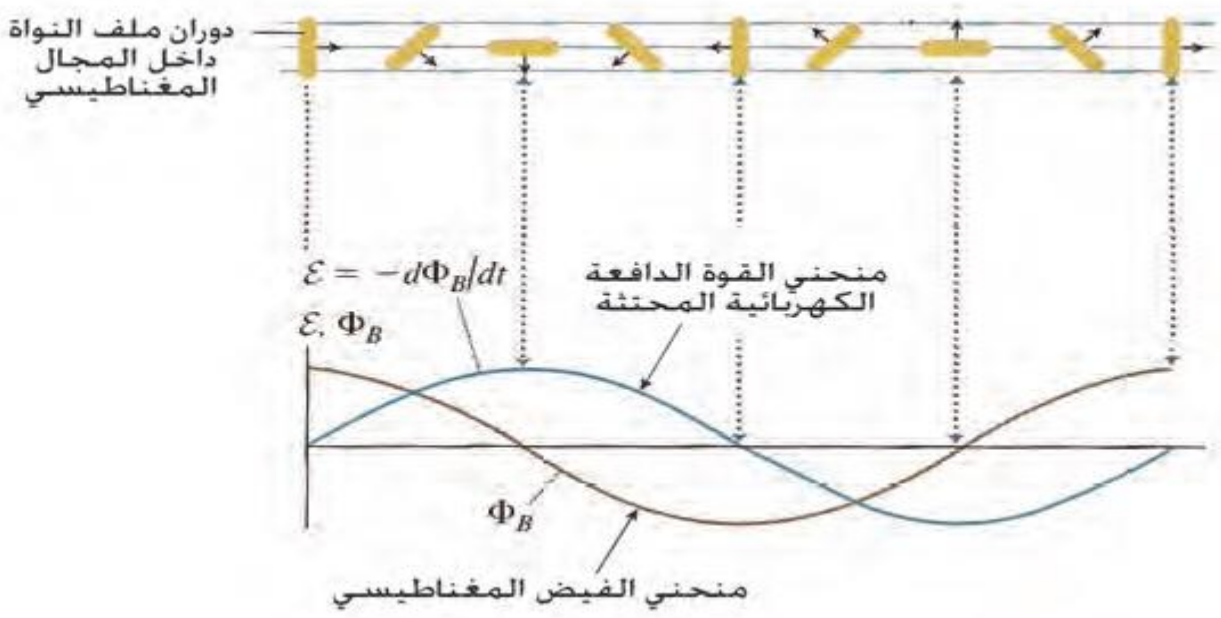
١) قلب من الحديد المطاوع ملفوف عليه ملف مستطيل .

مغناطيس دائمي . ٣) حلقتا زلق . ٤) فرشتا كاربون .

س/اشرح آلية عمل المولد .

ج/

- يدور ملف سلكي مساحته (A) بسرعة زاوية (ω)
- داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (B)
- فتتغير الزاوية (θ) بين متجه المساحة ($\vec{A}$) و متجه كثافة الفيض ($\vec{B}$) فيتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة حسب العلاقة $\Delta\varphi_B = B\,A\,\Delta\cos\theta$
- فتتولد قوة دافعة كهربائية محتثة حسب العلاقة $\varepsilon_{ind} = -N\,\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$



ملاحظة : عندما يدور الملف بسرعة زاوية (ω) تساوي $\omega = \frac{\theta}{t}$ اذا تكون الزاوية $\theta = \omega\, t$

لذا نعوض مكان كل (θ) نعوض مكانها ($\omega\, t$)

لكن $\omega = 2\,\pi\, f$ اذا $\theta = 2\,\pi\, f\, t$

وحدة (θ) هي (rad) وحدة (ω) هي (rad/s) وحدة التردد(f) هي (Hz) او ($1/s$)

حساب ε_{ind} في مولد

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind} = -\frac{N\,B\,A\,\cos\theta}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\,B\,A\,\frac{\cos(\omega\, t)}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\,B\,A(-\omega\sin(\omega\, t))$$

$$\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\;\omega\sin(\omega\, t)$$

$$\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\;\omega\sin(\theta)$$

$$\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\;\omega\sin(2\,\pi\, f\, t)$$

$\theta = \omega\, t$

$\frac{\cos(\omega\, t)}{\Delta t} = -\omega\sin(\omega\, t)$

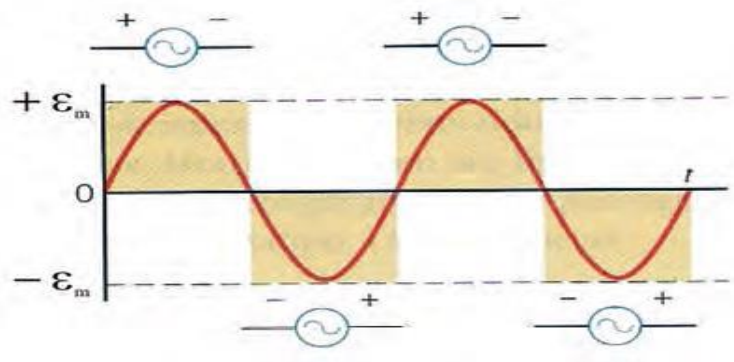
مشتقة الزاوية

$\theta = \omega\, t = 2\,\pi\, f\, t$

س/دور ثالث/٢٠١٦/علام تعتمد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في مولد ؟

ج/تعتمد على :

١. عدد لفات الملف (N) .
٢. كثافة الفيض المغناطيسي (B) .
٣. مساحة مقطع اللفة الواحدة (A) .
٤. الزاوية(θ) بين متجه المساحة ($\vec{A}$) و بين متجه كثافة الفيض ($\vec{B}$) .
٥. مقدار السرعة الزاوية (ω) .



س/متى تكون القوة الدافعة الكهربائية المحتثة بأعلى قيمة ε_{max} ؟

ج/عندما تكون الزاوية بين متجه المساحة و بين متجه كثافة الفيض تساوي ($\theta = 90^\circ$) ($\omega\, t = 90$)

$$\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\;\omega\sin(\omega\, t)$$

$$\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\;\omega\sin(90)$$

$\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\;\omega = \varepsilon_{max}$

لذلك تكون علاقات القدرة :

$P = \varepsilon_{ins} \cdot I_{ins}$ $\quad$ $P = I_{ins}^2 \cdot R$ $\quad$ $P = \frac{\varepsilon_{ins}^2}{R}$

وتكون علاقات القدرة العظمى :

$P_{max} = \varepsilon_{max} \cdot I_{max}$ $\quad$ $P_{max} = I_{max}^2 \cdot R$ $\quad$ $P_{max} = \frac{\varepsilon_{max}^2}{R}$

مما تقدم نستنتج :

- القوة الدافعة الكهربائية تتغير مع الزمن فهي دالة جيبيه .
- الفولطية اللحظية تعطى بالعلاقة $\varepsilon = \varepsilon_{max}\ sin(\omega t)$ ، اذ تأخذ بالازدياد تدريجياً عند $(t = 0)$ حتى تصل مقدارها الأعظم (ε_{max}) بعد مرور ربع دورة $(\omega t = {}^{\pi}/_{2})$ عندها $\{sin(\omega t) = sin\,{}^{\pi}/_{2} = 1\}$
- و يسمى المقدار الأعظم للفولطية بذروة الفولطية المحتثة .
- ثم تتناقص تدريجيا حتى تصل الى الصفر مرة اخرى في اللحظة التي تكون عندها $(\omega t = \pi)$ حيث $(sin\,\pi = 0)$.
- ثم يأخذ مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) بالازدياد تدريجيا بالاتجاه السالب حتى تصل مقدارها الأعظم في اللحظة التي تكون عندها $(\omega t = {}^{3\pi}/_{2})$
- بعدها يهبط مقدارها تدريجيا الى الصفر عندما يكمل الملف دورته عندما تكون $(\omega t = 2\pi)$
- لذا نجد ان قطبية القوة الدافعة الكهربائية تنعكس مرتين في الدورة الواحدة .

س/متى نحصل على فولطية متناوبة جيبيه الموجة ؟

ج/من تدوير ملف داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه منتظمة و بسرعة زاوية منتظمة .

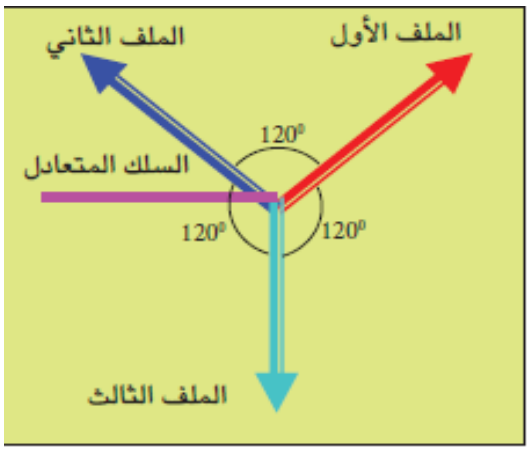
س/ماذا ينتج من تدوير ملف داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟ ج/قوة دافعة كهربائية محتثة و تيار محتث .

س/ما الفائدة العملية من الفرشاتين في المولد الكهربائي ؟

ج/لتوصيل ملف النواة بالدائرة الخارجية .

مولد التيار المتناوب ذات الاطوار الثلاث

س/وزاري مكرر/مم يتألف مولد التيار المتناوب ذو الثلاثة اطوار ؟ و ما الفائدة العملية منه ؟ موضحا ذلك بالرسم



يتألف:

١. ثلاثة ملفات حول النواة تربط بطريقة الربط النجمي .
٢. تكون بين كل ملفين زاوية (120°) .
٣. تربط احدى الاطراف الثلاث مع سلك متعادل (البارد)
٤. ينقل التيار من هذا المولد بثلاثة خطوط .

الفائدة: الحصول على تيار متناوب ذا مقدار اكبر من التيار الذي يولده لمولد المتناوب احادي الطور .

س/ماذا ينتج عن تدوير ثلاثة ملفات متزاوية داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه منظمة و بسرعة منتظمة ؟

ج/ينتج تيار متناوب ذات ثلاثة اطوار .

- ملفات متزاوية يعني ان الزوايا متساوية بين اي ملفين .

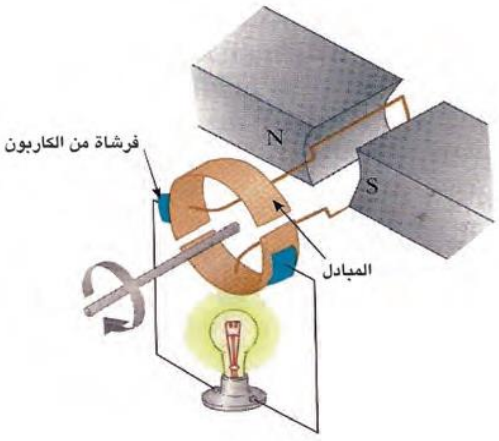
س/ماذا يقصد بالربط النجمي ؟ ج/ربط ثلاثة ملفات (متزاوية) الزاوية بين كل ملفين (120°)

و ينتج عنها فولطية متناوبة بثلاثة اطوار .

س/ما لفرق بين مولد التيار ذو الاطوار الثلاث و مولد التيار المتناوب ذو الطور الواحد من حيث التركيب ؟

مولد التيار المتناوب ذو الثلاثة اطوار	مولد التيار المتناوب ذا الطور الواحد
ثلاثة ملفات تفصل بينهما زوايا متساوية القياس (120°)	ملف واحد

مولد التيار المستمر



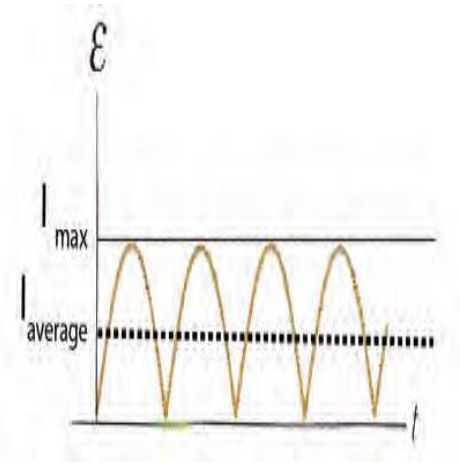
س/كيف نحول مولد التيار المتناوب الى مولد التيار المستمر ؟

س/كيف نجعل التيار الذي يجهزه المولد باتجاه واحد ؟

ج/نستبدل حلقتا الزلق بحلقة معدنية واحدة عبارة عن نصفين مفصولين (معزولين) عن بعضهما تسمى نصفا حلقة مبادل .

المبادل : اسطوانة معدنية مجوفة تشق الى نصفين و تعزلا

عزلا تاما عن بعضهما و تثبت على محور الدوران بحيث ان كل من احد النصفين يلامس احد اطراف الملف .



س/لماذا سمي بالمبادل و ما هو عمله .

ج/لان نصفا المبادل يتبادلان مواقعهما باستمرار كل نصف دورة ،

عمل المبادل : يعمل على جعل التيار باتجاه واحد و ذلك لأنه يعمل على عكس اتجاه التيار في الدائرة الخارجية بحيث يكون تيار نبضي (ثابت الاتجاه ، متغير الشدة) .

س/ما الذي يحصل عند ابدال حلقتي الزلق بنصفي حلقة مبادل .

ج/نحصل على تيار ثابت الاتجاه و متغير الشدة (تيار نبضي) .

س/ما العلاقة بين عدد قطع المبادل و عدد ملفات المولد ؟ ج/عدد قطع المبادل ضعف عدد الملفات .

س/كيف نحصل على تيار مستمر ثابت الشدة تقريباً ؟ ج/نقوم بعملية التنعيم و هي :

١) نزيد من عدد الملفات المتزاوية . ٢) جعل عدد قطع المبادل ضعف عدد الملفات .

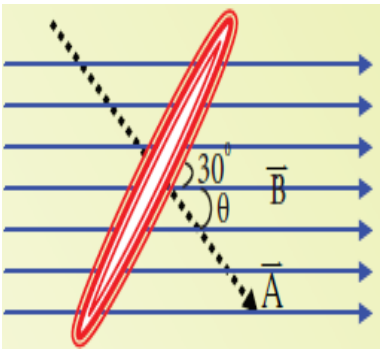
س/دور اول/٢٠١٣/هل يمكن ؟ و كيف؟ جعل التيار الخارج من مولد التيار المستمر اقرب الى تيار النضيدة ؟

ج/نعم يمكن ذلك بزيادة عدد الملفات حول النواة بحيث تحصر بينها زوايا متساوية القياس .

س/ما الغرض من زيادة عدد الملفات في مولد التيار المستمر ؟

س/قارن بين مولد التيار المتناوب و مولد التيار المستمر .

	مولد التيار المتناوب	مولد التيار المستمر
١	يتكون من قطبي مغناطيس و ملف او عدة ملفات متزاوية و حلقتي زلق .	يتكون من قطبي مغناطيس و ملف او عدة ملفات متزاوية و نصفي حلقة مبادل
٢	ينتج قوة دافعة كهربائية محتثة جيبيه الموجة متغيرة الشدة و الاتجاه	ينتج قوة دافعة كهربائية محتثة نبضيه متغيرة الشدة و ثابته الاتجاه
٣	ينتج تيار محتث جيبي الموجة	ينتج تيار محتث نبضي
٤		تكون عدد قطع المبادل ضعف عدد الملفات
٥		يعطى المعدل المتوسط للتيار النبضي $I_{av} = 0.636 I_m$
٦	لزيادة مقدار التيار المجهز نربط ثلاثة ملفات متزاوية بطريقة الربط النجمي	لجعل التيار النبضي اقرب الى تيار النضيدة نزيد عدد الملفات المتزاوية حول النواة



مثال/٤/كتاب/في الشكل ملف سلكي يتألف من (500) لفة دائرية قطرها (4 cm) وضع بين قطبي مغناطيس ، ذي فيض مغناطيسي منتظم ، عندما كان الفيض المغناطيسي يصنع زاوية (30°) مع مستوى اللفة ، فاذا تناقصت كثافة الفيض خلال الملف بمعدل (0.2 T/s) احسب معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف.

الحل/في العلاقة $\varphi_B = B\ A\ cos\ \theta$

تكون الزاوية θ في القانون اعلاه محصورة بين متجه المساحة $\vec{A}$ و بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$

و الزاوية المعطاة في السؤال تقع بين مستوى اللفة و بين بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$

لذا نستخدم العلاقة $\theta = 90^{\circ} - 30^{\circ} = 60^{\circ}$

نحسب مقدار مساحة الملف $R = 4\ cm \rightarrow\rightarrow\rightarrow r = 2\ cm$

$$A = \pi\ r^2 = 3.14 \times 2^2 = 3.14 \times 4 = 12.56\ cm^2 \rightarrow\rightarrow\rightarrow A = 12.56 \times 10^{-4} m^2$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t} = -N\ A\ cos\ \theta\ \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind} = -500 \times 12.56 \times 10^{-4} \times cos\ 60 \times (-0.2)$$

$$\varepsilon_{ind} = 5 \times 1256 \times 10^{-4} \times 0.5 \times 0.2 = 0.0628\ V$$

س/ملف لمولد دراجة هوائية نصف قطره (2 cm) و عدد لفاته (100) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($^1/_{\pi}\ T$) و كان اعظم مقدار للفولطية المحتثة (32 V) و القدرة العظمى المجهزة للحمل (24 W) ما مقدار :

١) السرعة الزاوية التي يدور بها الملف . ٢) المقدار الأعظم لتيار الحمل . ٣) مقدار مقاومة الملف .

الجواب/نستخرج المساحة $A = \pi\ r^2 = \pi \times 2^2 = \pi \times 4 = 4\ \pi cm^2 = 4\ \pi \times 10^{-4}\ m^2$

١. حسب العلاقة $\varepsilon_{max} = N\ B\ A\ \omega$

$$\omega = \frac{\varepsilon_{max}}{N\ B\ A} = \frac{32}{100 \times {}^1/_{\pi} \times 4\ \pi \times 10^{-4}} = \frac{32}{100 \times 4 \times 10^{-4}} = \frac{32}{4 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^2\ {}^{rad}/_{s}$$

٢. من علاقة القدرة $P_{max} = I_{max} \cdot \varepsilon_{max}$

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\varepsilon_{max}} = \frac{24}{32} = \frac{3}{4} = 0.75\ A$$

٣. من قانون اوم $R = \frac{\mathcal{E}_{max}}{I_{max}} = \frac{32}{3/4} = \frac{32\times4}{3} = 42.4\ \Omega$

س/ملف سلكي عدد لفاته (280) لفة و مساحة اللفة الواحدة (50 cm^2) و مقاومته (40 Ω) يدور بسرعة زاوية منتظمة مقدارها (300 rev/min) في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.2 T) احسب :

١. المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية و التيار المار في الدائرة .
٢. المقدار الآني للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة بعد مرور ($1/\pi$ s) من الوضع الذي كان به صفرا

الحل / نحول المساحة : $A = 50\ cm^2 = 50\times10^{-4}\ m^2$

نحول السرعة الزاوية : $\omega = 300\ {}^{rev}/_{min} = 300\times\frac{2\pi}{60} = 10\pi\ {}^{rad}/_{s}$

المقدار الأعظم للفولطية :

$$\mathcal{E}_{max} = N\ B\ A\ \omega = 280\times0.2\times50\times10^{-4}\times10\pi = 280\times100\times10^{-4}\times\pi$$

$$\mathcal{E}_{max} = 28000\times10^{-4}\times\pi = 2.8\times\frac{22}{7} = 0.4\times22 = 8.8\ V$$

المقدار الأعظم للتيار : $I_{max} = \frac{\mathcal{E}_{max}}{R} = \frac{8.8}{40} = 0.22\ A$

المقدار الآني : $\mathcal{E}_{ins} = \mathcal{E}_{max}\ sin(\omega\ t) = 8.8\ sin\left(10\pi\times\frac{1}{\pi}\right) = 8.8\ sin\,10 = 8.8\times0.17 = 1.5\ V$

س/دور ثالث/٢٠١٥/ملف لمولد دراجو هوائية نصف قطره (2 cm) و عدد لفاته (60) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه $\left(\frac{1}{2\pi}T\right)$ و كان اعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف (16 V) و القدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد (10 W) ،ما مقدار ؟

١)السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد . ٢)المقدار الأعظم المنساب في الحمل .

$$A = \pi r^2 = \pi\times2^2 = 4\pi\ cm^2 = 4\pi\times10^{-4}\ m^2$$

$$1))\mathcal{E}_{max} = NBA\omega \Rightarrow \omega = \frac{\mathcal{E}_{max}}{NBA} = \frac{16}{60\times\frac{1}{2\pi}\times4\pi\times10^{-4}} = 1.33\times10^3\frac{rad}{s}$$

$$2))P_{max} = \mathcal{E}_{max}I_{max} \Rightarrow I_{max} = \frac{P_{max}}{\mathcal{E}_{max}} = \frac{10}{16} = 0.62\ A$$

س/دور اول/٢٠١٧/ملف لمولد دراجة هوائية نصف قطره *(2 cm)* و عدد لفاته *(100)* لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $\left(\frac{1}{\pi}T\right)$ و كان اعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف *(32 V)* و القدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد *(24 W)* ما مقدار :

١)السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المحرك . ٢)المقدار الأعظم للتيار المنساب في الحمل .

س/دور ثالث/٢٠١٧/ملف لمولد دراجة هوائية مساحته $(100\ cm^2)$ و عدد لفاته (500) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه $(0.8\ T)$ و كانت السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد $(800\ rad/sec)$ و القدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد $(1600\ W)$ ،ما المقدار الاعظم للتيار المنساب في الحمل ؟

المحركات الكهربائية للتيار المستمر

المحرك الكهربائي : وسيلة تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية بتوافر مجال مغناطيسي.

- توضع حلقة مقفلة موصلة داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه (B).
- تزود هذه لحلقة بتيار مستمر (بطارية) .
- يولد التيار المار في الحلقة مجال مغناطيسي محتث كثافة فيضه (B_{ind}) .
- تتولد بين (B) و (B_{ind}) قوة مغناطيسية باتجاهين متعاكسين على طرفي الملف
- فتعمل على تدويره بتأثير عزم مزدوج .

الأجزاء : نفس اجزاء مولد التيار المستمر (ملف ، نواة ، اقطاب مغناطيسية ، مبادل ، فرشتا كاربون).

مبدأ العمل : القوة المؤثرة في سلك يمر به تيار كهربائي موضوع داخل مجال مغناطيسي .

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة في المحرك (ε_{back})

فولطية محتثة تتولد على طرفي ملف نواة المحرك اثناء دورانها داخل المجال المغناطيسي و تكون مضادة للفولطية الموضوعة طبقا لقانون لنز .

تحسب بالعلاقة التالية :

$$\varepsilon_{back} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$$

- الاشارة السالبة تعني ان القوة الدافعة الكهربائية المضادة في المحرك تعاكس المسبب الذي ولدها وفقا لقانون لنز ز

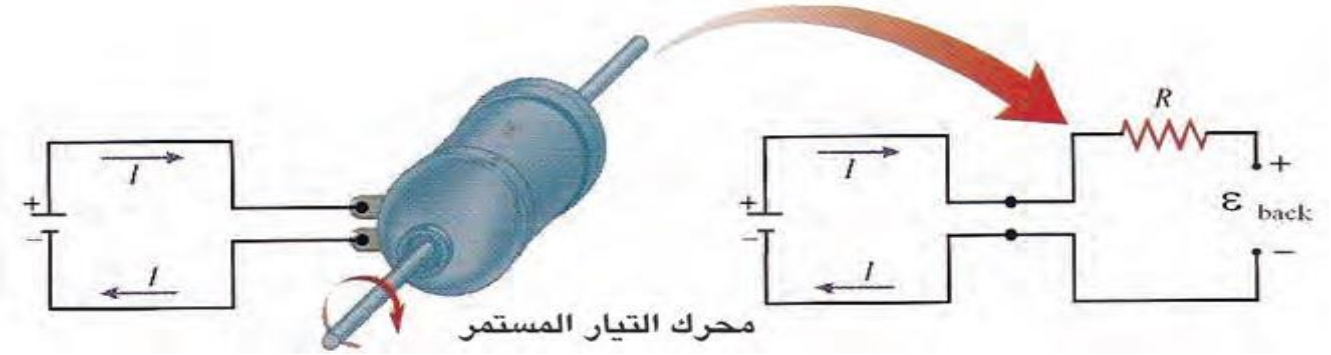
اما التيار فيحسب بالعلاقة

$$I = \frac{V_{app} - \varepsilon_{back}}{R}$$

حيث (V_{app}) الفولطية المطبقة (المصدر)

ε_{back} الفولطية المضادة

س/ارسم مخططا لدائرة كهربائية لمحرك ينساب فيها تيار كهربائي ؟



٣. التيار المنساب في دائرة المحرك يتغير من مقداره الأعظم (لحظة بدء التشغيل) الى اقل مقدار (عند بلوغ نواة المحرك اعظم سرعة لها).
٤. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة تتغير من الصفر(لحظة بدء التشغيل) الى اعظم مقدار لها (عند بلوغ نواة المحرك اعظم سرعة لها).

س/دور ثاني/٢٠١٦/ما لذي يحدد مقدار التيار المنساب في دائرة المحرك ؟

ج/الفرق بين الفولطية الموضوعة وبين القوة الدافعة الكهربائية المضادة في المحرك حسب العلاقة

$$\left(I = \frac{V_{app} - V_{back}}{R}\right)$$

س/لماذا تسمى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ملف نواة المحرك بالمضادة ؟

ج/لأنها معاكسة للمسبب الذي ولدها وفقا لقانون لنز .

س/ماذا يتولد عند دوران ملف نواة محرك كهربائي داخل مجال مغناطيسي ؟

ج/قوة دافعة كهربائية محتثة مضادة .

س/وزاري مكرر/علام يعتمد مقدار القوة الدافعة الكهربائية المضادة في المحرك الكهربائي للتيار المستمر ؟

ج/ ١) سرعة دوران المحرك . ٢) عدد لفات الملف .

س/فسر : المحرك الكهربائي يعمل عمل مولد ايضا .

- لأنه عندما ينساب تيار في ملف النواة سوف يدور الملف داخل المجال المغناطيسي
- فيحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن
- و على وفق قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي
- تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة على طرفي نواة المحرك تسمى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة .

س/ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟ لشدة توهج المصباح المربوط على التوالي مع ملف المحرك الكهربائي .

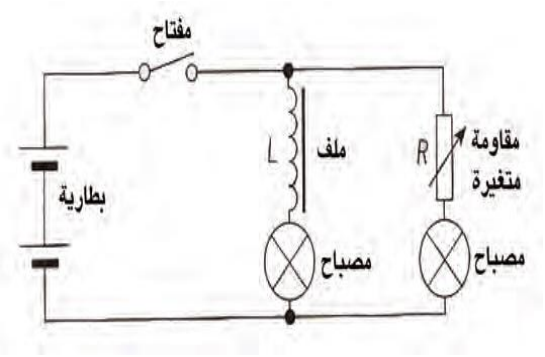
١) عند بدء تشغيل المحرك . ج/شدة توهج المصباح اعظم ما يمكن لان تيار الدائرة اعظم ما يمكن لعدم تولد قوة دافعة كهربائية محتثة مضادة في هذه اللحظة .
٢) عنما تبلغ نواة المحرك سرعتها القصوى . ج/شدة توهج المصباح اقل ما يمكن بسبب تولد قوة دافعة كهربائية محتثة مضادة في هذه اللحظة .

المحاثة

س/اشرح تجربة المحاثة .

ج/ **ادوات التجربة:** (مصباحان متماثلان ، مقاومة متغيرة ، ملف ، بطارية ، مفتاح ، اسلاك)

العمل :



- نربط الملف بالتوالي مع احد المصباحين .
- نربط المقاومة المتغيرة مع المصباح الآخر .
- نغير قيمة المقاومة لنجعلها تساوي مقاومة الملف .
- نضع في الملف قلب من الحديد المطاوع لزيادة كثافة فيضه المغناطيسي.
- نربط الدائرة كما في الشكل .

هل تتوقع ان يتوهج المصباحين بنفس المقدار لحظة الاغلاق ؟

هل ان المصباحين يصلان الى نفس شدة التوهج في آن واحد؟

لتوضيح ذلك : نغلق الدائرة

- نلاحظ ان كلا المصباحين يتوهجان توهجا متساويا في الشدة بعد وصول التيار مقداره الثابت .
- **لكن** لا يصلان ذلك في آن واحد ، بل هناك تأخير ملحوظ بالزمن المستغرق لتوهج المصباح المربوط الى الملف بالمقارنة مع المصباح المربوط الى المقاومة
- ان التباطؤ الذي حصل في توهج المصباح المربوط الى الملف يعزى الى صفة الملف التي تسمى تأثير المحاثة للملف (او الحث الذاتي للملف) و مثل هذا الملف يسمى بالمحث .

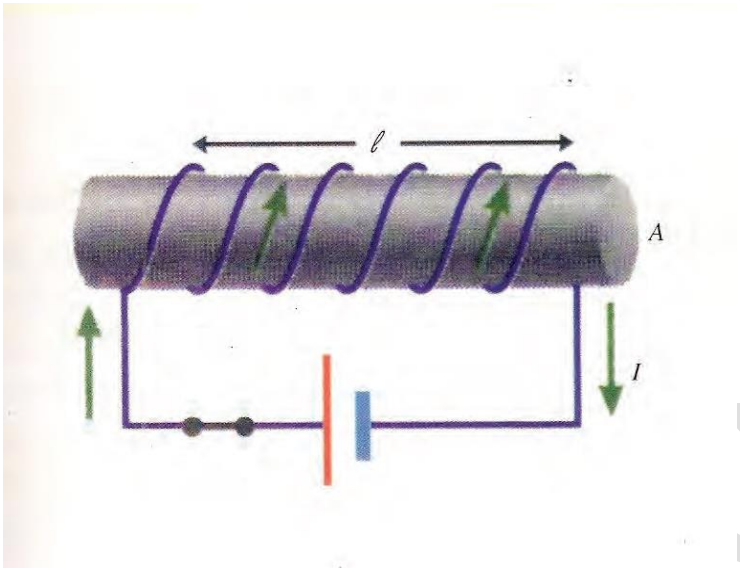
الحث الذاتي

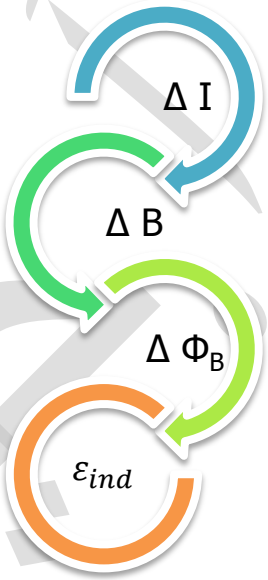
س/دور ثالث/٢٠١٦/ما المقصود بالحث الذاتي ؟

تولد قوة دافعة كهربائية محتثة علة طرفي ملف عندما يتغير التيار الكهربائي المنساب في ذلك الملف لوحدة الزمن .

تغير التيار ⟵ قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind})

- عندما يتغير التيار (ΔI) المطبق على الملف (عند غلق او فتح الدائرة) .
- فتتغير كثافة الفيض المغناطيسي (ΔB) تزايد او تناقص .
- يتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة ($\Delta \Phi_B$) .





- الفيض المغناطيسي المتغير مع الزمن في الملف يولد قوة دافعة كهربائية محتثة ε_{ind} .

$N \varphi_B \propto I$

- الفيض المغناطيسي يتناسب طرديا مع التيار

$N \varphi_B = L I$

- نقسم المعادلة على (Δt)

$N \frac{\Delta \varphi_B}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

- $\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \varphi_B}{\Delta t}$

$\varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

س//اشتق علاقة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية .

حيث :

- الاشارة السالبة تدل على ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{ind} **تعاكس المسبب الذي ولدها** .
- (L) معامل الحث الذاتي للملف وحدته هنري (H) .
- $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ المعدل الزمني لتغير التيار وحدته (A/s)
- *نلاحظ من المعادلة ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة لا تعاكس التيار و انما تعاكس التغير في التيار وفق قانون لنز .*

س/متى يتغير التيار في دائرة التيار المستمر ؟

ج/فقط عند غلق الدائرة (تنامي للتيار) و عند فتح الدائرة (تلاشي للتيار)

ملاحظات :

- عند غلق الدائرة ← ينمو التيار من الصفر الى القيمة الثابتة ← $\frac{\Delta I}{\Delta t} = +$ ← $\varepsilon_{ind} = -$ ← قطبية الفولطية المحتثة تعاكس الفولطية الموضوعة (تعاكس النمو)

V_{app} →→ نمو

ε_{ind} →→ تلاشي

- عند فتح الدائرة ← تلاشي التيار من القيمة الثابتة الى الصفر ← $\frac{\Delta I}{\Delta t} = -$ ← $\varepsilon_{ind} = +$ ← الفولطية المحتثة بنفس اتجاه الفولطية الموضوعة (تعاكس التلاشي)

يعمل الملف عمل بطارية .

- بعد فترة من الفتح او من الاغلاق $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ $\varepsilon_{ind} = 0$

لا توجد قوة دافعة كهربائية محتثة لعدم توفر تيار متغير مع الزمن

معامل الحث الذاتي

النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الى المعدل الزمني للتغير بالتيار في الملف و يقاس بوحدة الهنري (H) .

الهنري: معامل الحث الذاتي للملف الذي اذا تغير التيار المنساب فيه بمعدل (1 A/s) يتولد على طرفيه قوة دافعة كهربائية محتثة مقدارها (1 Volt) .

س/ماذا نقصد بأن معامل الحث الذاتي (L = 0.6 H) .

ج/ان هذا الملف اذا تغير فيه التيار بمعدل (1 A/s) تولد بين طرفيه قوة دافعة كهربائية محتثة مقدارها 0.6 V

س/وزاري مكرر/علام يعتمد مقدار معامل الحث الذاتي للملف ؟

ج/ **يعتمد على** :

١)حجم الملف . ٢)شكله الهندسي . ٣) عدد لفاته . ٤)نفوذية مادة قلبه .

س/عبر عن الهنري بدلالة الوحدات الأساسية .

$$H = \frac{Volt}{A/_s} = \frac{Volt\,.s}{A} = \frac{\frac{J}{c}\,.s}{A} = \frac{J\,.s}{A\,.c} = \frac{N\,.m\,.s}{A\,.A\,.s} = \frac{N.m}{A^2} = \frac{\frac{Kg\,.m}{s^2}\,.m}{A^2} = \frac{Kg\,.m^2}{A^2\,.s^2}$$

توضيحات للاشتقاق :

١. بعض الوحدات الاساسية (Kg) وحدة الكتلة ، (A) وحدة التيار ، (s) وحدة الزمن ، (m) وحدة الطول ، (cd) وحدة قوة الاضاءة)

٢. $\text{فرق الجهد} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الشحنة}} \rightarrow\rightarrow V = \frac{W}{Q}$ لذلك $Volt = \frac{J}{c}$

٣. $\text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{الازاحة} \rightarrow\rightarrow W = F\,.X$ لذلك $J = N\,.m$

٤. $Q = I\,.t$ لذلك $c = A\,.s$

٥. $N = \frac{Kg\,.m}{s^2}$

ملاحظة : بسبب معاكسة الملف لتغير الفولطية المطبقة سوف يكون :

مقدار الفولطية الصافي (المحصل) V_{net}= الفولطية المطبقة V_{app} - القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{ind}

$$V_{net} = V_{app} - \varepsilon_{ind}$$

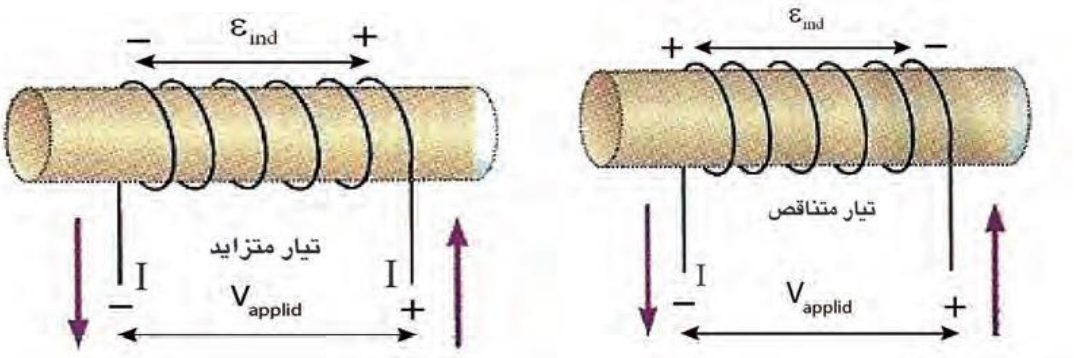
حسب قانون اوم $V_{net} = I_{ins}\,.R$ $V_{app} = I_{con}\,.R$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t} \qquad \varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

حيث : I_{ins} مقدار التيار الآني I_{con} المقدار الثابت للتيار

عرفنا سابقا ان التيار يكون متغير عند غلق او فتح الدائرة .

عند غلق الدائرة :



١. لحظة الغلق $I_{ins} = 0$ نطبق العلاقة $V_{app} = \varepsilon_{ind}$

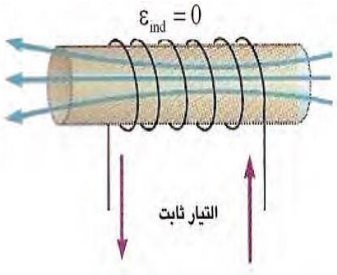
لان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة بأعلى قيمة لها فيكون ($V_{net} = 0$) .

٢. عندما ينمو التيار من الصفر الى القيمة الثابتة نطبق احدى العلاقات التالية حسب السؤال

$I_{ins} . R = V_{app} - N \frac{\Delta \varphi_B}{\Delta t}$ $I_{ins} . R = V_{app} - \varepsilon_{ind}$ $V_{net} = V_{app} - \varepsilon_{ind}$

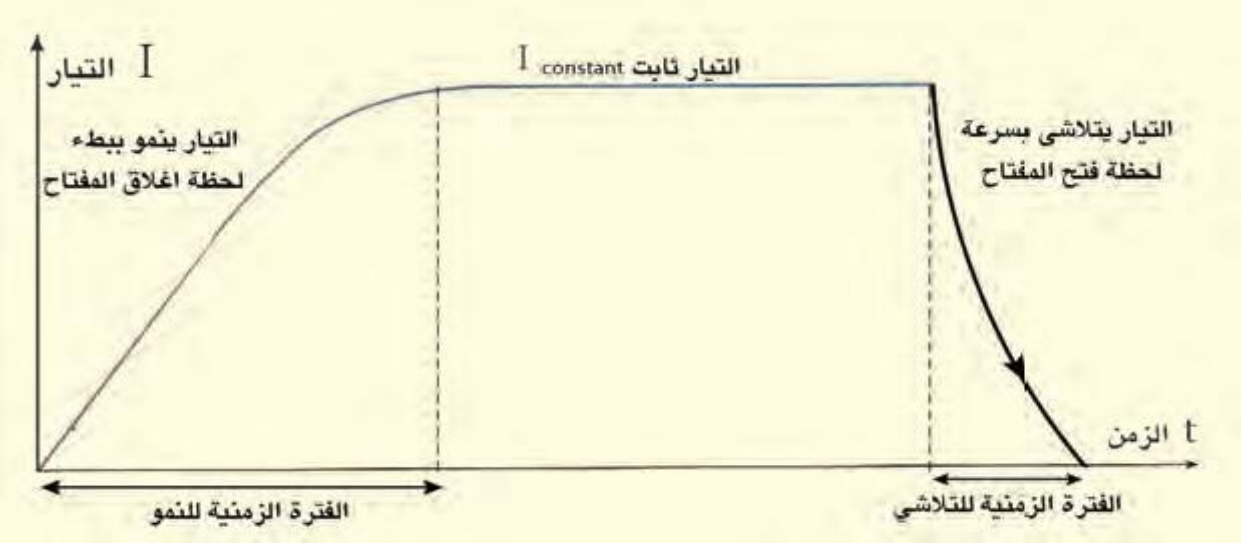
$I_{ins} . R = I_{con} . R - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $I_{ins} . R = V_{app} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

و لحساب التيار الآني نطبق العلاقة $I_{ins} = \frac{V_{app} - \varepsilon_{ind}}{R}$



٣. وصول التيار الى مقداره الثابت $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ $\varepsilon_{ind} = 0$

نطبق العلاقة $V_{app} = I_{con} . R$



س/فسر يكون زمن النمو بطئ (كبير) و زمن التلاشي سريع (قصير) في ظاهرة الحث الذاتي .

ج/يكون زمن النمو بطئ بسبب تولد قوة دافعة كهربائية محتثة تعاكس نمو التيار و الفولطية المطبقة عند غلق الدائرة و يكون زمن التلاشي سريع بسبب تولد فجوة هوائية بين فكي المفتاح و تكون ذات مقاومة هائلة فتعمل على تلاشي التيار بسرعة كبيرة .

الطاقة المختزنة في الملف

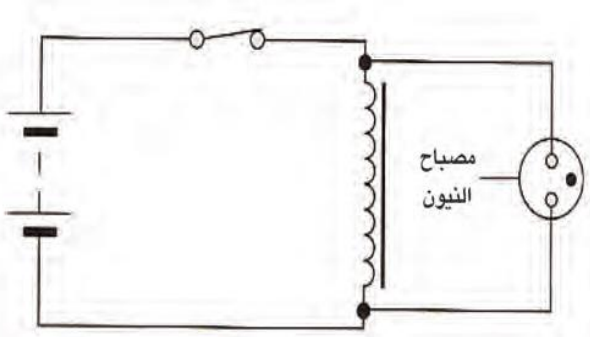
- تختزن الطاقة في الملف بشكل مجال مغناطيسي .
- مقدار الطاقة يعتمد على :
  ١. معامل الحث الذاتي للملف .
  ٢. مربع التيار المنساب في الملف .
- تعطى بالعلاقة $PE_{magnatic} = \frac{1}{2} L . I^2$
- وحدتها (J) جول .
- عندما يكون الملف مهمل المقاومة يسمى محث و لا يحدث فيه ضياع بالطاقة .

س/علام يعتمد الفيض المغناطيسي الذي يخترق ملف ينساب فيه تيار ؟

ج/يعتمد على مقدار التيار المنساب في الملف و يتناسب معه طرديا .

س/وزاري مكرر/اشرح نشاطا تبين فيه تأثير القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف .

ادوات النشاط /بطارية ذات فولطية (9 V) ، مفتاح ، ملف سلكي في جوفه قلب من الحديد المطاوع ، مصباح نيون يحتاج (80 V) ليتوهج .



الخطوات :

- نربط الملف و المفتاح و البطارية بالتوالي مع بعض
- نربط مصباح النيون على التوازي مع الملف .
- نغلق دائرة الملف و البطارية بواسطة المفتاح
  لا نلاحظ توهج المصباح .
- نفتح دائرة الملف و البطارية بواسطة المفتاح ،
  نلاحظ توهج مصباح النيون بضوء ساطع على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة .

نستنتج من النشاط :

أولا : عدم توهج مصباح النيون لحظة غلق المفتاح كان بسبب ان الفولطية الموضوعة على طرفيه لم تكن كافية لتوهجه ، و ذلك لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئا نتيجة لتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف تعرقل المسبب لها وفق قانون لنز .

ثانيا :تتوهج مصباح النيون لحظة فتح المفتاح كان بسبب تولد فولطية كبيرة على طرفيه تكفي لتوهجه

و تفسير ذلك هو نتيجة التلاشي السريع للتيار خلال الملف تتولد على طرفي الملف قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية كبيرة المقدار ، **فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر مجهز للطاقة يجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه** .انتهى .....

س/وزاري مكرر/علل/يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عنه ولا يتوهج عند اغلاق المفتاح .

ج/بسبب تلاشي التيار من مقداره الثابت الى الصفر يكون سريعا جدا و هذا يؤدي الى توليد قوة دافعة كهربائية محتثة كبيرة المقدار على طرفي الملف **فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة تجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه .**

في لحظة اغلاق المفتاح لا يتوهج بسبب ان الفولطية الموضوعة لا تكفي لتوهجه لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئا و ذلك لتولد قوة دافعة كهربائية محتثة على طرفي الملف معاكسة للمصدر الذي ولدها .

س/الدور الثاني/٢٠١٥/اكتب العلاقات الرياضية التي تعطى فيها الفولطية في دائرة تيار مستمر تحتوي ملفا و بطارية و مفتاحا في الحالات الاتية :

a) عند انسياب تيار متزايد المقدار في الملف : ج/ $V_{app} - \varepsilon_{ins} = I_{ins}\, R$

b) عند انسياب تيار متناقص المقدار في الملف : ج/ $V_{app} + \varepsilon_{ins} = I_{ins}\, R$

مثال/٤ /ملف معامل حثه الذاتي (2.5 mH) و عدد لفاته (500) لفة ، ينساب فيه تيار مستمر (4 A) احسب

١. الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة .
٢. الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للملف
٣. معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.25 s) .

1. $N\varphi_B = LI \Longrightarrow \varphi_B = \frac{LI}{N} = \frac{2.5\times10^{-3}\times4}{500} = 2\times10^{-5}\ Wb$
2. $PE = \frac{1}{2}\,LI^2 = \frac{1}{2}\times 2.5\times10^{-3}\times4^2 = 2\times10^{-2}\ J$
3. $\Delta I = -2\times I = -2\times4 = -8\ A$ *انعكاس التيار*

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -2.5\times10^{-3}\times\frac{-8}{0.25} = 8\times10^{-2}\ J$$

ملاحظات مهمة :

- يكون $\Delta I = I_2 - I_1$ ، اذا كان التغير بالتيار تنامي نعوض ($\Delta I = +$) اما اذا كان تلاشي نعوض ($\Delta I = -$) .
- عندما يذكر في السؤال عبارة (انعكس اتجاه التيار فيكون($\Delta I = -2I$)
- عندما يقول (مثلا) و كان المقدار الآني للتيار (50 %) من مقداره الثابت فيكون $I_{ins} = 50\%\ I_{con}$.
- ممكن ان يعطي المقدار ($\Delta I/\Delta t$) جاهزا مثلا (وكان المعدل الزمني للتغير في التيار .....) (A/s) .
- ممكن ان يعطي المقدار ($\Delta\Phi_B/\Delta t$) جاهزا .

س/ملف معامل حثه الذاتي (0.18 H) يتصل بمصدر فرق جهد (60 V) و مقاومة اسلاك الملف (12 Ω) احسب التيار المار في الملف عندما يكون المعدل الزمني للتغير في التيار (300 A/s) .

الجواب/نستخرج القوة الدافعة $\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -0.18 \times 300 = -18 \times 3 = -54\ V$

نستخرج التيار من العلاقة $I_{ins} = \frac{V_{app} - \varepsilon_{ind}}{R} = \frac{60-54}{12} = \frac{6}{12} = 0.5\ A$

س/دور ثاني/٢٠١٣/ملف مقاومته $(12\ \Omega)$ و كانت الفولطية الموضوعة في دائرته $(240\ V)$ و كان مقدار الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف عند ثبوت التيار $(360\ J)$. احسب مقدار : ١)معامل الحث الذاتي للملف ٢)القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف لحظة غلق الدائرة .
٣)المعدل الزمني لتغير التيار لحظة ازدياد التيار في الدائرة الى $(80\ \%)$ من مقداره الثابت .

$$1))I_{constant} = \frac{V_{app}}{R} = \frac{240}{12} = 20\ A$$

$$PE = \frac{1}{2}\ LI^2 \Longrightarrow L = \frac{2\ PE}{I^2} = \frac{2 \times 360}{20^2} = \frac{2 \times 360}{400} = 1.8\ H$$

$$2))\varepsilon_{ind} = V_{app} = 240\ V \text{ لحظة غلق الدائرة}$$

$$3))\ I_{ins} = 80\ \%\ I_{con} = \frac{80}{100} I_{con} = 0.8\ I_{con} = 0.8 \times 20 = 16\ A$$

$$\varepsilon_{ind} = V_{app} - V_{net} = V_{app} - I_{ins}\ R = 240 - 16 \times 12 = 240 - 192 = 48\ V$$

$$\varepsilon_{ind} = -L\ \frac{\Delta I}{\Delta t} \Longrightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{\varepsilon_{ind}}{L} = -\frac{48}{1.8} = 26.6\ \frac{A}{s}$$

س/دور ثاني/٢٠١٤/ملف معامل حثه الذاتي $(2.5\ mH)$ و عدد لفاته (600) لفة ينساب فيه تيار كهربائي مستمر $(5\ A)$ ، احسب : ١)مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة .
٢)الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للملف .
٣)معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة اذا انعكس اتجاه التيار خلال $(0.2\ s)$

$$1))\ N\varphi_B = LI \Longrightarrow \varphi_B = \frac{L\ I}{N} = \frac{2.5 \times 10^{-3}\ \times 5}{600} = \frac{125 \times 10^{-6}}{6} = 20.8 \times 10^{-6}\ Wb$$

$$2))PE = \frac{1}{2}\ LI^2 = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-3} \times 5^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 10^{-4} \times 25 = 312.5\ J$$

$$3))\ \Delta I = -2\ I = -2 \times 5 = -10\ \ A \ \Longrightarrow \varepsilon_{ind} = -L\ \frac{\Delta I}{\Delta t} = -2.5 \times 10^{-3} \times \frac{-10}{0.2} = 125 \times 10^{-3}\ V$$

س/دور ثالث/٢٠١٥/اذا كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في ملف $(75\ J)$ عندما كان مقدار التيار المنساب فيه $(10\ A)$ احسب مقدار : ١)معامل الحث الذاتي للمحث .
٢)معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس اتجاه التيار خلال $(0.2\ s)$.

س/دور ثاني/٢٠١٦/ملف معامل حثه الذاتي $(0.4\ H)$ و مقاومته $(20\ \Omega)$ وضعت عليه فولطية مستمرة$(200\ V)$ احسب مقدار المعدل الزمني للتغير في التيار : ١)لحظة غلق الدائرة .
٢)لحظة ازدياد التيار الى $(40\ \%)$ من مقداره الثابت

س/ملف معامل حثه الذاتي (0.6 H) و عدد لفاته (100) لفة وضعت عليه فولطية مستمرة (120 V) فاذا بلغ التيار (60%) من مقداره الثابت فاحسب المعدل الزمني للتغير في التيار و المعدل الزمني للتغير في الفيض .

الحث المتبادل

- عندما يتغير التيار في الملف الابتدائي (عند الفتح و الغلق ، عند توفر مصدر للتيار المتناوب) .
- يتولد فيض مغناطيسي متغير بين الملف الاول والثاني .
- تنشأ قوة دافعة كهربائية محتثة و تيار محتث في الملف الثاني نتيجة الفيض المغناطيسي المتغير .

حساب الحث المتبادل :

$$\varepsilon_{ind2} \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind2} = -M\ \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

حيث (M) معامل الحث المتبادل ووحدته (H) .

معامل الحث المتبادل

النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة على طرفي الملف الثانوي الى المعدل الزمني للتغير بالتيار في الملف الاولي .

س/علام يعتمد معامل الحث المتبادل ؟

ج/**يعتمد على :** ١)ثوابت الملفين (L_1 , L_2) . ٢) وضعية كل من الملفين و الفاصلة بينهما .

س/علل/تكون الملفات متجاورة او متداخلة في قلب واحد . ج/للوصول الى حالة الاقتران (التواشج) التام .

س/كيف يحصل التواشج التام ؟

ج/يجب ان يكون الملفان متجاوران او متداخلان او يلفان حول قلب مقفل من الحديد المطاوع .

س/دور ثاني/٢٠١٥/علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين ملفين بينهما تواشج تام ؟

ج/على ثوابت الملفين حسب العلاقة الرياضية : $M = \sqrt{L_1 \cdot L_2}$

- تستخدم العلاقة اعلاه فقط في حالة التواشج التام .

س/ماذا نقصد بقولنا ان معامل الحث المتبادل (2 H) ؟

ج/اذا تغير معدل التيار المنساب في الملف الاولي بمقدار (1 A/s) تولدت بين طرفي الملف الثاني قوة دافعة كهربائية محتثة مقدارها (2 H) .

س/علام يعتد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي ؟

ج/المعدل الزمني للتغير في التيار في الملف الاولي .

س/متى يكون الترابط تام بين ملفين متجاورين ؟ ج/عندما يلفان بقلب من الحديد المطاوع .

س/علل/يعتمد معامل الث المتبادل لملفين على ثوابت الملفين عند وجود قلب من الحديد المطاوع بينهما؟

ج/لأنهما في حالة الاقتران التام .

س/دور ثاني/٢٠١٦/اين تستثمر ظاهرة الحث المتبادل ؟
ج/في جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ (T M S) .

س/دور ثاني/٢٠١٤/ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟ لو تغير التيار المنساب في احد ملفين متجاورين .

ج/يتولد تيار محتث في الملف الاخر على وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فاذا تغير التيار المنساب في الملف الاول لوحدة الزمن يتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الاخر لوحدة الزمن على وفق قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد نتيجة لذلك قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي (ε_{ind2}) حسب العلاقة $\varepsilon_{ind2} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$.

س/تمهيدي/٢٠١٥/علل/عند تغير تيار كهربائي في ملف يتولد تيار محتث في ملف اخر مجاور له .

ج/على وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فاذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن $\left(\frac{\Delta I_1}{\Delta t}\right)$ يتغير تبعا لذلك الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن $\left(\frac{\Delta \varphi_{B2}}{\Delta t}\right)$ و الذي عدد لفاته (N_2) فتتولد نتيجة لذلك قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي (ε_{ind2}) تولد تيارا محتثا في دائرة الملف الثانوي المقفلة .

مثال/٦/كتاب/ملفان متجاوران ملفوفين حول حلقة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها $(100\ V)$ و مفتاح على التوالي . فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي $(0.5\ H)$ و مقاومته (20Ω) احسب : ١)المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة اغلاق الدائرة ٢) معامل الحث المتبادل بين الملفين اذا تولدت قوة دافعة كهربائية محتثة بين طرفي الملف الثانوي مقدارها $(40\ V)$ لحظة اغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي
٣)التيار الثابت المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة . ٤)معامل الحث الذاتي للملف الثانوي .

١)في دائرة الملف الابتدائي يكون التيار الاني صفرا لحظة اغلاق الدائرة فيكون $(\varepsilon_{ind} = V_{app} = 100\ V)$

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Longrightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{\varepsilon_{ind}}{L} = \frac{100}{0.5} = 200\frac{A}{s}$$

$$2)\ \varepsilon_{ind2} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Longrightarrow M = \frac{\varepsilon_{ind2}}{\frac{\Delta I_1}{\Delta t}} = \frac{40}{.200} = 0.2\ H$$

$$I_{con} = \frac{\varepsilon_{ind2}}{R} = \frac{40}{200} = 0.2\ A$$

$$4)M = \sqrt{L_1 \times L_2} \Longrightarrow M^2 = L_1 \times L_2 \Longrightarrow L_2 = \frac{M}{L_1} = \frac{0.2^2}{0.5} = \frac{0.04}{0.5} = 0.08\ H$$

س/دور اول/٢٠١٣/ملفان ملفوفان حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها $(80\ V)$ و مفتاح فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي $(0.4\ H)$ و مقاومته $(16\ \Omega)$ احسب مقدار :

١. المعدل الزمني للتغير في التيار لحظة غلق الدائرة .
٢. معامل الحث المتبادل بين الملفين اذا تولدت قوة دافعة كهربائية محتثة بين طرفي الملف الثانوي مقدارها $(50\ V)$ لحظة اغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي .
٣. التيار الثابت المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة .

$$;1))V_{app} = I_{ins}R + L_1\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Longrightarrow 80 = 0 + 0.4\ \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Longrightarrow \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{80}{0.4} = 200\frac{A}{s}$$

$$2))\varepsilon_{ind2} = -M\ \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Longrightarrow\ -50 = -M\ \times 200\ \Longrightarrow M = \frac{50}{200} = 0.25\ H$$

$$3))I_{cons} = \frac{V_{app}}{R} = \frac{80}{16} = 5\ A$$

س/دور اول/٢٠١٤/ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام ، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4 H) و مقاومته (15 Ω) و معامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9 H) و الفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (60 V) ،احسب مقدار :

١. المعدل الزمني للتغير في التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى (80 %) من مقداره الثابت .
٢. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة

$$1))I_{ins} = 80\ \%I_{cons} = \frac{80}{100} \times \frac{V_{app}}{R} = 0.8 \times \frac{60}{15} - 3.2\ A$$

$$V_{app} = I_{ins}\ R + L_1\ \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Longrightarrow L_1\ \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = V_{app} - I_{ins}\ R = 0.4\ \ \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 60 - 48 \Longrightarrow \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{12}{0.4} = 30\frac{A}{s}$$

$$2))M = \sqrt{M_1 M_2} = \sqrt{0.9 \times 0.4} = \sqrt{0.36} = 0.6\ H$$

$$\varepsilon_{ind2} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -0.6 \times 30 = -18\ V$$

س/دور اول/٢٠١٥/ملفان متجاوران بينهما اقتران تام كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.1 H) و مقاومته (20 Ω) و معامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9 H) طبقت على الملف فولطية مستمرة ، عند اغلاق دائرة الملف ووصول التيار الى (40 %) من مقداره الثابت كانت الفولطية المحتثة في الملف الابتدائي (18 V) احسب : ١)معامل الحث المتبادل بين الملفين . ٢)الفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي .٣)المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي . ٤)القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي .

س/دور اول/٢٠١٧/ملفان متجاوران ملفوفان حول حلقة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية (40 V) و مفتاح على التوالي ، فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.1 H) و مقاومته (20 Ω) و معامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.4 H) جد مقدار :

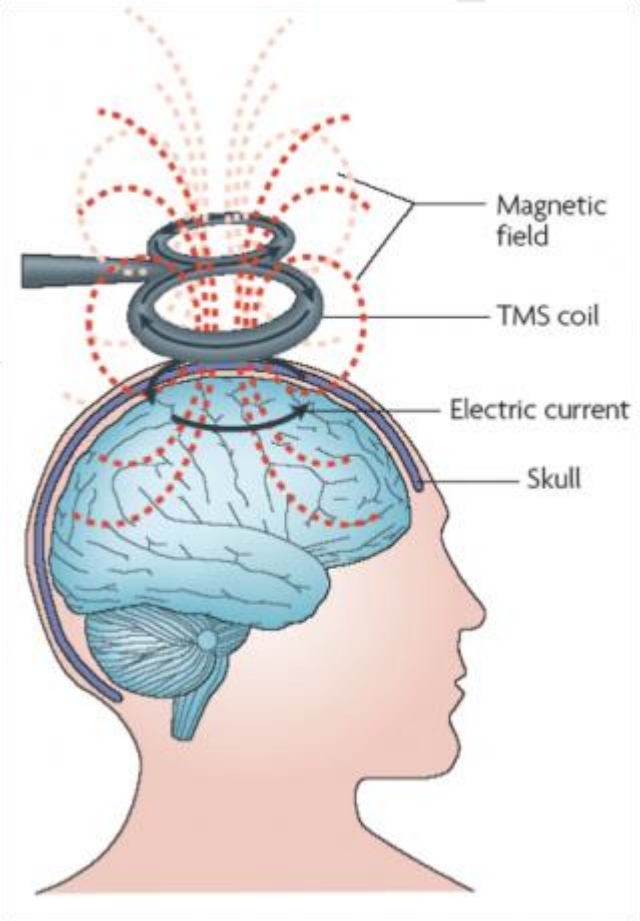
١. معامل الحث المتبادل بين الملفين .
٢. المعدل الزمني للتغير في التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة اغلاق الدائرة .
٣. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة بين طرفي الملف الثانوي لحظة اغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي .
٤. التيار الثابت المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة .

س/دور ثالث/٢٠١٧/ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام ، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.1 H) و مقاومته (12 Ω) و معامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.4 H) و الفولطية

الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (36 V) ، احسب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الابتدائي الى (75 %) من مقداره الثابت .

س/ اشرح جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ .

- وذلك بتسليط تيار متغير مع الزمن على الملف الابتدائي الذي يمسك على منطقة دماغ المريض .
- المجال المغناطيسي المتغير يخترق دماغ المريض مولدا فيه قوة دافعة كهربائية محتثة .
- القوة الدافعة الكهربائية تولد تيارا محتثا يشوش الدوائر الكهربائية في الدماغ .
- بهذه الطريقة تعالج بعض الامراض النفسية مثل الكآبة .



المجالات الكهربائية المحتثة

س/ما سبب حركة الشحنات داخل الموصلات ؟ ج/المجالات الكهربائية و المغناطيسية المحتثة .

س/ما سبب حركة الشحنات الكهربائية داخل حلقة موصلة ساكنة نسبة الى فيض مغناطيسي متغير المقدار؟

ج/سبب الحركة هو تولد مجال كهربائي محتث يؤثر في هذه الشحنات باتجاهات مماسيه دائما .

س/دور ثالث/٢٠١٧/ميز بين المجالات الكهربائية المستقرة و المجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

المجالات الكهربائية المستقرة تنشأ بواسطة الشحنات الكهربائية الساكنة	المجالات الكهربائية غير المستقرة تنشأ بواسطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي

س/وزاري مكرر/ما المقصود بالمجال الكهربائي غير المستقر ؟

ج/المجال الذي ينشأ بواسطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي .

بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

س/اذكر بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي .

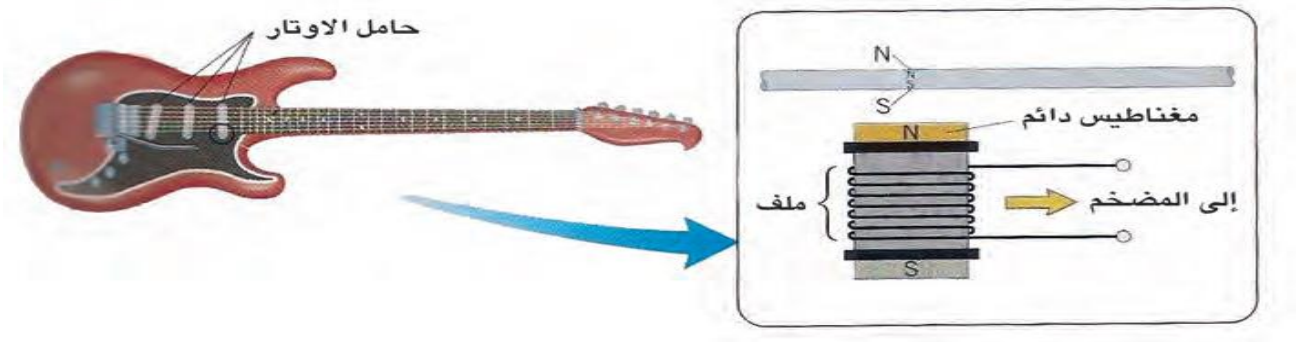
ج/١) بطاقة الائتمان . ٢) القيثار الكهربائي . ٣) الطباخ الحثي .

س/اشرح عمل بطاقة الائتمان .

- عند تحريك البطاقة الممغنطة امام ملف سلكي
- يستحث تيار كهربائي
- ثم يضخم هذا التيار و يحول الى نبضات للفولطية تحتوي على المعلومات

س/اشرح عمل القيثار الكهربائي .

- اوتار القيثار تكون مصنوعة من مادة فيرو مغناطيسية .
- تتمغنط اثناء اهتزازها بواسطة ملفات سلكية يحتوي كل منها بداخله ساقا مغناطيسية .
- توضع هذه الملفات في مواضع مختلفة تحت الاوتار المعدنية للقيثار .
- وعندما تهتز هذه الاوتار يستحث تيار كهربائي متناوب تردده يساوي تردد الاوتار ثم يصل الى مضخم الصوت .



س/دور ثاني/٢٠١٧/هل يمكن توليد تيار محتث متناوب بواسطة اوتار القيثار الكهربائي ؟ وضح ذلك .

ج/نعم يمكن ذلك . حيث تتمغنط هذه الاوتار اثناء اهتزازها بواسطة ملفات سلكية يحتوي كل منها بداخله ساق مغناطيسية توضع هذه الملفات بمواضع مختلفة تحت الاوتار و عندما تهتز هذه الاوتار يستحث تيار كهربائي متناوب تردده يساوي تردد الاوتار .

س/اشرح عمل الطباخ الحثي .

- يوضع تحت السطح العلوي للطباخ ملف سلكي ينساب فيه تيار متناوب
- يحث هذا التيار مجالا مغناطيسا متناوبا ينتشر نحو الخارج و بمرور التيار خلال قاعدة الاناء .
- اذا كان الاناء معدني تتولد تيارات دوامة في قاعدة الاناء و بذلك تسخن قاعدة الاناء فيغلي الماء الذي يحتويه .
- اما اذا كان الوعاء غر معدني (زجاج مثلا) فلا تتواد تيارات دوامة في قاعته و لا يسخن .

و عند لمس السطح العلوي للطباخ لا نشعر بسخونة السطح .

س/ماذا يحصل ؟

١. عند تحريك بطاقة الائتمان الممغنطة امام ملف سلكي .
ج/يتولد تيار محتث ثم يضخم ويحول الى نبضات للفولطية تحول الى معلومات .
٢. تهتز اوتار القيثار الكهربائي .
ج/يستحث تيار كهربائي متناوب تردده يساوي تردد الوتار ثم يوصل الى المضخم .

س/دور اول/٢٠١٤/يغلي الماء داخل الاناء المعدني الموضوع على السطح العلوي لطباخ حثي ولا يغلي الماء الذي في داخل اناء زجاجي موضوع مجاور له وعلى السطح العلوي للطباخ نفسه .علل ذلك .

ج/يوضع تحت السطح العلوي للطباخ ملف سلكي ينساب فيه تيار متناوب ويحث هذا التيار مجالا مغناطيسيا متغيرا ينتشر نحو الخارج و بمرور المجال المغناطيسي المتغير خلال قاعدة الاناء المصنوع من المعدن تتولد تيارات دوامة في قاعدته فيغلي الماء الموضوع فيه . اما الاناء الزجاجي فلا تتولد تيارات دوامة في قاعدته لكونه مادة عازلة فلا تتولد حرارة ولا يسخن الماء الذي يحتويه .

س/وزاري مكرر/علل/لا نشعر بسخونة السطح العلوي للطباخ الحثي عند لمسه باليد .

ج/لعدم تولد تيارات دوامة على السطح العلوي من الطباخ الحثي .

قـــوانين الفصـــل

قوانين الساق الموصلة :

القوة الكهربائية	$F_E = q\,E$
القوة المغناطيسية	$F_B = q\,v\,B\,\sin\theta$
القوة الدافعة الكهربائية الحركية	$\varepsilon_{motional} = v\,B\,l\,\sin\theta$
التيار المحتث في الساق	$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R}$
القوة المغناطيسية الثانية (المعرقلة)	$F_{B2} = I\,B\,l$
القوة الساحبة	$F_{Pull} = I\,B\,l$
القدرة الكهربائية	$P = I^2\,R$ $P = I\,\varepsilon_{motional}$ $P = \frac{\varepsilon_{motional}}{R}$

علاقة الفيض المغناطيسي بكثافة الفيض المغناطيسي :

$$\varphi_B = B\,A\,\cos\theta \qquad \Delta\varphi_B = \Delta(B\,A\,\cos\theta)$$

قوانين فرداي :

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة	$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$ $\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$ $\varepsilon_{ind} = -N\,B\,\frac{\Delta A}{\Delta t}$ $\varepsilon_{ind} = -N\,B\,A\,\frac{\Delta\cos\theta}{\Delta t}$ $\varepsilon_{ind} = I\,R$
تغير عوامل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة	$\Delta\varphi_B = \varphi_{B2} - \varphi_{B1}$ $\Delta B = B_2 - B_1$ $\Delta A = A_2 - A_1$ $\Delta\cos\theta = \cos\theta_2 - \cos\theta_1$

قوانين المولد

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الآنية	$\varepsilon_{ins} = N\,B\,A\,\omega\ sin(\omega\,t)$ $\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max}\,sin(\omega\,t)$
المقدار الاعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة	$\varepsilon_{max} = N\,B\,A\,\omega$
التيار الآني	$I_{ins} = I_{max}\,sin(\omega\,t)$ $I_{ins} = \frac{\varepsilon_{ins}}{R}$
المقدار الأعظم للتيار	$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R}$
القدرة الآنية	$P_{ins} = I_{ins}\,.\,\varepsilon_{ins}$ $P_{ins} = \frac{\varepsilon_{ins}^2}{R}$ $P_{ins} = I_{ins}^2\,.\,R$
المقدار الأعظم للقدرة	$P_{max} = I_{max}\,.\,\varepsilon_{max}$ $P_{max} = \frac{\varepsilon_{max}^2}{R}$ $P_{max} = I_{max}^2\,.\,R$
الزاوية	$\theta = \omega\,t = 2\pi\,f\,t$

قوانين الحث الذاتي

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة	$\boldsymbol{\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}}$ $\boldsymbol{\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta \varphi_B}{\Delta t}}$
التغير في التيار و التغير في الفيض	$\Delta I = I_2 - I_1$ $\Delta\varphi_B = \varphi_{B2} - \varphi_{B1}$
علاقة التيار بالفيض	$N\,\Delta\,\varphi_B = L\,\Delta I$ $N\varphi_B = L\,I$
الطاقة المغناطيسية الكامنة	$PE_m = \frac{1}{2}\,L\,I^2$
قانون كيرشوف	$V_{app} = V_{net} + \varepsilon_{ind}$ $V_{net} = V_{app} - \varepsilon_{ind}$
قوانين اوم	$I_{con} = \frac{V_{app}}{R}$ $I_{ins} = \frac{V_{net}}{R}$
قوانين النسبة	$\varepsilon_{ind} = X\%\,V_{app}$ $I_{ins} = X\%\,I_{con}$

قوانين الحث المتبادل

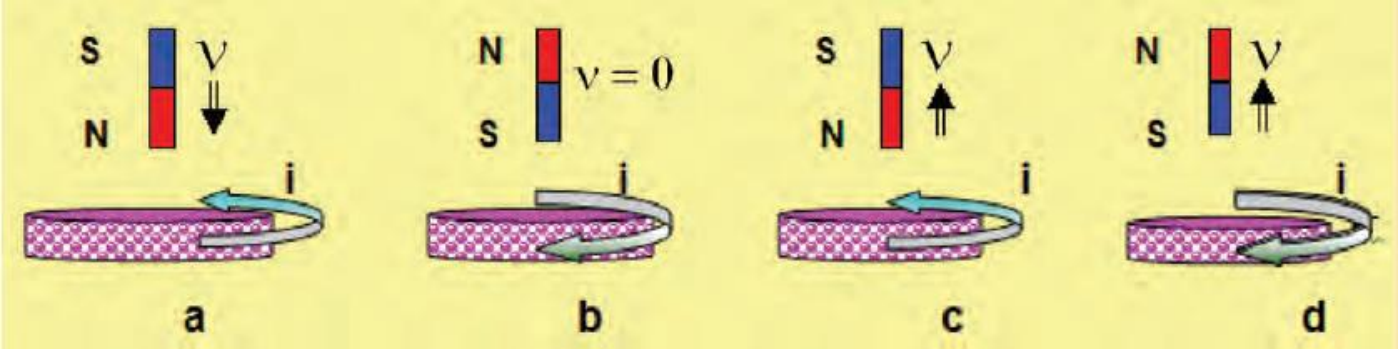
القوة الدافعة الكهربائية المحتثة	$\varepsilon_{ind2} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ $\varepsilon_{ind2} = -N_2\frac{\Delta \varphi_B}{\Delta t}$
علاقة الفيض بالتيار	$N_2\,\Delta\varphi_B = M\,\Delta\,I_1$ $N_2\,\varphi_B = M\;I_1$

أحيدر مجيد

حل اسئلة و مسائل الفصل

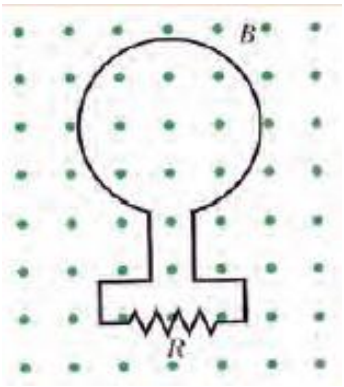
س١ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الآتية :

١. اي من الاشكال الآتية تبين فيه الاتجاه الصحيح للتيارات المحتثة في الحلقة الموصلة :



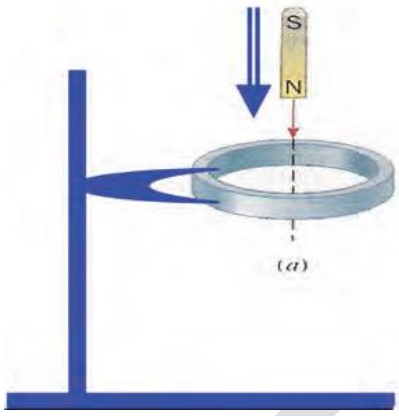
ج/ a .

٢. في الشكل حلقة من مادة النحاس وضعت في مستوى الورقة و موصولة مع المقاومة R سلط مجال مغناطيسي باتجاه عمودي على مستوى الورقة خارجا من الورقة فأي حالة من الحالات التالية ينساب تيار محتث في المقاومة R اتجاهه من اليسار الى اليمين :



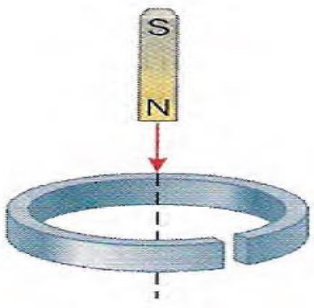
a) عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .
b) عند تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .
c) عند ثبوت الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .
d) جميع الحالات المذكورة آنفا .

٣. عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة واسعة من الالمنيوم موضوعة افقيا بواسطة حامل تحت الساق ، فإذا نظرت الى الحلقة من موقع فوقها و باتجاه السهم لتحديد اتجاه التيار المحتث فيها فإن اتجاه التيار المحتث في الحلقة يكون :



a) دائما باتجاه دوران عقارب الساعة .
b) دائما باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .
c) باتجاه دوران عقارب الساعة ثم يكون صفرا للحظة ثم يكون باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .
d) باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ثم يكون صفرا للحظة ثم يكون باتجاه عقارب الساعة .

٤. عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة من الالمنيوم غير مقفلة موضوعة افقيا تحت الساق :



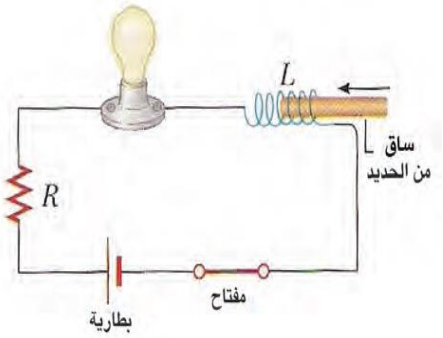
a) تتأثر الساق بقوة تنافر في اثناء اقترابها من الحلقة ثم تتأثر بقوة تجاذب في اثناء ابتعادها عن الحلقة .
b) تتأثر الساق بقوة تجاذب في اثناء اقترابها من الحلقة ثم

تتأثر بقوة تنافر في اثناء ابتعادها عن الحلقة .

c) لا تتأثر بأية قوة اثناء اقترابها من الحلقة او في اثناء ابتعادها عن الحلقة .

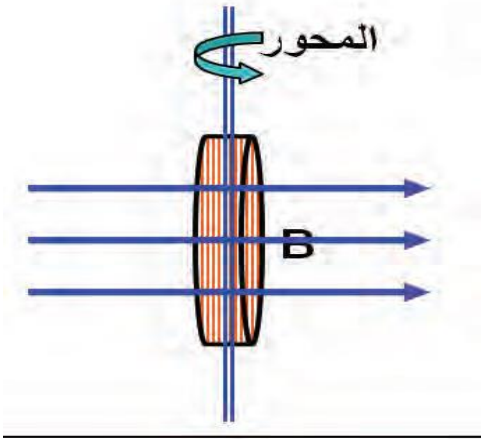
d) تتأثر الساق بقوة تنافر في اثناء اقترابها من الحلقة و كذلك تتأثر بقوة تنافر في اثناء ابتعادها منت الحلقة .

٥. في الشكل ملف محلزن مجوف مربوط على التوالي مع مصباح كهربائي و مقاومة و بطارية و مفتاح ، و عندما كان المفتاح في الدائرة مغلقا كانت شدة توهج المصباح ثابتة . اذا ادخلت ساق من الحديد المطاوع في جوف الملف فان توهج المصباح في اثناء دخول الساق



a) يزداد . b) يقل . C) يبقى ثابتا . d) يزداد ثم يقل .

٦. عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه منتظمة ، تولد اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{max}) . و عند زيادة عدد لفات الملف الى ثلاثة امثال ما كانت عليه و تقليل قطر الملف الى نصف ما كان عليه و و مضاعفة التردد الدوراني للملف .
فإن المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة سيكون :



a) $\left(\frac{3}{4}\varepsilon_{max}\right)$ b) $\left(\frac{1}{4}\varepsilon_{max}\right)$ C) $\left(\frac{1}{2}\varepsilon_{max}\right)$ d) $(3\ \varepsilon_{max})$

٧. تتحقق ظاهرة الحث الذاتي في ملف معين عندما :

a) تسحب ساق مغناطيسية بعيدا عن وجه الملف .
b) يوضع هذا الملف بجوار ملف آخر ينساب فيه تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن .
c) ينساب تيار كهربائي في هذا الملف متغير المقدار لوحدة الزمن .
d) تدوير هذا الملف داخل مجال مغناطيسي منتظم .

٨. مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة الى مجال مغناطيسي في حالة سكون لا يعتمد على :

a) طول الساق . b) قطر الساق

C) وضعية الساق نسبة للفيض المغناطيسي . d) كثافة الفيض المغناطيسي.

٩. عندما تقل السرعة الزاوية لدوران ملف نواة المحرك الكهربائي نتيجة لازدياد الحمل الموصول مع ملفه تتسبب في هبوط مقدار :

a) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة .
b) الفولطية الموضوعة على طرفي ملف النواة .
b) التيار المنساب في دائرة المحرك .
d) فرق الجهد الضائع (IR) بين طرفي ملف النواة .

١٠.يمكن ان يستحث تيار كهربائي في حلقة موصلة و مقفلة في العمليات التالية ما عدا واحدة منها :

a) حلقة موصلة و مقفلة تدور حول محور موازٍ لمستواها و عمودي على فيض مغناطيسي منتظم

b) وضع حلقة موصلة و مقفلة و متجه مساحتها موازٍ لفيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .

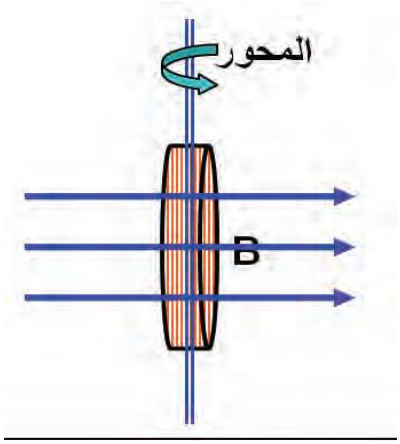
c) وضع حلقة موصلة و مقفلة و متجه مساحتها عموديا على فيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .

d) حلقة موصلة و مقفلة متجه مساحتها موازٍ لفيض مغناطيسي منتظم ، كبست من جانبيها المتقابلين .

١١.وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي :

a) Weber . b) Weber/S . c) $Weber/m^2$. d) Weber . S

١٢.في الشكل عندما تدور حلقة موصلة حول محور شاقولي موازٍ لوجهها و مارا من مركزها و المحور عمودي على فيض مغناطيسي منتظم فإن قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تكون دالة جيبيه تتغير مع الزمن و تنعكس مرتين خلال كل :



a) دورة واحدة . b) ربع دورة . c) نصف دورة . d) دورتين .

١٣.معامل الحث الذاتي لا يعتمد على :

a) عدد لفات الملف . b) الشكل الهندسي للملف .

c) المعدل الزمني لتغير التيار المنساب في الملف . d) النفوذية المغناطيسية للوسط في جوفه .

س٢ علل:

١. يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع الملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة، و لا يتوهج عند اغلاق المفتاح .
ابحث عن الجواب في الملزمة ....

٢. يغلي الماء داخل الاناء المعدني الموضوع على السطح العلوي لطباخ حثي و لا يغلي الماء الذي في داخل اناء زجاجي موضوع مجاور له و على السطح العلوي للطباخ نفسه .
ابحث عن الجواب في الملزمة ....

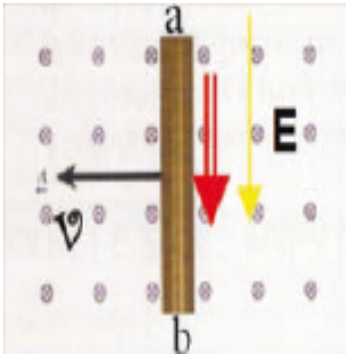
٣. اذا تغير تيار كهربائي منساب في احد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في الملف الاخر .
ابحث عن الجواب في الملزمة ....

س٣ وضح كيف يمكنك عمليا معرفة فيما اذا كان مجالا مغناطيسيا ام مجالا كهربائيا موجودا في حيز معين؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ....

س٤ عند دوران ملف مساحة اللفة الواحدة فيه (A) بسرعة زاوية (ω) داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه (B) منتظمة . فإن الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة يعطى بشكل دالة جيب تمام $[\varphi_B = BA\cos(\omega t)]$ في حين تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف بشكل دالة جيبية $[\varepsilon_{ind} = NBA\omega \sin(\omega t)]$ وضح ذلك بطريقة رياضية .
ابحث عن الجواب في الملزمة ....

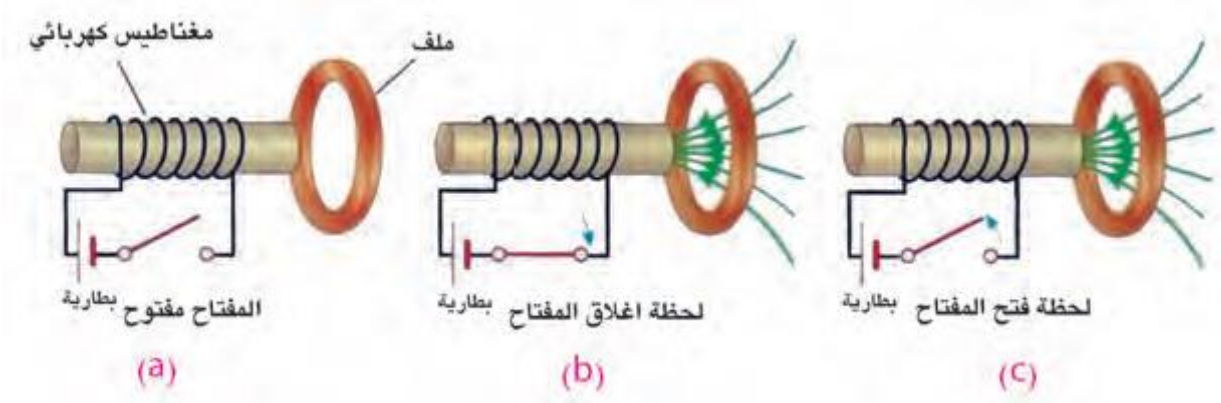
س٥ ما المقصود بالمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟
ج/هي المجالات التي تنشأ بواسطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي .

س٦ اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة ، وضح كلا منها .
ابحث عن الجواب في الملزمة ....



س٧ اذا تحركت الساق الموصلة (ab) كما في الشكل ، في مستوى الورقة افقيا نحو اليسار داخل مجال مغناطيسي منتظم مسلط عموديا على الورقة متجها نحو الناظر ، يتولد مجال كهربائي داخل الساق نحو الطرف (b) ، اما اذا تحركت نحو اليمين و داخل المجال المغناطيسي نفسه ينعكس اتجاه المجال الكهربائي في داخلها باتجاه الطرف (a) فما تفسير ذلك ؟
ج/عندما تكون حركة الساق نحو اليسار عموديا على الفيض المغناطيسي فان القوة المغناطيسية (F_B) تؤثر في الشحنات الموجبة و يكون اتجاهها نحو الطرف (a) فتتجمع الشحنات الموجبة
في الطرف (a) و السالبة في الطرف (b) . لذا يكون اتجاه المجال الكهربائي (E) من (a) نحو (b) .
و بانعكاس اتجاه حركة الساق (نحو اليمين) ينعكس اتجاه (F_B) ، لذا تتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (b) و الشحنات السالبة في طرفها (a) لذا تتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (b) و الشحنات السالبة في الطرف (a) لذا يكون اتجاه المجال الكهربائي (E) من (b) الى (a)

س٨ عين اتجاه التيار المحتث في الحلقة المقابلة للملف السلكي في الاشكال الثلاثة :



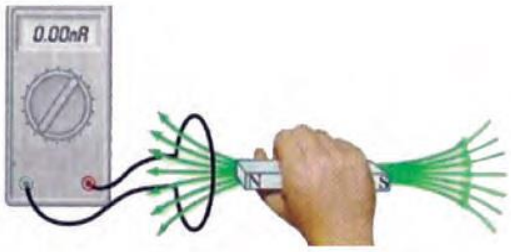
a) كون المفتاح مفتوح يكون مقدار التيار صفرا (لا يتوافر تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف $\varphi_B = 0$) لذا فان التيار المحتث يساوي صفرا في الملف و لا يتولد تيار في الحلقة.

b) في حالة اغلاق المفتاح يحصل تزايد في الفيض المغناطيسي $\Delta\varphi_B > 0$ الذي يخترق الملف فإذا نظرنا الى وجهة الملف السلكي من الجهة اليمنى فان اتجاه التيار المحتث لحظة نمو التيار يكون باتجاه دوران عقارب الساعة .

c) في حالة فتح الدائرة يحصل تلاشي في الفيض المغناطيسي $\Delta\varphi_B < 0\Delta$ فإذا نظرنا الى وجه الملف السلكي من الجهة اليمنى فاتجاه التيار المحتث لحظة تلاشي التيار يكون معاكس لدوران عقارب الساعة .

س٩ افرض ان الملف و المغناطيس الموضح بالشكل كل منهما يتحرك بالسرعة نفسها نسبة الى الأرض ، هل ان الملي اميتر الرقمي المربوط مع الملف يشير الى انسياب تيار في الدائرة .

ج/كلا ،لأنه لا ينساب تيار محتث في الدائرة و ذلك لعدم توافر حركة نسبية بين المغناطيس و الحلقة تسبب تغيرا في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن .



س١٠ ما الكميات الفيزيائية التي تقاس بالوحدات الاتية :

a) Weber .

الفيض المغناطيسي

φ_B

b) Weber/m²

كثافة الفيض المغناطيسي

B

C) Weber/s

المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي

$\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}$

d) Henry

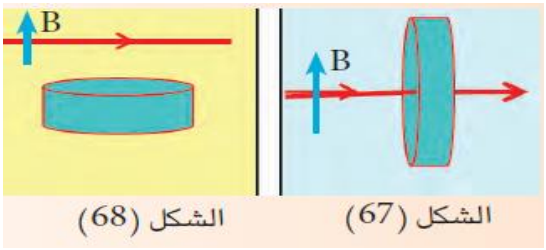
معامل الحث الذاتي

L

س١١ كيف تعمل التيارات الدوامة على كبح اهتزاز الصفيحة المعدنية المهتزة عموديا على مجال مغناطيسي منتظم ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة ....

س١٢ شريحة من النحاس وضعت بين قطبي مغناطيس كهربائي منتظم كثافة فيضه كبيرة و بمستوى شاقولي و كان مستوى الصفيحة عموديا على الفيض المغناطيسي . و عندما سحبت الصفيحة افقيا بسرعة معينة لإخراجها من المجال وجد ان عملية السحب تتطلب تسليط قوة معينة . و يزداد مقدار القوة الساحبة بازدياد مقدار تلك السرعة ، ما تفسير الحالتين ؟

ابحث عن الجواب في الملزمة ....

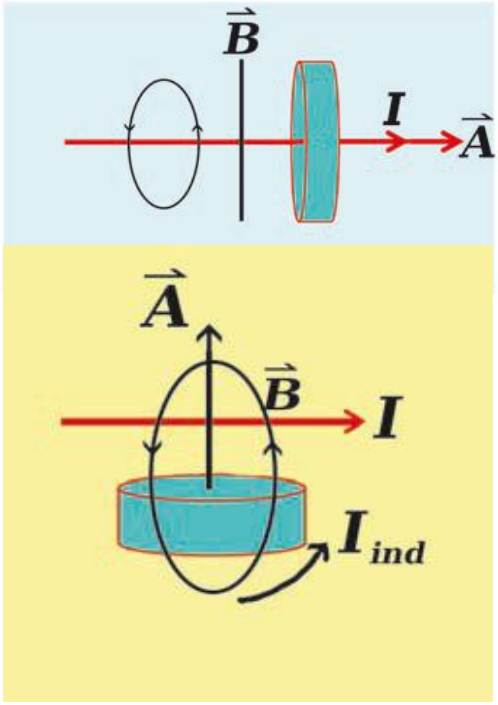


س١٣ في كل من الشكلين سلك نحاسي و حلقة مقفلة من النحاس . في اي وضعية ينساب تيار محتث في الحلقة عندما يتزايد التيار الكهربائي المنساب في السلك في الحالتين ؟

ج/

١) في الشكل (٦٧) لا ينساب تيار محتث في الحلقة ، لأن اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ يكون موازيا لمستوى الحلقة فتكون : الزاوية (Θ) بين متجه المساحة $(\vec{A})$ و متجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ تساوي (90°) فيكون :

$[\varphi_B = BA\cos\theta = BA\cos 90 = 0]$ ففي هذه الحالة لا يتوافر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة .



٢) اما الشكل (٦٨) يكون اتجاه التيار المحتث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة . لان المجال المغناطيسي حول السلك يخترق الحلقة و يكون اتجاهه نحو الاعلى و متزايداً . فيكون :

$[\varphi_B = BA\cos\theta = BA\cos 0 = BA$ *أعظم مقدار*$]$

س١٤ يتوافر لك سلك ذو طول ثابت و ترغب بالحصول على مولد بسيط يجهزك بأعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية . أيتطلب منك ان تجعل السلك بشكل ملف ذي لفة واحدة دائرية الشكل ؟ ام ملف ذي لفتين دائريتين ؟ ام ملف ذي ثلاث لفات دائرية الشكل ؟ عند تدوير الملف تحصل الذي تحصل عليه بسرعة زاوية معينة داخل مجال مغناطيسي منتظم . وضح اجابتك .

ج/ حسب العلاقة : $\varepsilon_{ind} = NBA\omega\sin(\omega t)$ $\varepsilon_{ind} = NB\pi r^2\omega\sin(\omega t)$

$\varepsilon_{ind} \propto N\, r^2$ *بقية العوامل ثابتة*

١) عندما يكون الملف مكون من لفة واحدة تكون قيمة نصف القطر (r) فتعطى ε_{ind} بالعلاقة :

$$\varepsilon_{ind} = NB\pi r^2\omega\sin(\omega t)$$

٢) اما اذا اصبح الملف مكون من لفتين فإن نصف القطر يقل الى النصف (لثبوت طول السلك) فيكون :

$$N_2 = 2N \implies r_2 = \frac{1}{2}r \implies r_2^2 = \frac{1}{4}r^2$$

$$\varepsilon_{ind2} = N_2B\pi {r_2}^2\omega\sin(\omega t) \qquad \varepsilon_{ind2} = 2NB\pi\frac{1}{4}r^2\omega\sin(\omega t)$$

$$\varepsilon_{ind2} = \frac{1}{2}NBA\omega\sin(\omega t) \qquad \varepsilon_{ind2} = \frac{1}{2}\varepsilon_{ind}$$

في هذه الحالة سوف يقل مقدار القوة الدافعة الكهربائية الى النصف .

٣) عندما يكون الملف مكون من ثلاثة لفات سوف يقل مقدار نصف القطر الى الثلث . فيكون :

$$N_2 = 3N \quad \Rightarrow \quad r_2 = \frac{1}{3}r \quad \Rightarrow \quad r_2^2 = \frac{1}{9}r^2$$

$$\varepsilon_{ind2} = N_2 B\pi {r_2}^2 \omega \sin(\omega t) \qquad \varepsilon_{ind2} = 3NB\pi \frac{1}{9} r^2 \omega \sin(\omega t)$$

$$\varepsilon_{ind2} = \frac{1}{3} NBA\omega \sin(\omega t) \qquad \varepsilon_{ind2} = \frac{1}{3}\varepsilon_{ind}$$

في هذه الحالة سوف يقل مقدار القوة الدافعة الكهربائية الى الثلث .

س١٥ في معظم الملفات يصنع القلب بشكل سيقان متوازية من الحديد المطاوع معزولة عن بعضها عزلا كهربائيا تاما و مكبوسة كبسا شديدا ، بدلا من قلب من الحديد المطاوع مصنوع كقطعة واحدة ، ما الفائدة العملية من ذلك ؟

ج/لتقليل تأثير التيارات الدوامة فتقل خسائر القدرة الناتجة عنها و بذلك تقل الطاقة الحرارية الناتجة عنها ، و هذا مما يزيد من كفاءة الجهاز .

مسائل الفصل

س١ ملف سلكي دائري عدد لفاته (40) لفة و نصف قطره (30 cm) وضع بين قطبيه مغناطيس كهربائي ، فاذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المار خلال الملف من (0 T) الى (0.5 T) خلال زمن قدره . ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون :

١) متجه مساحة اللفة الواحدة من الملف بموازاة كثافة الفيض المغناطيسي .

٢) متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها (30°) مع مستوى الملف .

س٢ ملف لمولد دراجة هوائية قطره (4 cm) و عدد لفاته (50) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $\left(\frac{1}{\pi}\ T\right)$ وكان اعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفيه (16 V) و لقدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد (12 W) . ما مقدار :

١) السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد . ٢)المقدار الأعظم للتيار المنساب في الحمل .

س٣ ملف سلكي مستطيل عدد لفاته (50) لفة و ابعاده (4 cm , 10 cm) يدور بسرعة زاوية منتظمة مقدارها $\left(15\pi \frac{rad}{s}\right)$ ، داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.8 Wb/m²) ، احسب :

١. المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف .

٢. القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة في الملف بعد مرور (1/90 s) من الوضع الذي كان مقدارها يساوي صفرا .

س٤ حلقة موصلة دائرية مساحتها (626 cm²) و مقاومتها (9 Ω) موضوعة في مستوى الورقة ، سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.15 T) باتجاه عمودي على مستوى الحلقة . سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها (26 cm²) خلال فترة زمنية (0.2 S) . احسب مقدار التيار المحتث في الحلقة .

س٥ ساق موصلة طولها (0.1 m) ، ومقدار السرعة التي تتحرك بها (2.5 m/s) و المقاومة الكلية للدائرة مقدارها (0.03 Ω) و كثافة الفيض المغناطيسي (0.6 T) احسب مقدار :

١)القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق . ٢)التيار المحتث في الحلقة .
٣)القوة الساحبة للساق . ٤)القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .

س٦ اذا كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف تساوي (360 J) عندما كان مقدار التيار المنساب فيه (20 A) احسب : ١)مقدار معامل الحث الذاتي للمحث .
٢)معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعس اتجاه التيار خلال (0.1 S) .

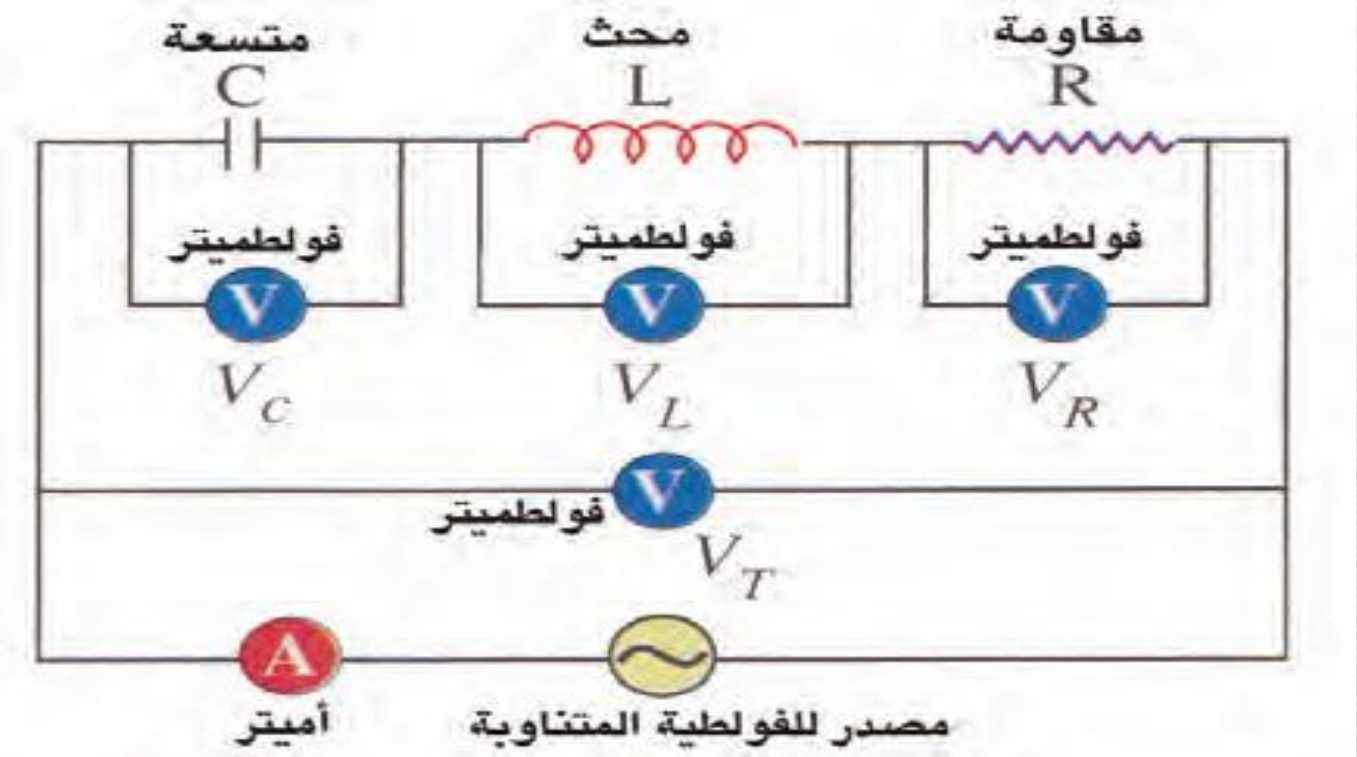
س٧ ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام ، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4 H) و مقاومته (16 Ω) و معامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9 H) . و الفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (200 V) ، احسب مقدار :
التيار الآني و المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى (80%) من مقداره الثابت ، و القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة .

حل المسائل يترك على الطالب و يعتبر كامتحان

السادس التطبيقي

الفصل الثالث

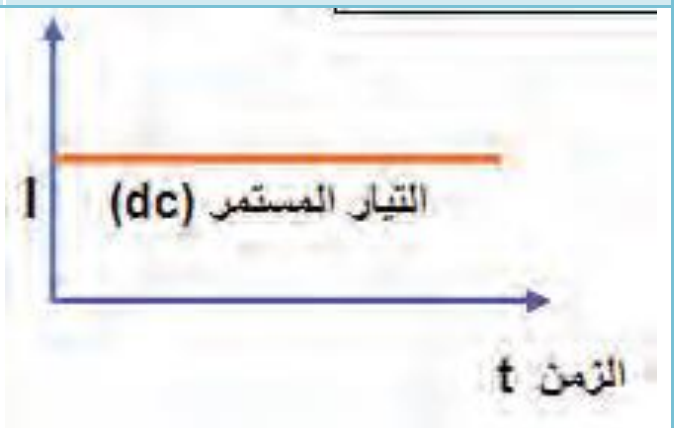
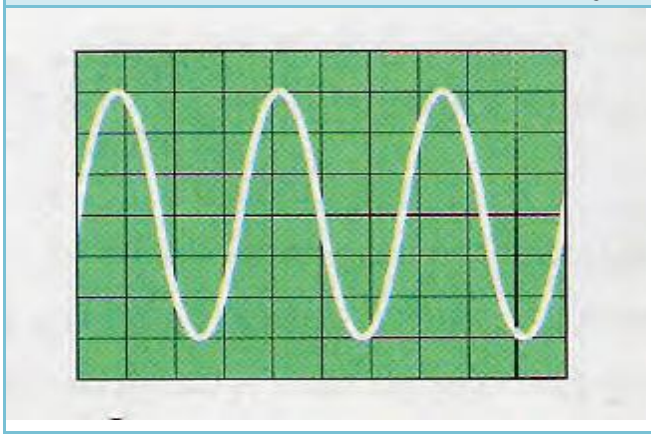
دوائر التيار المتناوب



اعداد : أحيدر مجيد

٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١

انواع التيار الكهربائي

تيار المستمر (D C)	التيار المتناوب (A C)
تيار ينساب في الدوائر المقفلة باتجاه واحد	تيار متغير مع الزمن و ينعكس اتجاهه بصورة مستمرة
ثابت المقدار و الاتجاه	متغير المقدار و الاتجاه
تولده مصادر التيار المستمر مثل (بطارية)	تولده المولدات الضخمة في محطات انتاج الطاقة الكهربائية
	

س/ما مميزات التيار المتناوب ؟

١ . يعمل على تشغيل معظم الاجهزة الكهربائية .
٢ . يكون تردده (50 Hz) في معظم الدول او (60 Hz) في دول اخرى .
٣ . ينطبق عليه قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي .
٤ . امكانية نقله الى مسافات بعيدة .
٥ . يكون شكله البياني جيبي الموجة اذا توفر شرطان :

A - دوران الملف بسرعة زاوية منتظمة . B- كثافة الفيض المغناطيسي منتظمة ..

س/د ٢٠١٥/١ لماذا يفضل التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية ؟ ج/لسهولة نقله الى مسافات بعيدة بأقل خسائر للطاقة

س/كيف يتم نقل القدرة الكهربائية الى مناطق بعيدة ؟

ج/بواسطة محولات رافعة للفولطية و خافضة للتيار **علل** حتى يتم نقل الطاقة بأقل الخسائر حسب العلاقة

$$P = I^2 . R$$

العلاقات الرياضية :

$$V = V_m \sin(\omega t)$$

حيث : (V) الفولطية الآنية بوحدة (Volt)

(V_m) الفولطية العظمى بوحدة (Volt)
(ω) السرعة الزاوية بوحدة (rad/s)

(t) الزمن بوحدة (s)

☒ تعلمنا من الفصل الثاني ان القوة الدافعة الكهربائية المحثثة للمولد تعطى بالعلاقة $\varepsilon = \varepsilon_m \sin(\omega t)$
وهي فولطية محثثة .... لذا يكون ($V = \varepsilon$) اي نفس القانون لكن اختلفت المسميات .
☒ $(\theta = \omega t = 2\pi f t)$ زاوية الطور .

$$I = I_m \sin(\omega t)$$

قانون اوم

$$R = \frac{V}{I}$$

حيث : (I) التيار الآني بوحدة (A) امبير .

(I_m) التيار الأعظم بوحدة (A) امبير .

(R) المقاومة بوحدة (Ω) اوم .

س/متى يكون التيار الآني بأعظم قيمة له ؟　س/متى تكون الفولطية الآنية بأعظم قيمة لها ؟

ج/عندما تكون زاوية الطور $(\omega t) = 90$ لأن $\sin(90) = 1$.

الطور و فرق الطور :

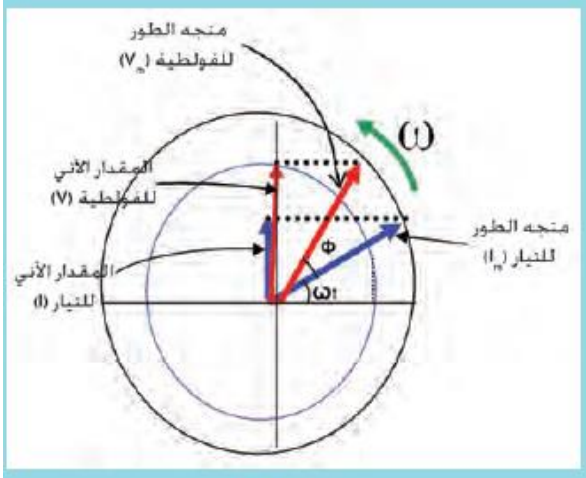
	الطور	فرق الطور
التعريف	الحالة الحركية للجسم المهتز من حيث الموضع الاتجاه	التغير في الحالة الحركية للجسم المهتز بين لحظتين مختلفتين او لجسمين في نفس اللحظة .
الرمز	(ωt) او $(2\pi f t)$.	Φ
الوحدة	(rad)	(rad)

متجه الطور:

الشكل (4) يوضح متجهين طوريين يدوركل منهما باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة حول نقطة ثابتة تسمى نقطة الاصل (0) بتردد زاوي ω ثابت .

ويتميز متجه الطور بما يأتي:

- طول متجه الطور للفولطية يمثل المقدار الاعظم للفولطية المتناوبة، ويرمز له، (V_m) وإذا كان متجه الطور يمثل التيار فان طول متجه الطور يمثل المقدار الاعظم للتيار ويرمز له (I_m).
- مسقط متجه الطور على المحور الشاقولي y يمثل المقدار الآني لذلك المتجه، للفولطية يكون (V) والمقدار الآني للتيار (I). فيكون مسقط متجه الفولطية $V_m \sin(\omega t)$ ومسقط متجه التيار $I_m \sin(\omega t)$ تمثل زاوية الطور التي يصنعها متجه الطور مع المحور الافقي X.
- عند بدء الحركة $(t=0)$ يكون متجه الطور منطبقاً مع المحور الافقي X .
- إذا تطابق متجه الطور للفولطية (V_m) مع متجه الطور للتيار (I_m) يقال عندئذ أن الفولطية والتيار يتغيران معاً



شكل (4)

بطور واحد، وهذا يعني ان زاوية فرق الطور بينهما صفراً $(\Phi=0)$. ويحصل ذلك في حالة الحمل ذي مقاومة صرف (مقاومة مثالية).

- إذا لم يتطابق المتجهان احدهما على الآخر (في الحالة التي يحتوي الحمل محث او متسعة او كليهما، فضلاً عن المقاومة) عندئذ تتولد بينهما زاوية فرق في الطور يرمز لها (Φ)
- احيانا تسمى ثابت الطور)، يتحدد مقداره على وفق نوع الحمل في الدائرة.
- تقاس كل من زاوية الطور (ωt) وزاوية فرق الطور (Φ) بالدرجات الستينية او (rad).

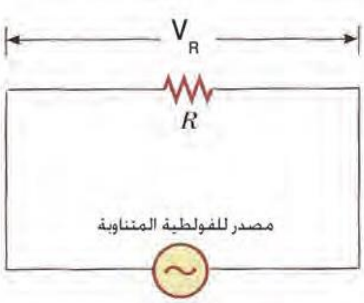
إذا كانت Φ موجبة، يقال إن متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ).

وإذا كانت Φ سالبة، فان متجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ) (عندما يؤخذ التيار كأساس).

س/مالمقصود بدوائر التيار المتناوب ؟

ج/هي الدوائر التي يكون فيها المصدر متناوب و الحمل يكون فيها اما مقاومة او محث او متسعة

(مزدوجة او منفردة او مجتمعة)



دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف :

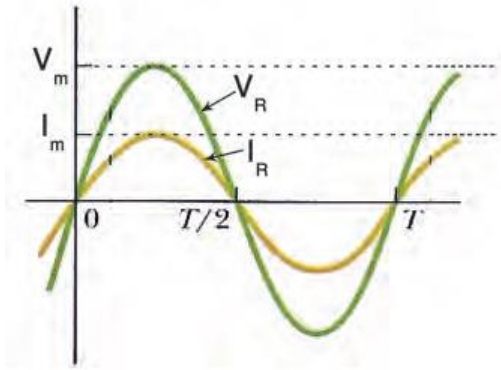
س/مالمقصود بالمقاومة الاومية الصرفة ؟

ج/هي مقاومة مثالية تتحول فيها كل الطاقة الكهربائية الى طاقة حرارية .

س/ما علاقة طور الفولطية بطور التيار في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ؟

ج/انهما بطور واحد ($\Phi=0$)

☒ لذلك تكون العلاقات الرياضية :



$$V_R = V_m \sin(\omega t)$$

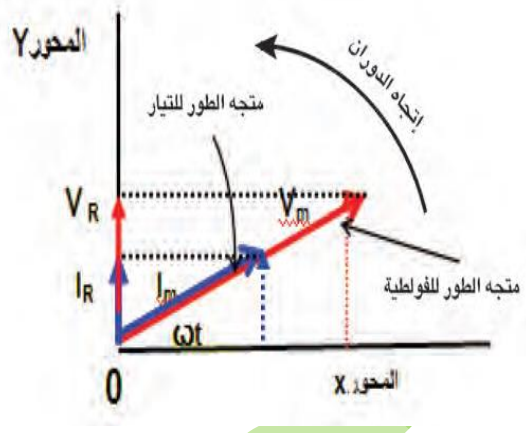
$$I_R = I_m \sin(\omega t)$$

حيث (V_R) الفولطية الآنية لدائرة المقاومة الصرف .

(I_R) التيار الآني الآنية لدائرة المقاومة الصرف .

س/ما الذي يميز الفولطية و التيار عندما يكونان بطور واحد ؟

ج/انهما يبدآن من الصفر سوية و يصلان سوية الى القيمة العظ



س/ما خواص دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف ؟

١ . زاوية فرق الطور صفر ($\Phi=0$) ،
(يعني ان متجه الفولطية و متجه التيار يكونان صفر في نفس اللحظة و بأعظم قيمة في نفس اللحظة)
.

٢ . متجه طور الفولطية و متجه طور التيار منطبقين على بعظهما .

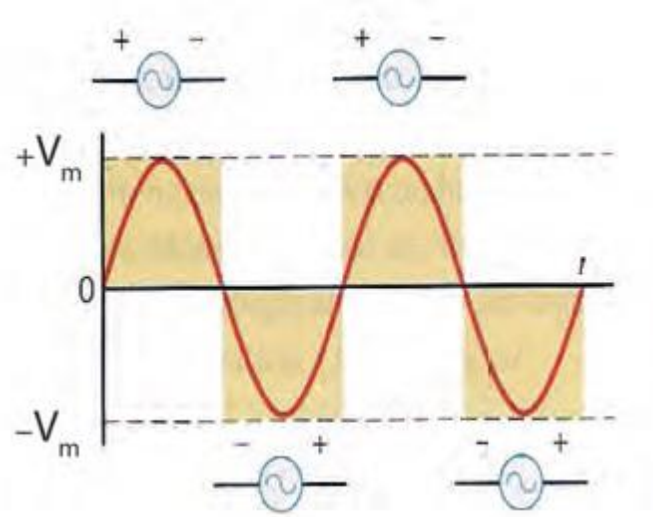
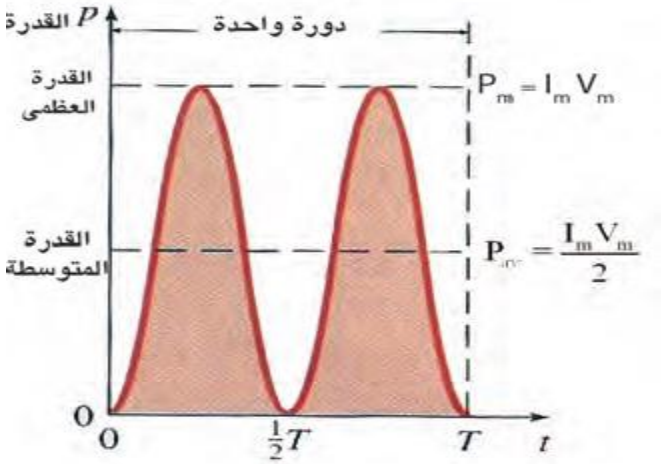
٣ . العلاقات الرياضية : $I_R = I_m \sin(\omega t)$　　$V_R = V_m \sin(\omega t)$

٤ . المقاومة تستهلك القدرة على شكل حرارة ((تخضع لقانون جول)) .

٥ . المقاومة لا تعتمد على تردد المصدر .

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف

س/قارن بين منحنى الفولطية و بين منحنى القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف .

منحنى الفولطية	منحنى القدرة
	
منحنى جيبي	منحنى جيب تمام
نصف تردد منحنى القدرة	ضعف تردد منحنى الفولطية
موجب وسالب	موجب فقط
يتراوح بين القيمة العظمى للفولطية (V_m) الموجبة و القيمة العظمى للفولطية السالبة $(-V_m)$	يتراوح بين الصفر و القيمة العظمى للقدرة (P_m)
معدل الفولطية (V_{av}) لدورة واحدة او لعدد صحيح من الدورات تساوي صفر $(V_{av}=0)$	معدل القدرة (P_{av}) لدورة واحدة او لعدد صحيح من الدورات تساوي نصف القدرة العظمى (P_m) $(P_{av}={}^1/_2 P_m)$

س/دور ثاني/٢٠١٤/علل/ يكون منحنى القدرة في دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف يكون موجب دائما ؟

ج/لان الفولطية و التيار بطور واحد فيكونان موجبان و سابان معا و حاصل ضربهما يساوي دائما كمية موجبة .

س/لماذا تكون القدرة متغيرة في دائرة التيار المتناوب ؟

ج/لان الفولطية و التيار يكونان متغيرين دائما فتكون القدرة متغيرة حسب العلاقة : $P = I \cdot V$.

س/دور اول/٢٠١٧/ماذا يعني ان المنحني الموجب للقدرة في دائرة التيار المتناوب تحتوي مقاومة صرف فقط ؟

ج/يعني ان القدرة تستهلك جميعها على شكل حرارة ((تخضع لقانون جول))

س/لماذا لا تتساوى القدرة المتبددة بواسطة تيار متناوب له مقدار اعظم (I_m) مع القدرة التي ينتجها تيار مستمر له نفس المقدار ؟

ج/لان التيار المتناوب يتغير دوريا مع الزمن بين (I_m) و ($-I_m$) و مقداره في اي لحظة لا يساوي مقداره الأعظم و انما فقط في لحظة معينة يتساوى مقداره الآني مع مقداره الأعظم لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن

اما التيار المستمر ثابت مع الزمن فينتج قدرة ثابتة .

حيث : (P) القدرة بوحدة (W) واط

(I_R) تيار دائرة المقاومة بوحدة (A) امبير

(V_R) فولطية دائرة المقاومة بوحدة (V) فولط

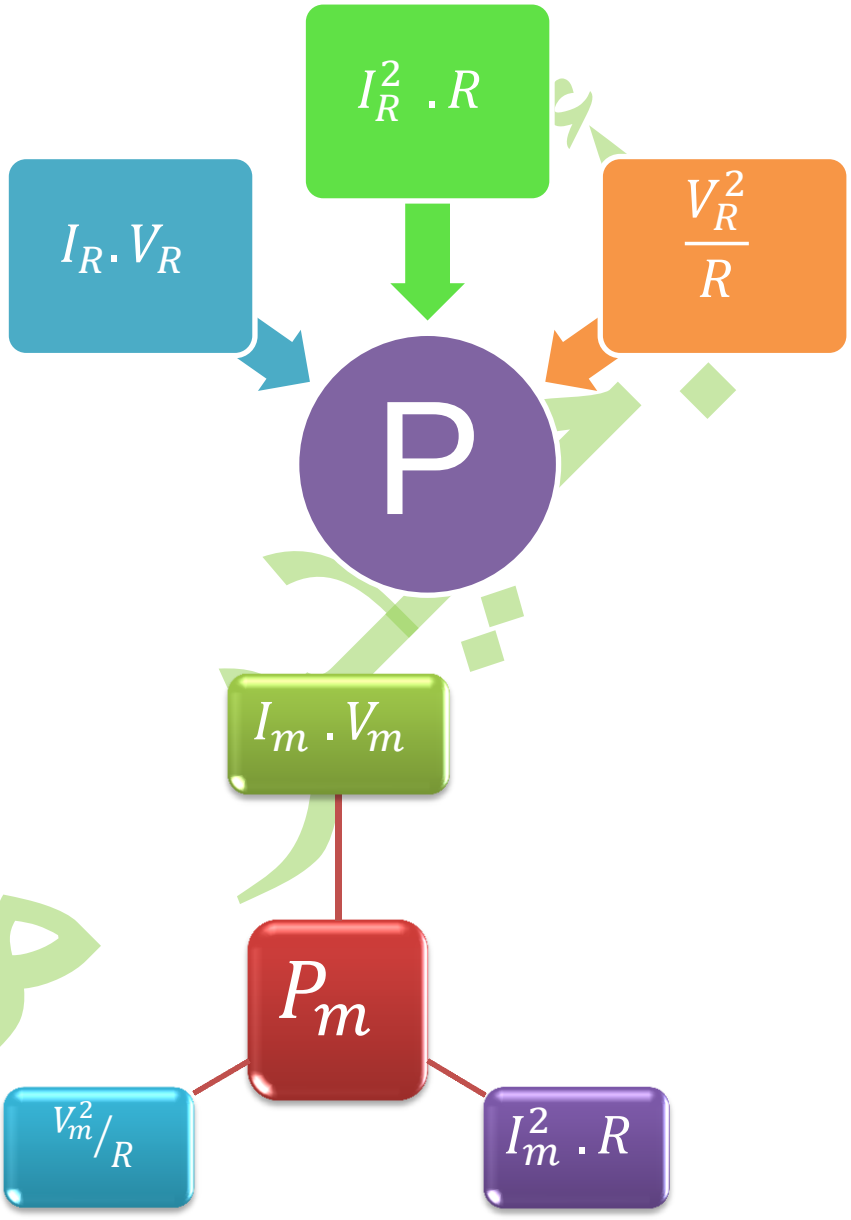
(R) المقاومة بوحدة (Ω) اوم

لهذا يكون :

($W = A . V$)

($W = A^2 . \Omega$)

($W = Volt^2/\Omega$)



حيث :

(P_m) القدرة العظمى

(I_m) التيار الأعظم

(V_m) الفولطية العظمى

س/ما قياس زاوية الطور (ωt) لكل من متجه الطور للفولطية (V_m) و متجه طور التيار (I_m) في الحالة التي يكون فيها ($V_R = V_m$) و كذلك يكون ($I_R = I_m$) ؟ وضح ذلك .

ج/

$$\left(\omega t = \frac{\pi}{2} = 90^\circ\right)$$

$$V_R = V_m \sin(\omega t) \rightarrow\rightarrow\rightarrow \sin(\omega t) = \frac{V_R}{V_m}$$

$$(V_R = V_m) \rightarrow\rightarrow\rightarrow sin(\omega t) = 1 \rightarrow\rightarrow\rightarrow (\omega t) = 90^\circ$$

$$I_R = I_m\, sin(\omega t) \rightarrow\rightarrow\rightarrow sin(\omega t) = \frac{I_R}{I_m}$$

$$(I_R = I_m) \rightarrow\rightarrow\rightarrow sin(\omega t) = 1 \rightarrow\rightarrow\rightarrow (\omega t) = 90^\circ$$

س/اثبت ان القدرة المتوسطة تساوي نصف القدرة العظمى .

ج/ $P_{av} = I_{eff} \cdot V_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{I_m \cdot V_m}{2} = \frac{1}{2} P_m$

التيار المؤثر

س/ت/٢٠١٧/ما المقصود بالتيار المؤثر؟ ج/مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فأنه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها و لنفس الفترة الزمنية .

تعريف آخر اكثر سهولة : التيار المتناوب الذي يكافئ تيار مستمر بالمعدل الزمني للحرارة لو انساب في نفس المقاومة .

س/اشتق علاقة التيار المؤثر .

ج/من التعريف نفهم ان الحرارة التي تنتج من تيار مستمر **تساوي** بالمقدار الحرارة التي تخرج من تيار مؤثر متناوب

الحرارة من المستمر = الحرارة من المتناوب

قدرة = قدرة آنية

$$P_{ins} = P$$

$$I_{ins}^2 \cdot R = I^2 \cdot R$$

$$[I_m\, sin(\omega t)]^2 = I^2$$

$$I_m^2 \cdot sin^2(\omega t) = I^2$$

$$\left[\frac{1}{2} I_m^2 = I^2\right]$$

حيث P_{ins} هي قدرة المصدر المتناوب

P هي قدرة المصدر المستمر

I_{ins} تيار المنتاوب

I تيار المستمر

$$sin^2(\omega t) = \frac{1}{2}$$

لعدد صحيح من الدورات

$$\sqrt{2} = 1.414$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$$

$$I_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m$$

$$I_{eff} = 0.707\, I_m$$

$$I_{eff} = \frac{I_m}{1.414}$$

☒ يمكن تطبيق نفس الاشتقاق بنفس الطريقة على (V_{eff}) وذلك بالعلاقة التالية $\left(P = \frac{V^2}{R}\right)$.

☒ فيكون $V_{eff} = 0.707\, V_m$ او $V_{eff} = \frac{V_m}{1.414}$.

☒ عند ذكر فولطية او تيار في دوائر التيار المتناوب فإنه يقصد المقدار المؤثر (V_{eff}) و (I_{eff}) .

☒ لكن اذا ذكر فولطية او تيار بالمقدار الأعظم نحولها فورا الى مؤثر بالعلاقات اعلاه

س/لماذا لا تعتمد القدرة المستهلكة في مقاومة صرف على اتجاه التيار ؟

ج/لان القدرة المستهلكة في مقاومة صرف ثابتة المقدار تتناسب طرديا مع مربع التيار المنساب حسب العلاقة $P = I^2 R$

س/وزاري مكرر/هل يمكن ان نستعمل اجهزة قياس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب ؟ وضح ذلك .

ج/لايمكن ذلك . لان معظم اجهزة قياس التيار المستمر تقيس المقدار المتوسط للتيار المتناوب لذا فان مؤشرها يقف عند تدريجه الصفر عند وضعها في دائرة تيار متناوب $(V_{av} = 0)$.

س/اذا كان التيار المتناوب في الدائرة (7 A) فهل يعني ذلك ان المقدار الأعظم للتيار فهل يعني المقدار الأعظم ام المقدار المؤثر للتيار ؟ و لماذا ؟

ج/يعني ان المقدار المؤثر للتيار ، لان اجهزة القياس تقيس القيمة المؤثرة للفولطية و للتيار و ليست القيمة العظمى .

س/دور ثاني/٢٠١٥/علل/القدرة المتبددة بواسطة تيار متناوب له مقدار اعظم (I_m) لا تساوي القدرة التي ينتجها تيار مستمر يمتلك المقدار نفسه .

ج/لان التيار المتناوب يتغير دوريا مع الزمن بين القيمة العظمى الموجبة و القيمة العظمى السالبة و مقداره في اي لحظة لا يساوي دائما مقداره الأعظم انما فقط في لحظة معينة يتساوى مقداره الاني مع مقداره الأعظم لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن بينما التيار المستمر مقداره ثابت فينتج قدرة ثابتة .

مثال/١/كتاب/مصدر للفولطية المتناوبة ربط بين طرفيه مقاومة صرف ($R = 100\ \Omega$) . الفولطية في الدائرة تعطى بالعلاقة الآتية : $V_R = 424.2 \sin(\omega t)$

احسب ١) المقدار المؤثر ا للفولطية . ٢) المقدار المؤثر للتيار . ٣) مقدار القدرة المتوسطة .

الحل/ حسب العلاقة　　$V_R = V_m \sin(\omega t)$

وبالمقارنة مع العلاقة　　$V_R = 424.2 \sin(\omega\, t)$

يتضح ان　　$V_m = 424.2\ V$

فيكون فرق الجهد المؤثر　　$V_{eff} = \frac{V_m}{1.414} = \frac{424.2}{1.414} = 300\ V$

وحسب قانون اوم　　$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{300}{100} = 3\ A$

اما مقدار القدرة المتوسطة حسب العلاقة　　$P_{av} = I_{eff} . V_{eff} = 3 \times 300 = 900\ W$

س/دائرة تيار متناوب تحتوي على مقاومة صرف مقدارها (30 Ω) و تيار الدائرة يعطى بالعلاقة $(I_R = 3.2 \sin 4000\ t)$ احسب المقدار الأعظم و المقدار المؤثر للفولطية .

الحل/حسب العلاقة　　$I_R = I_m \sin(\omega\, t)$

و بالمقارنة مع العلاقة　　$I_R = 3.2 \sin 4000\ t$

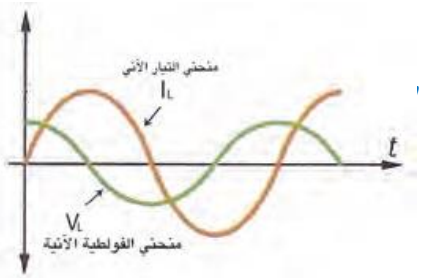
يتضح ان　　$I_m = 3.2\ A$

و حسب قانون اوم　　$V_m = I_m R = 3.2 \times 30 = 96\ Volt$

فيكون المقدار المؤثر للفولطية　　$V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, V_m = 0.707 \times 96 = 67.8\ Volt$

س/واجب/دائرة تيار متناوب فولطيتها تعطى بالعلاقة $(V_R = 565.6 \sin 200\ t)$ و حملها مقاومة صرف (200Ω) احسب ١)المقدار المؤثر للفولطية　٢) تردد المصدر　٣)معادلة التيار　٤)القدرة المستهلكة

دائرة الملف



تعلمنا من الفصل الثاني :

- ☒ الملف هو محث و مقاومة .
- ☒ المحث هو ملف مهمل المقاومة .
- ☒ التيار المتغير في الملف يولد قوة قوة دافعة $\varepsilon_{ind} \rightarrow\rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t}$.
- ☒ القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تعاكس التغير في التيار (المسبب الذي

مما سبق نستنتج ان متجه طور الفولطية يتقدم على متجه طور التيار .

و تكون زاوية فرق الطور ($\Phi = 90 = \frac{\pi}{2}$)

لذا عندما يكون $I_L = 0$ يكون $V_L = V_m$

فيكون مقدار كل من الفولطية و التيار لدائرة المحث .

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

☒ في هذه الدائرة تظهر معاكسة للتغير في التيار و هذه المعاكسة تسمى رادة الحث و تعطى بالعلاقة $X_L = \omega L = 2\pi f L$

حيث : X_L هي الرادة الحثية بوحدة اوم (Ω)

ω هي السرعة الزاوية بوحدة rad/s

L معامل الحث الذاتي بوحدة هنري (H)　　f التردد بوحدة هيرتز (H_Z)

الرادة الحثية

هي المعاكسة التي يبديها الملف للتيار المتناوب المار فيه .

تعتمد على :

١ . معامل الحث الذاتي (L) و تتناسب معه طرديا $X_L \propto L$ بثبوت تردد المصدر (او تردده الزاوي)

٢ . تردد المصدر (f) (او تردده الزاوي ω) حيث تتناسب معه طرديا $X_L \propto \omega$ بثبوت معامل الحث الذاتي

قوانينها :　$X_L = \omega L$　　$X_L = 2\pi f L$　　$X_L = \frac{V_L}{I_L}$

وحدتها : اوم (Ω) .

☒ عند الترددات الواطئة تقل رادة الحث و قد تصل الى الصفر (تلغى صفة المحث) فيعمل الملف عمل مقاومة صرف .

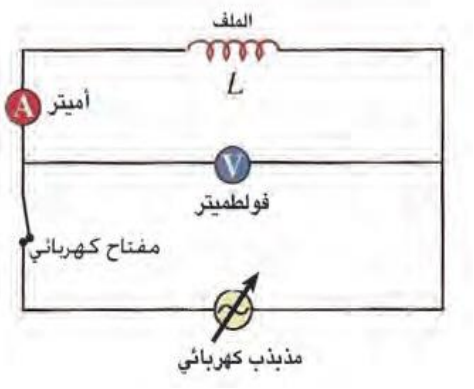
☒ عند الترددات العالية تزداد رادة الحث الى مقدار كبير جدا فيؤدي ذلك الى قطع الدائرة فيعمل الملف بذلك عمل مفتاح مفتوح .

س/وزاري مكرر/اثبت ان وحدة الرادة الحثية هي اوم .

ج/حسب العلاقة : $X_L = 2\pi f L$　　يكون　　$X_L = H_Z . H$

$$X_L = \frac{1}{s} . \frac{Volt}{A/_s} = \frac{1}{s} . \frac{Volt . s}{A} = \frac{Volt}{A} = \Omega$$

حيث : $H_Z = \frac{1}{s}$　　$H = \frac{Volt}{A/_s}$



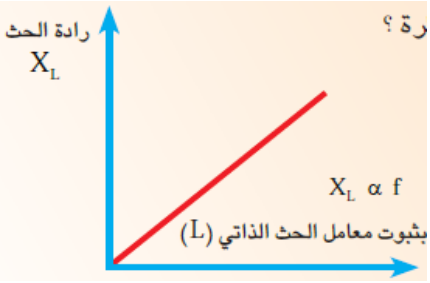
س/وزاري مكرر/اشرح نشاطا تبين فيه تأثير تغيير التردد على مقدار رادة الحث .

ادوات النشاط :مذبذب كهربائي ،اميتر ،فولتميتر، ملف مهمل المقاومة ، مفتاح كهربائي .

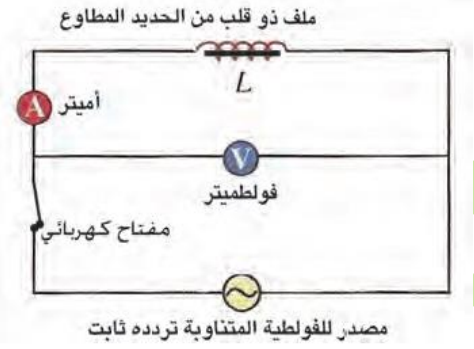
خطوات النشاط : نربط الدائرة كما في الشكل :

- نغلق الدائرة و نبدأ بزيادة تردد المذبذب تدريجيا مع المحافظة بقاء الفولطية ثابتة . كيف ستتير قراءة الاميتر في الدائرة ؟

نلاحظ حصول نقصان في قراءة الاميتر



نستنتج من النشاط :رادة الحث (X_L) تتناسب طرديا مع تردد التيار (f)



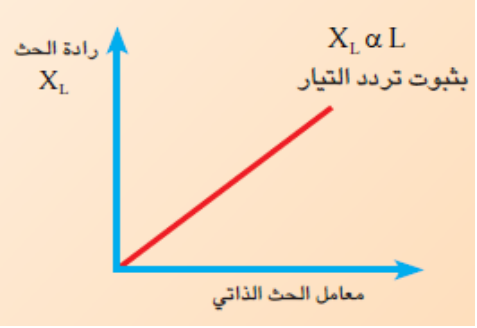
س/وزاري مكرر/وضح بنشاط تأثير معامل الحث الذاتي (L) في مقدار رادة الحث .

ادوات النشاط :مصدر فولطية تردده ثابت ، قلب من الحديد المطاوع ، اميتر ،فولطميتر ،مفتاح كهربائي ،ملف مهمل المقاومة .

خطوات النشاط :نربط الدائرة كما في الشكل :

- نغلق الدائرة و نلاحظ قراءة الاميتر .
- ندخل قلب الحديد تدريجيا في جوف الملف مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية ثابتا .

كيف ستتغير قراءة الاميتر في الدائرة ؟



نلاحظ حصول نقصان في قراءة الاميتر و ذلك بسبب ازدياد رادة الحث .

نستنتج من النشاط : رادة الحث (X_L) تتناسب طرديا مع معامل الحث الذاتي (L) للملف بثبوت تردد التيار

س/وزاري/كيف تفسر ازدياد مقدار رادة الحث بزيادة تردد التيار على وفق قانون لنز

ج/ازدياد التردد التيار يؤدي الى زيادة المعدل الزمني للتغير في التيار فتزداد بذلك القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في المحث و التي تعمل على عرقلة المسبب الذي ولدها وفق قانون لنز .

تزداد رادة الحث ← تعرقل التغير في التيار ε_{ind} ← ازدياد ε_{ind} ← ازدياد $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ ← ازدياد التردد (f)

س/بماذا تمتاز دائرة تيار متناوب الحمل فيها محث صرف ؟

ج/

١ . متجه طور الفولطية يسبق متجه طور التيار بربع دورة ($\Phi = 90 = \frac{\pi}{2}$)

٢ . عامل القدرة (Pf) يساوي ($\cos\theta$) و يساوي $(\cos 90 = 0)$ (Pf = 0)

٣ . معادلات الفولطية و التيار تعطى بالعلاقات

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

---

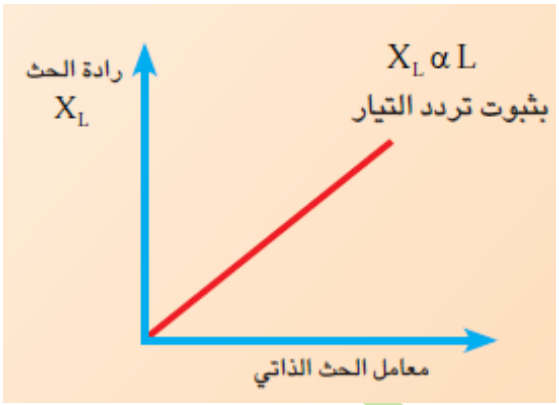
٤ . يبدي المحث معاكسة ضد التغير في التيار تسمى رادة الحث (X_L) تقاس بالاوم و تخضع لقانون اوم الا انها ليست مقاومة فلا تخضع لقانون جول .

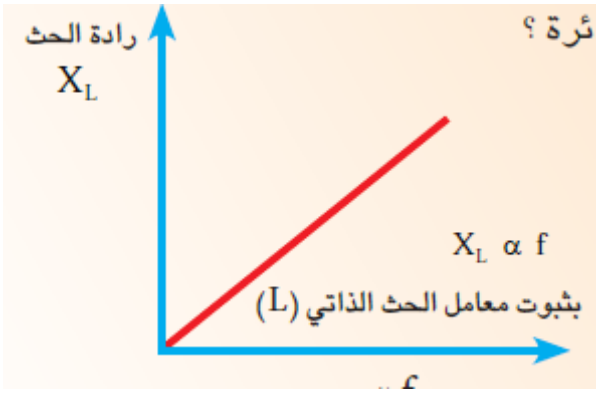
٥ . تعتمد رادة الحث على معامل الحث الذاتي و تتناسب معه طرديا بثبوت التردد الزاوي و تعتمد على التردد الزاوي و تتناسب معه طرديا بثبوت معامل الحث الذاتي .

٦ . لا يستهلك المحث الصرف قدرة حقيقية و انما يخزن الطاقة في مجاله المغناطيسي ثم يعيدها اثناء تفريغ المصدر بهيئة طاقة كهربائية .

٧ . منحنى القدرة جيبي الشكل تردده ضعف تردد الفولطية و معدلها يساوي صفرا لعدد صحيح من الدورات لان الاجزاء الموجبة تساوي بالمقدار السالبة منها .

س/وزاري مكرر/مثل بيانيا العلاقة بين رادة الحث و التردد مرة و معامل الحث الذاتي و التردد مرة اخرى في دائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف .

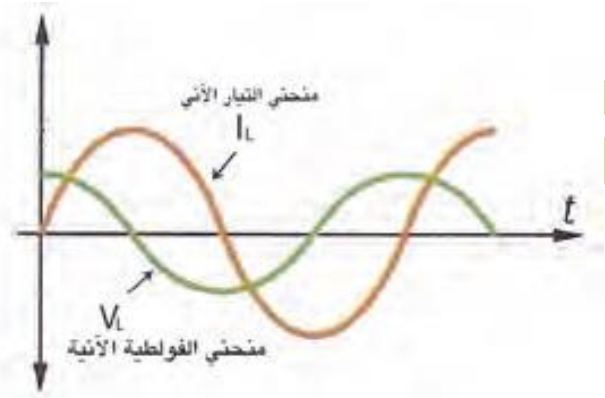




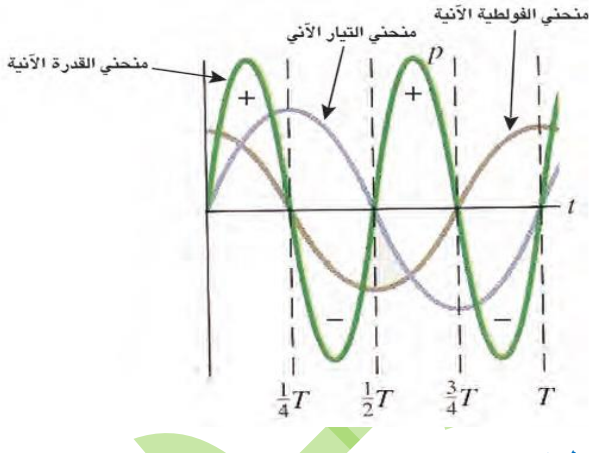
س/دور ثالث/٢٠١٧/لماذا لا تعد رادة الحث مقاومة ولا تخضع لقانون جول؟ ج/لأنها لا تستهلك قدرة .

س/ارسم المخطط البياني الذي يوضح العلاقة بين الفولطية و التيار لدائرة تحتوي محث صرف ؟

ج/



القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف



س/ما خواص منحنى القدرة في دائرة المحث ؟

١ . دالة جيبيه .
٢ . تردده ضعف تردد الفولطية.
٣ . موجب و سالب .
٤ . يتراوح بين اعظم مقدار موجب للقدرة و اعظم مقدار سالب لها .
٥ . معدل القدرة يساوي صفر $(P_{av} = 0)$.

عندما يكون المحث صرف فانه

a) لا يستهلك قدرة $(P_{av} = 0)$.
b) لا يخضع لقانون جول (لا يشع حرارة) .
c) يخضع لقانون اوم $X_L = \frac{V_L}{I_L}$.

س/علل/يكون متوسط القدرة لعدد صحيح من الدورات صفر .

ج/عند تغير التيار المنساب خلال المحث من الصفر الى مقداره الأعظم في احد ارباع الدورة تنتقل الطاقة من المصدر و تختزن بهيئة مجال مغناطيسي ، ثم تعاد جميع هذه الطاقة الى المصدر عند تغير التيار من مقداره الأعظم الى الصفر في الربع الذي يليه ،و هذا يعني ان المحث لا يستهلك قدرة وان رادة الحث لاتعد مقاومة اومية ولا تخضع لقانون جول **لانها** لا تستهلك قدرة $(P_{av} = 0)$.

س/لماذا لا تعد رادة الحث مقاومة اومية و لا تخضع لقانون جول الحراري ؟

ج/لأنها لا تستهلك قدرة (القدرة المتوسطة صفر) .

س/لماذا لا يبدد المحث الصرف قدرة في دائرة التيار المتناوب ؟ ج/لعدم وجود مقاومة في الدائرة .

مثال/٢/كتاب/ملف مهمل المقاومة (محث صرف) معامل حثه الذاتي $\left(\frac{50}{\pi} m\ H\right)$ ربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (20 V) . احسب كل من رادة الحث و التيار في الدائرة عندما يكون تردد الدائرة :

١) $f = 10\ H_Z$ ٢) $1\ M\ H_Z$.

$f = 10\ H_Z$	$1\ M\ H_Z$
$\boldsymbol{X_L = 2\pi\ f\ L}$ $\boldsymbol{X_L = 2 \times \pi \times 10 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3}}$ $\boldsymbol{X_L = 1\ \Omega}$	$X_L = 2\pi\ f\ L$ $X_L = 2 \times \pi \times 10^6 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3}$ $X_L = 10^5\ \Omega$
$\boldsymbol{I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{1} = 20A}$	$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{10^5} = 20 \times 10^{-5}\ A$

☒ لاحظ عزيزي الطالب ان بزيادة التردد ازدادت رادة الحث و زيادة رادة الحث ادى الى هبوط التيار بمقدار كبير جدا .

س/محث صرف معامل حثه الذاتي (200 mH) وضعت عليه فولطية متناوبة ترددها (1 KHz) فأصبح مقدار تيار الدائرة (5 mA) احسب مقدار الفولطية عبر طرفي المحث .

الحل/نحسب اولا الرادة

$\boldsymbol{X_L = 2\pi\ f\ L = 2 \times 3.14 \times 10^3 \times 200 \times 10^{-3} =}$

$\boldsymbol{1256\ \Omega}$

حسب قانون اوم

$\boldsymbol{V_L = I_L . X_L = 5 \times 10^{-3} \times 1256 =}$

$\boldsymbol{6.28\ Volt}$

س/واجب/محث معامل حثه الذاتي (0.4 H) ربط الى مصدر متناوب فرق الجهد بين قطبيه (24 V)
احسب مقدار تيار المحث اذا كانت السرعة الزاوية : ١) 10 rad/s　　٢) 1 M rad/s .

دائرة تيار متناوب الحمل فيها متسعة ذات سعة صرف

مراجعة

تعلمنا من الفصل الأول:

☒ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ `

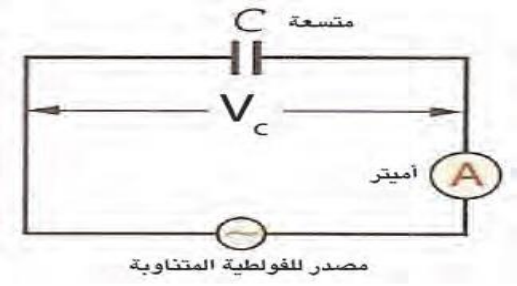
حيث : (C) هي سعة المتسعة بوحدة فاراد (F) .
(Q) هي كمية الشحنة بوحدة كولوم (c)
(ΔV) فرق الجهد بوحدة فولط (V)

☒ ربط المتسعة على مصدر فرق جهد مستمر :
عند اكتمال الشحن
١ . يكون فرق الجهد بين لوحي المتسعة مساويا لفرق الجهد بين قطبي المصدر .
٢ . يحصل تنافر بين كل صفيحة و القطب الكهربائي المربوطة اليه (بسبب تشابه الشحنات) .
٣ . يتوقف التيار في الدائرة (تعد المتسعة مفتاح مفتوح) بعد اكتمال الشحن .

☒ ربط متسعة على مصدر فرق جهد متناوب:
يحصل شحن و تفريغ للمتسعة بصورة متعاقبة

☒ العوامل التي تعتمد عليها سعة المتسعة :
١ . سماحية الفراغ (وجود عازل او لا)
٢ . المساحة المتقابلة بين الصفيحتين(تناسب طردي) .
٣ . البعد بين الصفيحتين (تناسب عكسي) .

حسب العلاقة $\left(C = K \in_{\circ} \frac{A}{d}\right)$



دائرة المتسعة

س/ماذا يحصل لو ربطت متسعة صرف الى مصدر للتيار المتناوب .

ج/سوف يحصل تنافر بين كل صفيحة من صفائح الدائرة و القطب المربوطة عليه ، فيحصل نتيجة لذلك تأخير للفولطية بمقدار $\left(\varphi = 90 = \frac{\pi}{2}\right)$.

☒ في هذه الحالة يحصل فرق طور بين متجه طور التيار و متجه طور الفولطية بمقدار $\left(\varphi = 90 = \frac{\pi}{2}\right)$

☒ سوف يسبق التيار الفولطية بنصف دورة $\pi/2$

فتكون العلاقات الرياضية :

$$I_c = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \qquad V_c = V_m \sin(\omega t)$$

رادة السعة

المعاكسة التي تبديها المتسعة للتغير في فولطية الدائرة وتقاس بوحدة اوم (Ω) .

قوانينها : $X_c = \frac{1}{\omega c}$　　$X_c = \frac{1}{2\pi f c}$　　$X_c = \frac{V_c}{I_c}$

تعتمد على :

١ . التردد حيث تتناسب معه عكسيا بثبوت السعة . $X_c \propto \frac{1}{f}$

٢ . السعة حيث تتناسب معها عكسيا بثبوت التردد . $X_c \propto \frac{1}{c}$

وحدتها : اوم (Ω) .

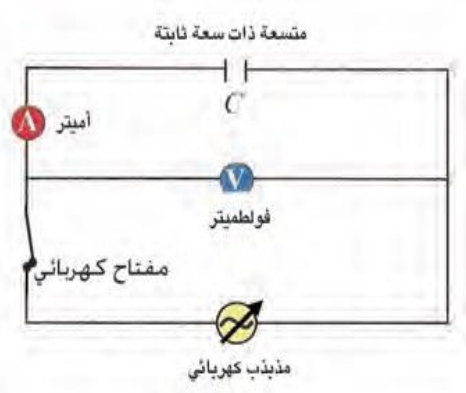
س/وزاري مكرر/ اثبت ان وحدة الرادة السعوية هي (Ω) .

$$X_C = \frac{1}{2\pi f c} = \frac{1}{\text{Hz.Farad}} = \frac{1}{(1/\text{sec})\,(\text{Coulomb}/\text{Volt})} = \frac{\text{sec.Volt}}{\text{Amper.sec}} = \frac{\text{Volt}}{\text{Amper}} = \text{ohm}$$

حيث : وحدة التردد هيرتز　　$f = Hz = 1/s$

وحدة السعة فاراد $C = F = c/V$ و تساوي كولوم على فولط

$C = A \cdot s$ كولوم = امبير . ثانية



س/وزاري مكرر/وضح بنشاط تأثير تغير تردد الفولطية في مقدار رادة السعة

ادوات النشاط :اميتر ،فولطميتر ،متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مذبذب كهربائي و اسلاك توصيل ،مفتاح كهربائي

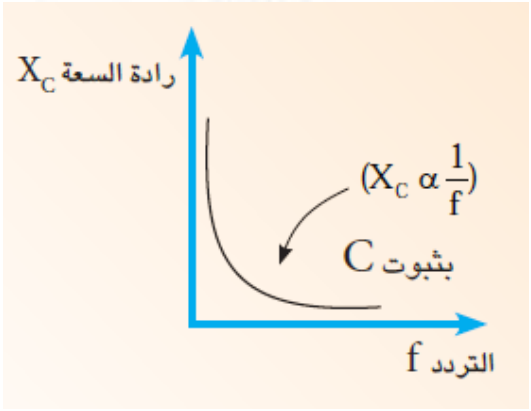
خطوات النشاط : نربط الدائرة كما في الشكل :

- نغلق الدائرة و نبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي مع المحافظة على بقاء مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ثابتا .

كيف ستتغير قراءة الاميتر في الدائرة ؟

- نلاحظ : ازدياد قراءة الاميتر .

نستنتج من النشاط : ان رادة السعة تتناسب عكسيا مع تردد فولطية المصدر بثبوت السعة $X_C \propto \frac{1}{f}$



س/وزاري مكرر/وضح بنشاط تأثير تغير سعة المتسعة في مقدار رادة السعة

ادوات النشاط : مصدر للفولطية المتناوبة تردده ثابت ، اميتر ،فولطميتر ، متسعة متغيرة السعة ،مفتاح كهربائي .

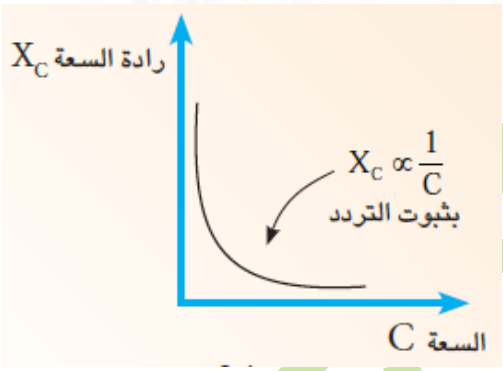
خطوات النشاط : نربط الدائرة كما في الشكل :

- نغلق الدائرة و نلاحظ قراءة الاميتر .
- نزيد مقدار سعة المتسعة تدريجيا .

كيف تتغير قراءة الاميتر في هذه الحالة ؟

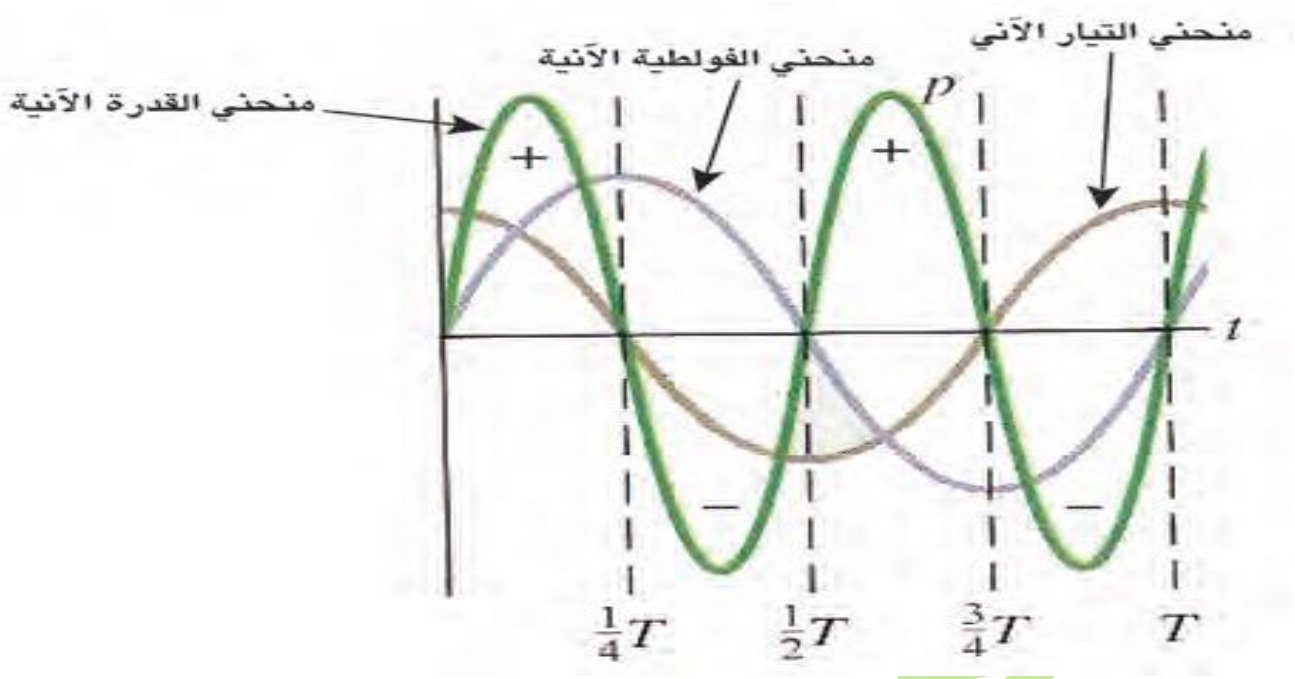
نلاحظ :ازدياد قراءة الاميتر .

نستنتج من النشاط : رادة السعة تتناسب عكسيا مع مقدار سعة المتسعة بثبوت تردد المصدر $x_c \propto \frac{1}{c}$.



تذكر

عند الترددات العالية جدا لفولطية المصدر تقل رادة السعة فهي تتناسب عكسيا مع التردد $(X_C \alpha 1/f)$ وقد تصل الى الصفر، فيمكن القول عندئذ إن المتسعة تعمل عمل مفتاح مغلق (تعد المتسعة خارج الدائرة). في حين أنها عند الترددات الواطئة جدا تزداد رادة السعة الى مقدار كبير جدا قد يقطع تيار الدائرة، وعندئذ تعمل المتسعة عمل مفتاح مفتوح. كما يحصل ذلك في حالة وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر.



س/ما خواص منحنى القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي على متسعة ذات سعة صرف ؟

- ☒ *منحنى جيبي الموجة .*
- ☒ *موجب و سالب القيم .*
- ☒ *تردد منحنى القدرة ضعف تردد منحنى الفولطية و التيار .*
- ☒ *متوسط القدرة (P_{av}) لدورة واحدة او لعدد صحيح من الدورات يساوي صفر .*

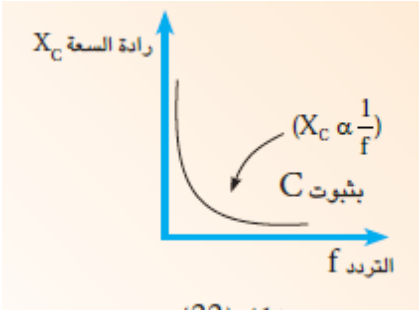
س/فسر: يكون معدل القدرة صفر لدائرة تيار متناوب تحتوي متسعة ذات سعة صرف .

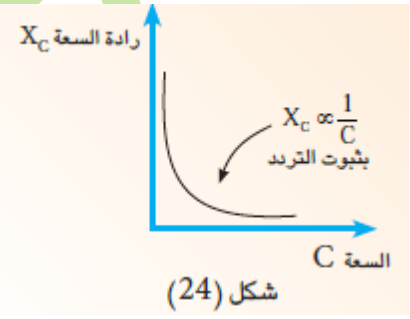
ج/لان المتسعة تشحن خلال الربع الاول من الدورة ثم تفرغ شحنتها في الربع الثاني و تشحن و تفرغ بالتعاقب فكون معدل القدرة صفر .

س/كيف ان دائرة تيار متناوب تحتوي متسعة ذات سعة صرف لا تستهلك قدرة ؟

ج/لعدم وجود مقاومة في الدائرة ، لا تخضع لقانون جول ، لا تشع حرارة .

س/وزاري مكرر/لدائرة تيار متناوب تحتوي على متسعة ذات سعة صرف ارسم مخطط تبين فيه العلاقة بين تردد الفولطية و رادة السعة .ثم ارسم مخطط تبين فيه العلاقة بين سعة المتسعة و رادة السعة





شكل (24)

س/دور ثاني/٢٠١٦/متسعة ذات سعة صرف ربطت الى مصدر فولطية متناوبة متغير التردد وضح ما عمل المتسعة عند (١) الترددات العالية جدا . (٢)الترددات الواطئة جدا .

ج/١)تعمل عمل مفتاح مفتوح (تقطع التيار) و ذلك لكون العلاقة عكسية بين التردد و السعة فتزداد الرادة عند الترددات الواطئة و بزيادة الرادة السعوية يقل التيار حسب قانون اوم .

٢)تعمل عمل مفتاح مغلق و ذلك لكون العلاقة عكسية بين التردد و السعة فعند وصول التردد الى قيمة عالية جدا تنخفض الرادة السعوية الى قيمة واطئة جدا (اقرب الى الصفر) فيزداد التيار الى القيمة العظمى حسب قانون اوم .

س/ماذا يحصل عند ربط صفيحتي متسعة بين طرفي مصدر ذي فولطية متناوبة ؟
ج/سوف تشحن و تفرغ بالتعاقب و بصورة مستمرة و بذلك تعتبر دائرتها مغلقة .

س/وزاري مكرر/ماذا يحصل؟ ولماذا ؟ لتوهج مصباح كهربائي ربط على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف و مصدر للتيار المتناوب عند الترددات الزاوية العالية بثبوت مقدار فولطية المصدر .

ج/يزداد توهج المصباح ، لان عند الترددات الزاوية العالية تقل رادة السعة وفق العلاقة $\left(X_C = \frac{1}{\omega C}\right)$ و يزداد التيار حسب العلاقة $\left(I_C = \frac{V_C}{X_C}\right)$.

س/القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات الكاملة يساوي صفر لدائرة تيار متناوب تحتوي على متسعة ذات سعة صرف . ما سبب ذلك ؟

ج/ان سبب ذلك هو ان المتسعة تشحن خلال الربع الأول من الدورة ثم تفرغ جميع شحنتها الى المصدر خلال الربع الذي يليه و بعدها تشحن المتسعة بقطبية معاكسة و تتفرغ وهكذا بالتعاقب .

س/وزاري مكرر/ما الذي تمثله الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط متسعة ذات سعة صرف ؟

ج/الأجزاء الموجبة تمثل القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (شحن المتسعة) عندما تنقل القدرة من المصدر الى المتسعة .

اما الاجزاء السالبة تمثل القدرة المعادة من المتسعة الى المصدر (تفريغ المتسعة)عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

س/ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟لتوهج مصباح كهربائي ربط على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف و مصدر للتيار المتناوب عند الترددات الزاوية العالية بثبوت مقدار فولطية المصدر ؟

ج/يزداد توهج المصباح لان عند الترددات العالية تقل رادة السعة و يزداد التيار .

مثال/٣/كتاب/ربطت متسعة سعتها ($\frac{4}{\pi}\ \mu F$) بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (2.5 V) احسب مقدار رادة السعة و مقدار التيار في الدائرة اذا كان تردد الدائرة : ١) 5 Hz　٢) $5 \times 10^5\ Hz$.

الجواب/

$F = 5\ Hz$	$F = 5 \times 10^5\ Hz$
$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$	
$X_c = \frac{1}{2\pi \times 5 \times \frac{4}{\pi} \times 10^{-6}} = \frac{1}{40 \times 10^{-6}}$	$X_c = \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^5 \times \frac{4}{\pi} \times 10^{-6}}$
$X_c = \frac{1}{40} \times 10^6 = 25 \times 10^3 \Omega$	$X_c = \frac{1}{40 \times 10^{-1}} = \frac{1}{40} \times 10 = 0.25\Omega$
$I_c = \frac{V_c}{X_c} = \frac{2.5}{25 \times 10^3} = 1 \times 10^{-4}\ A$	$I_c = \frac{V_c}{X_c} = \frac{2.5}{0.25} = 10\ A$

نلاحظ ان عند زيادة التردد قلت رادة السعة و ازداد التيار

س/متسعة سعتها ($\frac{20}{\pi}\ \mu F$) ربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (50 V) وبتردد (50 Hz) احسب : ١) المقدار المؤثر للتيار . ٢) المقدار الأعظم للتيار .

الحل /

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{20}{\pi} \times 10^{-6}}$$

$$X_c = \frac{1}{2000 \times 10^{-6}} = \frac{1}{2} \times 10^3 = 500\ \Omega$$

$$I_c = \frac{V_c}{X_c} = \frac{50}{500} = 0.1\ A$$

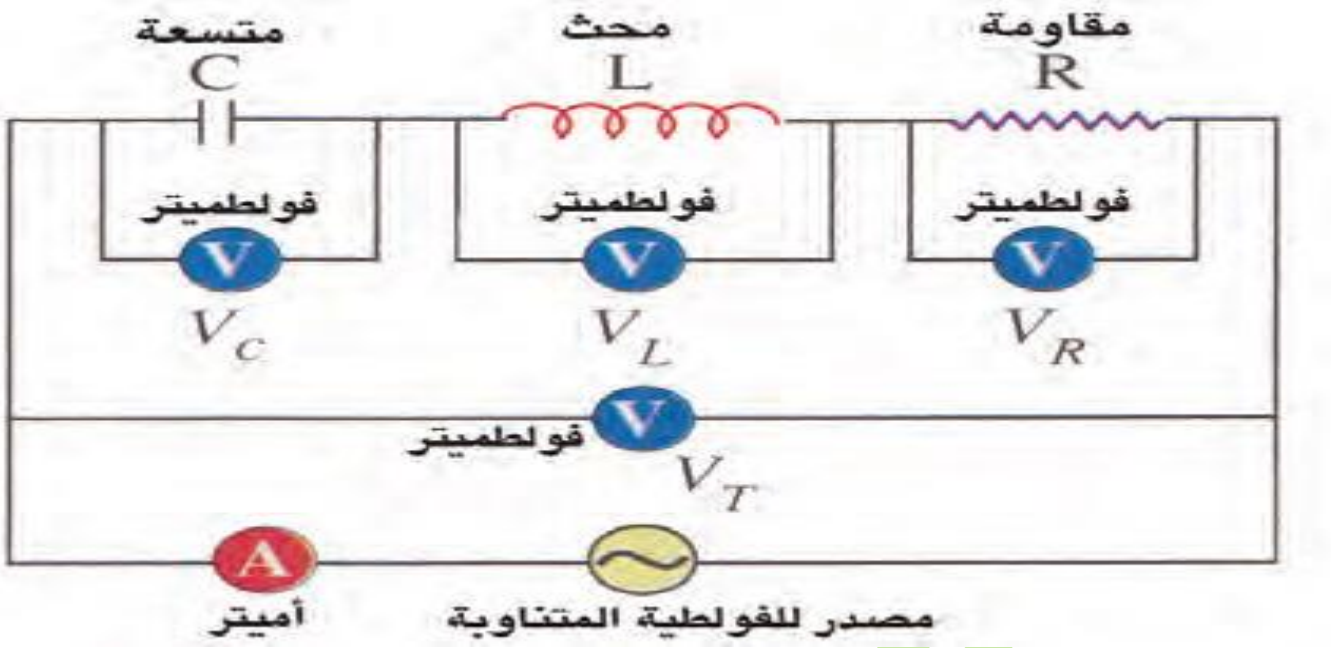
$$I_{eff} = \frac{I_m}{1.414} \rightarrow\rightarrow I_m = 1.414\ I_{eff} = 1.414 \times 0.1 = 14.14\ A$$

س/دور ثالث/٢٠١٧/ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) اذا كان الحمل فيها يتألف من ؟

١)مقاومة صرف .　　٢)محث صرف .

س/دور اول/٢٠١٧/ما الفرق بين خواص منحني القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي على مقاومة صرف مرة و محث صرف مرة اخرى ؟

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة

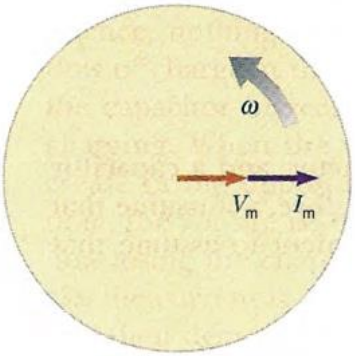


عند ربط كل من مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف و محث صرف على التوالي مع بعضها و مجموعتها على التوازي مع اميتر :

☒ يتخذ المحور الأفقي (X) كمحور اسناد فتكون المتجهات الطورية للتيارات في الدائرة متوالية الربط منطبقة على المحور (X) .

☒ اما المتجهات الطورية للفولطية ، فيعمل كل منها زاوية فرق طور (Φ) مع المحور (X)

و الآن نمثل متجهات الطور لكل من التيار و فرق الجهد كما يلي :



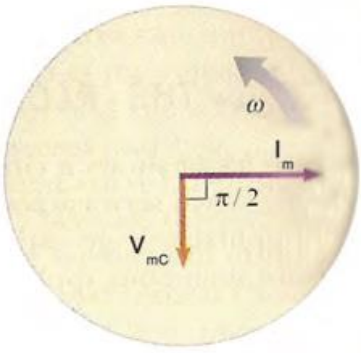
١ . خلال مقاومة صرف :

المتجه الطوري للفولطية (V_m) و المتجه الطوري للتيار (I_m)

خلال المقاومة يكونان بنفس الطور (منطبقين على بعضهما

($\Phi = 0$) لذا تعطى كل من الفولطية و التيار بالعلاقتين :

$$V_R = V_m \sin(\omega t) \qquad I_R = I_m \sin(\omega t)$$



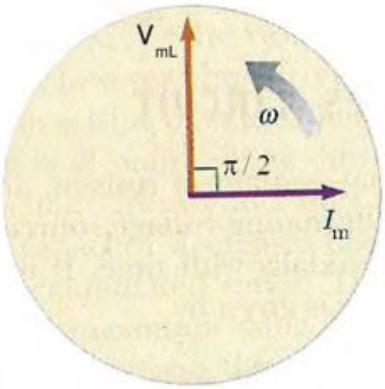
٢ . خلال متسعة ذات سعة صرف :

متجه الطور لفرق الجهد عبر المتسعة ($V_{c\,(max)}$) يتأخر عن متجه الطور للتيار ($I_{c\,(max)}$) بفرق طور يساوي 90

($\varphi = -\frac{\pi}{2}$) لذا يعطى فرق الجهد و التيار خلال المتسعة

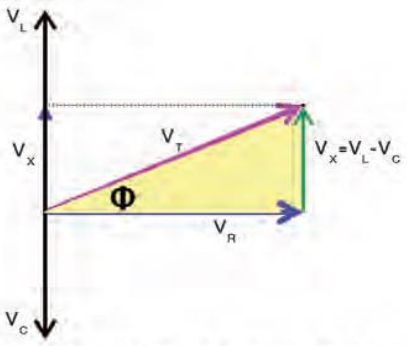
$$V_c = V_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \qquad I_c = I_m \sin(\omega t)$$

٣ . خلال محث صرف :



متجه الطور للفولطية عبر المحث ($V_{L\,(max)}$) يتقدم على
متجه الطور للتيار ($I_{L\,(max)}$) بزاوية فرق طور 90
$\left(\varphi = +\frac{\pi}{2}\right)$ لذا تعطى كل من الفولطية و التيار
عبر المحث بالعلاقات :

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



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

كيفية حساب الفولطية الكلية (V_T)

كما في المخطط الطوري التالي

لحساب مقدار الفولطية الكلية نتبع الخطوات التالية :

a) نستخرج فولطية الرادة (V_x) حسب القانون : $(V_X = V_L - V_C)$

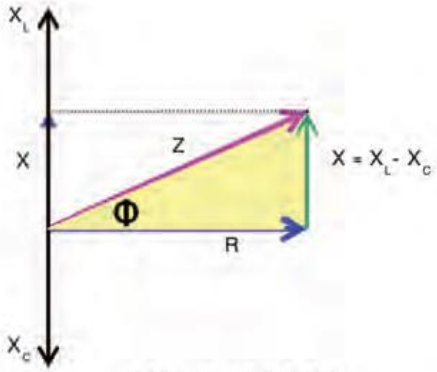
b) نستخرج الفولطية الكلية (V_T) حسب القانون $V_T^2 = V_R^2 + V_X^2$

او القانون $V_T^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$

اما لحساب زاوية فرق الطور :

$\tan\varphi = \frac{V_X}{V_R}$　　او العلاقة　　$\tan\varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$

كيفية حساب الممانعة الكلية (Z) :



مخطط الطور للممانعة

a) تحسب الرادة (X) حسب العلاقة $X = X_L - X_C$

b) تحسب الممانعة الكلية حسب العلاقة $Z^2 = R^2 + X^2$

او العلاقة $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$

و لإيجاد زاوية فرق الطور :

حسب القانون $\tan\varphi = \frac{X}{R}$　　او القانون $\tan\varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$

لاحظ عزيزي الطالب ان القوانين اعلاه تستخرج من المخطط الطوري (لا تحفظ) لذلك يجب عليك رسم المخطط الطوري لتسهيل حل السؤال

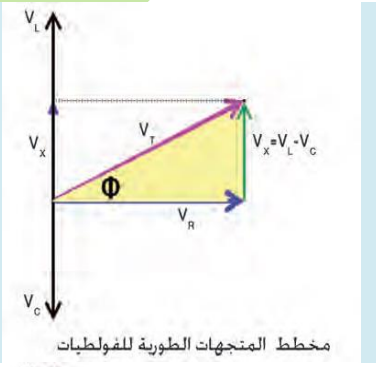
☒ لاحظ القانونين $X = X_L - X_C$ و $(V_X = V_L - V_C)$ هما تطبيق بسيط لقانون متجهين متعاكسين بالاتجاه و قد مر عليك في المراحل الدراسية السابقة .

☒ لاحظ القانونين $\tan\varphi = \frac{X}{R}$ و $\tan\varphi = \frac{V_X}{V_R}$ هو قانون ايجاد زاوية لمثلث قائم الزاوية $\tan\varphi = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

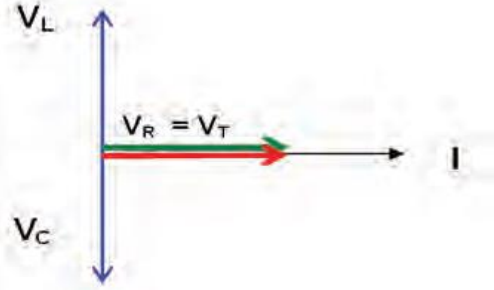
☒ لاحظ القانونين $Z^2 = R^2 + X^2$ و $V_T^2 = V_R^2 + V_X^2$ هو نظرية فيثاغورس لإيجاد الوتر لمثلث قائم الزاوية

خواص دائرة (C-L-R) :

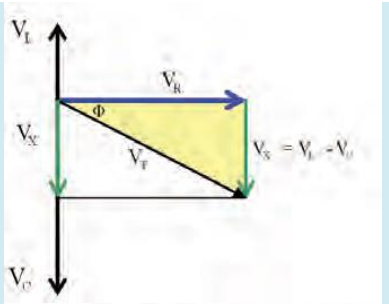
خواص حثية	خواص مقاومة اومية (رنين)	خواص سعوية
V_Lاكبر من V_C	V_L يساوي V_C	V_Lاصغر من V_C
زاوية فرق الطور Φ موجبة	زاوية فرق الطور Φصفر	زاوية فرق الطور Φ سالبة
متجه طور V_Tيسبق متجه طور I	متجه طور V_Tينطبق على متجه طور I	متجه طور V_Tيتأخر عن متجه I
X_Cاصغر من X_L	X_L تساوي X_C	X_Lاكبر من X_C



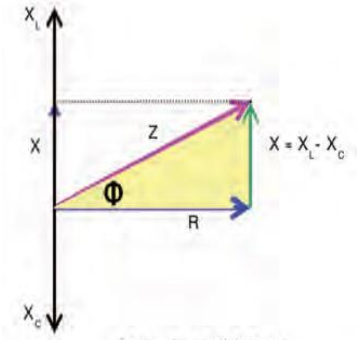
مخطط المتجهات الطورية للفولطيات



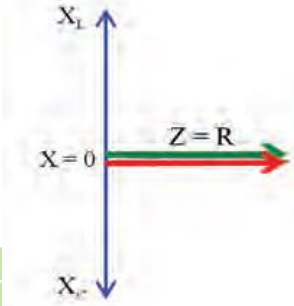
مخطط المتجهات الطورية للفولطيات



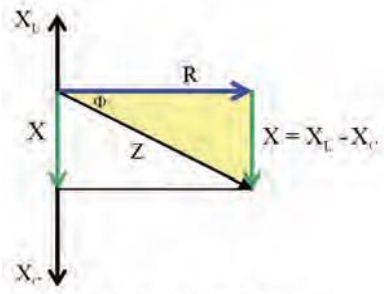
مخطط المتجهات الطورية للفولطيات



مخطط الطور للممانعة



مخطط طوري للممانعة



مخطط طوري للممانعة

يجب ان نتنبه الطالب الى محتويات الدائرة فلو كانت :

a) دائرة (R-L-C) يطبق العلاقات اعلاه كما هي بدون تغيير .

b) اما اذا كانت (R-L) يطبق نفس العلاقات لكن يحذف منها (V_C , X_C) و يكون ($X = X_L$)

c) اما اذا كانت (R-C) يطبق نفس العلاقات لكن يحذف منها (V_L , X_L) ويكون ($X = X_C$)

☒ من المهم ان تعلم انه اذا كان ($X_L = X_C$) ستكون

الممانعة الكلية (Z) تكون اقل ما يمكن و هي احدى خواص دائرة الرنين سندرسها لاحقا ....

عامل القدرة (POWER FACTOR)

تعلمنا سابقا :

- ☒ في دائرة تيار متناوب تحتوي على مقاومة صرف تستهلك جميع القدرة على شكل حرارة .
- ☒ في دائرة تيار متناوب تحتوي على محث صرف تختزن القدرة في المجال المغناطيسي للمحث في احد ارباع الدورة ثم تعاد القدرة الى المصدر في الربع الذي يليه .
- ☒ في دائرة تيار متناوب تحتوي على متسعة ذات سعة صرف ان القدرة تختزن في المجال المغناطيسي في احد ارباع الدورة ثم تعاد الى المصدر في الربع الذي يليه .

نفهم من ذلك ان

١ . القدرة تستهلك في المقاومة فتسمى قدرة حقيقية (P_{real}) و تكون بوحدة واط (Watt) $= P_{real}$

$I_R \cdot V_R$

٢ . القدرة لا تستهلك في كل من المحث و المتسعة لذا تسمى قدرة ظاهرية (P_{app})

و تكون بوحدة (Volt . Ampere) $= P_{app}$

$I_T \cdot V_T$

عامل القدرة : النسبة بين القدرة الحقيقية و القدرة الظاهرية و يرمز له (pf)

☒ عامل القدرة كمية مجردة من الوحدات **لأنه** نسبة بين كميتين بنفس الوحدات فتختصر .

$pf = \frac{R}{Z}$　　$pf = \frac{V_R}{V_T}$　　$pf = \cos\varphi$　　$pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}$

الجدول التالي يوضح مقدار عامل القدرة لدوائر التيار المتناوب و حسب نوع الحمل :

الحمل	زاوية فرق الطور	عامل القدرة $pf = \cos\varphi$
مقاومة صرف	$\Phi = 0$	$pf = \cos 0 = 1$
متسعة صرف	$\Phi = 90$	$pf = \cos 90 = 0$
محث صرف	$\Phi = 90$	$pf = \cos 90 = 0$
R – L- C	$0 < \varphi < 90$	$0 < pf < 1$

س/علام يعتمد مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R – L – C) .

ج/يعتمد على نسبة القدرة الحقيقية(P_{real}) الى القدرة الظاهرية (P_{app}) حسب العلاقة : $pf = \frac{P_r}{P_a}$

س/دور ثالث/٢٠١٧/ما الكمية التي تقاس بوحدة (Volt . Amper) ؟ ج/القدرة الظاهرية .

س/دور ثالث/٢٠١٥/ما العلاقة بين القدرة الحقيقية و القدرة الظاهرية في دوائر التيار المتناوب التي تحتوي على مقاومة صرف و متسعة صرف و محث صرف ؟ ج/ $P_r = P_a \cos\varphi$

س/هل يمكن ان يكون عامل القدرة اكبر من الواحد الصحيح ؟

ج/كلا ، لان لايمكن ان تكون القدرة الحقيقية اكبر من القدرة الظاهرية و حسب العلاقة : $\boldsymbol{pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}}$.

س/دور اول/٢٠١٦/ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) اذا كان الحمل فيها يتألف من ملف و متسعة و الدائرة متوالية الربط وليست في حالة رنين؟

ج/يكون مقدار عامل القدرة $(0 < pf < 1)$ لان الزاوية تكون $(0 < \varphi < 90^\circ)$ وذلك بسبب وجود ممانعة كلية بالدائرة (Z) وهي المعاكسة المشتركة للمقاومة و الرادة .

س/ملف قلبه من الحديد المطاوع ربط على التوالي مع مصدر للفولطية المتناوبة و مصباح ، ماذا يحصل للمصباح ؟ مع ذكر السبب اذا اخرج قلب الحديد من تجويف الملف .

ج/اخراج ساق الحديد سوف يقلل من معامل الحث الذاتي للملف فتقل رادة الحث ، وبذلك تقل الممانعة الكلية للدائرة فيزداد التيار و يزداد معه توهج المصباح .

س/وضح ما التغير الحاصل في توهج مصباح مربوط في دائرة تيار متناوب عندما يربط المصباح بالتوالي مع :

١) ملف مهمل المقاومة . ٢) متسعة ذات سعة صرف بدل الملف .

ج/١) تقل شدة توهج المصباح لنقصان التيار بسبب ازدياد ممانعة الدائرة بسبب وجود الرادة الحثية فضلا عن مقاومة المصباح .

٢) تقل شدة توهج المصباح لنقصان التيار بسبب ازدياد ممانعة الدائرة بسبب وجود الرادة السعوية فضلا عن مقاومة المصباح .

س/دور اول/٢٠١٤/وضح كيف يتغير مقدار كل من المقاومة و رادة السعة اذا تضاعف التردد الزاوي للمصدر في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على مقاومة و متسعة و مصدر

ج/مقدار المقاومة R ثابت لا يتغير مع تغير التردد .

اما مقدار رادة السعة فيقل الى نصف ما كان عليه بمضاعفة التردد الزاوي لأن : $X_C = \frac{1}{\omega C} \implies X_C \propto \frac{1}{\omega}$

$$\frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \implies \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{2\omega_1} \implies \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{1}{2} \implies X_{C2} = \frac{1}{2} X_{C1}$$

س/دور ثالث/٢٠١٦/علام يعتمد مقدار الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R – L – C) .

ج/يعتمد على ١)مقدار المقاومة (R) .　٢)مقدار معامل الحث الذاتي(L) .　٣)مقدار سعة المتسعة (C) .

٤) مقدار تردد المصدر (f) . $Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2}$.

مثال/٥/كتاب/دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف و متسعة صرف و محث صرف (R – L – C) مربوطة مع بعضها على التوالي و مجموعتها مربوطة مع مصدر للفولطية المتناوبة (200 V) و كانت :

($R = 40\ \Omega$, $X_L = 120\ \Omega$, $X_C = 90\ \Omega$) احسب مقدار :

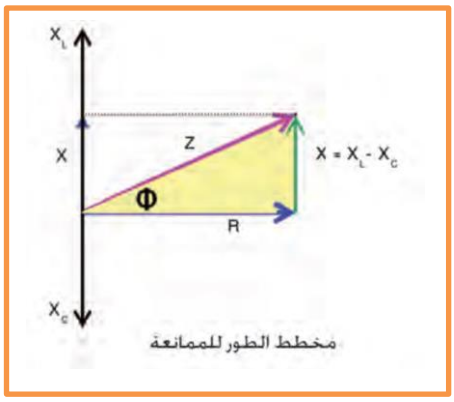
١ . الممانعة الكلية .
٢ . التيار المنساب في الدائرة .
٣ . زاوية فرق الطور بين متجه الفولطية الكلية و متجه التيار . و ارسم المخطط الطوري للممانعة . و ما خصائص هذه الدائرة ؟
٤ . عامل القدرة .
٥ . القدرة الحقيقية المستهلكة في المقاومة .
٦ . القدرة الظاهرية (القدرة المجهزة للدائرة) .

الحل / ١) نرسم المخطط الطوري للممانعة :

$Z^2 = R^2 +$

$Z^2 = 40^2 + (120 - 90)^2 = 1600 + 30^2$

$Z^2 = 1600 + 900 = 2500$



$Z = 50\ \Omega$

٢)حسب قانون اوم :

$I = \frac{V_T}{Z} =$

$\frac{200}{50} = 4\ A$

٣)من الرسم نحسب الزاوية حسب العلاقة :

$\tan\theta = \frac{(X_L - X_C)}{R} = \frac{120-90}{40} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}$

$\therefore\ \theta = 37^\circ$

للدائرة خصائص حثية لأن : $X_L > X_C$

٤) عامل القدرة : $pf = \cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{40}{50} = 0.8$

٥)القدرة الحقيقية : $P_{real} = I^2 . R = 4^2 \times 40 = 16 \times 40 = 640\ watt$

٦)القدرة الظاهرية : $P_{app} = I_T . V_T = 4 \times 200 = 800\ Volt . A$

س/دور ثالث/٢٠١٤/مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي $\left(100\pi \frac{rad}{s}\right)$ و فرق الجهد بين قطبيه (100 V) ربط بين قطبيه على التوالي متسعة سعتها $\left(\frac{50}{\pi}\ \mu F\right)$ و ملف معامل حثه الذاتي $\left(\frac{1.6}{\pi}\ H\right)$ ومقاومته (30 Ω) ما مقدار :

١)الممانعة الكلية و تيار الدائرة . ٢)فرق الجهد عبر كل من المقاومة و المحث و المتسعة .

٣)زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار ، ما هي خصائص الدائرة .

$$1)\ X_L = \omega L = 100\pi \times \frac{1.6}{\pi} = 160\ \Omega \quad , \quad X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-6}} = 200\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 = 30^2 + (160 - 200)^2 = 900 + 1600 = 2500$$

$$Z = 50\ \Omega \quad , \quad I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{100}{50} = 2\ A = I_R = I_L = I_C \quad \text{توالي}$$

$$2)\ V_R = I\ R = 2 \times 30 = 60\ V \quad , V_L = I\ X_L = 2 \times 160 = 320\ V$$

$$V_C = IX_C = 2 \times 200 = 400\ V$$

$$3)\ tan\,\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{160 - 200}{30} = -\frac{40}{30} = -\frac{4}{3} \qquad \therefore \varphi = -53^\circ$$

الخواص سعوية لان $(X_C > X_L)$

س/دور ثاني/٢٠١٥/دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملفا مقاومته (40 Ω) و معامل حثه الذاتي $\left(\frac{1}{\pi}\ H\right)$ و متسعة ذات سعة صرف ومصدر للفولطية المتناوبة تردده (50 Hz) و فرق الجهد بين طرفيه (100 V) كان مقدار عامل القدرة فيها (0.8) و للدائرة خصائص حثية ، احسب مقدار :١)التيار في الدائرة . ٢)زادة السعة

$$1)\ pf = \frac{R}{Z} \Longrightarrow \quad Z = \frac{R}{pf} = \frac{40}{0.8} = \frac{400}{8} = 50\ \Omega$$

$$I_T = \frac{V}{Z} = \frac{100}{50} = 2A = I_R = I_L = I_C \quad \text{توالي}$$

$$2)\ X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 50 \times \frac{1}{\pi} = 100\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 \Longrightarrow 50^2 = 40^2 + (100 - X_C)^2 \Longrightarrow 2500 = 1600 + (100 - X_C)^2$$

$$(100 - X_C)^2 = 2500 - 1600 \Longrightarrow \left[\sqrt{(100 - X_C)^2} = \sqrt{900}\right]$$

$$100 - X_C = 30 \quad \Longrightarrow X_C = 70\ \Omega$$

س/دور ثالث/٢٠١٥/ربط ملف بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة ، المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبيه (200 v) بتردد ($50\ H_Z$) و كان تيار الدائرة (2 A) و مقاومة الملف (60 Ω) ،احسب مقدار : ١)معامل الحث الذاتي للملف .

٢)زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار مع رسم المخطط الطوري للممانعة .

٣)القدرة الحقيقية و القدرة الظاهرية .

$$1)\ Z = \frac{V_T}{I} -= \frac{200}{2} = 100\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 \quad \Longrightarrow X_L^2 = Z^2 - R^2 = 100^2 - 60^2 = 10000 - 3600 = 6400$$

$$X_L = 80\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \ \Longrightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{80}{2\pi \times 50} = \frac{80}{100\pi} = \frac{0.8}{\pi}\ H$$

$$2)\ tan\,\varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{80}{60} = \frac{4}{3} \ \Longrightarrow \varphi = 53^\circ$$

$$3)\ P_r = I^2\ R = 2^2 \times 60 = 240\ W\ ,\ \ P_a = I\ V_T = 2 \times 200 = 400\ VA$$

س/دور ثاني/٢٠١٦/دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على محث صرف و مقاومة صرف مقدارها (30 Ω) و متسعة ذات سعة صرف و مصدر للفولطية المتناوبة تردده ($50\ H_Z$) و فرق الجهد بين طرفيه (100 V) ، وكان مقدار القدرة الحقيقية في الدائرة (120 W) و مقدار رادة الحث (160 Ω) و للدائرة خصائص سعوية ، جد مقدار: ١)التيار في الدائرة . ٢)سعة المتسعة .

الإهتزاز الكهرومغناطيسي

س/وزاري مكرر/ما المقصود بالاهتزاز الكهرومغناطيسي :

هو تناوب او تبادل الطاقة بين المتسعة و المحث حيث تختزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة في احد ارباع الدورة و في المجال المغناطيسي في الملف مرة في الربع الذي يليه و هكذا ...

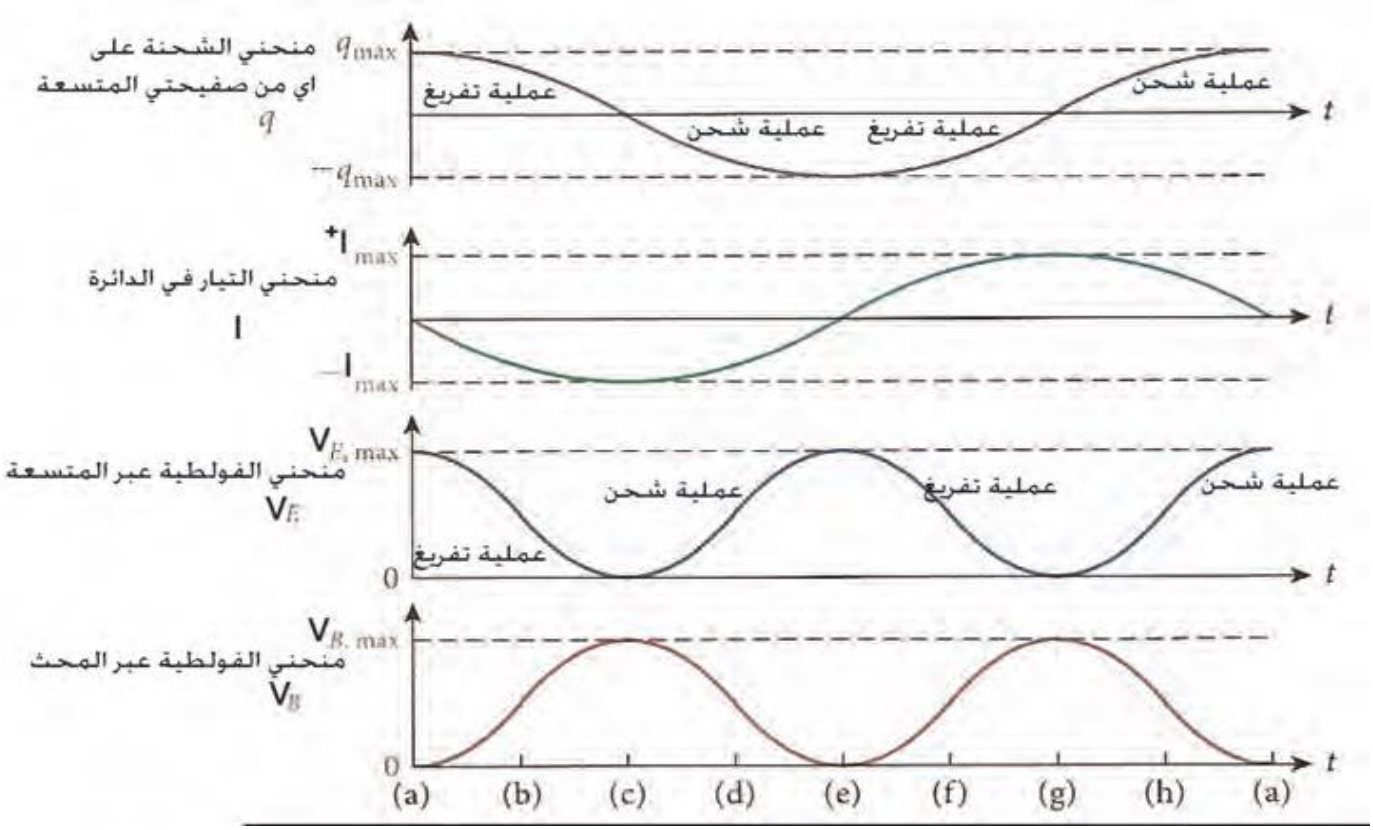
س/ما المقصود بدائرة المحث – المتسعة $(L-C)$ ؟

ج/هي دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف و محث صرف .

- تختزن الطاقة في المجال الكهربائي بين لوحي المتسعة فتعطى بالعلاقة : $PE_{electric} = \frac{1}{2}Q.\Delta V$
- تختزن الطاقة في المجال المغناطيسي داخل المحث فتعطى بالعلاقة : $PE_{mag} = \frac{1}{2}L.I^2$
- يعطى التردد الزاوي للدائرة المهتزة بالعلاقة : $\left(\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}\right)$
- يعطى تردد الدائرة المهتزة بالعلاقة التالية : $\left(f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}\right)$

س/علام يعتمد التردد الطبيعي لدوائر الاهتزاز الكهرومغناطيسي ؟

ج/يعتمد على (1) معامل الحث الذاتي للمحث (2) سعة المتسعة حسب العلاقة : $\left(f = \frac{1}{\quad}\right)$

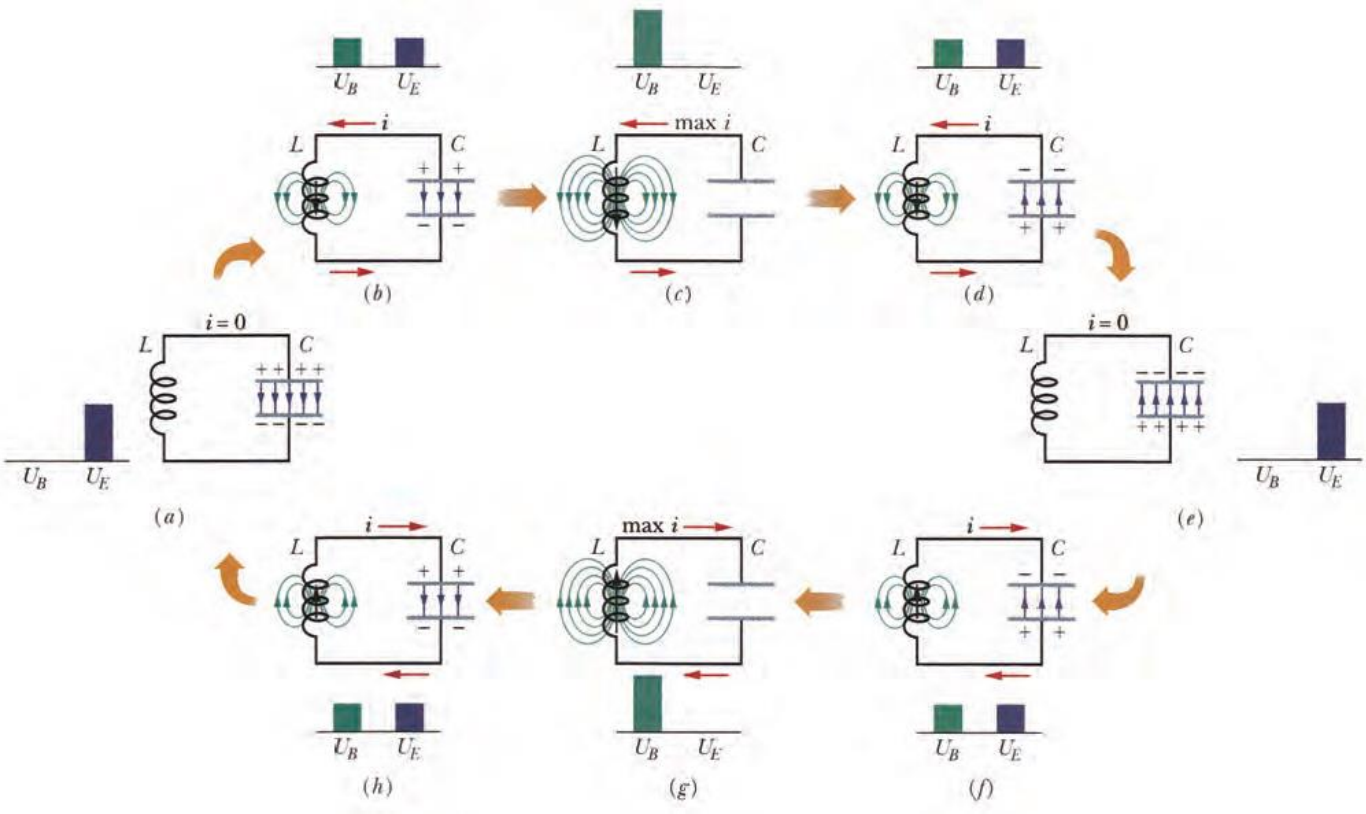


س/في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي وضح كيف يتم تبادل الطاقة بين المتسعة ذات السعة الصرف و المحث الصرف

- بعد شحن المتسعة بكامل شحنتها تكون الطاقة الكلية للدائرة قد اختزنت في المجال الكهربائي بين صفيحتيها
- ثم تبدأ المتسعة بتفريغ شحنتها خلال المحث و في هذه اللحظة ينساب تيار محتث خلال المحث مولدا مجالا مغناطيسيا
- و بذلك يكون قسما من الطاقة مختزنا في المجال الكهربائي بين لوحي المتعة و القسم الاخر في المجال المغناطيسي للمحث
- و بعد ان تتفرغ المتسعة تفريغا كاملا يكون التيار المنساب في المحث في مقداره الأعظم فتختزن جميع الطاقة في المجال المغناطيسي للمحث
- ثم تنشحن المتسعة مرة اخرى فتختزن الطاقة في مجالها الكهربائي ثم تتفرغ و يشحن المحث و تختزن الطاقة في مجاله المغناطيسي و هكذا ..
- و هكذا يستمر تبادل الطاقة من غير نقصان لعدم وجود مقاومة في الدائرة .

س/هل يستمر الاهتزاز الكهرومغناطيسي في دوائر الاهتزاز العملية المحتوية على متسعة و ملف ؟ و لماذا ؟

ج/كلا ، لان الملف يحتوي على مقاومة و تسبب ضياع بالطاقة فيضمحل الاهتزاز و يتوقف .

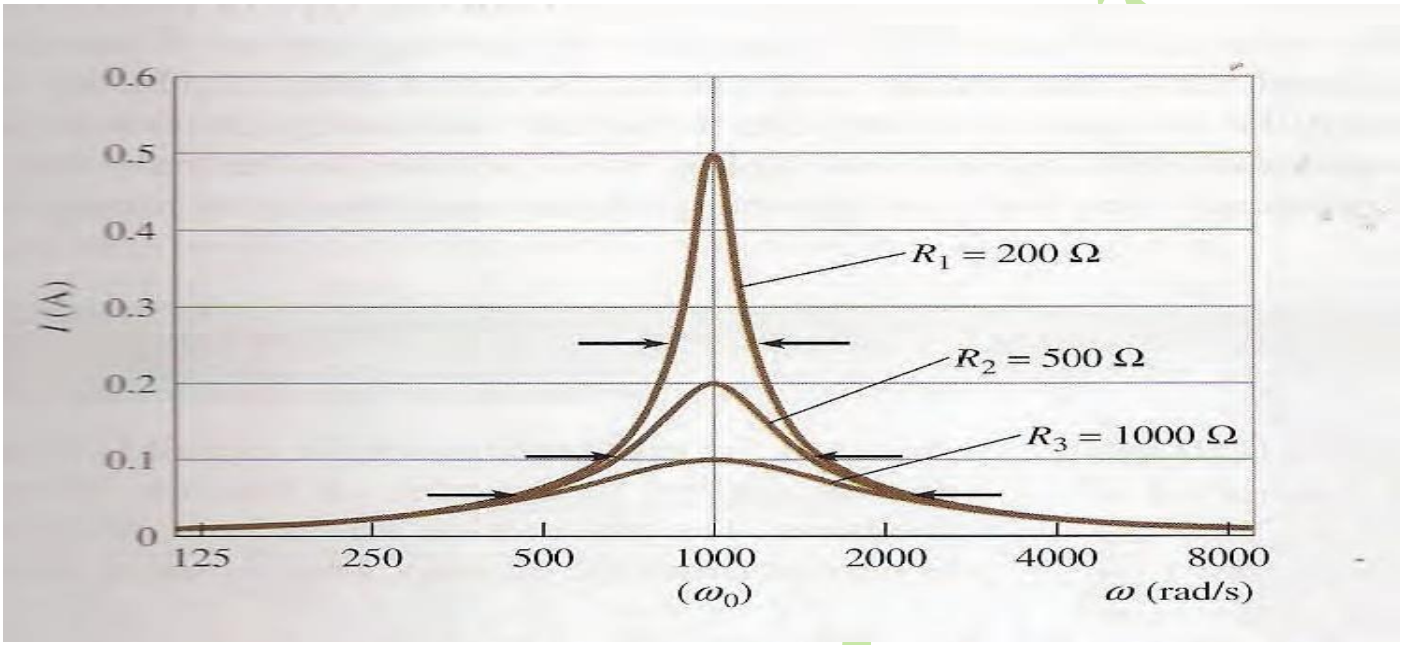


الرنين في دوائر التيار المتناوب

س/ما الاهمية العملية لدوائر التيار المتناوب (R – L – C) متوالية الربط ؟

ج/الطريقة التي تتجاوب فيها مثل هذه الدوائر مع مصادر ذوات ترددات مختلفة و التي تجعل القدرة المتوسطة المنتقلة الى الدائرة بأكبر مقدار .

س/ارسم مخطط توضح فيه تأثير المقاومة في مقدار منحني التيار عند التردد الرنيني .



س/متى يقال ان الدائرة هي دائرة رنين ؟

ج/عندما تتجاوب هذه الدائرة مع اشارات ترددها يساوي التردد الطبيعي للدائرة .

س/ما مميزات دائرة رنين التوالي ؟

١ . رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C لذلك يكون :

☒ الرادة المحصلة تساوي صفر $X = X_L - X_C = 0\ \Omega$ حيث $X_L = X_C$.

☒ الممانعة اقل ما يمكن و تساوي المقاومة $Z^2 = R^2 + X^2 = R^2 + 0 = R^2$ فيكون

$$Z = R$$

٢ . فولطية الحث V_L تساوي فولطية السعة V_C لذلك يكون :

☒ فولطية الرادة تساوي صفر $V_X = V_L - V_C = 0\ Volt$ حيث $V_L = V_C$

٣ . زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه طور الفولطية و متجه طور التيار تساوي صفر $\varphi = 0$ اي ان :

☒ متجه طور الفولطية و متجه طور التيار متطابقان .

٤ . عامل القدرة ($pf = 1$) لأن $pf = \cos\varphi = \cos 0 = 1$.

٥ . القدرة الحقيقية (P_{real}) تساوي القدرة الظاهرية (P_{app}) لأن

$$pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} \rightarrow\rightarrow\rightarrow 1 = \frac{P_{real}}{P_{app}} \rightarrow\rightarrow\rightarrow P_{real} = P_{app}$$

٦ . خواص الدائرة مقاومة صرف حيث (Z = R) .

٧ . تيار الدائرة يكون بمقداره الأعظم **لان** ممانعة الدائرة بأقل مقدار حسب قانون اوم .

٨ . القدرة المتوسطة المنتقلة الى الدائرة بأكبر مقدار .

يعتمد التردد الرنيني (f_r) و التردد الزاوي الرنيني (ω_r) على معامل الحث الذاتي للملف و على سعة المتسعة

علاقات التردد الرنيني f_r و التردد الزاوي الرنيني ω_r

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} \qquad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L.C}}$$

س/وضح العلاقة بين مقدار ممانعة الدائرة متوالية الربط (R – L – C) و مقدار منحني التيار عند التردد الرنيني ؟

ج/تكون العلاقة بين الممانعة و بين منحنى التيار عكسية فعندما يكون مقدار المقاومة صغيرا يكون منحنى التيار رفيعا و مقدار التيار كبير

اما عندما يكون مقدار المقاومة كبيرا يكون منحنى التيار واسعا و مقداره صغير .

س/كيف يمكننا تغيير التردد الرنيني في دائرة تيار متناوب متوالية الربط (R – L – C) .

ج/يمكن ذلك بتغيير اما سعة المتسعة (C) او بتغيير معامل الحث الذاتي (L) للمحث .

س/علام يعتمد مقدار الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط في حالة رنين ؟

ج/مقاومة الدائرة علاقة طردية .

☒ ان الاشارة الراديوية عند تردد معين تنتج تيارا يتغير بالتردد نفسه في دائرة الاستقبال و يكون هذا التيار بأعظم مقدار اذا كان تردد دائرة الاستقبال (دائرة التنعيم) مساويا لتردد الاشارة المستلمة و عندها تكون رادة الحث $X_L = \omega L$ مساوية لرادة السعة $X_C = \frac{1}{\omega C}$ وهذا يجعل ممانعة الدائرة بأقل مقدار (Z = R) فتسمى هذه الحالة الرنين الكهربائي .

س/ما شرط الرنين الكهربائي ؟

ج/ان تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C و عندها يكون تردد الدائرة يساوي التردد الرنيني .

☒ من شرط الرنين نستطيع نشتق علاقة التردد الرنيني :

$$X_L = X_C$$

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

$$4\pi^2 f^2 LC = 1$$

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

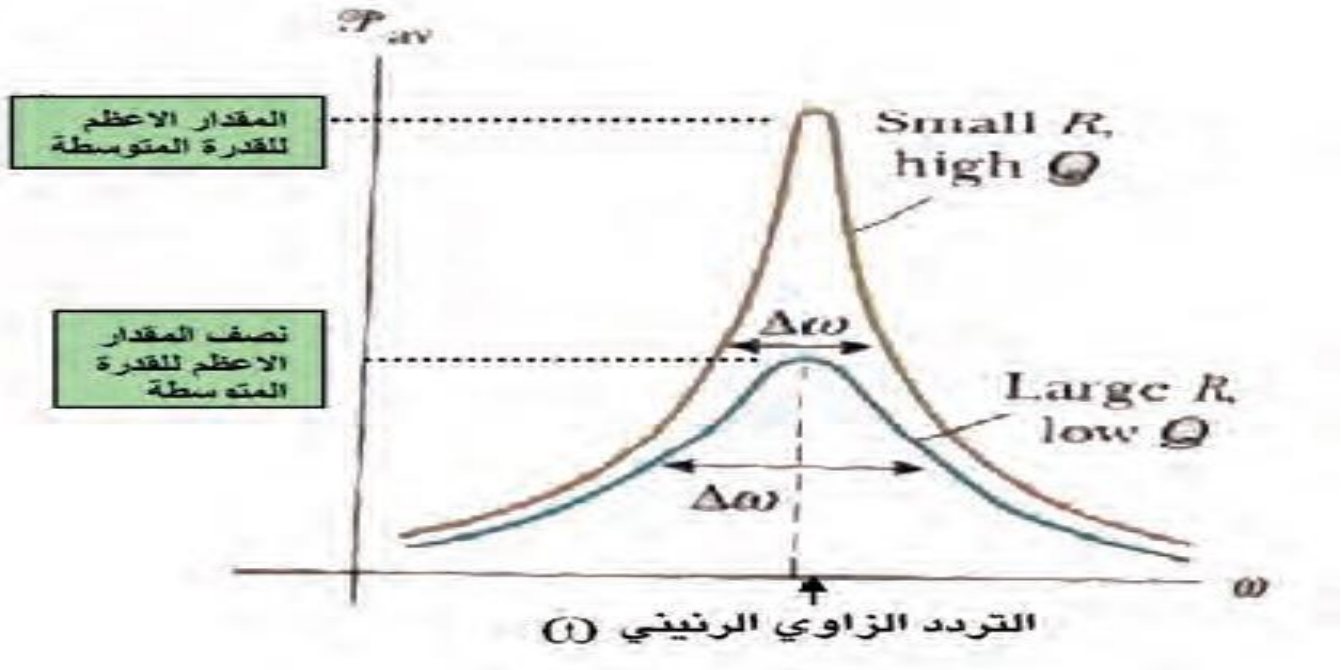
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

عامل النوعية

الشكل يوضح العلاقة البيانية بين القدرة المتوسطة و التردد الزاوي لمقدارين مختلفين للمقاومة .

نطاق التردد الزاوي : الفرق بين التردد الزاوي عند منتصف المقدار الأعظم للقدرة المتوسطة حسب العلاقة :

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 \qquad \Delta\omega = \frac{R}{L}$$



كذلك يعرف على انه النسبة بين المقاومة و معامل الحث الذاتي .

حيث : $\Delta\omega$ نطاق التردد الزاوي وحدته rad/s

س/علام يعتمد نطاق التردد الزاوي ؟

ج/يعتمد ١) مقاومة الدائرة تناسب طردي .　　٢) معامل الحث الذاتي تناسب عكسي .

س/ماذا يحصل عندما تهبط القدرة المتوسطة الى نصف مقدارها الأعظم في الدوائر الرنينية متوالية الربط ؟

ج/نحصل على قيمتين للتردد الزاوي على جانبي التردد الرنيني هما ω_2, ω_1 و ان الفرق بينهما يمثل نطاق التردد الزاوي .

س/متى تتحقق حالة الرنين في دوائر التيار المتناوب المتوالية الربط (R – L – C) ؟

ج/عندما يكون التردد الزاوي للدائرة مساويا للتردد الرنيني $(\omega_2 = \omega_1)$ و عندها تكون القدرة المتوسطة (P_{av}) في مقدارها الأعظم .

س/دور ثاني/٢٠١٣/علام يعتمد عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R – L – C) .

ج/يعتمد على مقدار : ١)المقاومة R . ٢)معامل الحث الذاتي L ٣)سعة المتسعة C. حسب العلاقة

$$Qf = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{R}}$$

س/دور ثالث/٢٠١٤/علل/يزداد عامل النوعية في الدائرة الرنينية المتوالية الربط كلما كانت مقاومة هذه الدائرة صغيرة المقدار .

ج/ لأنه عندما تكون المقاومة صغيرة المقدار تجعل منحنى القدرة المتوسطة حادا فيكون عرض نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$ صغيرا فيزداد عامل النوعية لهذه الدائرة .

س/متى تكون القدرتين الحقيقية و الظاهرية متساويتين بالمقدار ؟ و كيف يتحقق ذلك ؟

ج/عندما يكون عامل القدرة يساوي واحد ويتحقق في دوائر التيار المتناوب المتوالية الربط (R – L – C) في حالة رنين .

عامل النوعية (Q f) : هو النسبة بين التردد الزاوي الرنيني (ω_r) الى نطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$) و هو عدد مجرد من الوحدات

يحسب بالعلاقة :

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \qquad Qf = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

س/ما تأثير المقاومة الموجودة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط (R – L – C) في حالة رنين على عامل النوعية في تلك الدائرة .

ج/عندما تكون المقاومة :

☒ صغيرة المقدار : يصبح منحنى القدرة المتوسطة عاليا و حادا فيكون عرض نطاق التردد الزاوي (Δω)
(صغيرا و عندئذ يكون عامل النوعية (Qf) لهذه الدائرة عاليا .

☒ كبيرة المقدار : يصبح منحني القدرة واسعا و مقداره صغير فيكون عرض نطاق التردد الزاوي (Δω)
(كبيرا و عندئذ يكون عامل النوعية (Qf) لهذه الدائرة واطئ .

$$Qf = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

س/وزاري مكرر/ما المقصود بعامل النوعية ؟ و علام يعتمد ؟

ج/هو نسبة التردد الزاوي الرنيني (ω_r) الى نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$

حيث $\left(Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}\right)$.

يعتمد على : مقدار المقاومة (R) و على معامل الحث الذاتي (L) و على سعة المتسعة (C) وفق العلاقة :

مثال/٦/كتاب/دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف (500Ω) و محث صرف (2H) و متسعة ذات سعة صرف (0.5μF) و مذبذب كهربائي مقدار فرق الجهد بين طرفيه (100V) ثابتا و الدائرة في حالة رنين .احسب:

١)التردد الزاوي الرنيني . ٢)زادة الحث وزادة السعة و الزادة المحصلة . ٣)التيار المنساب في الدائرة

٤)الفولطية عبر كل من (المقاومة و المحث و المتسعة والزادة المحصلة) ٥)زاوية فرق الطور ،عامل القدرة .

$$1)\ \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{2 \times 0.5 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-6}}} = \frac{1}{10^{-3}} = 1000\ rad/s$$

$$2)\ X_L = \omega L = 1000 \times 2 = 2000\ \Omega = X_C \quad \text{رنين}$$

$$X = X_L - X_c = 2000 - 2000 = 0\ \Omega$$

$$Z = R = 500\ \Omega \quad \text{رنين}$$

$$3)\ I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{100}{500} = 0.2\ A = I_R = I_L = I_C \quad \text{توالي}$$

$$4)\ V_R = I.R = 0.2 \times 500 = 100V$$

$$V_L = I.X_L = 0.2 \times 2000 = 400V = V_C \quad \text{رنين}$$

$$V_X = V_L - V_C = 400 - 400 = 0\ V$$

$$tan\,\varphi = \frac{X}{R} = \frac{0}{500} = 0 \qquad \therefore \varphi = 0$$

س/دور ثاني/٢٠١٤/دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها ملف مقاومته (20 Ω) و متسعة سعتها (50 μF) و مصدر للفولطية المتناوبة مقدارها (100 V) بتردد $\left(\frac{100}{\pi}\ H_Z\right)$ ، كانت القدرة الحقيقية في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية ، احسب : ١)معامل الحث الذاتي للملف و تيار الدائرة . ٢)رادة الحث و رادة السعة. ٣)زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار . ٤) عامل النوعية للدائرة .

$$1)\ f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{100}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\times 50\times 10^{-6}}} \Rightarrow \left[100 = \frac{1}{2\sqrt{5L\times 10^{-5}}}\right]^2$$

$$10000 = \frac{1}{4\times 5L\times 10^{-5}} \Rightarrow L = \frac{1}{4\times 5\times 10^{-5}\times 10000} = \frac{1}{2} = 0.5\ H$$

$$2)\ X_L = 2\pi fL = 2\pi\times\frac{100}{\pi}\times 0.5 = 100\ \Omega = X_C \quad \text{رنين}$$

$$\varphi = 0\ ,\quad pf = 1 \quad \text{رنين}$$

س/دور اول/٢٠١٥/دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف سعتها $\left(\frac{100}{\pi}\ \mu F\right)$ و محث صرف معامل حثه الذاتي $\left(\frac{10}{\pi}\ mH\right)$ احسب :١)التردد الطبيعي للدائرة . ٢التردد الزاوي للدائرة .

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{10}{\pi}\times 10^{-3}\times\frac{100}{\pi}\times 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1000}{\pi^2}\times 10^{-9}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{10^{-6}}{\pi^2}}}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\times\frac{10^{-3}}{\pi}} = \frac{1}{2\times 10^{-3}} = \frac{1000}{2} = 500\ H_Z$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi\times 500 = 1000\pi\frac{rad}{s}$$

س/دور اول/٢٠١٦/دائرة تيار متناوب متوالية الربط فيها ملف مقاومته (500 Ω) و متسعة سعتها (0.5 μF) و مصدر للفولطية المتناوبة مقدارها (100 V) بتردد زاوي (1000 rad/s) ، فكانت الممانعة الكلية للدائرة (500 Ω) ، جد مقدار : ١)كل من رادة الحث و رادة السعة . ٢)زاوية فرق الطور بين متجه الفولطية الكلية و متجه الطوري للتيار ٣)سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور $\left(\frac{\pi}{4}\right)$.

$$1)\ X_C = \frac{1}{\omega\ C} = \frac{1}{1000\times 0.5\times 10^{-6}} = \frac{1}{5\times 10^{-4}} = \frac{10000}{5} = 2000\ \Omega = X_L \quad \text{رنين}$$

$$\varphi = 0 \quad \text{رنين}$$

$$tan\,\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} \implies tan\,-\frac{\pi}{4} = \frac{2000 - X_C}{500} \implies -1 = \frac{2000 - X_C}{500}$$

$$2000 - X_C = -500 \implies X_C = 2500\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \implies C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{1000 \times 2500} = \frac{1}{2500000} = \frac{1}{25} \times 10^{-5}$$

$$c = 0.04 \times 10^{-5}\ F$$

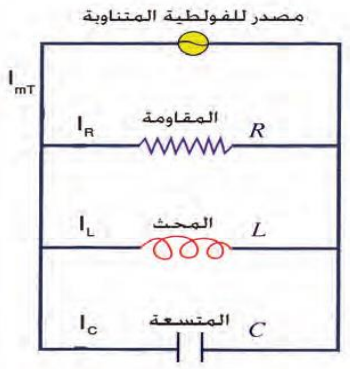
س/دور اول/٢٠١٧/دائرة تيار متناوب متوالية الربط ، الحمل فيها ملف مقاومته (5 Ω) و معامل حثه الذاتي (0.5 H) و متسعة متغيرة السعة و مصدر للفولطية المتناوبة مقدارها (50 V) بتردد زاوي (200 rad/s) كانت القدرة الحقيقية في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية احسب : ١)كل من رادة الحث ورادة السعة . ٢)سعة المتسعة و تيار الدائرة .

٣)زاوية فرق الطور بين متجه طور الفولطية الكلية و متجه طور التيار الكلي و ما مقدار عامل القدرة ؟

س/دور ثالث/٢٠١٥/دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف معامل حثه الذاتي $\left(\frac{1}{\pi}\ H\right)$ و مقاومته (5Ω) و متسعة مقدار سعتها $\left(\frac{1}{\pi}\ \mu F\right)$ فاذا وضعت على الدائرة فولطية متناوبة (10 V) اصبحت الدائرة في حالة رنين ، احسب مقدار : ١)التردد الرنيني . ٢)تيار الدائرة ٣)عامل القدرة ٤)القدرة الظاهرية ٥)ارسم المخطط الطوري للممانعة في الدائرة .

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف و محث صرف

(R – L – C)



تعلمنا من المراحل الدراسية السابقة :

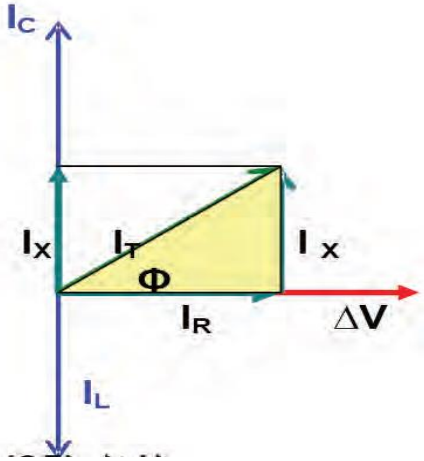
في ربط التوازي يكون فرق الجهد متساوي لجميع عناصر الدائرة فيكون :

$$V_T = V_R = V_L = V_C = V$$

فيكون فرق الجهد متجه واحد فقط وهو المتجه المرجعي .

اما التيار فيتفرع الى الفروع التي تحتوي كل عنصر من عناصر الدائرة

$$(I_R, I_L, I_C)$$



اما التيار الكلي (I_T) فيحسب بالعلاقات المثلثية بنفس الطريقة التي نحسب بها

(V_T) في حالة ربط التوالي

العلاقات التي تستخلص من الرسم

$$I_X = I_C - I_L$$

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \qquad I_T = \sqrt{I_R^2 + I_X^2}$$

$$pf = \cos\varphi = \frac{I_R}{I_T}$$

$$\tan\varphi = \frac{I_C - I_L}{I_R}$$

اما قوانين اوم و قوانين القدرة نفسها لا تتغير

اما مخطط الممانعة لدائرة التوازي فهو غير موجود في منهج السادس علمي

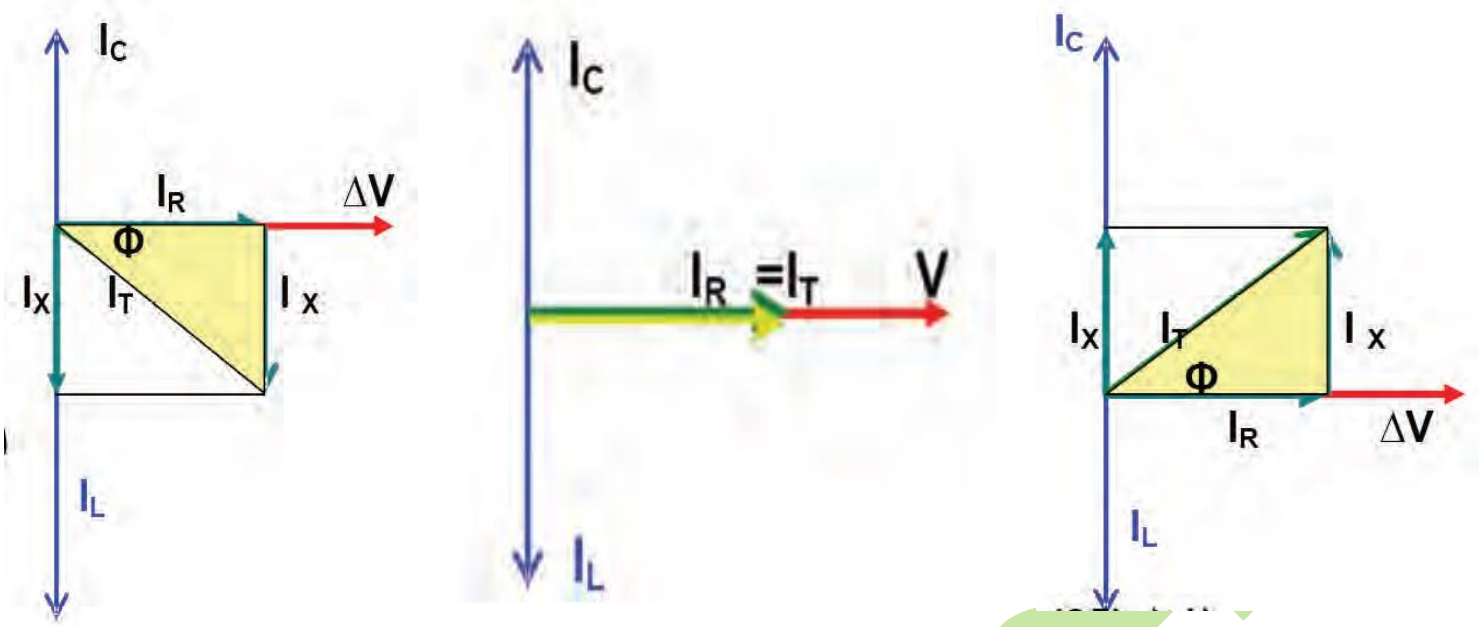
س/في ربط التوازي اثبت ان $pf = \cos\varphi = \frac{Z}{R}$.

$$pf = \cos\varphi = \frac{I_R}{I_T} \qquad I_R = \frac{V}{R} \qquad I_T = \frac{V}{Z}$$

$$\therefore pf = \cos\varphi = \frac{\frac{V}{R}}{\frac{V}{Z}} = \frac{V.Z}{V.R} = \frac{Z}{R}$$

خواص الدائرة

سعوية	مقاومة اومية	حثية
متجه طور التيار خلال المتسعة اكبر من متجه الطور للتيار خلال المحث	متجه طور التيار خلال المتسعة يساوي متجه الطور للتيار خلال المحث	متجه طور التيار خلال المتسعة اصغر من متجه الطور للتيار خلال المحث
$I_C > I_L$	$I_C = I_L$	$I_C < I_L$
زاوية فرق الطور موجبة	زاوية فرق الطور صفر	زاوية فرق الطور سالبة
$\varphi = +$	$\varphi = 0$	$\varphi = -$
متجه طور التيار الكلي يتقدم على متجه طور الفولطية بزاوية فرق طور	متجه طور التيار الكلي ينطبق على متجه طور الفولطية	متجه طور التيار الكلي يتأخر عن متجه طور الفولطية بزاوية فرق طور



مثال/٧/كتاب/دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف و محث صرف) ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (240V) و كان مقدار المقاومة (80Ω) و رادة الحث (20Ω) ورادة السعة (30Ω) احسب : ١)التيار في كل فرع من فروع الدائرة .

٢)التيار الرئيسي في الدائرة مع رسم المخطط الطوري للتيارات . ٣)الممانعة الكلية في الدائرة .

٤)زاوية فرق الطور بين المتجه الطوري للتيار الرئيسي و متجه الطور للفولطية في الدائرة ، وما هي خصائص الدائرة.

٥)عامل القدرة .

$$V_T = V_R = V_L = V_C = 240V$$

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{240}{80} = 3A \qquad I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{240}{20} = 12A \qquad I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{240}{30} = 8A$$

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} = \sqrt{3^2 + (8-12)^2} = \sqrt{9+16} = \sqrt{25} = 5A$$

$$Z = \frac{V}{I_T} = \frac{240}{5} = 48\,\Omega$$

$$tan\,\varphi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{8-12}{3} = -\frac{4}{3} \qquad \therefore \varphi = -53^\circ$$

للدائرة خصائص حثية لان زاوية فرق الطور تقع في الربع الرابع .

$$pf = \cos\varphi = \cos 53 = 0.6$$

$$P_r = I_R.V_R = 3 \times 240 = 720\ W \qquad P_a = I_T.V_T = 2 \times 240 = 1200\ V$$

س/دور اول/٢٠١٣/دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف مقدارها $\left[\frac{500}{\pi}\ \mu F\right]$ و محث صرف و مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (100 V) بتردد (50 H_Z) ، كانت القدرة الحقيقية في الدائرة (400 W) و عامل القدرة (0.8) و للدائرة خصائص سعوية . احسب مقدار /

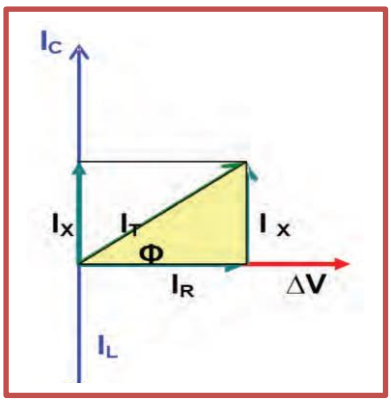
١)التيار في فرع المقاومة و التيار في فرع المتسعة . ٢)التيار الكلي .

٣)زاوية فرق الطور بين التيار الكلي و الفولطية الكلية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .

$$1)\ P_r = I_R V \Longrightarrow I_R = \frac{P_r}{V} = \frac{400}{100} = 4\ A$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{500}{\pi} \times 10^{-6}} = \frac{1}{50000 \times 10^{-6}} = \frac{1}{5 \times 10^{-2}} = \frac{100}{5} = 20\ \Omega$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{100}{20} = 5\ A$$



$$2)\ pf = \cos\varphi = \frac{I_R}{I_T} \Longrightarrow pf = \frac{I_R}{I_T} \Longrightarrow I_T = \frac{I_R}{pf} = \frac{4}{0.8} = \frac{40}{8} = 5\ A$$

$$pf = \cos\varphi = 0.8 \Longrightarrow \varphi = 37^{\circ}$$

س/دور ثاني/٢٠١٣/مقاومة (60 Ω) ربطت على التوازي مع متسعة ذات سعة خالصة و ربطت هذه المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد (100 H_Z) فأصبحت الممانعة الكلية للدائرة (48 Ω) والقدرة الحقيقية (960 W) فما مقدار ؟ ١)سعة المتسعة . ٢)عامل القدرة . ٣)القدرة الظاهرية . ٤)ارسم المخطط الطوري للممانعة

$$1)\ P_r = I_R^2\ R \Longrightarrow I_R^2 = \frac{P_r}{R} = \frac{960}{48} = 16 \Longrightarrow I_R = 4\ A$$

$$V = I_R\ R = 4 \times 60 = 240\ V \quad , \quad I_T = \frac{V}{Z} = \frac{240}{48} = 5\ A$$

$$I_T^2 = I_R^2 + I_C^2 \implies 5^2 = 4^2 + I_C^2 \implies 25 = 16 + I_C^2 \implies I_C^2 = 25 - 16 = 9 \implies I_C^2 = 3\ A$$

$$X_C = \frac{V}{I_C} = \frac{240}{3} = 80\ \Omega \quad , X_C = \frac{1}{2\pi f C} \implies C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times 100 \times 80}$$

$$c = \frac{1}{16\pi} \times 10^{-3}\ F$$

$$2)\ pf = \frac{I_R}{I_T} = \frac{4}{5} = 0.8 \qquad 3)\ P_a = I_T\ V = 5 \times 240 = 1200\ VA$$

س/دور اول/٢٠١٤/دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف) و مصدر للفولطية المتناوبة و كان مقدار رادة الحث (40 Ω) و مقدار رادة السعة (32 Ω) و القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة (1920 W) و مقاومة الدائرة (12 Ω) احسب مقدار : ١)فولطية المصدر ٢)تيار الدائرة . ٣)ممانعة الدائرة . ٤)التيار المنساب في كل من فرع المتسعة و في فرع المحث . ٥)ارسم مخطط المتجهات الطورية

$$1)\ P_r = I_R^2\ R \implies I_R^2 = \frac{P_r}{R} = \frac{1920}{120} = 16 \implies I_R = 4\ A$$

$$V = I_R\ R = 4 \times 120 = 480\ V$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{480}{32} = 15\ A \quad , \quad I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{480}{40} = 12\ A$$

$$I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = 4^2 + (15 - 12)^2 = 16 + 9 = 25 \implies I_T = 5\ A$$

$$Z = \frac{V}{I_T} = \frac{480}{5} = 96\ \Omega$$

س/دور ثالث/٢٠١٦/دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي على مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف مقدارها $\left(\frac{7}{22}\ mF\right)$ و محث صرف و مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (60 V) بتردد (50 H_Z)،كانت القدرة الحقيقية في الدائرة (180 W) و عامل القدرة (0.6) و للدائرة خصائص سعوية احسب مقدار :

١)التيار في فرع المقاومة و التيار في فرع المتسعة . ٢)التيار الكلي .

٣)زاوية فرق الطور بين التيار الكلي و الفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .

س/دور اول/٢٠١٧/دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف مقدارها (50 Ω) و محث صرف معامل حثه الذاتي $\left(\frac{1}{5\pi}\ H\right)$ و متسعة ذات سعة صرف و مصدر للفولطية المتناوبة بتردد (100 H_Z) فكانت القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة (3200 W) و عامل القدرة (0.8) و للدائرة خصائص سعوية ، احسب مقدار :

١)فولطية المصدر . ٢)التيار الرئيسي في الدائرة و التيار المنساب في فرع المحث و التيار المنساب في فرع المتسعة ،٣)قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للتيار الرئيسي و متجه الطور للفولطية مع رسم المخطط الطوري للتيارات

خلاصة :

١) في ربط التوالي يوجد مخططان احدهما للفولطية و الآخر للممانعة اما التيار فيكون ثابت و متساوي .

٢) في ربط التوازي يوجد مخطط للتيار فقط و لا يوجد مخطط للممانعة اما الفولطية فتكون متساوية و ثابته .

٣) في ربط التوالي تحسب الممانعة اما من مبرهنة فيثاغورس $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ او من قانون اوم $Z = \frac{V_T}{I}$ او من قانون عامل القدرة $pf = \cos\varphi = \frac{R}{Z}$ او من القدرة الظاهرية $P_{app} = I^2 Z$.

٤) اما في ربط التوازي فتحسب الممانعة حسب قانون اوم $Z = \frac{V}{I_T}$ او من عامل القدرة $pf = \cos\varphi = \frac{Z}{R}$ او من القدرة الظاهرية $P_{app} = I_T^2 . Z$.

٥) كل من رادة الحث و رادة السعة تحسب بنفس قوانينها و لا يعتمد ذلك على نوع الربط (توالي او توازي) و القوانين هي :

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

٦) اذا وردت كلمة ملف في السؤال تعني مقاومة و محث على التوالي
اما اذا وردت كلمة محث تعني محث فقط .

٧) ان اكبر قيمة لعامل القدرة هي الواحد الصحيح و تكون في حالة دائرة تحتوي على مقاومة صرف او دائرة (R – L – C) في حالة رنين .

قوانين الفصل

١) دائرة تيار متناوب تحتوي على عنصر واحد

	مقاومة صرف	متسعة ذات سعة صرف	محث صرف
فرق الجهد	$V_R = V_m \sin(\omega t)$	$V_c = V_m \sin(\omega t)$	$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$
التيار	$I_R = I_m \sin(\omega t)$	$I_c = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$	$I_L = I_m \sin(\omega t)$
قانون اوم	$R = \frac{V_R}{I_R}$	$X_c = \frac{V_c}{I_c}$	$X_L = \frac{V_L}{I_L}$
الرادة		$X_C = \frac{1}{\omega C}$ $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$	$X_L = \omega L$ $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

٢) دائرة تيار متناوب تحتوي على عنصرين او اكثر

a) القوانين التي تستخرج من الرسم :

	توالي		توازي
	$I_T = I_R = I_L = I_c = I$		$V_T = V_R = V_L = V_c = V$
	مخطط الممانعة	مخطط الفولطية	مخطط التيار
	$Z^2 = R^2 + X^2$ $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$	$V_T^2 = V_R^2 + V_X^2$ $V_T^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$	$I_T^2 = I_R^2 + I_X^2$ $I_T^2 = I_R^2 + (I_c - I_L)^2$
	$\tan\varphi = \frac{X}{R}$ $\tan\varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$	$\tan\varphi = \frac{V_X}{V_R}$ $\tan\varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$	$\tan\varphi = \frac{I_C - I_L}{I_R}$
	$pf = \cos\theta = \frac{R}{Z}$	$pf = \cos\theta = \frac{V_R}{V_T}$	$pf = \cos\varphi = \frac{I_R}{I_T}$ $pf = \cos\theta = \frac{Z}{R}$
	$X = X_L - X_c$	$V_X = V_L - V_C$	$I_X = I_C - I_L$

b) القوانين التي تحفظ (تعمل في ربط التوالي و التوازي) :

توازي

$$I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2$$

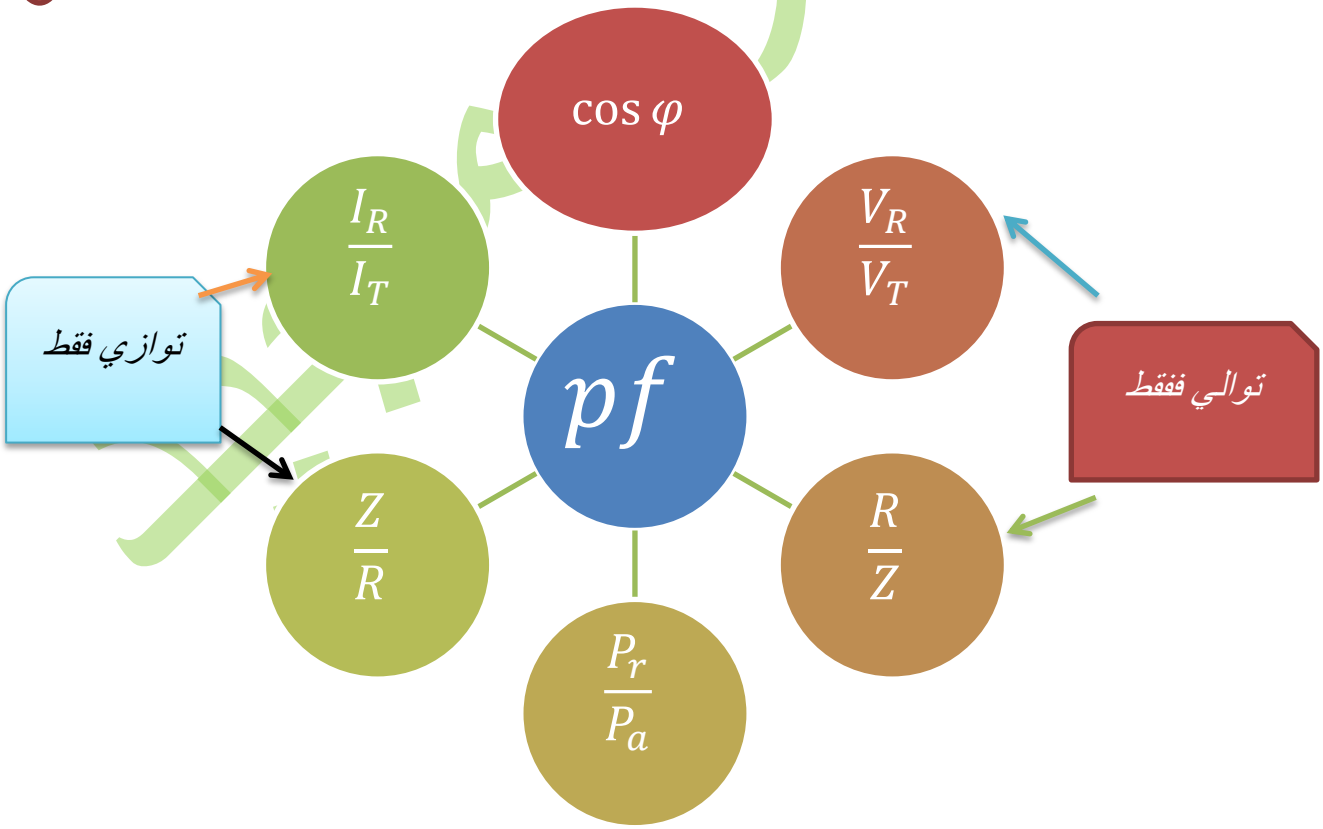
توالي

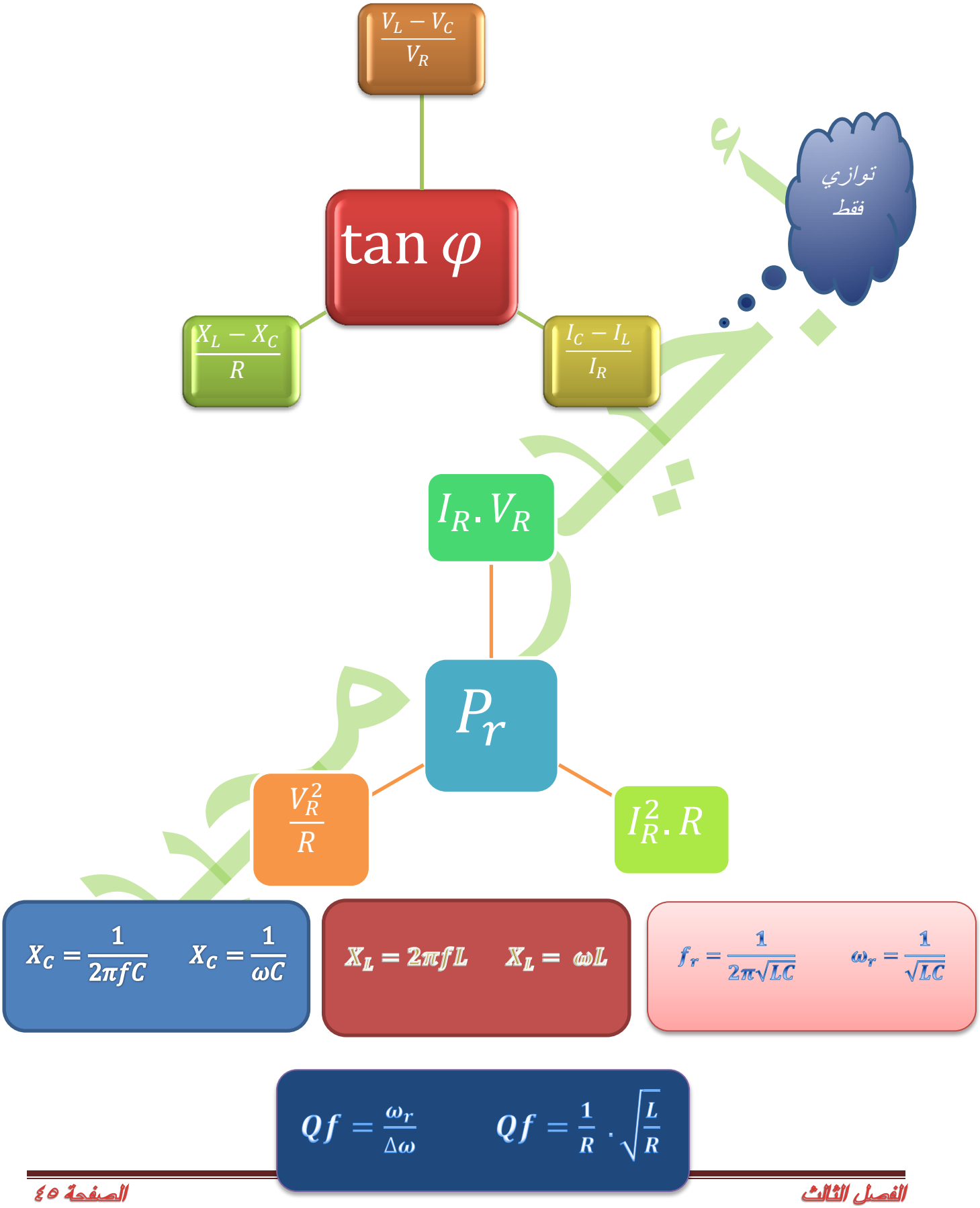
$$V_T^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

$Z = \frac{V_T}{I_T}$ $R = \frac{V_R}{I_R}$ $X_L = \frac{V_L}{I_L}$ $X_C = \frac{V_C}{I_C}$

توالي

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$




$\frac{V_L - V_C}{V_R}$
$\tan\varphi$
$\frac{X_L - X_C}{R}$
$\frac{I_C - I_L}{I_R}$
توازي
فقط
$I_R . V_R$
P_r
$\frac{V_R^2}{R}$
$I_R^2 . R$
$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ $X_C = \frac{1}{\omega C}$
$X_L = 2\pi fL$ $X_L = \omega L$
$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$ $Qf = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{R}}$

حل اسئلة و مسائل الفصل

س١ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :

١ . دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها يتألف من مقاومة صرف (R) يكون فيها مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات :

a) يساوي صفرا و متوسط التيار يساوي صفرا .

b) يساوي صفرا و متوسط التيار نصف المقدار الأعظم للتيار .

c) نصف المقدار الاعظم للقدرة و متوسط التيار يساوي صفرا .

d) نصف المقدار الاعظم للقدرة و متوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .

٢ . دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف و متسعة ذات سعة صرف و مقاومة صرف (L-C-R) لا يمكن ان يكون فيها :

a) التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المحث بفرق طور $(\varphi = \pi)$.

b) التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المقاومة بفرق طور $\left(\varphi = \frac{\pi}{2}\right)$.

c) التيار خلال المحث و التيار خلال المقاومة يكونان بالطور نفه $(\varphi = 0)$.

d) التيار خلال المحث يتأخر عن التيار خلال المقاومة و بفرق طور $\left(\varphi = \frac{\pi}{2}\right)$.

٣ . في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي عند اللحظة التي يكون فيها مقدار التيار صفرا تكون الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة فيها :

a) صفرا . b) بأعظم مقدار . C) نصف المقدار الاعظم . d) تساوي 0.707 من مقدارها الاعظم .

٤ . دائرة تيار متناوب تحتوي على مذبذب كهربائي فرق جهده ثابت المقدار ، ربطت بين طرفيه متسعة صرف سعتها ثابتة المقدار ، عند ازدياد تردد فولطية المذبذب :

a) يزداد مقدار التيار في الدائرة . b) يقل مقدار التيار في الدائرة .

c) ينقطع التيار في الدائرة . d) اي من العبارات السابقة يعتمد على مقدار سعة المتسعة ؟

٥ . دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على محث صرف و متسعة ذات سعة صرف و مقاومة صرف (L-C-R) فإن جميع القدرة في هذه الدائرة :

a) تتبدد خلال المقاومة . b) تتبدد خلال المتسعة .

C) تتبدد خلال المحث . d) تتبدد خلال الثلاث في الدائرة .

٦. دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث صرف و متسعة ذات سعة صرف و مقاومة صرف (L-C-R) ، ومذبذب كهربائي عندما يكون تردد المذبذب اصغر من التردد الرنيني لهذه الدائرة ، فإنها تمتلك :

a) خواصا حثية كون $(X_L > X_C)$. b) خواصا سعوية كون $(X_C < X_L)$

C) خواصا اومية بسبب كون $(X_C = X_L)$ d) خواصا سعوية كون $(X_C > X_L)$

٧. دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث صرف و مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف ، و تيار هذه الدائرة بأكبر مقدار فإن عامل القدرة فيها :

a) اكبر من الواحد الصحيح . b) قل من الواحد الصحيح .

C) يساوي صفرا . d) يساوي الواحد الصحيح .

٨. دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف غير مهمل المقاومة (L-R) ، لجعل عامل القدرة في هذه الدائرة يساوي الواحد الصحيح تربط في الدائرة متسعة على :

a) التوالي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث (X_L) اصغر من رادة السعة (X_C).

b) التوازي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث (X_L) تساوي رادة السعة (X_C) .

c) التوالي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث (X_L) اكبر من رادة السعة (X_C).

d) التوالي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث (X_L) تساوي رادة السعة (X_C) .

٩. دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف و متعسة ذات سعة صرف و مقاومة صرف (L-C-R) ، تكون لهذه الدائرة خواص حثية اذا كانت :

a) رادة الحث X_L اكبر من رادة السعة . b) رادة السعة X_C اكبر من رادة الحث X_L

C) رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C d) رادة السعة اصغر من المقاومة .

١٠. مصدران للتيار المتناوب يجهز كل منهما فولطية كدالة جيبيه ، فرق جهدهما متساوٍ في قيمته العظمى و لكنهما يمتلكان ترددا زاويا مختلفا و كان التردد الزاوي للأول (ω_1) اكبر من التردد الزاوي للثاني (ω_2) ، فإن :

a) المقدار المؤثر لفرق جهد الاول اكبر من المقدار المؤثر لفرق جهد الثاني .

b) المقدار المؤثر لفرق جهد الاول اصغر من المقدار المؤثر لفرق جهد الثاني ،

c) المقدار الآني لفرق جهد الاول اصغر من المقدار الآني لفرق جهد الثاني .

d) المقدار الآني لفرق جهد الاول اكبر من المقدار الآني لفرق جهد الثاني .

س٢ اثبت ان كل من رادة الحث و رادة السعة تقاس بالأوم . (الجواب موجود في الملزمة)

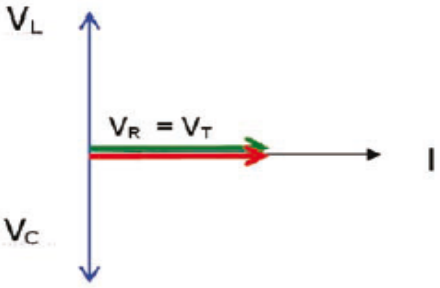
س٣ بين بواسطة رسم مخطط بياني كيف تتغير كل من رادة الحث مع تردد التيار ، و رادة السعة مع تغير تردد التيار . (الجواب موجود في الملزمة)

س٤ دائرة تيار متناوب تحتوي على مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R-L-C) ، مربوطة على التوالي مع بعضها و ربطت مجموعتها مع مصدر للفولطية المتناوبة . ما العلاقة بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار في الحالات الآتية : a) رادة الحث تساوي رادة السعة $(X_L = X_C)$.

b) رادة الحث اكبر من رادة السعة $(X_L > X_C)$　C) رادة الحث اصغر من رادة السعة $(X_L < X_C)$.

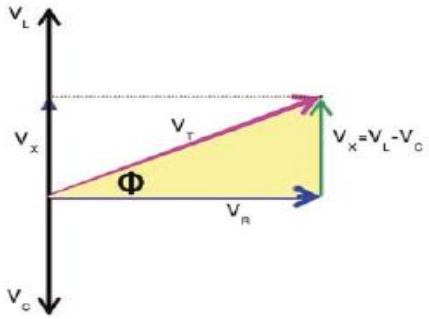
الجواب :

a) رادة الحث تساوي رادة السعة $(X_L = X_C)$ فإن :
متجه الطور للفولطية و متجه الطور للتيار يكونان بطور واحد .
اي ان : $(\varphi = 0)$ و للدائرة خصائص مقاومة صرف و هي حالة الرنين الكهربائي



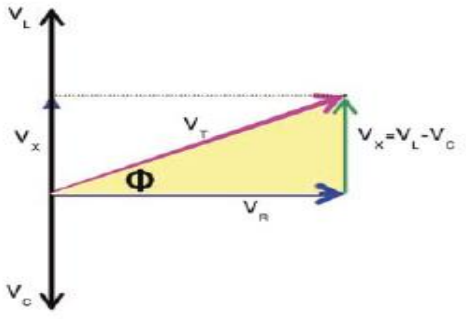
مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

b) رادة الحث اكبر من رادة السعة $(X_L > X_C)$. فإن :
متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتقدم على متجه الطور للتيار .
بزاوية فرق طور موجبة $\left(\frac{\pi}{2} > \varphi > 0\right)$.
و تكون للدائرة خصائص حثية ،



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

c) رادة الحث اصغر من رادة السعة $(X_L < X_C)$ فإن :
متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور سالبة $\left(-\frac{\pi}{2} < \varphi < 0\right)$
و تكون للدائرة خصائص سعوية .



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

س٥ دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R-L-C) ، على التوالي مع بعضها و ربطت مجموعتهما مع مصدر للفولطية المتناوبة .
وضح كيف يتغير مقدار كل من المقاومة و رادة الحث و رادة السعة ، اذا تضاعف التردد الزاوي للمصدر .

ج/ ١)مقدار R: ثابت لا يتغير مع تغير التردد الزاوي (ω) .

٢)مقدار رادة الحث X_L: يتضاعف بمضاعفة التردد الى (2ω) لأن : $X_L = \omega L \implies X_L \propto L$

$$\frac{X_{L2}}{X_{L1}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \qquad \frac{X_{L2}}{X_{L1}} = \frac{2\omega_1}{\omega_1} \qquad \frac{X_{L2}}{X_{L1}} = 2 \qquad X_{L2} = 2X_{L1}$$

٣) رادة السعة X_C: تقل الى نصف ما كانت عليه بمضاعفة التردد الى (2ω) لأن : $X_C = \frac{1}{2\pi f C} \qquad X_C \propto \frac{1}{C}$

$$\frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \qquad \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{2\omega_1} \qquad \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{1}{2} \qquad X_{C2} = \frac{1}{2}X_{C1}$$

س٦ علام يعتمد مقدار كل مما يأتي :

١ . الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R-L-C) .

ج/يعتمد على : a) مقدار المقاومة R .　　b) مقدار معامل الحث الذاتي L .

C) مقدار سعة المتسعة C .　　d) مقدار تردد الفولطية f .

حسب العلاقة : $Z = \sqrt{R^2 + \left[2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right]^2}$

٢ . عامل القدرة لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R-L-C) .

ج/يعتمد على النسبة بين القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} حسب العلاقة $\left(pf = \frac{P_r}{P_a}\right)$.

او يعتمد على قياس زاوية فرق الطور بين (I , V_T) حسب العلاقة $(pf = \cos\varphi)$.

او يعتمد على كل من الممانعة Z و المقاومة R حسب العلاقة $\left(pf = \frac{R}{Z}\right)$.

٣ . عامل النوعية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R-L-C) .

ج/يعتمد على النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني (ω_r) و نطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$)

حسب العلاقة : $\left(Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}\right)$.

او يعتمد على (R,L,C) حسب العلاقة $\left(Qf = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}\right)$.

س٧ ما الذي تمثله الاجزاء الموجبة و السالبة في منحني القدرة الآنية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط :

١)محث صرف . ٢)متسعة ذات سعة صرف .

الجواب موجود داخل الملزمة ...١)ص ٢)ص٢٠

س٨

a. لماذا يفضل استعمال محث صرف في التحكم بتيار التفريغ في مصباح الفلورسنت و لا تستعمل مقاومة صرف؟

ج/لان المحث الصرف لا يبدد قدرة و المقاومة تبدد قدرة .

b. ما مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية التي تحتوي على(مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف) و مذبذب كهربائي ؟ الجواب في الملزمة ص٣٢

c. ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) اذا كان الحمل فيها يتألف من :

١)مقاومة صرف . ٢)محث صرف . ٣) متسعة ذات سعة صرف .

١) مقاومة صرف : $(pf = 1)$ لان زاوية فرق الطور بين متجه الفولطية و التيار $(\Phi=0)$ و حسب العلاقة : $(pf = \cos\varphi = \cos 0 = 1)$

٢) محث صرف : $(pf = 0)$ لان زاوية فرق الطور بين الفولطية و التيار $(\Phi=90)$ و حسب العلاقة : $(pf = \cos\varphi = \cos 0 = 1)$

٣) متسعة ذات سعة صرف : $(pf = 0)$ لان زاوية فرق الطور بين الفولطية و التيار $(\Phi=90)$ و حسب العلاقة : $(pf = \cos\varphi = \cos 0 = 1)$

س٩ ما المقصود بكل مما يأتي : الجواب في الملزمة ....١)ص٢٥ ٢)ص٣٥ ٣) ص٨ ٤) ص٢٩

١)عامل القدرة . ٢)عامل النوعية ٣) المقدار المؤثر للتيار متناوب ٤)دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي

س١٠ دائرة تيار متناوب تحتوي على مقاومة و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R-L-C) على التوالي مع بعضها ربطت مجموعتها مع مصدر للفولطية المتناوبة و كانت هذه الدائرة في حالة رنين ، وضح ما خصائص الدائرة ؟ و ما علاقة الطور بين متجه الطور للفولطية و متجه الطور للتيار اذا كان تردده الزاوي :

١)اكبر من التردد الزاوي الرنيني . ٢)اصغر من التردد الزاوي الرنيني . ٣)يساوي التردد الزاوي الرنيني .

١ . عندما $(\omega > \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص حثية . زاوية فرق الطور (Φ) موجبة و تقع في الربع الأول، متجه طور الفولطية الكلية (V_T) يتقدم على متجه طور التيار الكلي بزاوية فرق طور (Φ) و هذا يجعل $(V_L>V_C)$.

٢ . عندما $(\omega < \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص سعوية و زاوية فرق الطور (Φ) سالبة و تقع في الربع الرابع و متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار الكلي بزاوية فرق الطور (Φ) و هذا يجعل $(V_L<V_C)$.

٣ . عندما $(\omega = \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص مقاومة اومية صرف و زاوية فرق الطور (Φ) تساوي صفر $(\Phi=0)$ و هذا يجعل $(V_L=V_C)$ و تسمى مثل هذه الدائرة بالدائرة الرنينية .

س١١ ربط مصباح كهربائي على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف و مصدر للتيار المتناوب عند اي من الترددات العالية ام الواطئة يكون المصباح اكثر توهجا ؟ وعند اي الترددات يكون اقل توهجا ؟ بثبوت مقدار الفولطية . وضح ذلك .

ج/عند الترددات الزاوية العالية تكون X_C واطئة حسب العلاقة $\left(X_C = \frac{1}{\omega C}\right)$ فيزداد التيار حسب العلاقة $\left(I_C = \frac{V_C}{X_C}\right)$ فيزداد توهج المصباح .

عند الترددات الزاوية الواطئة تكون X_C عالية حسب العلاقة $\left(X_C = \frac{1}{\omega C}\right)$ فيقل التيار حسب العلاقة $\left(I_C = \frac{V_C}{X_C}\right)$ فيقل توهج المصباح .

س١٢ ربط مصباح كهربائي على التوالي مع محث صرف و مصدر للتيار المتناوب ، عند اي من الترددات الزاوية العالية ام الواطئة يكون المصباح اكثر توهجا ؟ و عند اي منها يكون اقل توهجا ؟ وضح ذلك .

ج/عند الترددات الزاوية العالية تزداد X_L حسب العلاقة $(X_L = \omega L)$ فيقل التيار في الدائرة حسب العلاقة $\left(I_L = \frac{V_L}{X_L}\right)$ فيكون المصباح اقل توهجا .

اما عند الترددات الزاوية الواطئة تقل X_L حسب العلاقة $(X_L = \omega L)$ فيزداد التيار في الدائرة $\left(I_L = \frac{V_L}{X_L}\right)$ فيكون المصباح اكثر توهجا .

مسائل الفصل

س١ مصدر للفولطية المتناوبة ، ربطت بين طرفيه مقاومة صرف مقدارها (250 Ω) . فرق الجهد بين طرفيه يعطى بالعلاقة الآتية : $V_R = 500\ sin(200\pi t)$. ١)اكتب العلاقة التي يعطى بها التيار في هذه الدائرة

٢) احسب المقدار المؤثر للفولطية و المقدار المؤثر للتيار . ٣)احسب تردد الدائرة و التردد الزاوي للدائرة .

س٢ دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف سعتها $\left(\frac{50}{\pi}\ \mu F\right)$ و محث صرف معامل حثه الذاتي $\left(\frac{5}{\pi}\ mH\right)$ احسب : ١)التردد الطبيعي لهذه الدائرة . ٢)التردد الزاوي لهذه الدائرة .

س٣ مذبذب كهربائي مقدار فرق الجهد بين طرفيه ثابت (1.5 V) اذا تغير تردده من (1 H_Z) الى (1 MH_Z) احسب مقدار كل من ممانعة الدائرة و تيار الدائرة عندما يربط بين طرفي المذبذب :

١) مقاومة صرف فقط (R=30 Ω) .　٢)متسعة ذات سعة صرف فقط سعتها $\left(C = \frac{1}{\pi}\ \mu F\right)$.

٣)محث صرف فقط معامل حثه الذاتي $\left(L = \frac{50}{\pi}\ mH\right)$.

س٤ ربط ملف بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما (20 V) كان تيار الدائرة (5 A) . فإذا فصل الملف عن البطارية و ربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبيه (20 V) بتردد $\left(\frac{700}{22}\ H_Z\right)$ كان تيار هذه الدائرة (4 A) احسب مقدار : ١)معامل الحث الذاتي للملف .

٢)زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار مع رسم المخطط الطوري للممانعة

٣) عامل القدرة .　٤)كل من القدرة الحقيقية و القدرة الظاهرية .

س٥ مقاومة صرف مقدارها (150 Ω) ربطت على التوالي مع ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (0.2 H) و متسعة ذات سعة صرف ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة تردده $\left(\frac{500}{\pi}\ H_Z\right)$ و فرق الجهد بين طرفيه (300 V) احسب مقدار : ١) سعة المتسعة التي تجعل الممانعة الكلية في الدائرة (150 Ω) .

٢)عامل القدرة في الدائرة . و زاوية فرق الطور بين متجه الفولطية الكلية و التيار .

٣) ارسم المخطط الطوري للممانعة　٤)تيار الدائرة .　٥) كل من القدرة الحقيقية و القدرة الظاهرية .

س٦ دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف مقدارها (20 μF) و محث صرف و مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (100 V) بتردد $\left(\frac{100}{\pi}\ H_Z\right)$ ، كانت القدرة الحقيقية في الدائرة (80 W) و عامل القدرة (0.8) و للدائرة خصائص حثية . احسب مقدار :

١)التيار في فرع المقاومة و في فرع المتسعة .　٢)التيار الكلي .

٣)زاوية فرق الطور بين متجه التيار الكلي و متجه الفولطية مع رسم المخطط الطوري للتيارات .

٤) معامل الحث الذاتي للمحث .

س٧ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف مقاومته (10 Ω) و معامل حثه الذاتي (0.5 H) و مقاومة صرف مقدارها (20 Ω) و متسعة ذات سعة صرف و مصدر للفولطية المتناوبة تردده $\left(\frac{100}{\pi}\ H_Z\right)$ و فرق الجهد بين طرفيه (200 V) كان مقدار عامل القدرة في الدائرة (0.6) و للدائرة خصائص سعوية . احسب :

١) التيار في الدائرة . ٢) سعة المتسعة . ٣)ارسم مخطط الممانعة و احسب قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار .

س٨ مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي (400 rad/s) وفرق الجهد بين قطبيه (500 V) ربط بين طرفيه على التوالي (متسعة سعتها (10 μF) و ملف معامل حثه الذاتي (0.125 H) و مقاومته (150 Ω) ما مقدار :

١) الممانعة الكلية و تيار الدائرة . ٢)فرق الجهد عبر كل من المقاومة و المحث و المتسعة .

٢) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار ،ما هي خصائص الدائرة ؟

٣)عامل القدرة .

س٩ دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف) و مصدر للفولطية المتناوبة مقدار فرق الجهد بين طرفيه (480 V) بتردد ($100\ H_Z$) و كانت القدرة المستهلكة في الدائرة (1920 W) و مقدار رادة السعة (32 Ω) و مقدار رادة الحث (40 Ω) ما مقدار :

١) التيار في كل فرع من فروع الدائرة و التيار الرئيسي في الدائرة .

٢) ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .

٣)قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للتيار الرئيسي و متجه الطور للفولطية ، وما هي خصائص الدائرة . ٤)عامل القدرة في الدائرة . ٥) الممانعة الكلية في الدائرة .

س١٠ مقاومة (30 Ω) ربطت على التوازي مع متسعة ذي سعة خالصة و ربطت هذه المجموعة غبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد ($50\ H_Z$) فأصبحت الممانعة الكلية للدائرة (24 Ω) و القدرة الحقيقية (480 W) فما مقدار سعة المتسعة ؟ ارسم المخطط المتجهات الطورية للتيارات .

س١١ دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها ملف مقاومته (500 Ω) و متسعة متغيرة السعة . عندما كان مقدار سعتها (50 nF) و مصدر للفولطية المتناوبة مقدارها (400 V) بتردد زاوي (10^4 rad/s) ، كانت القدرة المستهلكة في هذه الدائرة تساوي القدرة المجهزة احسب : ١)معامل الحث الذاتي للملف ، و تيار الدائرة .

٢) كل من رادة الحث و رادة السعة

٣) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار و ما مقدار عامل القدرة .

٤)عامل النوعية للدائرة .

٥)سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور $\left(\frac{\pi}{4}\right)$.

فيزياء السادس تطبيقي

الفصل الرابع

الموجات الكهرومغناطيسية

أ

س/ما الفرق بين الموجات الكهرومغناطيسية و الموجات الميكانيكية .

ت	الموجات الكهرومغناطيسية	الموجات الميكانيكية
١	لا تحتاج الى وسط مادي لانتقالها	تحتاج الى وسط مادي لانتقالها
٢	مثل : موجات الضوء ، موجات المذياع ، موجات التلفاز .	مثل : موجات الصوت ، موجات الاوتار ، موجات سطح الماء .
٣	تتولد من شحنة كهربائية معجلة و تتألف من مجالين : كهربائي و مغناطيسي .	تتولد من اهتزاز جزيئات الوسط المادي نتيجة اضطراب يحصل في دقائق الوسط المادي الناقل لها .
٤	موجات مستعرضة فقط تنتقل في الفراغ بسرعة تساوي سرعة الضوء و تنتقل في الاوساط المادية ايضا .	تكون اما طولية او مستعرضة و تنتقل في جميع الاوساط المادية و لا تنتقل في الفراغ .

- الموجة المستعرضة تهتز جسيمات الوسط الناقل لها عمودي على خط انتشار الموجة (بالعرض) مثل : (الموجات المتولدة على سطح الماء ، الموجة المتولدة على العلم حين يرفرف و غيرها .....)
- الموجة الطولية تهتز جسيمات الوسط الناقل لها بموازاة خط انتشار الموجة مثل : (الموجة الصوتية ، اهتزاز نابض (سبرنك) وهو معلق بشكل شاقولي .

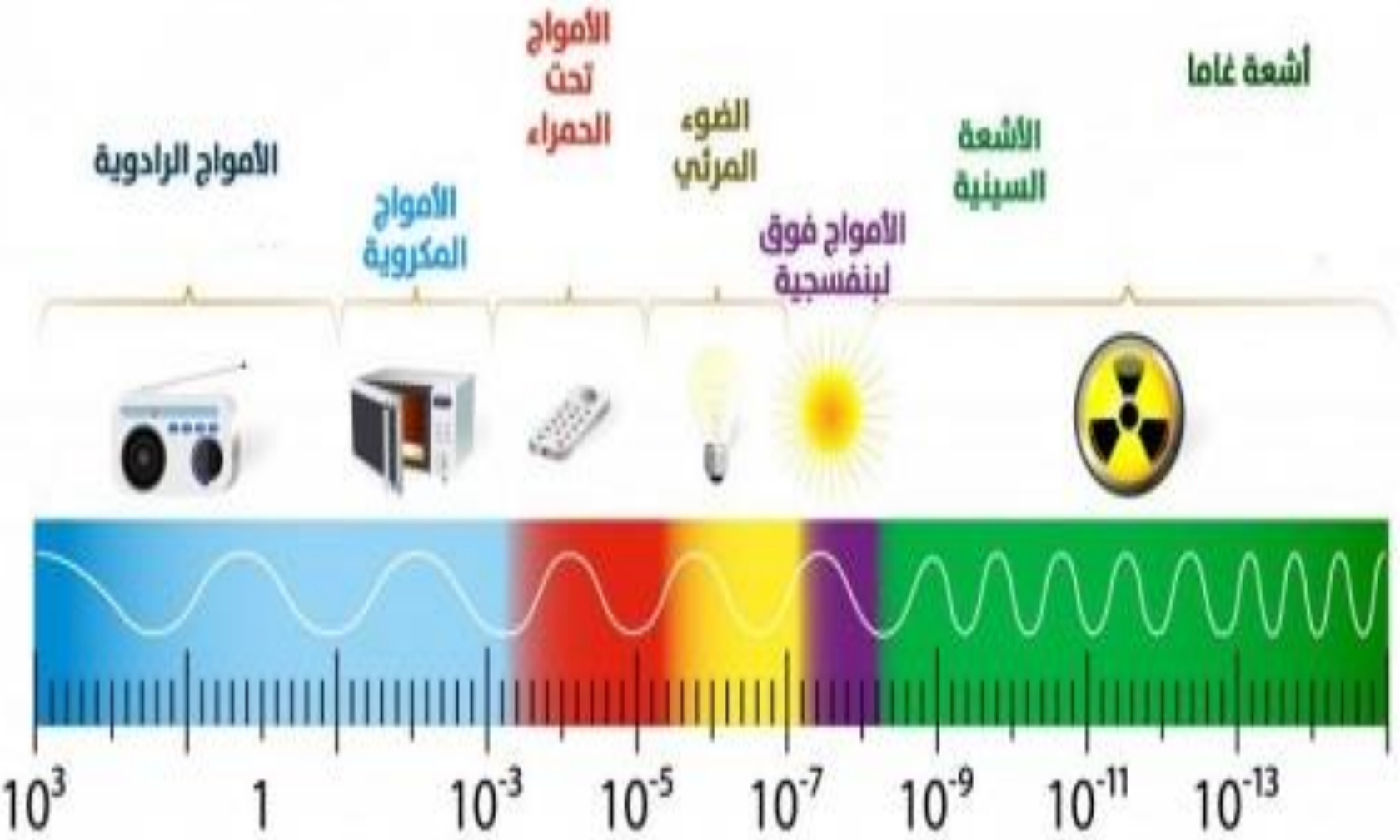
الطيف الكهرومغناطيسي : مجموعة من الموجات الكهرومغناطيسية تتألف من مدى واسع من الترددات المختلفة

- كل موجة لها تردد و طول موجي .
التردد (f) : عدد الاهتزازات في الثانية الواحدة ووحدته (Hz) هيرتز .
الطول الموجي (λ): المسافة بين نقطتن متماثلتين بين موجتين متتاليتين ووحدتها (m) متر .
- علاقة التردد بالطول الموجي علاقة عكسية
كلما زاد التردد ..... قل الطول الموجي و العكس صحيح ايضا .

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

- سرعة الضوء في الفراغ (C) : مقدار ثابت يساوي $C = 3 \times 10^8\ m/s$

الطيف الكهرومغناطيسي

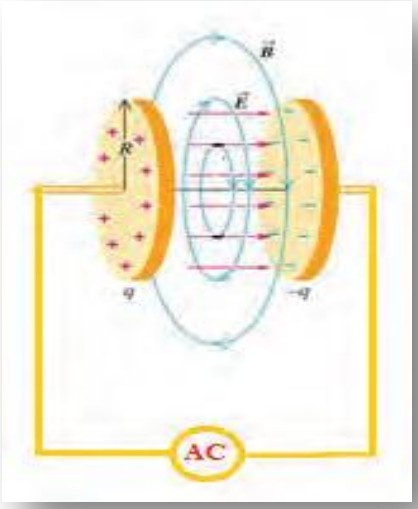


ماكسويل و النظرية الكهرومغناطيسية

س/دور أول/٢٠١٥/ما هي الحقائق التي تمكن العالم ماكسويل من التوصل اليها ؟

ج/

١. الشحنة الكهربائية الساكنة في الفضاء تولد حولها مجالا كهربائيا تتبع خطوطه من او الى موقع تلك الشحنة .
٢. لا يتوافر قطب مغناطيسي منفرد (لذا فان خطوط المجال المغناطيسي تكون مغلقة)
٣. المجال الكهربائي المتغير مع الزمن يولد حوله مجالا مغناطيسيا متغيرا مع الزمن و عموديا عليه و متفقا معه في الطور .

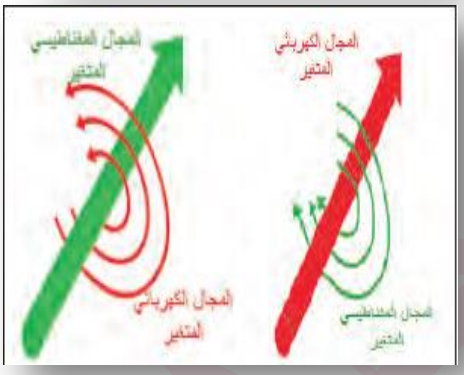


٤. المجال المغناطيسي المتغير مع الزمن يولد حوله مجالا كهربائيا متغيرا مع الزمن و عموديا عليه و متفقا معه في الطور .

س/كيف نحصل على مجال كهربائي متغير مع الزمن ؟

ج/ بواسطة متعسة مربوطة الى مصدر للتيار المتناوب

س/ما الذي استنتجه ماكسويل ؟



ج/استنتج ان المجالين الكهربائي و المغناطيسي المتغيرين مع الزمن و المتلازمين يمكن ان يتذبذبا بشكل موجه في الفضاء بشكل موجه كهرومغناطيسية .

س/ما اصل نشوء الموجه الكهرو مغناطيسية ؟

ج/الشحنات الكهربائية المتذبذبة ، اذ ينتج عن هذا التذبذب مجالين كهربائي و مغناطيسي متغيرين مع الزمن و متلازمين مع بعضهما و عموديين على خط انتشارهما .

س/ما سرعة الموجه الكهرو مغناطيسية في الفراغ ؟

ج/ $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$

س/ما الذي يولده كل من ؟

أ

ت	كل من	الذي يولده
١	الشحنة الكهربائية الساكنة	مجال كهربائي ثابت المقدار و الاتجاه (ساكن)
٢	الشحنة الكهربائية المتحركة بسرعة ثابته	مجال كهربائي و مجال مغناطيسيا ثابت المقدار و الاتجاه و يكون كل مجال عموديا على خط انتشار الموجة
٣	التيار الكهربائي المستمر المنساب في موصل	مجال مغناطيسي ثابت المقدار و الاتجاه ويكون بمستوى عمودي على اتجاه التيار
٤	الشحنة الكهربائية المتحركة بتعجيل (المتذبذبة)	مجالين كهربائي و مغناطيسي يتغيران مع الزمن و ينتشران بمستويين متعامدين على بعظهما و عموديا على خط انتشار الموجة
٥	المجال المغناطيسي المتغير مع الزمن	مجال كهربائي عمودي عليه و متفق معه في لطور
٦	المجال الكهربائي المتغير مع الزمن	مجال مغناطيسي عمودي عليه و متفق معه في الطور

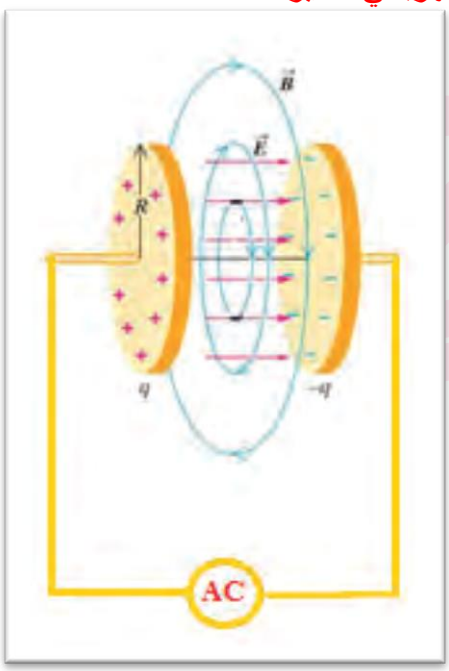
س/دور ثالث/٢٠١٤/هل كل الاسلاك الموصلة التي تحمل تيارا تشعه موجات كهرومغناطيسية ؟ وضح ذلك .

ج/كلا، فقط تلك التي تحمل تيارا مترددا هي التي تشع موجات كهرومغناطيسية لأن الشحنة في التيار المتناوب (المتردد) تتحرك بتعجيل تباطؤي تارة و تسارعي تارة اخرى .

س/لماذا تكون خطوط المجال الكهربائي غير مقفلة ؟ و خطوط المجال المغناطيسي مقفلة ؟

خطوط المجال الكهربائي	خطوط المجال المغناطيسي
لأنه يمكن الحصول على شحنة موجبة منفردة او شحنة سالبة منفردة	لأنه لا يوجد قطب مغناطيسي منفرد اي (لا يوجد قطب مغناطيسي شمالي فقط او جنوبي فقط)

س/ كيف يمكنك الحصول على مجال مغناطيسي متغير باستعمال متسعة مجالها الكهربائي متغير ؟



١. نربط صفيحتي المتسعة الى مصدر للتيار المتناوب (متغير) .
٢. فان المجال الكهربائي (**E**) سوف يكون متغيرا مع الزمن ايضا .
٣. المجال الكهربائي سوف يولد تيار يسمى تيار الازاحة (I_d) .
٤. و الذي بدوره سوف يولد مجالا مغناطيسيا متغيرا مع الزمن (**B**) .

س/دور أول/٢٠١٤/ ماذا يحصل عند ربط صفيحتي متسعة عبر مصدر للفولطية المتناوبة ؟

ج/سوف يتولد مجال كهربائي (**E**) متغير مع الزمن بين صفيحتيها و بدوره يولد تيارا كهربائيا يسمى تيار الازاحة و الذي يولد مجالا مغناطيسيا متغيرا مع الزمن و عموديا عليه .

أ

س/تمهيدي/٢٠١٤/ما هو تيار الازاحة ؟ وعلام يعتمد (I_d)؟

ج/تيار متولد من مجال كهربائي متغير مع الزمن $\frac{\Delta E}{\Delta t}$.

يتناسب طرديا مع المعدل الزمني المجال الكهربائي .

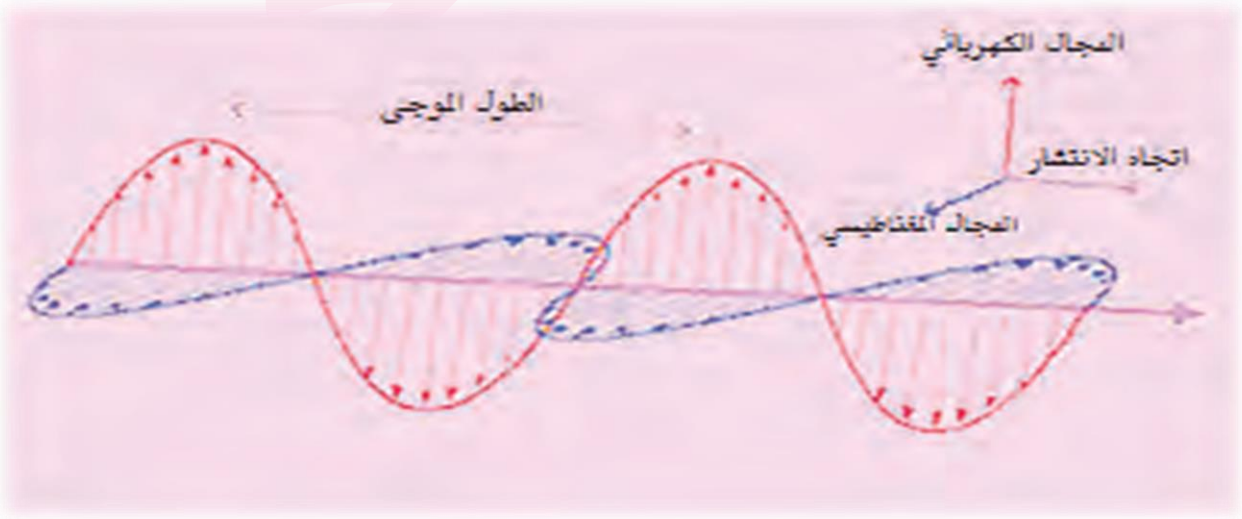
س/تمهيدي/٢٠١٤/ما الفرق بين التيار الاعتيادي (تيار التوصيل) و بين تيار الازاحة .

ت	تيار التوصيل	تيار الازاحة
١	المعدل الزمني لحركة الشحنة داخل موصل $I = \frac{q}{t}$	تيار ناتج من المجال االكهربائي المتغير مع الزمن و يتناس طرديا مع المعدل الزمني للتغير في المجال الكهربائي $I_d \propto \frac{\Delta E}{\Delta t}$
٢	ينتج من شحنة متحركة	ينتج من تغير مجال كهربائي (خالي من الشحنات)
٣	وحدته (A) امبير	وحدته (n/c . S)
٤	ينتقل خلال موصل فقط	يرافق الموجة الكهرومغناطيسية المنتشرة في الفضاء

س/دور ثاني/٢٠١٥/ ما خصائص الموجة الكهرومغناطيسية ؟

ج/

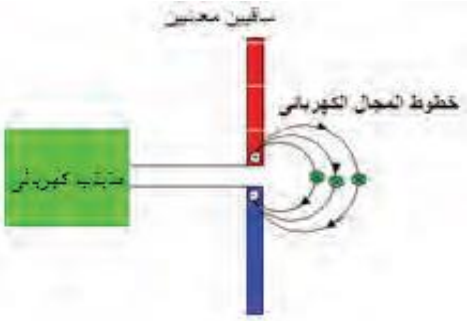
١. تنتشر في الفراغ بخطوط مستقيمة و تنعكس و تنكسر و تتداخل و تستقطب و تحيد عن مسارها .
٢. تتألف من مجالين كهربائي و مغناطيسي متلازمين و متغيرين مع الزمن و بمستويين متعامدين على بعضهما و عموديين على
خط انتشار الموجة و يتذبذبان بالطور نفسه .
٣. تنتشر في الفراغ بسرعة الضوء و عند انتقالها في الاوساط المادية تقل سرعتها تبعا لخصائص ذلك الوسط .
٤. تتوزع طاقة الموجة الكهرومغناطيسية بالتساوي بين المجالين الكهربائي و المغناطيسي عند انتشارها في الفراغ .



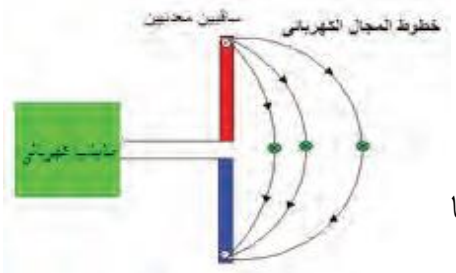
توليد الموجات الكهرو مغناطيسية

س/كيف تتولد الموجات الكهرومغناطيسية ؟

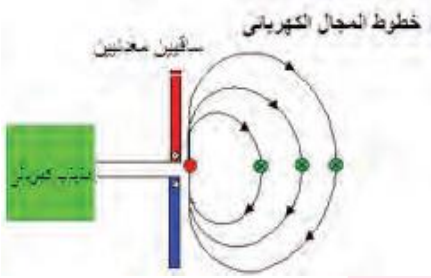
ج/يربط ساقان معدنيان (ثنائي قطب) الى مصدر للفولطية المتناوبة (مذبذب) و فيما يلي شرح كيفية توليد الموجات الكهرومغناطيسية :



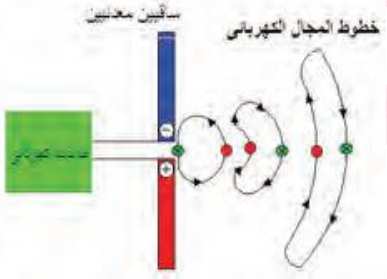
١. عند ربط قطبي المذبذب الى طرفي الساق المتقاربتين تبدأ الشحنات الموجبة بالحركة في الساق العلوي نحو الاعلى و الشحنات السالبة في الساق السفلي نحو الاسفل .
ويكون شكل خطوط القوة الكهربائية (المجال) حول الساقين متجها من الطرف الموجب الشحنة الى الطرف السالب الشحنة
اما خطوط القوة المغناطيسية فتكون بشكل دوائر بمستويات عمودي على خطوط المجال الكهربائي فتأخذ علامة الاتجاه (×) ذات اللون الاخضر التي تشير الى دخول الخطوط في مستوى الورقة .



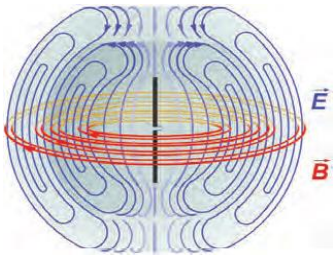
٢. في اللحظة التي تبلغ فيها القوة الدافعة الكهربائية (emf) المؤثرة مقدارها الاعظم تصل الشحنات الى طرفي الساقين البعيدتين عندها تصبح سرعة الشحنات صفر



٣. عندما تبدأ القوة الدافعة الكهربائية (emf) المؤثرة بالتناقص ينعكس اتجاه حركة الشحنات اذ تتحرك الشحنات الموجبة و السالبة باتجاه بعضها البعض و نتيجة لذلك تتقارب نهايتا خطوط المجالين (الكهربائي و المغناطيسي) لتكون حلقة مغلقة عند وصول الشحنة الموجبة مع الشحنة السالبة الى نقطتي بدء حركتهما نلاحظ الحلقات و انتشارها في الفضاء مبتعدتين



٤. عندما تبدأ (emf) المؤثرة بالتنامي من جديد بالاتجاه المعاكس لحظة انقلاب الشحنتين على طرفي ثنائي القطب الكهربائي فإن الشحنة السالبة تكون في الساق العلوي و الموجبة تكون في الساق السفلي تتحركان مباعدتين باتجاهين متعاكسين في هذه المرة يكون المجال الكهربائي باتجاه معاكس لاتجاهه السابق و كذلك المجال المغناطيسي (مؤشر بنقطة (٠)) .



وهكذا تتكون حلقات مقفلة لخطوط القوى الكهربائية و المغناطيسية في مستويات متعامدة تنتشر بعيدا عن ثنائي القطب الكهربائي تمثل جبهات لموجات كهرومغناطيسية

أ

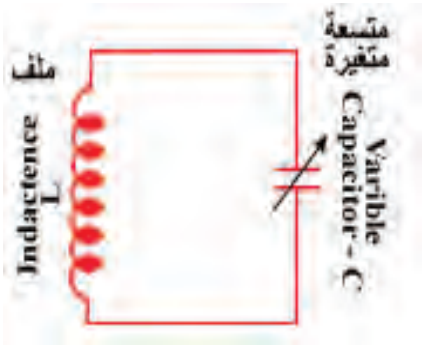
س/دور ثالث/٢٠١٥/عندما تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء أو الأوساط المختلفة . ماذا يتذبذب ؟ وضح ذلك .

ج/كلا المجالين الكهربائي و المغناطيسي يتذبذبان بطور واحد و متعامدين مع بعضهما و عموديين على خط انتشار الموجة .

مبادئ الارسال و التسليم

س/كيف يكمن للصوت العادي ان يصل الينا عبر مسافات بعيدة خلال الفضاء .

ج/بواسطة نقل المعلومات من الموجة **السمعية** (المحمولة) الى الموجة **الراديوية** (الحاملة) وبعدها تبث هذه الموجات عن طريق محطة الارسال و استقبالها عن طريق محطة الاستقبال .



❖ ان عملية الارسال و التسليم تعتمد على جهازين اساسيين هما :

١. **دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي .**
٢. **الهوائي .**

س/مم تتألف الدائرة المهتزة ؟

ج/ ١) ملف مهمل المقاومة (محث) (٢) متسعة متغيرة السعة

و يمكن لهذه الدائرة ان تولد ترددا رنينيا (f_r) على وفق العلاقة التالية :

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

س/ مم يتكون الهوائي ؟

ج/

١. سلكين معدنيين منفصلين يربطان الى مصدر للفولطية المتناوبة .
٢. يشحن السلكان بشحنتين متساويتين بالمقدار و مختلفتين بالنوع .
٣. تتبدد الطاقة المنبعثة من هوائي الارسال في الفضاء بشكل موجات كهرومغناطيسية .

س/دور ثاني/٢٠١٣/ علام تعتمد قدرة الهوائي في الارسال و التسليم ؟

ج/تعتمد على :

١. مقدار الفولطية المجهزة للهوائي .
٢. تردد الاشارة المرسلة او المستلمة .

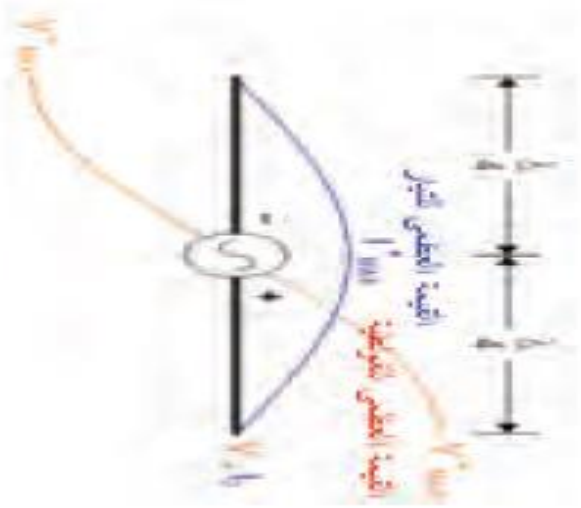
- **وجد علميا ان طول الهوائي عندما يساوي نصف طول الموجة المرسلة او المستلمة يحقق ارسالا او استقبالا اكبر طاقة للإشارة**

أ

س/لماذا يحقق الهوائي الذي طوله نصف طول الموجة المرسلة او المستلمة يحقق ارسالا او استقبالا بأكبر طاقة للإشارة ؟

ج/لان فرق الطور بين التيار المتولد و القوة الدافعة الكهربائية يساوي (90°) فتكون الفولطية في قيمتها العظمى (I_{max}) عند منتصف الهوائي ، عندها تكون الممانعة قليلة في هذه النقطة في حين تكون الممانعة عالية عند نهايتي الهوائي **لذا يمكن تغذية الهوائي بأعظم قدرة من الدائرة المهتزة مقارنة مع اي طول آخر .**

ويمكن تأريض احد الاقطاب ليكون هوائي ارسال او استقبال بطول ربع موجة **كيف** اذ تعمل الارض على تكوين صورة لجهد القطب بالطول نفسه و بذلك يتكون قطب آخر في الارض بطول ربع موجة لتكتمل خواص هوائي نصف موجة و يسمى هذا الهوائي **بهوائي ربع** موجة .



س/دور ثالث/٢٠١٣/علام تعتمد عملية الارسال و التسليم للموجات الكهرومغناطيسية ؟

ج/ تعتمد على :١)دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي . ٢) الهوائي .

س/دور ثاني/٢٠١٤/ماذا يتولد عندما يستقبل الهوائي الموجات الكهرومغناطيسية من الفضاء في دائرة التسليم ؟

ج/يتولد فيه تيار متناوب تردده يساوي تردد الموجة الكهرومغناطيسية .

س/دور ثاني/٢٠١٧/ما الفائدة من تأريض احد اقطاب الهوائي في عملية الارسال و تسلم الموجات الكهرومغناطيسية ؟

ج/للحصول على هوائي ربع موجة لزيادة كفائة الارسال و الاستقبال .

س/دور أول/٢٠١٥/كيف يمكن للوائي ان يحقق ارسالا و استقبالا بأكبر طاقة للاشارة ؟ ولماذا ؟

ج/وذلك عندما يكون التيار في قيمته العظمى عند منتصف الهوائي عندها تكون الممانعة قليلة في هذه النقطة و عالية عند نهايتي الهوائي .

أ

مثال/١/كتاب/ضبطت دائرة موالفة في جهاز راديو محطة اذاعية بحيث كانت قيمة المحاثة في الدائرة (6.4 μH) و قيمة السعة (1.9 pF) احسب : a – تردد الموجات التي يلتقطها الجهاز . b – طولها الموجي .

الحل/

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{6.4\times10^{-6}\times1.9\times10^{-12}}} = \frac{1}{2\times3.14\sqrt{12.6\times10^{-18}}}$$

$$f_r = 45.66\times10^{6}\ Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{45.66\times10^{6}} = 6.57\ m$$

مثال ٢/ كتاب /يراد استعمال هوائي نصف موجة لإرسال اشارات لاسلكية للترددات الآتية (20KHz , 200MHz) . احسب طول الهوائي لكل من هذين الترددين وبين اي منها مناسب للاستعمال العملي .

ج/

20KHz	200MHz
$\boldsymbol{\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{20\times10^{3}} = 15\times10^{3} m}$	$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{200\times10^{6}} = \frac{3}{2}$
$\boldsymbol{\lambda = 15\ Km}$	$\lambda = 1.5\ m$
طول الهوائي $\boldsymbol{l = \frac{\lambda}{2} = \frac{15}{2} = 7.5\ Km}$	طول الهوائي $l = \frac{\lambda}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75\ m$
لايمكن استعمال هوائي بهذا الطول	وهذا طول معقول يمكن ان نستخدم هوائي بهذا الطول .

س/دور أول/٢٠١٣/ما مدى الأطوال الموجية لتغطية ارسال محطة (AM) اذاعية ترددها في المدى من (540 KHz) الى (1600 KHz) ؟

$$f = 540\ KHz = 540\times10^{3} = 54\times10^{4}\ Hz$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \Longrightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{54\times10^{4}} = 555.5\ m$$

$$f = 1600\ KHz = 1600\times10^{3} = 16\times10^{5}\ Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{16\times10^{5}} = 187.5\ m$$

اذا المدى من 555.5 m الى 187.5 m

س/تمهيدي/٢٠١٣/ما الطول الموجي لموجات كهرومغناطيسية يشعها مصدر تردده (50 Hz) ؟

أ

الهوائي المؤرض (هوائي ربع موجة):- هو الهوائي الذي تؤرض احد اقطابه ليكون هوائي ارسال و استلام بطول (ربع موجة) حيث تعمل الارض على تكوين صورة لجهد القطب بالطول نفسه و بذلك يكون اخر في الارض بطول ربع موجة لتكتمل خواص هوائي نصف طول موجة .

س/لماذا تزداد شدة الموجة المستقبلة عندما نلمس الهوائي عندما نلمس الهوائي باليد ؟

ج/عند لمس الهوائي باليد :

١. يصبح الهوائي ربع طول الموجة .
٢. تقل سعة المتسعة .
٣. يزداد عامل النوعية (Q f) و بذلك يصبح الانتقاء حاد و جيد .

س/ قارن بين هوائي مؤرض و هوائي غير مؤرض .

هوائي غير مؤرض	هوائي مؤرض
طول الهوائي يساوي نصف طول الموجة	طول الهوائي يساوي ربع طول الموجة
عند طرفي الهوائي يكون مقدار التيار صفر (I=0) و الفولطية بأعظم ما يمكن (V_{max})	عند طرفي الهوائي يكون مقدار التيار صفر (I=0) و الفولطية بأعظم ما يمكن (V_{max})
عند منتصف الهوائي يكون (V=0) اما التيار اعظم ما يمكن (I_{max})	عند منتصف الهوائي يكون (V=0) اما التيار اعظم ما يمكن (I_{max})
عند منتصف الهوائي تكون الممانعة صغيرة اما عند الطرفين تكون كبيرة لذا يمكن تغذية الهوائي بأعظم قدرة	تعمل الارض على تكوين صورة لجهد القطب بالطول نفسه و بذلك يكون قطب آخر في الارض بطول يساوي ربع طول الموجة

س/ كيف تعمل دوائر الارسال و الاستلام ؟

	دائرة الارسال	دائرة الاستلام
تتكون من	١. دائرة مهتزة (ملف ، متسعة متغيرة السعة) ٢. هوائي (ملف ،متسعة متغيرة السعة ،متصل بسلك معدني او سلك مؤرض)	١. دائرة مهتزة (ملف ، متسعة متغيرة السعة) ٢. هوائي (ملف ،متسعة متغيرة السعة ،متصل بسلك معدني او سلك مؤرض)
العمل ١	عندما تغذى الدائرة المهتزة بالطاقة تبدأ بالعمل و تولد موجات الاشارة الكهربائية و يمكن التحكم بالتردد بتغيير سعة المتسعة او معامل الحث الذاتي للملف	يستقبل الهوائي الموجات الكهرومغناطيسية من الفضاء اذ تولد فيه تيارا متناوبا تردده يساوي تردد الموجة المستلمة .
٢	تتسبب موجات الاشارة الكهربائية التي تبثها الدائرة المهتزة في توليد تيار محتث متناوب في ملف الهوائي اذ يكون تردد هذا التيار مساويا لتردد الاشارة الكهربائية التي تولدها الدائرة المهتزة .	يولد التيار المحتث المتناوب المار في ملف الهوائي اشارة كهربائية ترددها يساوي تردد التيار المحتث و التي عمل الهوائي على تسليمها .

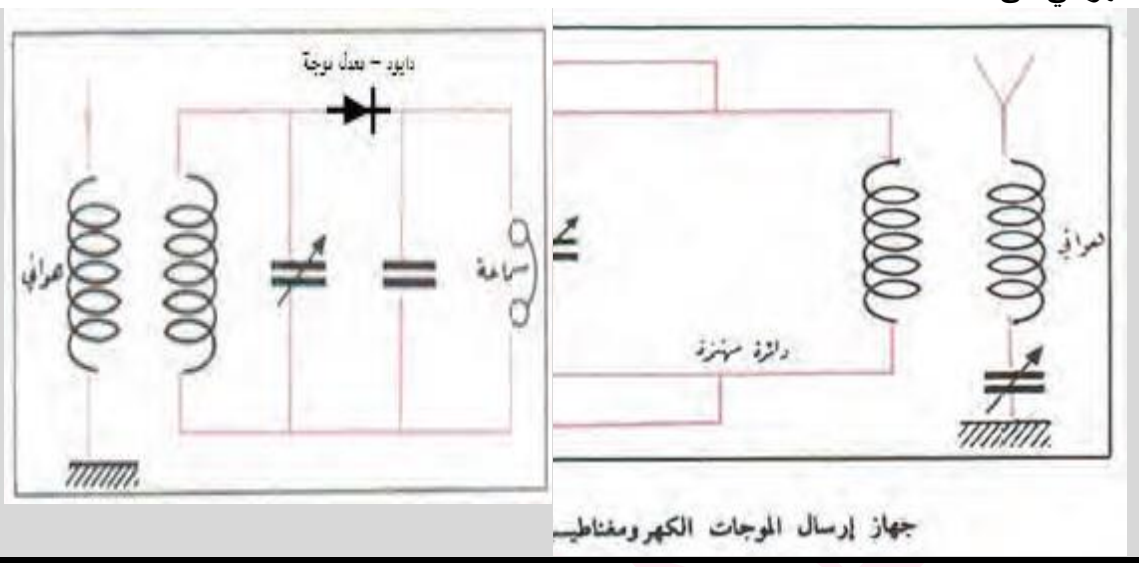
أ

٣

ينتج التيار المحتث المتولد في ملف الهوائي قوة دافعة كهربائية محتثة في سلك الهوائي ترددها يساوي تردد التيار المحتث في الملف تولد الموجات الكهرومغناطيسية التي يبثها سلك الهوائي الى الفضاء

نغير سعة المتسعة في الدائرة المهتزة للوصول الى حالة الرنين و عندها يتولد في ملف الدائرة المهتزة تيار محتث متناوب تردده مساوي لتردد التيار المار في الهوائي .

الرسم مطلوب



س/دور ثالث/٢٠١٦/ما الاجزاء الاساسية لجهاز الارسال للموجات الكهرومغناطيسية ؟

ج/ ١)دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من ملف و متسعة متغيرة السعة .

٢) هوائي و يحتوي على ملف يوضع مقابلا لملف دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسية و متسعة متغيرة السعة متصلا بسلك معدني حر او موصلا بالأرض .

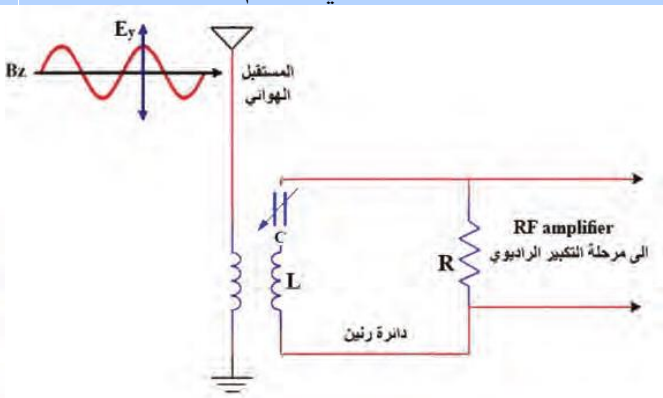
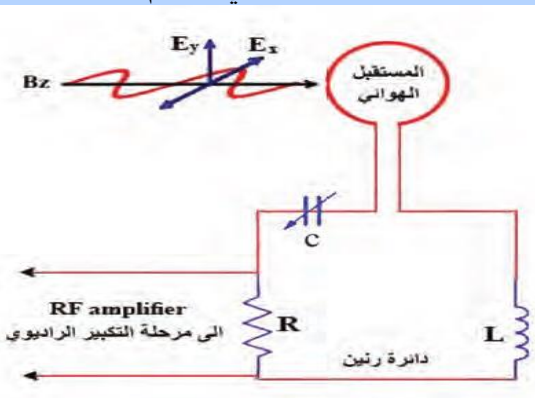
س/دور أول/٢٠١٧/وضح مع الرسم الأجزاء الي تتألف منها دائرة الارسال للموجات الكهرومغناطيسية ؟

الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية ذات التردد الراديوي

يكون الكشف بطريقتين :

A. بواسطة مجالها الكهربائي .
B. بواسطة مجالها المغناطيسي .

أ

	بواسطة مجالها الكهربائي	بواسطة مجالها المغناطيسي
١	نربط الدائرة الكهربائية كنا في الرسم 	نربط الدائرة الكهربائية كنا في الرسم 
٢	يعمل المجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية (E_y) (المهتز شاقوليا) على جعل الشحنات تهتز في الهوائي .	يتكون الهوائي في هذه الدائرة من سلك موصل بشكل حلقة .
٣	تكون قمة الهوائي موجبة عندما يكون تذبذب (E_y) موجبة و تنعكس القطبية لحظة انعكاس متجه المجال الكهربائي	لأن المجال المغناطيسي متغيرا مع الزمن $\left(\frac{\Delta\varphi_B}{\Delta t}\right)$ تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) في حلقة الهوائي .
٤	بتكرار انعكاس متجه المجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية يجعل الشحنة تتحرك لأعلى و لأسفل الهوائي	للحصول على افضل استقبال يجب ان يكون مستوى حلقة الهوائي باتجاه عمودي على كثافة الفيض المغناطيسي
٥	التيار المتغير في ملف الهوائي يحث جهدا مهتزا(ε_{ind}) محتثة في الدائرة الرنينية المرتبطة بالهوائي بواسطة الحث المتبادل .	للحصول على حالة التوليف مع الاشارة المستلمة نغير سعة المتسعة الموجودة في دائرة الرنين .
٦	عند تغيير سعة المتسعة للحصول على حالة الرنين بين تردد الموجة و بين تردد الدائرة الرنينية نحصل على اشارة الموجة الكهرومغناطيسية المستلمة .	
٧	بعد ذلك ترسل الاشارة المستلمة للموجة الكهرومغناطيسية الى مرحلة التكبير الراديوي	

س/دور ثاني/٢٠١٦/وضح بنشاط كيفية الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية بواسطة مجالها المغناطيسي مع رسم مخطط يمثل جهاز تسلم الموجات الكهرومغناطيسية بواسطة مجالها المغناطيسي .

س/دول أول/٢٠١٦/علل/أجهزة الراديو الصغيرة يختلف استقبالها لمحطات الاذاعة تبعا لاتجاهها .

ج/وذلك لأنه عند تغيير موضع جهاز الراديو يتغير مستوى الحلقة في هوائي الاستقبال للموجات الكهرومغناطيسية المراد تسلمها و افضل استقبال نحصل عليه عندما يكون مستوى الحلقة في دوائر الاستقبال عموديا على الفيض المغناطيسي لتلك الموجات .

س/تمهيدي/٢٠١٥/ماذا يتولد عند اعتراض موجة كهرومغناطيسية لهوائي المذياع ؟

ج/تولد فيه تيارا متناوبا تردده يساوي تردد تلك الموجة .

أ

التضمين

تحميل اشارة المعلومات (صوت ، صورة ، مكالمة هاتفية) ذات التردد الواطئ (موجة محمولة) على موجة عالية التردد (موجة حاملة)

س/ ما مراحل البث الاذاعي ؟ مع التوضيح .

ج/

١. تحويل موجات الصوت المسموع (موجات ميكانيكية) بواسطة اللاقطة الصوتية الى اشارات كهربائية (موجات سمعية) بالتردد نفسه .
٢. ترسل هذه الاشارات الكهربائية (موجات سمعية) الى الدائرة الرنينية المهتزة لتقوم بعملية تحميلها على الموجات الراديوية الحاملة ذات التردد الاعلى بكثير من الاشارة السمعية بواسطة (المضمن) .
٣. ترل الموجات المضمنة الى هوائي الارسال ليقوم بعملية تحويلها الى موجات كهرومغناطيسية مضمنة تبث بكفائه عالية من غير اضمحلال محسوس .

س/دور ثالث/٢٠١٥/ما نوعا التضمين

ج/

A. التضمين الرقمي .
B. التضمين التماثلي وهو على نوعين ايضا :
   a. سعوي (A m)
   b. ترددي (F m)
   c. طوري (P m)

التضمين التماثلي : تغيير لأحد خصائص موجة التيار عالي التردد تغيير (السعة او التردد او طور) التذبذب

تغيير في سعة الموجة الحاملة كدالة خطية لسعة الموجة المحمولة على وفق تردد الاشارة المحمولة .

أ

تغير تردد الموجة الحاملة كدالة خطية مع تردد الموجة المحمولة على وفق سعة الموجة المحمولة

تغير في طور الموجة الحاملة كدالة خطية مع سعة الموجة المحمولة على وفق تردد الاشارة المحمولة

س /قارن بين التضمين الرقمي و بين التضمين التماثلي

ج/

١. **الرقمي** :نوع من انواع التضمين ممكن اجرائه على الموجة المضمنة لغرض :
   a) تقليل التأثيرات الخارجية عليها .
   b) امكانية تشفيرها .
٢. **التماثلي** : تغير في احد خواص الموجة التيار عالي التردد و يكون على ثلاثة انواع :
   a. السعوي (A M)
   b. الترددي (F M)
   الطوري (P M) ولا يمكن تشفيره ..

أ

س/كيف يتم نقل المكالمات الهاتفية و تسليمها ؟

ج/بتحويل التضمين التماثلي الى رقمي عند الارسال و العكس عند الاستلام .

س/دور أول/٢٠١٤/ما المقصود ب : الموجة الحاملة ، الموجة المضمنة ؟

ج/

الموجة الحاملة : هي موجة كهرومغناطيسية ذات تردد عالي يمكن توليدها باستعمال المذبذب اذ تحمل المعلومات و تنتقل الى مسافات بعيدة عن مصدرها .

الموجة المضمنة : هي الموجات الناتجة عن تحميل الموجة الراديوية بالموجة ذات اشارات كهربائية نافعة و تبث بواسطة هوائي الارسال .

س/دور ثاني/٢٠١٤/اذكر الفرق بين التضمين التماثلي و التضمين الرقمي .

ج/ التضمين التماثلي لا يمكن تشفيره و التضمين الرقمي يمكن تشفيره .

س/تمهيدي/٢٠١٥/ما القصود بالتضمين ؟ و ما انواعه ؟

نفس الاجابة للسؤالين

س/دور أول/٢٠١٤/ما المقصود ب : التضمين السعوي ، التضمين الترددي ؟

س/دور أول/٢٠١٦/ما الفرق بين التضمين السعوي و التضمين الترددي ؟

ج/**التضمين السعوي :** هو تغيير في سعة الموجة الحاملة كدالة خطية مع سعة الموجة المحمولة على وفق تردد الاشارة المحمولة (تردد ثابت و سعة متغيرة) .

التضمين الترددي :هو تغيير في تردد الموجة الحاملة كدالة خطية مع تردد الموجة المحمولة على وفق سعة الاشارة المحمولة (سعة ثابتة و تردد متغير) .

س/دور ثاني/٢٠١٤/هل يمكن ارسال الموجات السمعية من الهواء الى مسافات بعيدة ؟ ولماذا ؟

ج/لايمكن ذلك لأن ترددها واطئ وطاقتها واطئة فتضمحل بعد مسافة قصيرة ولا تصل مسافات بعيدة

يمكن ذلك اذا تم تحميلها على موجة راديوية عالية التردد (تضمينها) .

أ

مدى الموجات الراديوية

قسمت الموجات الكهرومغناطيسية الراديوية الى عدة مناطق :

a. منطقة الترددات المنخفضة جدا (V L F) (3 Hz – 30 KHz)
b. منطقة الترددات المنخفضة (L F) (30 KHz - 300 KHz) تستثمر غالبا في الملاحة البحرية .
c. منطقة الترددات المتوسطة (M F) (300 KHz – 3 MHz) تستثمر غالبا في البث الاذاعي .
d. منطقة الترددات العالية (H F) (3 MHz – 30 MHz) تستثمر في الهواتف و الاتصالات بين السفن ....
e. منطقة الترددات العالية جدا (V H F) (30 MHz – 300 MHz) تستثمر في بعض اجهزة التلفاز و الارسال الاذاعي و انظمة التحكم بالحركة الجوية و انظمة اتصالات الشرطة و غيرها ....

س/دور أول/٢٠١٦/ما الموجات الفضائية ؟ و ما الفائدة منها ؟

ج/هي موجات دقيقة تنتشر بخطوط مستقيمة و لا تنعكس عن طبقة الايونوسفير بل تنفذ من خلالها و تشمل الترددات التي تزيد عن (30 MHz)

الفائدة منها : تستثمر في عملية الاتصال بين القارات و ذلك باستعمال اقمار صناعية في مدار متزامن مع دوران الأرض حول محورها .

سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية

س/دور أول/٢٠١٣/علام تعتمد سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الأوساط المختلفة ؟

ج/

١. السماحية الكهربائية للوسط (ϵ)
٢. النفاذية المغناطيسية للوسط (μ)

و حسب العلاقة $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$

$$\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \ \frac{F}{m}$$

$$\mu_\circ = 4\pi \times 10^{-7} \ \frac{H}{m}$$

س/ما الذي يحدد سرعة انتشار الموجة الكهرومغناطيسية في الفراغ ؟

١. السماحية الكهربائية للفراغ $(\epsilon_\circ)$.
٢. النفاذية المغناطيسية للوسط $(\mu_\circ)$.

و حسب العلاقة $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_\circ\mu_\circ}}$

س/ اثبت ان سرعة الضوء $C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_\circ\mu_\circ}}$$

أ

$$c = \frac{1}{\sqrt{8.85 \times 10^{-12} \times 43.14 \times 10^{-7}}} = 2.997 \times 10^{8}\ \frac{m}{s}$$

س/تمهيدي/٢٠١٥/وقع انفجار على بعد **(15 Km)** من راصد ، ما الفترة الزمنية بين رؤية الراصد للانفجار و سماع صوته ؟ (اعتبر سرعة الصوت **340 m/s**) .

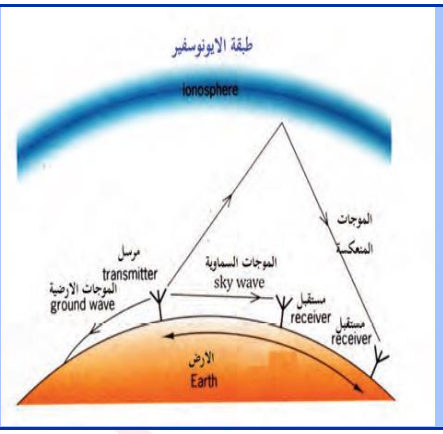
الحل/

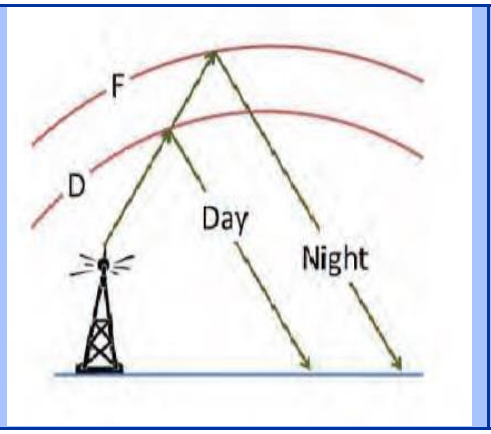
$$c = \frac{d}{t_c} \Rightarrow t_c = \frac{d}{c} = \frac{15 \times 10^{3}}{3 \times 10^{8}} = 5 \times 10^{-5}\ s$$

ت	الموجات الارضية	الموجات السماوية	الموجات الفضائية
١	تشمل الموجات التي مدى ترددتها بين (530 KHz – 2 MHz)	تشمل الموجات التي مدى ترددتها بين (2 MHz – 30 MHz) ويعتمد هذا النوع من الارسال و الاستلام على وجود طبقات الايونوسفير	تشمل الموجات التي مدى ترددتها اعلى من (30 MHz) اي نطاق الترددات العالية جدا (VHF) و هي موجات دقيقة
٢	تنتقل قريبة من سطح الارض و تتخذ عند انتشارها مسارا قريبا جدا من سطح الارض و ينحني مسار انتشارها مع انحناء سطح الارض .	تكون طبقة الايونوسفسير عالية التأين عند النهار و قليلة التأين عند الليل	تنتشر هذه الموجات بخطوط مستقيمة و لا تنعكس على طبقة الايونوسفير بل تنفذ من خلالها
٣	تستثمر هذه الموجات في بناء انظمة اتصالات محدودة المسافة علل وذلك لمحدودية قدرة بث ارسال هذه الموجات	تعمل طبقات الايونوسفير على عكس بعض انواع الموجات الموجهة اليها من محطات البث الارضية الى الارض .	تستعمل هذه الموجات في عملية الاتصال بين القارات باستعمال اقمار صناعية في مدار متزامن مع دوران الارض حول محوره و يطلق عليها (satellite) تعمل كمعيدات محطات لتقوية الاشارة و اعادة ارسالها .
٤		يتم استلام هذه الموجات في النهار عن طريق (D – Layer) اما اثناء الليل بواسطة طبقة (F – Layer)	تقوم الاقمار الصناعية بعملية الاتصال حيث تقوم هذه الاقمار باستقبال الاشارات الضعيفة من محطات ارضية ثم تعيد بثها مرة اخرى على بعد آلاف الكيلومترات الى الارض لتستلمها محطات ارضية .

أ

٥





$$v = \frac{d}{t_s} \Rightarrow t_s = \frac{d}{v} = \frac{15 \times 10^3}{340} = 44.11764\ s$$

$$\Delta t = t_s - t_c = 44.11764 - 0.00005 = 44.11764\ s$$

طرائق انتشار الموجات الراديوية

طبقات الايونوسفير: وهي طبقات متأينة تعكس الموجات السماوية الى الارض .

س/تمهيدي/٢٠١٦/ما طرائق انتشار الموجات الراديوية في الجو ؟

س/دور ثالث/٢٠١٦/ما مميزات الموجات السماوية ؟

س/دور ثالث/٢٠١٣/علل / يكون استلام الموجات السماوية اوضح اثناء الليل منه اثناء النهار .

ج/ لان طبقة الايونوسفير تكون عالية التأين في النهار و قليلة التأين في الليل فتختفي طبقة (D – Layer) القريبة من سطح الارض فتنعكس الموجات على الطبقة الاعلى (F – Layer)

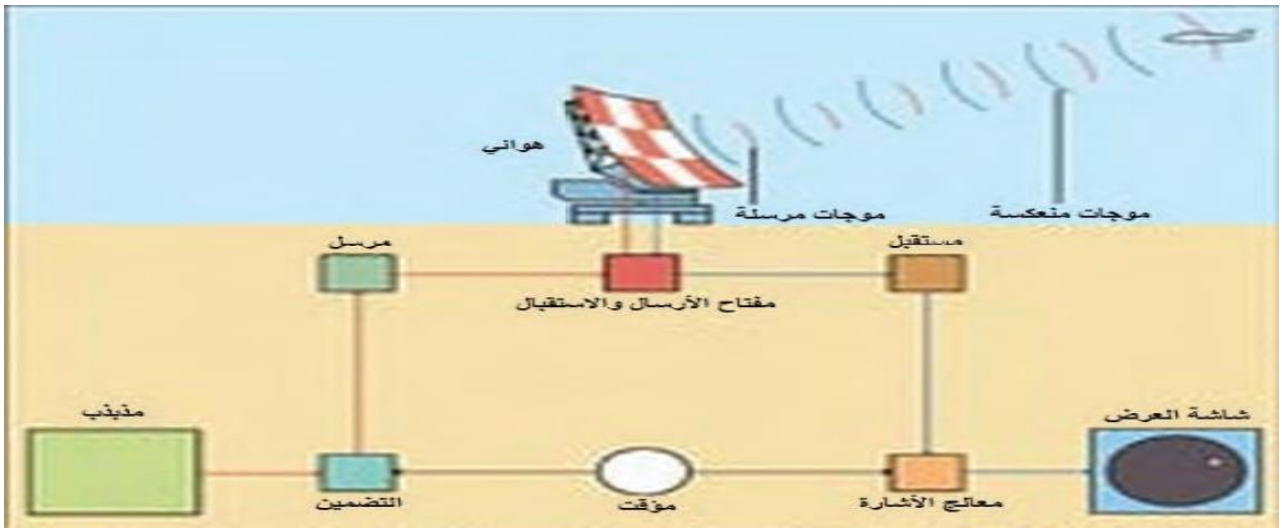
س/تمهيدي/٢٠١٧/ما الفرق بين الموجات الأرضية و الموجات الفضائية من حيث كيفية انتشارها في الأوساط المختلفة .

ج/الموجات الأرضية تتخذ عند انتشارها مسارا قريبا جدا من سطح الأرض و ينحني مسار انتشارها مع انحناء سطح الأرض

بينما الموجات الفضائية تنتشر بخطوط مستقيمة ولا تنعكس عن طبقة الايونوسفير بل تنفذ من خلالها .

أ

الرادار



نظام الكتروني يستعمل لكشف اهداف متحركة و ثابتة و تحديد موقعها .

س/دور أول/٢٠١٤/ ماذا تعني كلمة رادار ؟ وما الغرض من استعماله ؟

ج/ (**RADAR**) هي اختصار للأحرف الاولى من الجملة الآتية

(**Radio Diction And Ranging**) و تعني

الكشف وتحديد البعد بواسطة الموجات الراديوية .

س/ ما اساس عمل الرادار ؟

ج/مبدأ الاهتزاز الكهربائي و الحصول على صدى كهرومغناطيسي .

اي يعمل بواسطة ارسال موجات راديوية باتجاه الهدف و استقبال الموجات المنعكسة عنه .

و يكون الزمن الذي تستغرقه الموجة ذهابا وايابا يدل على مدى الهدف و كم يبعد .

الاتجاه الذي تعود منه الموجات المنعكسة فيدل على موقع الهدف .

أ

المكونات الرئيسية للرادار

١. **المذبذب** : جهاز يولد اشارة كهربائية بتردد ثابت و قدرة واطئة .
٢. **المضمن** : يحول الموجات السمعية الى موجات راديوية .
٣. **المرسل** : يقلل زمن النبضة الواصلة من المضمن فيرسلها بنبضة ذات قدرة عالية الى الهوائي .
٤. **مفتاح الارسال و الاستقبال** : يعمل على فتح و اغلاق دائرة الارسال و الاستقبال .
٥. **الهوائي** : يرسل الموجات الراديوية بشكل حزم ضيقة موجهة الى الهدف و استلامها بعد انعكاسها عن الهدف .
٦. **المؤقت** : يتحكم زمنيا بعمل الاجزاء الرئيسية للرادار .
٧. **المستقبل** : يستلم الموجات المنعكسة المتجمعة بواسطة الهوائي و يقوم بتكبيرها و عرضها على معالج الاشارة .
٨. **معالج الاشارة** : يعمل على انتقاء الاشارات المنعكسة عن الاهداف الصغيرة المتحركة و يحجب الاشارات عن الاهداف الكبيرة و الثابتة .
٩. **الشاشة** : تعمل على اظهار الموجات المنعكسة عن الهدف على هيئة نقاط مضيئة .

س/دور أول/٢٠١٣/اذكر خمسا من المكونات الرئيسية للرادار . و ما الفائدة العملية لكل منها ؟

التحسس النائي

الاستشعار عن بعد

احد مجالات العلوم التي تمدنا بالمعلومات عن سطح الارض من غير اي احتكاك او اتصال مباشر بسطحها كالحصول على صورة من طائرة او قمر صناعي .

س/كيف يتم التحسس النائي ؟ و ما الفائدة منه ؟

ج/

١. يتم باستثمار الموجات الكهرومغناطيسية الى نهاية الترددات الراديوية المنعكسة او المنبعثة من الاجسام او من الجو او من مياه البحر .
٢. يمكن لأجهزة الاستشعار عن بعد الموجودة في الاقمار الصناعية او الطائرات او البالونات ان تتحسس عن بعد .
٣. تقوم اجهزة الاستشعار عن بعد بعملية التصوير و التحليل للبيانات لتكون جاهزة للاستعمال في فروع المعرفة مثل الجيولوجيا و الهندسة المدنية و الارصاد الجوية و الزراعة و التطبيقات العسكرية و غيرها ...

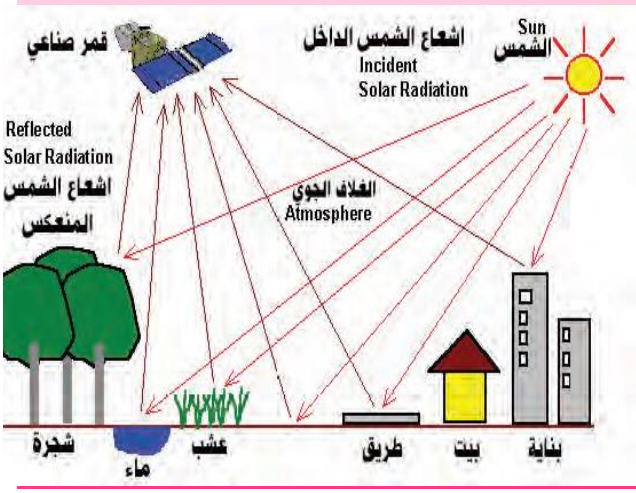
س/ما نوعا التحسس النائي ؟

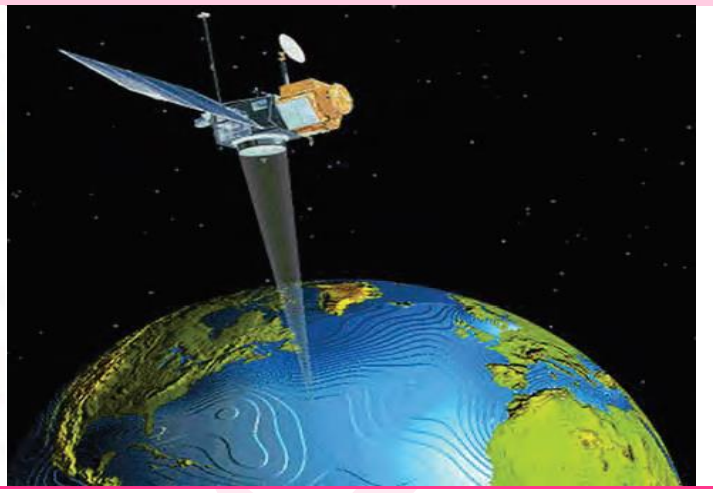
ج/

أ

١. التحسس النائي بحسب مصدر الطاقة و ينقسم لنوعين .

صور نشطة	صور غير نشطة
الصور التي يعتمد فيها مصدر طاقة مثبت على القمر نفسه ليقوم بعمليه اضئة الهدف و تسلم الاشعة المنعكسة عنه .	الصور التي تعتمد على مصدر الاشعاع المنبعث من الهدف نفسه .





س/وزاري مكرر/ما الفرق بين الصورة النشطة و غير النشطة ؟

٢. التحسس النائي بحسب الطول الموجي :

يمكن تقسيم صور الهدف المستلمة طبقا للطول الموجي الى ثلاثة اقسام من الصور و هي :

a. صور الاشعة المرئية .
b. صور الاشعة تحت الحمراء .
c. صور الاشعة المايكروية .

مجالات استعمال التحسس النائي

١. اكتشاف الخامات المعدنية و البترولية .
٢. مراقبة حركة الانهار و جفاف الاراضي و البحيرات و التعامل مع السيول و الفيضانات المتوقعة بمقارنة صور مأخوذة على فترات زمنية مختلفة .
٣. دراسة المشاريع الانشائية و التخطيط العمراني للمدن و القرى و المنشآت الكبرى .
٤. دراسة النباتات الطبيعية و دراسة التوزيع النوعي للأراضي و التربة .
٥. في التطبيقات العسكرية حيث تزود الاقمار الصناعية العسكرية بمتحسسات تعمل بالأشعة تحت الحمراء المنبعثة من حركة الشاحنات و الطائرات و الصواريخ و السيارات و رصد الحركات على سطح الارض دائما .
٦. تستثمر في تصوير النجوم و الكواكب باستعمال كاميرات رقمية مثبتة على اقمار صناعية خاصة بمجال الافضاء و الفلك

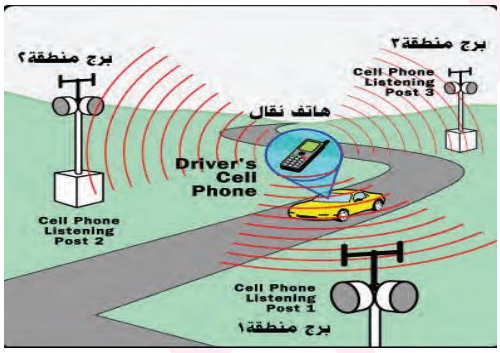
س/دور ثاني/٢٠١٦/كيف نحصل على صورة نشطة عن طريق التحسس النائي بحسب مصدر الطاقة ؟

ج/وذلك بالاعتماد على مصدر طاقة مثبت على القمر نفسه ليقوم بعملية إضاءة الهدف و تسلم الاشعة المنعكسة عنه .

الهاتف الجوال

س/ قارن بين نظام هاتف الراديو و بين نظام هاتف الجوال .

ت	نظام هاتف الراديو	نظام هاتف الجوال
١	توجد محطة ارسال واحدة مركزية في المدينة (هوائي)	يعمل هذا النظام بتقسيم المدينة الى خلايا (CELLS) كل خلية من الخلايا تحتوي برجا يحمل معدات ارسال و استقبال
٢	(٢٥) قناة اتصال فقط متاحة للاستعمال	اجهزة الهاتف الجوال و محطات الارسال تعمل بقدرة منخفضة (0.6 – 3 Watt) لذا فان الترددات نفسها المستعملة في خلية معينة يمكن ان تستخدم في الخلايا البعيدة
٣	عدد محدود من الاشخاص يمكنهم استعمال هاتف الراديو في نفس الوقت	من فوائد هذه الطريقة يمكن استعمال التردد نفسه على اكثر من خلية . مما يجعل ملايين من الافراد يمكنهم استعمال الجوال دون تداخل احدهما بالآخر .
٤		تتعامل مع اكثر من (1664) قناه حيث يمكن للمتحدث ان يحول من خلية الى اخرى كلما تحرك من مكان الى آخر اثناء الاستعمال .
٥		المدى الذي يعمل به جهاز الجوال كبير جدا حيث يمكن للمسافر ان يتحدث مع اي شخص وهو على بعد مئات الكيلومترات دون ان ينقطع الاتصال .



س/علل/في نظام الهاتف الجوال يمكن للترددات المستعملة نفسها في خلية معينة ان تستعمل في خلايا بعيدة .

ج/لان اجهزة الهاتف الجوال و محطات الارسال تعمل بقدرة منخفضة (0.6 – 3 Watt) بحيث ان الترددات نفسها المستعملة في خلية معينة يمكن ان تستخدم في الخلايا البعيدة .

س/علل/يمكن التحدث في الهاتف الجوال مع اي شخص و ان كان مسافرا على بعد مئات الكيلومترات ؟

أ

ج/لأن اجهزة الجوال تتعامل مع اكثر من (1664) قناة يمكن للمتحدث ان يتحول من خلية لأخرى كلما تحرك المتحدث من مكان الى آخر اثناء الاستعمال .

س/ما الفائدة من استعمال الترددات نفسها في الهاتف الجوال ؟

ج/لكي يتمكن الملايين من الافراد استعمال اجهزة الهاتف الجوال كل على حدة و بنفس الوقت دون تداخل احدهما بالآخر .

س/قارن بين هاتف الراديو و هاتف الجوال من حيث :

١. عدد محطات الارسال .
٢. عدد قنوات الاتصال .
٣. عدد الاشخاص المتصلين .
٤. مساحة نطاق الاستلام .

يترك للطالب .....

اسئلة و مسائل الفصل

س١ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :

١) ان تيار الازاحة (I_d) يتناسب مع :

a) المعدل الزمني للتغير في المجال المغناطيسي .

b) المعدل الزمني للتغير في المجال الكهربائي.

c) المعدل الزمني للتغير في تيار التوصيل .

d) المعدل الزمني للتغير في تيار الاستقطاب .

٢) ان تذبذب الالكترونات الحرة في موصل تنتج موجات تسمى :

a) موجات الاشعة السينية .

b) موجات أشعة كاما .

c) موجات الاشعة تحت الحمراء .

d) الموجات الراديوية .

٣) يتحدد مقدار سرعة الموجة الكهرومغناطيسية في الاوساط المختلفة بواسطة :

a) مقدار السماحية الكهربائية لذلك الوسط فقط .

b) النفاذية المغناطيسية لذلك الوسط فقط .

c) حاصل جمع السماحية الكهربائية و النفاذية المغناطيسية لذلك الوسط .

d) مقلوب الجذر التربيعي لحاصل ضرب مقدار السماحية و النفاذية .

٤) الموجات الكهرومغناطيسية التي تستعمل في اجهزة الرادار هي :

a) موجات الاشعة فوق البنفسجية .

b) موجات اشعة كاما .

c) موجات الاشعة السينية .

d) موجات الاشعة الدقيقة (Microwaves) .

٥) تتولد الموجات الكهرومغناطيسية عند :

a) مرور تيار مستمر في موصل .
b) حركة شحنة كهربائية بسرعة ثابتة في موصل .
c) حركة شحنة كهربائية معجلة في سلك موصل .
d) وجود شحنات كهربائية ساكنة في سلك موصل .

٦) للحصول على كفاءة عالية في عمليتي الارسال و التسلم يستعمل هوائي طوله يبلغ نصف الموجة و ذلك لأن :

a) مقدار الفولطية اكبر ما يمكن عند نقطة تغذية الهوائي .
b) مقدار الفولطية اقل ما يمكن عنج نقطة تغذية الهوائي .
c) مقدار الفولطية و التيار اكبر ما يمكن عند نقطة تغذية الهوائي .
d) مقدار الفولطية و التيار اقل ما يمكن عند نقطة تغذية الهوائي .

٧) يمكن ان تعجل الشحنة الكهربائية في موصل عندما يؤثر عليها :

a) مجال كهربائي ثابت .
b) مجال كهربائي متذبذب .
c) مجال كهربائي و مجال مغناطيسي ثابتان .
d) مجال مغناطيسي ثابت .

٨) في عملية التضمين الترددي (FM) نحصل على موجة مضمنة بسعة :

a) ثابتة و تردد ثابت .
b) متغيرة و تردد متغير .
c) ثابتة و تردد متغير .
d) متغيرة و تردد ثابت .

٩) تعكس طبقة الايونوسفير في الجو الترددات الراديوية التي تكون :

a) ضمن المدى (2 – 30)MHz .
b) ضمن المدى (30 – 40)MHz .
c) ضمن المدى (20)MHz .
d) جميع الترددات الراديوية .

١٠) ان عملية الارسال والتسلم للموجات الكهرومغناطيسية تعتمد على :

a) قطر سلك الهوائي .
b) كثافة سلك الهوائي .
c) الدائرة المهتزة و الهوائي .
d) كل الاحتمالات السابقة .

١١) في حالة البث الاذاعي تقوم اللاقطة الصوتية :

a) بتحويل موجات الصوت المسموع الى موجات سمعية بالتردد نفسه .
b) بعملية التضمين الترددي .
c) بعملية التضمين السعوي .
d) بفصل الترددات السمعية عن الترددات الراديوية .

١٢) صور التحسس النائي التي يعتمد فيها على مصدر الطاقة من القمر نفسه تسمى :

a) صور غير نشطة .
b) صور نشطة .
c) صور الاشعاع المنبعث من الهدف نفسه .

س٢ هل كل الاسلاك الموصلة التي تحمل تيارا تشع موجات كهرومغناطيسية ؟ اشرح ذلك .
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٣ عندما تنتشر الاشعة الكهرومغناطيسية في الفضاء أو الأوساط المختلفة . ماذا يتذبذب ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة....

س٤ وضح كيف يتم الكشف عن الموجة الكهرومغناطيسية بواسطة مجالها المغناطيسي ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٥ ما العوامل التي تحدد سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الاوساط المختلفة ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ....

س٦ يكون تسلم الموجات الراديوية في النهار لمدى اقل مما هو في الليل . علل ذلك .
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٧ ما الفرق بين الصور النشطة و غير النشطة ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة...

س٨ ما المقصود بالمصطلحات التالية :

١) **الموجة الحاملة :** هي الموجة الكهرومغناطيسية ذات التردد العال و يمكن توليدها باستعمال المذبذب الكهربائي اذ تحمل المعلومات و تنقل الطاقة الى مسافات بعيدة عن مصدرها .

٢) **الموجة المحمولة :** هي موجة واطئة التردد التي تحتوي على المعلومات المراد ارسالها و هي اشارات كهربائية تخرج من المايكروفون .

٣) **الموجة المضمنة :** هي الموجة الناتجة من تحميل الموجة الراديوية بالموجة السمعية و تبث بواسطة هوائي الارسال.

س٩ نشاهد من حين لآخر في دور السينما او في التلفاز رجال الشرطة و هم يحاولون تحديد موقع محطة ارسال لاسلكي سرية و ذلك بقيادة سيارة في المناطق المجاورة و مثبت في السيارة جهاز مثبت به ملف يدور ببطء من فوق ضهر السيارة . اشرح طريقة عمل الجهاز .
ج/في اثناء دوران ملف الكشف في السيارة و عند تعامد مستواه مع المجال المغناطيسي للموجة الكهرومغناطيسية المرسلة من المحطة السرية يتولد اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف لذا نحصل على اعظم مقدار لطاقة التسلم و بالنتيجة يمكن تحديد محطة الارسال السرية .

مسائل الفصل

س١ يستعمل جهاز راديو لالتقاط محطة اذاعية تعمل عند تردد مقداره (840 KHz) فاذا كانت دائرة الرنين تحتوي على محث مقداره (0.04 mH) ، فما هي سعة المتسعة الواجب توفرها لالتقاط هذه المحطة ؟

س٢ ما مدى الاطوال الموجية الذي تغطيه محطة ارسال AM اذاعية ترددتها في المدى من (540 KHz) الى (1600 KHz) ؟

س٣ ما هو اقل طول لهوائي السيارة اللازم لاستقبال اشارة ترددها (100 MHz) ؟

س٤ ما الطول الموجي لموجات كهرومغناطيسية يشعها مصدر تردده (50 Hz) ؟

س٥ ما تردد الموجات الكهرومغناطيسية التي اطوال موجاتها : a) 2.1 m ، b) 12m ، c) 120 m

س٦ وقع انفجار على بعد (4 Km) من راصد . ما هي الفترة الزمنية بين رؤية الراصد للانفجار و سماع صوته ؟ (اعتبر سرعة الصوت 340 m/s)

السادس التطبيقي

الفصل الخامس

البصريات الفيزيائية

اعداد :أحيدر مجيد

٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١

تداخل الموجات

س/ اشرح نشاطا تبين فيه مفهوم تداخل الموجات

ج/ادوات النشاط :

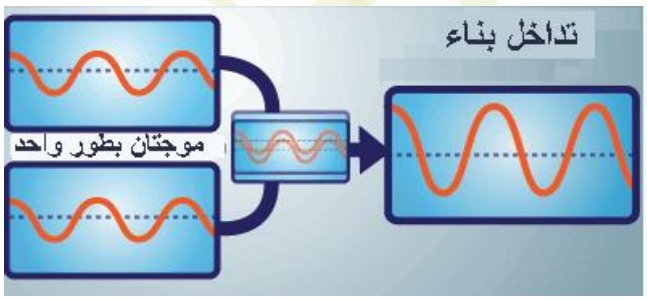
جهاز حوض المويجات ، مجهز قدرة ، هزاز ، نقار ذو رأسين مدببين بمثابة مصدرين نقطيين (S_1,S_2) يبعثان موجات كروية تنتشر على سطح الماء بالطول الموجي نفسه .

خطوات النشاط :

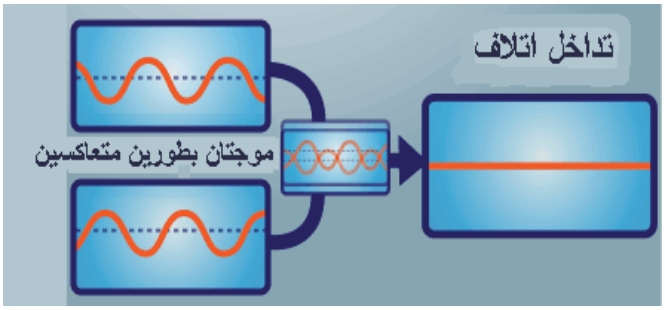
- ❖ نعد حوض المويجات للعمل اذ يمس طرفا النقار سطح الماء في الحوض .
- ❖ عند اشتغال الهزاز نشاهد طراز التداخل عند سطح الماء نتيجة تراكب الموجات الناتجة عن اهتزاز المصدرين النقطيين المتماثلين (S_1,S_2)

و الآن يتبادر الى ذهننا السؤال الآتي : أيبعث المصدران الموضحان (S_1,S_2) الموجتين بطور واحد؟ و ما نوع التداخل الحاصل ؟

من مشاهدتنا للتداخل الحاصل للموجات عند سطح الماء يتضح لنا ان هناك نوعين من التداخل هما :



١. عندما يكون للموجتين الطور نفسه و السعة نفسها عند نقطة معينة فإن الموجتين تتحدان عند تلك النقطة لتقوي كل منهما الأخرى ، و في هذه الحالة تكون سعة الموجة الناتجة مساوية لضعف سعة اي من الموجتين الأصليتين ، و يسمى هذا النوع من التداخل بالتداخل البناء ، وهو ناتج من تراكب قمتين او قعرين لموجتين ينتج عنهما تقوية



٢. اما اذا كان التداخل ناتج من اتحاد سلسلتين من الموجات و سعتين متساويتين ، و هو ناتج من تراكب قمة موجة مع قعر موجة اخرى ، ينتج عن ذلك تأثير احدهما يمحو تأثير الآخر ، اي ان سعة الموجة الناتجة تساوي صفراً ، و يسمى هذا النوع من التداخل تداخل اتلاف .

مفاهيم يجب التعرف عليها :

التداخل : ظاهرة اعادة توزيع الطاقة الضوئية الناتجة عن اندماج سلسلتين من الموجات المتشاكهة عند انتشارهما بمستوي واحد و في آن واحد و في وسط واحد .

***الموجات المتشاكهة** :تمهيدي/٢٠١٣/ هي الموجات المتساوية بالتردد و المتساوية _او متقاربة _ بالسعة و فرق الطور بينهما ثابت .*

***المسار البصري(ا) :** هو الازاحة التي يقطعها الضوء في الفراغ بالزمن نفسه الذي يقطعه في الوسط المادي الشفاف .*

س/ ما شرط تشاكه الموجات ؟ متساوية بالتردد

ج ان تكون الموجات: ١)متساوية بالتردد ٢)متساوية او متقاربة بالسعة . ٣)فرق الطور بينهما ثابت .

س/دور أول/٢٠١٤/ما شرط التداخل المستديم ؟

ج ١)ان تكون الموجات متشاكهة . ٢)ان يكون اهتزازها بمستوى واحد . ٣)ان تكونان بنفس الاتجاه .

س/دور أول/٢٠١٣/هل يمكن ؟ ولماذا ؟ للضوء الصادر من المصادر غير المتشاكهة ان يتداخل ؟

ج نعم يحصل التداخل البناء و التداخل الاتلاف و لكن بسرعة كبيرة جدا و لا تدركها العين لأن كلا من المصدرين يبعث موجات بأطوار عشوائية متغيرة و بسرعة فائقة جدا فلا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور بين الموجات المتداخلة في اي نقطة من نقاط الوسط لذا تشاهد العين اضاءة مستديمة بسبب صفة دوام الابصار .

س/ما المبدأ الذي على اساسه يحصل تداخل الموجات الضوئية ؟

ج على وفق تركيب الموجات حيث تكون ازاحة الموجة المحصلة عند اي لحظة تساوي حاصل جمع ازاحتي الموجتين المتراكبتين عند اللحظة نفسها.

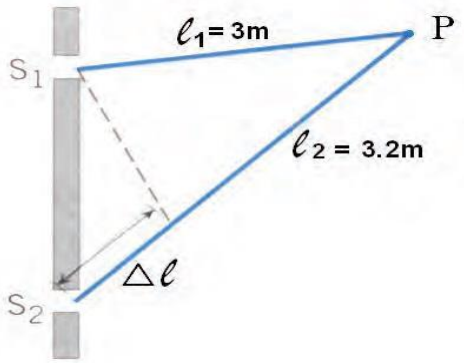
س/دور ثالث/٢٠١٥/ما الفرق بين المصادر المتشاكهة و المصادر غير المتشاكهة في الضوء ؟

المصادر المتشاكهة	المصادر غير المتشاكهة
تبعث موجات بأطوار ثابتة بين الموجات المتداخلة	تبعث موجات بأطوار عشوائية و بسرعة فائقة جدا
يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور	لا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور
يمكن رؤية نمط التداخل	لا يمكن رؤية نمط التداخل

حساب فرق المسار البصري

لحساب فرق المسار البصري بين موجتين ضوئيتين تنبعثان بطور واحد عن مصدرين مختلفين (S_1 , S_2 و الواصلتين لنقطة واحدة نستخدم العلاقة

$$\Delta l = l_2 - l_1$$



Δl فرق المسار البصري بين الموجتين.

l_1 طول المسار البصري لموجة الضوء المنبعثة من المصدر (S_1) .

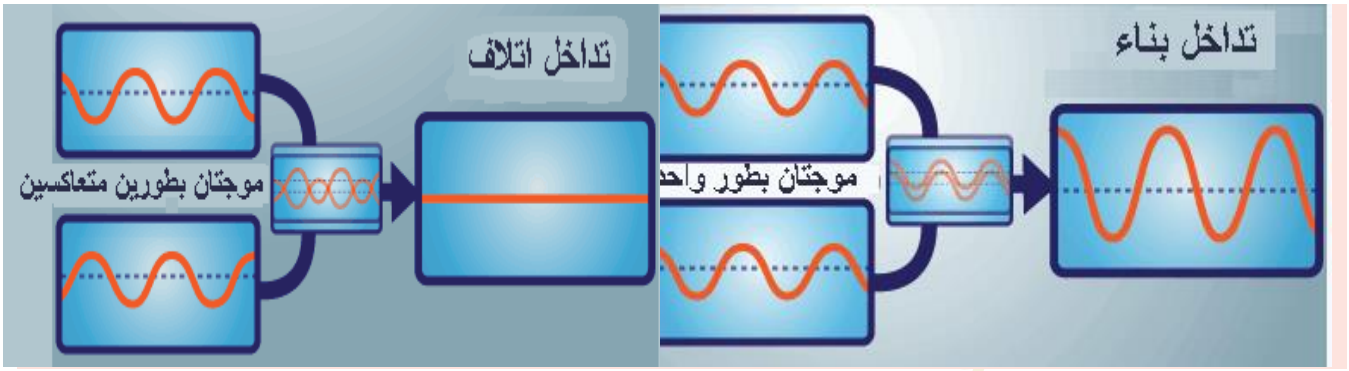
l_2 طول المسار البصري لموجة الضوء المنبعثة من المصدر (S_2) .

جميع عناصر المعادلة بوحدة m متر

فرق الطور	فرق المسار البصري
الرمز φ	الرمز Δl
الوحدة بلا وحدة	الوحدة متر
القانون $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta l$	القانون $\Delta l = l_2 - l_1$
فرق الطور بين موجتين واصلتين الى النقطة (P) يحدده فرق المسار البصري بين موجتين وفق العلاقة اعلاه .	لحساب فرق المسار البصري بين موجتين ضوئيتين تنبعثان بطور واحد عن مصدرين مختلفين (S_1 , S_2) و الواصلتين لنقطة واحدة نستخدم العلاقة اعلاه .

س/ما نوعا التداخل المستديم ؟ قارن بينهما .

تداخل بناء	تداخل اتلاف
ناتج من تراكب قمتين او قعرين لموجتين في نقطة سعة الموجة المحصلة ضعف سعة اي من الموجتين الاصليتين	ناتج عن تراكب قمة موجة مع قعر موجة اخرى في نقطة سعة الموجة المحصلة صفر
حسب العلاقة $\Delta l = m\lambda$ **حيث** m **عدد صحيح**	حسب العلاقة $\Delta l = (m + \frac{1}{2})\lambda$ حيث m عدد صحيح
فيكون فرق المسار البصري $\Delta l = 0, 1\lambda, 2\lambda, \dots\dots$	فيكون فرق المسار البصري $\Delta l = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots\dots$
يكون فرق الطور بين السلسلتين صفرا او اعداد زوجية من $(\pi\ rad)$ $\varphi = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, \dots\dots$	يكون فرق الطور بين السلسلتين اعداد فردية من $(\pi\ rad)$ $\varphi = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots\dots$
منطقة مضيئة	منطقة مظلمة



يجب الانتباه $\lambda = 2\pi$, $\frac{1}{2}\lambda = \pi$

مثال ١/كتاب/في الشكل المجاور مصدران (S_1 , S_2) متشاكهان يبعثان موجات ذات طول موجي $(\lambda = 0.1\ m)$ و تتداخل الموجات الصادرة عند النقطة P في آن واحد ، ما نوع التداخل الناتج عندما تقطع احدى الموجتين مسارا بصريا قدره (3.2 m) و الاخرى مسارا بصريا مقداره (3 m) .

الحل يجب نجد فرق المسار البصري $\Delta l = l_2 - l_1 = 3.2 - 3 = 0.2\ m$

الاحتمال الاول : تداخل اتلاف	الاحتمال الثاني : تداخل بناء
$\Delta l = (m + \frac{1}{2})\lambda$ $0.2 = \left(m + \frac{1}{2}\right)0.1$ $m + \frac{1}{2} = 2$ $m = 2 - \frac{1}{2} = 1.5$ وهذا لا يحقق التداخل لان m يجب ان يكون عددا صحيحا ...	$\Delta l = m\lambda$ $0.2 = m \times 0.1$ $m = 2$ وهذا يحقق الشرط حيث m عدد صحيح اذا التداخل بناء

ج/السؤال (a)

$\Delta l = l_2 - l_1 = 3.20 - 3.05 = 0.15\ m$

الاحتمال الاول اتلاف

$\Delta l = (m + \frac{1}{2})\lambda$

$0.15 = \left(m + \frac{1}{2}\right)0.1$

$m + \frac{1}{2} = 1.5$

سؤال:

بالنسبة الى المثال السابق ماذا يحصل عندما:

a- تقطع إحدى الموجتين مساراً بصرياً مقداره (3.2m) والأخرى تقطع مساراً بصرياً مقداره (3.05m).

b- تقطع إحدى الموجتين مساراً بصرياً مقداره (3.2m) والأخرى تقطع مساراً بصرياً مقداره (2.95m).

$$m = 1.5 - 0.5 = 1$$

اذا تداخل اتلاف و لا حاجة لخوض الاحتمال الثاني .

ج/السؤال (b)

$$\Delta \boldsymbol{l} = \boldsymbol{l_2} - \boldsymbol{l_1} = 3.20 - 2.95 = 0.25\, m$$

الاحتمال الاول اتلاف

$$\Delta l = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

$$0.25 = \left(m + \frac{1}{2}\right)0.1$$

$$2.5 = m + 0.5 \rightarrow\rightarrow\rightarrow m = 2.5 - 0.5 = 2$$

اذا تداخل اتلاف .....

س/وضح ماذا يحدث عندما يكون فرق المسار البصري بين موجتين ضوئيتين متشاكهتين متراكبتين يساوي :

١ . اعداد صحيحة من طول الموجة . ح/تداخل بناء (هدب مضيئة) .
٢ . اعداد فردية من نصف طول الموجة . ج/تداخل اتلاف هدب مظلمة .
٣ . صفر . ج/تداخل بناء(هدب مركزي مضيء)

س/دور ثالث/٢٠١٤/ما الشرط الذي يتوافر في الفرق بطول المسار البصري بين موجتين متشاكهتين متداخلتين في حالة

a) التداخل البناء ؟ ج/ $[\Delta l = m\lambda]$ اي ان فرق المسار البصري صفر او اعداد صحيحة لأطوال الموجة

$$(\Delta l = 0, \lambda. 2\lambda, \dots\dots.),$$

b) التداخل الاتلافي : $\left[\Delta l = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda\right]$ اي ان فرق المسار البصري اعداد فردية من انصاف طول الموجة

$$\left(\Delta l = \frac{1}{2}\lambda. \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda \dots\dots.\right)$$

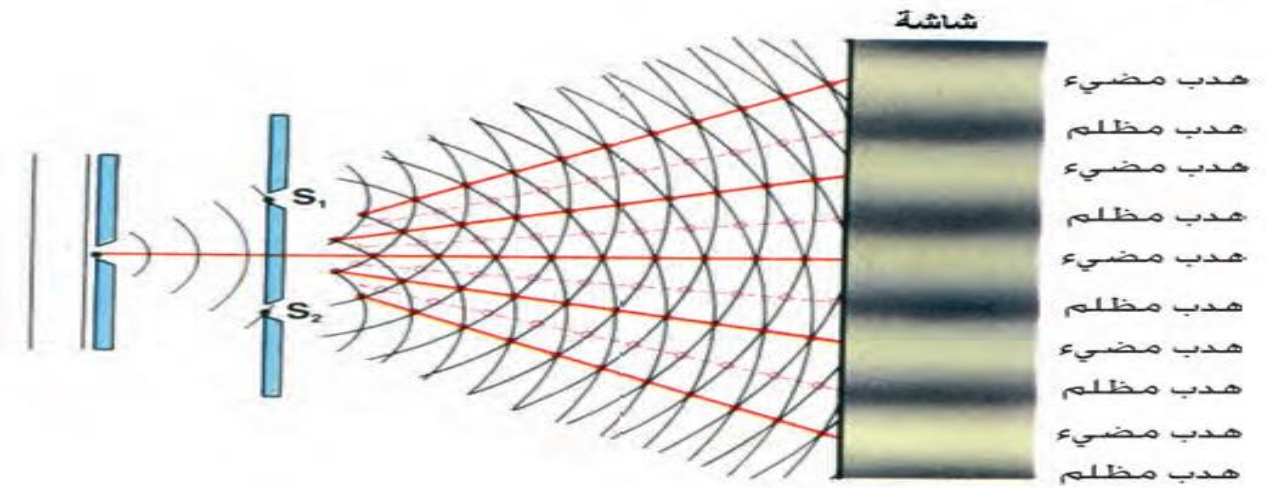
س/دور أول/٢٠١٦/مصدران ضوئيان موضوعان الواحد جنب الآخر معا ، اسقطت موجات الضوء الصادر منهما على شاشة . لماذا لا يظهر نمط التداخل من تراكب موجات الضوء الصادرة عنهما على الشاشة .

ج الضوء الصادر من المصدرين الضوئيين يتألف من موجات عدة مختلفة الطول الموجي و بأطوار عشوائية متغيرة ، اي لا يوجد تشاكه بين المصدرين فالضوء الصادر عن المصدرين لا يحقق فرق طور ثابت بمرور الزمن لذا من المحال مشاهدة طراز التداخل .

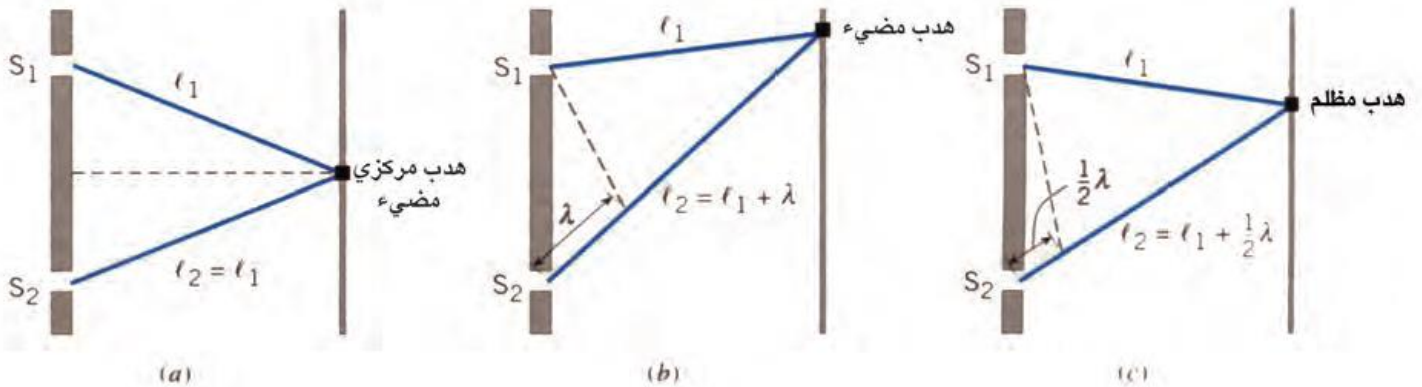
س/دور أول/٢٠١٦/اشرح نشاطا توضح فيه تجربة شقي يونك مبينا كيفية حساب الطول الموجي للضوء المستعمل .

تجربة شقي يونك

- التجربة اثبتت ان للضوء طبيعة موجية حيث تمكن من حساب الطول الموجي للضوء المستعمل .
- استعمل يونك في تجربته حاجزا ذو شق ضيق اضيء بضوء احادي اللون و من ثم اسقط على حاجز آخر موضوع امام الحاجز الاول يحتوي على شقين متماثلين ضيقين يسميان بالشق المزدوج يقعان على بعدين متساويين . عن شق الحاجز الأول ثم وضع على بعد بضعة امتار منهما شاشة .
- كانت **النتيجة** التي حصل عليها يونك هي ظهور مناطق مضيئة و مناطق معتمة على التعاقب سميت **بالهدب**



الشكل ادناه يوضح كيفية تكون الهدب المضيئة و الهدب المظلمة خلال فرق المسار البصري



س/علام يعتمد نوع التداخل بين موجتين عند نقطة معينة ؟

ج يعتمد على طول مساريهما البصريين للوصول لتلك النقطة او يعتمد على الفرق في المسافات بين الشقين و الشاشة .

س/كيف تتكون الهدب المضيئة و المظلمة في تجربة يونك ؟

ج ان كل من الشقين (S_1 , S_2) المضاءين بضوء احادي اللون هما مصدران ضوئيان متشاكهان و الموجات الصادرة عنهما يكون فرق الطور فيها ثابتا في جميع الازمان . لذا فهي موجات متشاكهة ، و ان نوع تداخلها في اي نقطة يعتمد على الفرق بين طول مساريهما للوصول الى تلك النقطة .

السؤال الان : اين تكون مواقع الهدب المضيئة و المظلمة على الشاشة؟

بما ان البعد بين الشقين (d) صغير جدا مقارنة ببعديهما عن الشاشة (L) اي ان $(d << L)$ و عليه فان فرق المسار البصري المبين في الشكل يعطى بالعلاقة : فرق المسار البصري $= d \sin\theta$

فيكون شرط التداخل البناء (هداب مضيئة): $d \sin\theta = m\lambda$

و يكون شرط تداخل الاتلاف (هداب مظلمة) : $d \sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$

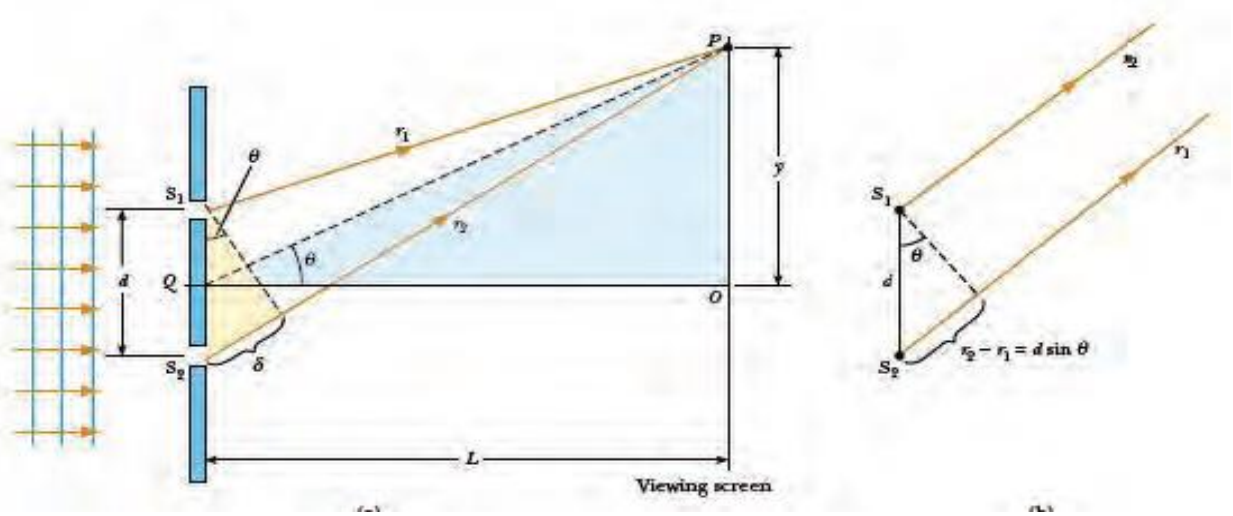
و لحساب بعد مركز الهداب المضيء او المظلم عن مركز الهداب **المركزي** المضيء (y) وفق العلاقة:

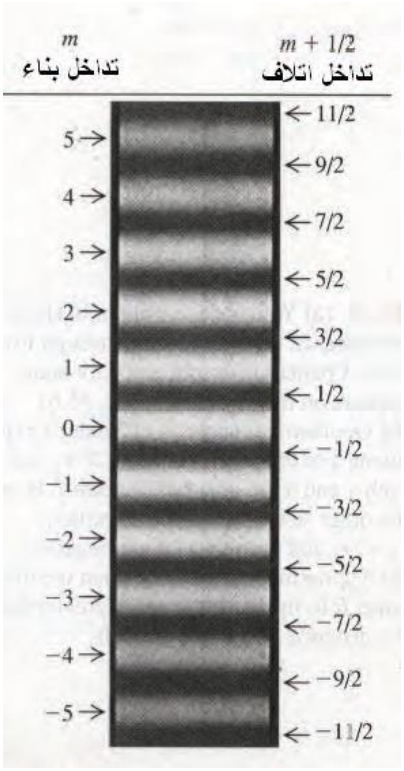
$$\tan\theta = \frac{y}{L}$$

اذ تمثل (θ) زاوية الحيود .

(y) :بعد الهداب المضيء عن الهداب المركزي المضيء .

(L) : بعد الشاشة عن حاجز الشقين .





- لأن زاوية الحيود صغيرة جدا يكون $\tan\theta \cong \sin\theta$
- لذا يكون : $y = L\tan\theta \cong L\sin\theta$
- يمكن تعيين مواقع الهدب المضيئة و المعتمة عن المركز O كما يأتي :

الهدب المضيئة : $y_m = \frac{\lambda L}{d} m$

الهدب المعتمة : $y_m = \frac{\lambda L}{d}(m + \frac{1}{2})$

وان الفواصل بين الهدب (Δy) تعطى بالعلاقة : $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$

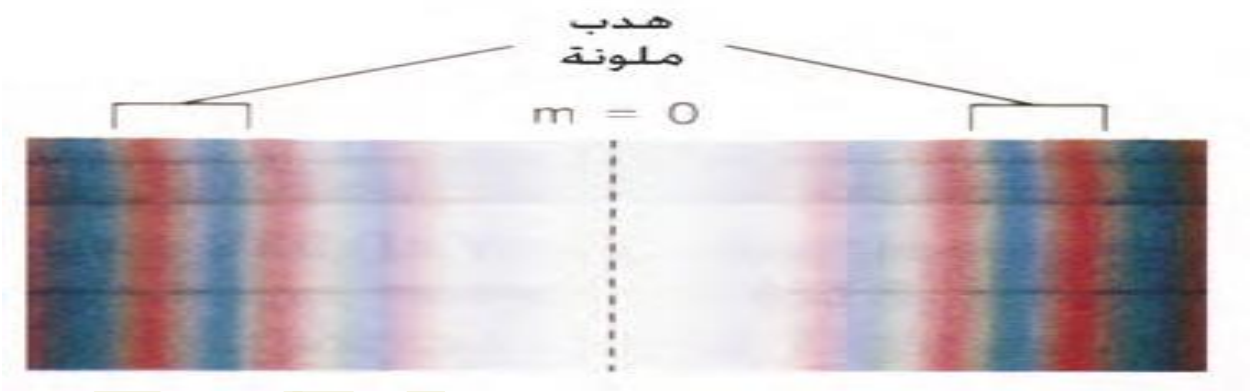
تذكر :

١ . يزداد مقدار فاصلة الهدب (Δy) عندما يزداد بعد الشقين عن الشاشة (L) .
٢ . يزداد مقدار فاصلة الهدب (Δy) اذا قل البعد بين الشقين (d) .
٣ . يزداد مقدار فاصلة الهدب (Δy) عند ازدياد الطول الموجي للضوء .

س/دور أول/٢٠١٥/لو ا استعمل الضوء الابيض في تجربة يونك .

فكيف يظهر لون الهداب المركزي المضيء ؟وكيف تظهر بقية الهدب المضيئة على جانبي الهداب المضيء ؟

ج يظهر الهداب المركزي بلون ابيض و على جانبيه تظهر اطياف مستمرة للضوء يتدرج كل طيف من اللون البنفسجي الى اللون الاحمر .



س/دور ثالث/٢٠١٦/لو اجريت تجربة يونك تحت سطح الماء ، كيف يكون تأثير ذلك في طراز التداخل ؟

ج طول موجة الضوء في الماء اقصر عما هي في الهواء على وفق العلاقة $\left(\lambda_n = \frac{\lambda}{n}\right)$ و بما ان الحزم المضيئة و المعتمة تتناسب مواقعها مع الطول الموجي (λ) فإن الفواصل بين الهدب ستقل .

س/تمهيدي/٢٠١٥/هل تظهر الأهداب في تجربة شقي يونك اذا كان المصدرين الضوئيين غير متشاكهين ؟ ولماذا ؟

ج لا تظهر ، لأن التداخل البناء و الاتلاف يحصل بسرعة كبيرة جدا لا تدركها العين **لأن** كلا من المصدرين يبعثان موجات بأطوار عشوائية متغيرة و بسرعة فائقة جدا لا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور بين الموجات المتداخلة في اي نقطة من نقاط الوسط فتشاهد العين إضاءة مستديمة بسبب صفة دوام الابصار .

س/دور أول/٢٠١٤/علام تعتمد فاصلة الهدب (البعد بين هدبين متتاليين) في تجربة يونك ؟

ج تعتمد على :
١ . الطول الموجي (λ) للضوء الاحادي اللون المستعمل (تناسب طردي) .
٢ . بعد الشاشة (L)عن حاجز الشقين (تناسب طردي) .
٣ . البعد بين الشقين (d) (تناسب عكسي).

س/دور أول/٢٠١٥/علام يعتمد نوع التداخل في تجربة شقي يونك ؟ ج/فرق المسار البصري بين الموجتين المتداخلتين

س/في تجربة يونك اشتق علاقة لحساب الفاصلة بين هدب التداخل ؟

$$\Delta y = y_{m+1} - y_m \quad \Rightarrow = \frac{(m+1)\lambda L}{d} - \frac{m\lambda L}{d} \quad \Rightarrow = \frac{m\lambda L + \lambda L - m\lambda L}{d}$$

$$\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$$

س/دور ثاني/٢٠١٣/ما سبب حصول الهدب المضيئة و الهدب المظلمة في تجربة يونك ؟

ج حيود و تداخل موجات الضوء الصادرة من الشق المزدوج .

س/ما الغرض من تجربة يونك ؟

١)قياس طول موجة الضوء . ٢)اثبات الطبيعة الموجية للضوء .

س/لو استعمل الضوء الاحمر في تجربة يونك ماذا تتوقع ان يحصل للمسافات بين هدب التداخل ؟ فسر ذلك .

ج سوف تكون المسافات بين الهدب اكبر مما هي عليه سابقا ، **لأن** الطول الموجي للضوء الاحمر اكبر مما هي عليه لباقي الالوان و ان فاصلة الهدب تتناسب طرديا مع الطول الموجي حسب العلاقة

$$\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$$

س/لو استعمل الضوء البنفسجي بدل الاحمر ماذا تتوقع ان يحصل للمسافات بين الهدب ؟ فسر ذلك . يترك للطالب.....

س/لماذا يكون الهدب المركزي مضيء دائما في تجربة يونك ؟

ج لان فرق المسار البصري بين الموجتين الصادرتين من الشقين يساوي صفر فيكون التداخل بناء .

س/دور ثاني/٢٠١٦/ماذا يحصل للأبعاد بين الهدب في تجربة يونك عندما يقل البعد بين الشقين في تجربة يونك ؟ فسر ذلك .

ج يزداد البعد بين الهدب لأنه يتناسب عكسيا مع البعد حسب العلاقة : $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$

س/ماذا يحصل للأبعاد بين الهدب في تجربة يونك عندما يزداد البعد بين الشاشة و حاجز الشقين في تجربة يونك ؟ فسر ذلك .

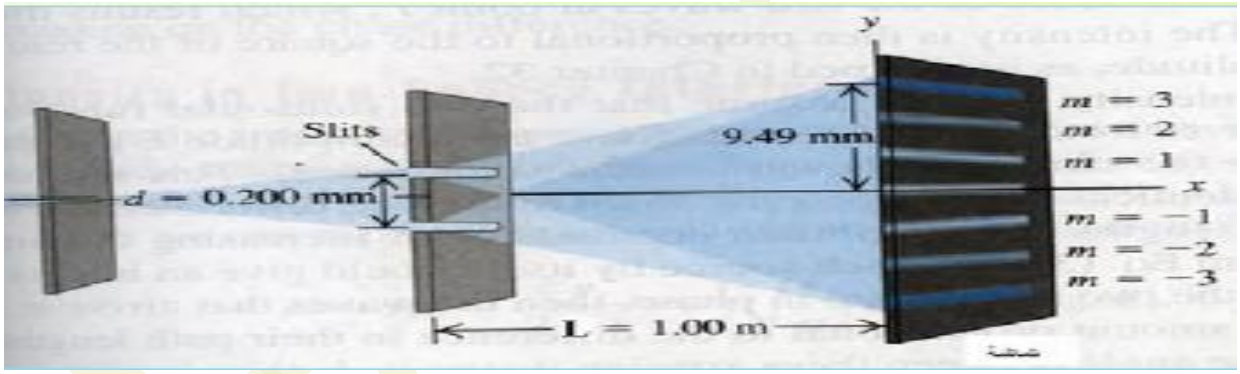
ج تزداد المسافة بين الهدب لان العلاقة طردية بين فاصلة الهدب و بعد الشاشة حسب العلاقة:

$$\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$$

س/ماذا يحصل لو استعمل ضوء مركب في تجربة يونك ؟

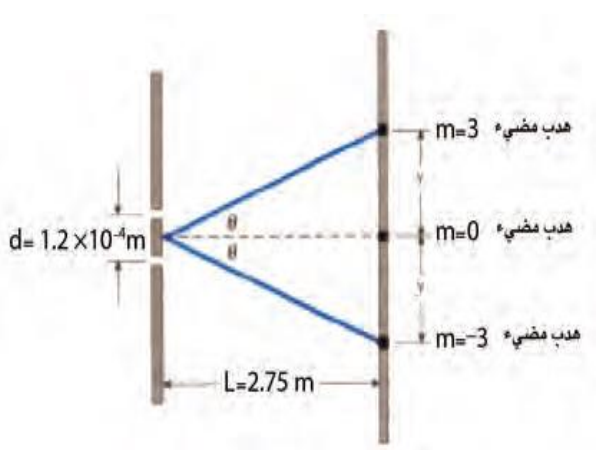
ج يظهر الهدب المركزي بلون الضوء الساقط و على جانبيه تتكون مجموعة من الهدب تترتب حسب الطول الموجي للضوء الاساسي الذي تكون منه الضوء المركب .

مثال/٢/كتاب/اذا كان البعد بين شقي يونك يساوي (0.2 mm) و بعد الشاشة عنهما يساوي (1 m) ، و كان البعد بين الهدب الثالث المضيء عن الهدب المركزي يساوي (9.49 mm) . احسب طول موجة الضوء المستعمل في هذه التجربة .



$$y_m = \frac{\lambda\, L\, m}{d} \Longrightarrow \lambda = \frac{y_m\, d}{m\, L} = \frac{9.49 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 10^{-3}}{3} = 6.33 \times 10^{-9} = 6.33\ nm$$

مثال/٣/كتاب/في الشكل المجاور استعمل ضوء احمر طوله الموجي (λ=664 nm) في تجربة يونك و كان البعد بين الشقين ($d = 1.2 \times 10^{-4}\ m$) و بعد الشاشة عن الشقين (L=2.75 m) جد المسافة (y) على الشاشة بين الهدب المضيء ذي المرتبة الثالثة عن الهدب المركزي . علما ان :



$[tan\,0.951 = 0.1656 \quad sin\,0.951 = 0.0166]$

نحسب الزاوية للمرتبة الثالثة المضيئة

$$sin\,\theta = d\,sin\,\theta = m\lambda \implies sin\,\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{3\times664\times10^{-8}}{1.2\times10^{-4}} \implies sin\,\theta = 0.0166$$

$$\theta = 0.915$$

و منها نجد ان :

$$y = L\ tan\,\theta \implies y = 2.75 \times tan\,0.951 \implies y = 2.75 \times 0.1656 = 0.0456\ m$$

ويمكن حل السؤال بطريقة اخرى بالقانون التالي : $y_m = \frac{\lambda\, L\, m}{d}$

س/دور ثالث/٢٠١٥/اذا كان البعد بين الشقين في تجربة يونك (0.22mm) و بعد الشاشة عنهما يساوي (1.1 m) و كان البعد بين الهدب الرابع المضيء عن الهدب المركزي يساوي (10 mm) ، احسب طول موجة الضوء المستعمل .

ج $\boldsymbol{y_m = \frac{\lambda L}{d} m}$

$$\lambda = \frac{d.y_m}{mL} = \frac{0.22\times10^{-3}\times10\times10^{-3}}{4\times1.1} = \frac{22\times10^{-6}}{44} = 0.5\times10^{-6}\ m$$

$$y = 0.5\ \mu m$$

س/الدور الثالث/٢٠١٦/عند إضاءة شقي يونك بضوء احادي طوله الموجي ($6\times10^{-7}m$) و كان البعد بين الشقين (0.3 mm) ، جد مقدار البعد بين مركزي هدابين مضيئين متتاليين في نمط التداخل المتكون على الشاشة علما ان بعد الشاشة عن الشقين (1.5 m) .

ج $\Delta y = \frac{\lambda .L}{d} = \frac{6\times10^{-7}\times1.5}{0.3\times10^{-3}} = 30\times10^{-4} = 3\times10^{-3} = 3mm$

س/دور ثالث/٢٠١٥/عند اضاءة شقي يونك بضوء طوله الموجي $(5 \times 10^{-7} m)$ و كان البعد بين الشقين $(1mm)$ و بعد الشاشة عن الشقين $(2m)$ ، جد البعد بين مركزي هدابين مضيئين متتاليين في نمط التداخل المتكون على الشاشة .

واجب.....

التداخل في الاغشية الرقيقة

س/دور أول/٢٠١٥/ما سبب تلون بقع الزيت الطافية على سطح الماء بألوان زاهية ؟

ج بسبب التداخل بين بين موجات الضوء الابيض المنعكسة عن السطح الامامي و السطح الخلفي للغشاء الزيتي .

س/ماذا يحصل للضوء الأبيض الساقط على غشاء رقيق ؟

ج نشاهد الغشاء ملون بألوان زاهية هي الوان الطيف الشمسي **بسبب** تداخل موجات الضوء المنعكسة عن السطح الأمامي و الخلفي للغشاء الرقيق .

س/دور ثاني/٢٠١٣/علام يتوقف نوع التداخل في الاغشية الرقيقة ؟

ج يتوقف على :

١ . سمك الغشاء : اذ ان الموجات المنعكسة عن السطح الخلفي تقطع زيادة على الذي تقطعه الموجات المنعكسة عن السطح الأمامي مسارا يساوي ضعف سمك الغشاء .

٢ . انقلاب الطور : فالموجات المنعكسة عن السطح الأمامي يحصل لها انقلابا في الطور مقداره $(\pi\ rad)$.

س/دور ثاني/٢٠١٦/علل/تعاني الموجة المنعكسة عن السطح الأمامي للأغشية الرقيقة انقلابا بالطور مقداره $(\pi\ rad)$

ج لان معامل انكسار الغشاء الرقيق اكبر من معامل انكسار الوسط الذي اتى منه الشعاع الضوئي فيحصل له انقلاب في الطور مقداره $(\pi\ rad)$ او (180°) .

س/ماذا يحصل للضوء الساقط على غشاء رقيق بعد انعكاسه عنه ؟

ج تتداخل موجاته بعد انعكاسها عن السطح الأمامي و السطح الخلفي للغشاء لذا نشاهد الغشاء ملون بألوان الطيف الشمسي .

س/دور أول/٢٠١٧/ماذا يحصل للضوء الساقط على غشاء رقيق (مثل فقاعة الصابون)

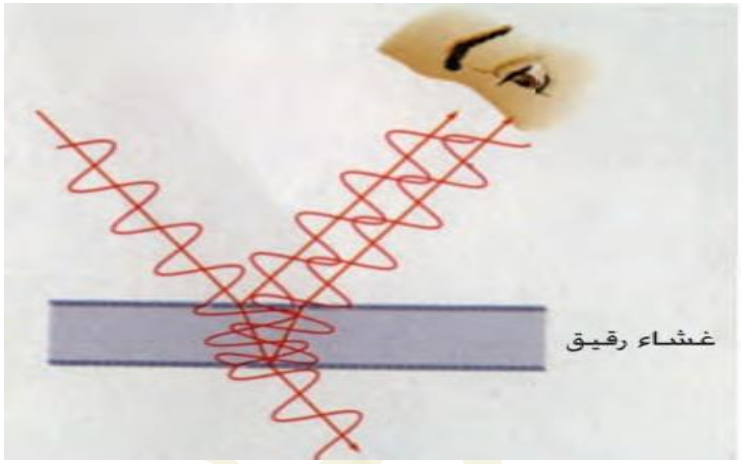
ج ينعكس الضوء عن السطح الأمامي للغشاء فيعاني انقلابا بالطور مقداره $(\pi\ rad)$ و ينعكس عن السطح الخلفي للغشاء فيقطع زيادة على ذلك مسارا بصريا يساوي ضعف السمك البصري للغشاء (2nt) فيحصل تداخل بين الموجتين المنعكستين عن السطح الأمامي و الخلفي للغشاء و حسب مقدار فرق الطور فتتلون فقاعة الصابون بألوان زاهية .

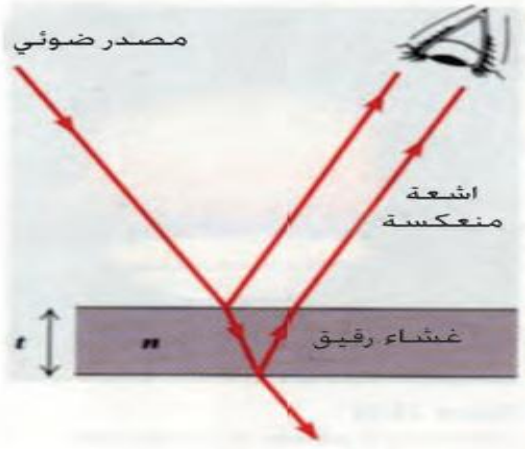
س/ما مقدار فرق الطور بين الموجات المنعكسة عن السطح الأمامي لغشاء رقيق و الموجات الساقطة عليه ؟

ج $(\pi\ rad)$ او (180°) .

ملاحظات مهمة :

- للتعرف على مفهوم التداخل في الاغشية الرقيقة لاحظ الشكل ادناه تكون الموجات الساقطة على الغشاء
- ينعكس قسم منها عن السطح الامامي للغشاء و تعاني انقلابا في الطور مقداره $(\pi\ rad)$ او (180°) .
- لان كل موجة تنعكس عن وسط معامل انكساره اكبر من الوسط الذي قدمت منه يحصل لها انقلابا بالطور (180°).
- اما القسم الآخر من الضوء فإن موجاته تنفذ و تعاني انكسارا ، وعند انعكاسها عن السطح الخلفي للغشاء (الذي سمكه t) لا تعاني انقلابا في الطور
- بل تقطع زيادة على ذلك مسارا بصريا يساوي ضعف السمك البصري للغشاء (2nt) .
- فيحصل تداخل بين الموجتين المتعاكستين عن السطح الامامي و الخلفي و حسب مقدار فرق الطور .





- نحسب التداخل في الاغشية الرقيقة حسب العلاقة : $\Delta l = 2nt + \frac{1}{2}\lambda$
- اذا كان السمك البصري للغشاء (nt) مساويا لأعداد فردية من ربع طول الموجة سيكون التداخل بناء

$$\left(1\times\frac{1}{4}\lambda\ ,3\times\frac{1}{4}\lambda\ ,5\times\frac{1}{4}\lambda\ ,\ldots\ldots\right)$$

و حسب العلاقة سيكون التداخل $2nt+\frac{1}{2}\lambda=\lambda\ ,2\lambda\ ,3\lambda\ ,\ldots\ldots\ldots$

س/ماذا يحصل لو كان التداخل بناء في الاغشية الرقيقة ؟ ج/ يظهر الغشاء مضاء بلون الضوء الساقط عليه .

- اما اذا كان السمك البصري للغشاء (nt) مساويا لأعداد زوجية لربع طول الموجة

$$\left(2\times\frac{1}{4}\lambda\,,4\times\frac{1}{4}\lambda\,,6\times\frac{1}{4}\lambda\,,\ldots\ldots\ldots\right)$$

سيكون التداخل اتلافي حسب العلاقة : $2nt+\frac{1}{2}\lambda=\frac{1}{2}\lambda\,,\frac{3}{2}\lambda\,,\frac{5}{2}\lambda\,,\ldots\ldots$

س/ماذا يحصل لو كان التداخل اتلافي في الاغشية الرقيقة ؟ ج/يظهر الغشاء مظلما .

س/دور ثالث/٢٠١٦/كم يجب ان يكون السمك البصري للغشاء الرقيق لكي نحصل على التداخل البناء للضوء احادي اللون الساقط على الغشاء ؟

ج يجب ان يكون السمك البصري للغشاء اعدادا فردية من ارباع طول الموجة .

$$\left(1\times\frac{1}{4}\lambda\,,3\times\frac{1}{4}\lambda\,,5\times\frac{1}{4}\lambda\,,\ldots\ldots..\right)$$

س/دور أول/٢٠١٥/ما نوع التداخل في الأغشية الرقيقة اذا كان سمك الغشاء البصري $\left(\frac{3}{4}\lambda\,,\frac{1}{2}\lambda\right)$.

ج/اذا كان سمك الغشاء البصري $\left(\frac{3}{4}\lambda\right)$ يكون التداخل بناء . واذا كان $\left(\frac{1}{2}\lambda\right)$ يكون التداخل اتلاف .

تذكر

طول موجة الضوء λ_n في وسط ما معامل انكساره (n) يعطى بـ :

$$\lambda_n=\frac{\lambda}{n}$$

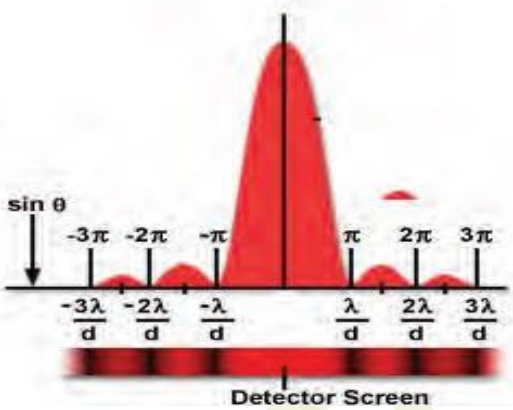
حيود الضوء

س/وزاري مكرر/اشرح نشاطا تبين فيه ظاهرة حيود الضوء .

ج/ادوات النشاط : لوح زجاج ، دبوس . دهان اسود ، مصدر ضوئي احادي اللون .

خطوات النشاط :

- ادهن لوح الزجاج بالدهان الأسود .
- اعمل شقا رفيعا في لوح الزجاج باستعمال رأس الدبوس.
- انظر من خلال الشق الى المصدر الضوئي، ماذا تلاحظستلاحظ مناطق مضيئة تتخللها مناطق معتمة و ان المنطقة
  الوسطى عريضة و شديدة الاضاءة و ان الهدب المضيئة تقل شدتها و يتناقص عرضها بالتدريج عند الابتعاد عن الهداب المركزي المضيء .
- ان ضهور مناطق مضيئة و اخرى معتمة على جانبي الفتحة تدل على ان الضوء يحيد عن مساره ،
- ان شرط الحصول على هدب معتم: $[l.\sin\theta = m\lambda]$
- ان شرط الحصول على هدب مضيء : $\left[l.\sin\theta = \left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda\right]$
- حيث l يمثل عرض الشق .
- و يوضح الشكل شدة الاضاءة للهدب على الحاجز و التي تكون في قيمتها العظمى عند النقطة المركزية و تقل شدة الهدب كلما ازداد بعدها عن النقطة المركزية .



انتهى النشاط .....

س/ماذا يحصل للهدب المضيئة لنمط الحيود من شق واحد عند الابتعاد عن الهدب المركزي المضيء ؟

ج تقل شدتها و يتناقص عرضها بالتدريج.

س/ما شرط الحصول على هدب مضيء ؟ ج/ $l\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$.

س/ما شرط الحصول على هدب معتم ؟ ج/ $l\sin\theta = m\lambda$.

س/دور أول/٢٠١٤/ماذا يحصل في عرض المنطقة المركزية المضيئة لنمط الحيود من شق واحد عندما نجعل عرض الشق يضيق اكثر ؟

ج يزداد عرض الهدب المركزي المضيء و يكون بأقل شدة حيث $\left(l \propto \frac{1}{\sin\theta}\right)$

محزز الحيود

اداة مفيدة في دراسة الاطياف و تحليل مصادر الضوء اذ **يتألف** من عدد كبير من الحزوز المتوازية ذات الفواصل المتساوية .

س/دور أول/٢٠١٧/ما الفائدة العملية من محزز الحيود ؟

ج ١)دراسة الاطياف . ٢) تحليل مصادر الضوء . ٣)قياس الطول الموجي للضوء .

س/كيف يصنع المحزز ؟

ج بواسطة طبع حزوز على لوح زجاج في ماكنة تسطير بالغة الدقة فالفواصل بين المحزوز تكون شفافة اذ تعمل عمل شقوق منفصلة و الحز يعد منطقة مظلمة .

ثابت المحزز (d): المسافة بين كل حزين متتاليين و مقداره صغير جدا .

$$d = \frac{W}{N}$$

W: عرض المحزز (w=1 cm).

N: عدد الحزوز و يتراوح عدد الحزوز في السنتمتر الواحد بين (1000-10000)line/cm

فلو كان عدد الحزوز (5000 line/cm) مثلا يصبح ثابت المحزز

$$d = \frac{W}{N} = \frac{1\ cm}{5000} = 2 \times 10^{-4}\ cm$$

- ان نوع التداخل للأشعة النافذة من المحزز يتوقف على فرق المسار البصري $(d \sin\theta)$ بين كل شعاعين صادرين عن شقين متتاليين في المحزز
- عندما يكون فرق المسار البصري يساوي اعداد صحيحة من (λ) يكون التداخل بناء $\boldsymbol{d \sin\theta = m\lambda}$
  - m = 1 , 2, 3 ,4 ,.....
- تحسب آخر مرتبة مضيئة حسب العلاقة : $\boldsymbol{m = \frac{d \sin\theta}{\lambda}}$

- تكون زاوية الحيود لآخر مرتبة مضيئة هي (90) فيكون $\sin 90 = 1$

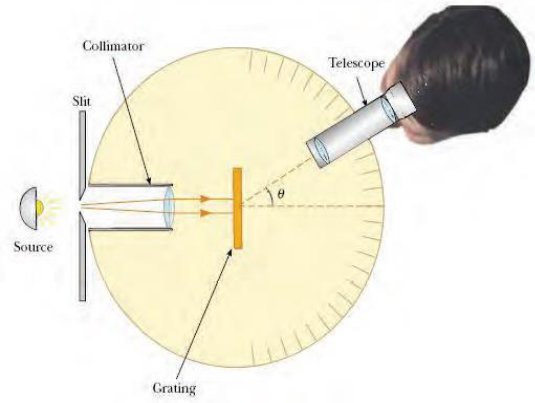
- لمعرفة عدد الصور (n) المتكونة على الشاشة يجب معرفة آخر مرتبة مضيئة عند الزاوية (90) ثم نستخدم العلاقة : $n = 2m + 1$

١. لمعرفة هل يمكن رؤية صورة مضيئة رتبتها (m) على الشاشة يتطلب ايجاد $\sin\theta$ فاذا كان :

A. $\sin\theta > 1$ لايمكن رؤية الصورة لانه لايوجد sin اكبر من 1

B. $\sin\theta \leq 1$ يمكن رؤية صورة .

٢. الحزوز تكون معتمة فتحجب الضوء اما الفواصل هي التي تسمح بنفاذ الضوء خلالها



س/ما الفائدة العملية لجهاز المطياف ؟

ج حساب الطول الموجي للضوء احادي اللون ؟

س/علام يعتمد ثابت المحزز ؟

ج عدد الحزوز في السنتمتر الواحد .

س/علام تعتمد زاوية الحيود في المحزز ؟

ج ١)الطول الموجي للضوء المستعمل . ٢) ثابت المحزز . ٣)رقم المرتبة المضيئة .

س/علل/ثابت المحزز صغير جدا .

ج لان عدد الحزوز في السنتمتر الواحد يتراوح بين (1000—10000)line/cm و ان ثابت المحزز مقلوب هذا العدد .

س/كيف يمكنك ان تحدد الهدب المضيء او المظلم في المحزز ؟

ج نحدد ذلك حسب فرق المسار البصري بين شعاعين صادرين من شقين متجاورين في المحزز .

مثال/٤/كتاب/ضوء احادي اللون من ليزر هليوم- نيون طوله الموجي(λ=632.8 nm) يسقط عموديا على محزز حيود يحتوي السنتمتر الواحد منه على (6000 line) . جد زوايا الحيود (Θ) للمرتبة الأولى و الثانية المضيئة . علما ان :

$$\sin 49^\circ = 0.7592 \qquad \sin 21.3^\circ = 0.3796$$

$$d = \frac{W}{N} = \frac{1}{6000} = 1.667 \times 10^{-4}\ cm$$

للهدب المضيئة (m=1) $d\sin\theta = m\lambda \quad \Rightarrow \sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{1\times632.8\times10^{-7}}{1.667\times10^{-4}} = 0.3796$

و تمثل زاوية الحيود للمرتبة الأولى المضيئة : $\theta = 21.3^{\circ}$

للهدب المضيئة (m=2) $d\sin\theta = m\lambda \quad \Rightarrow \sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{2\times632.8\times10^{-7}}{1.667\times10^{-4}} = 0.7592$

وتمثل زاوية الحيود للمرتبة الثانية المضيئة : $\theta = 49^{\circ}$

س/الدور الثاني/٢٠١٧/احيائي/ضوء ابيض تتوزع مركبات طيفه بواسطة محزز حيود فاذا كان للمحزز (2000 line/cm) . ما قياس زاوية حيود المرتبة الاولى للضوء الاحمر الذي طوله الموجي (640 nm) اذا علمت ان ($\sin 7.5^{\circ}$0.128) .

ج $d = \frac{W}{N} = \frac{1}{2000} = 5 \times 10^{-4}\ cm = 5 \times 10^{-4} \times 10^{-2}$

$d = 5 \times 10^{-6} m$

$d\sin\theta = m\lambda$

$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{1 \times 640 \times 10^{-9}}{5 \times 10^{-6}} = 0.128$

$\therefore\ \theta = 7.5^{\circ}$

استقطاب الضوء

- عند دراستك لظاهرتي الحيود و التداخل تبين لك ان هاتين الظاهرتين تثبت الطبيعة الموجية للضوء ، الا انهما لم تثبتا حقيقة الموجة الضوئية أطولية ام مستعرضة ؟ ولفهم ذلك نقوم بإجراء النشاط الآتي :

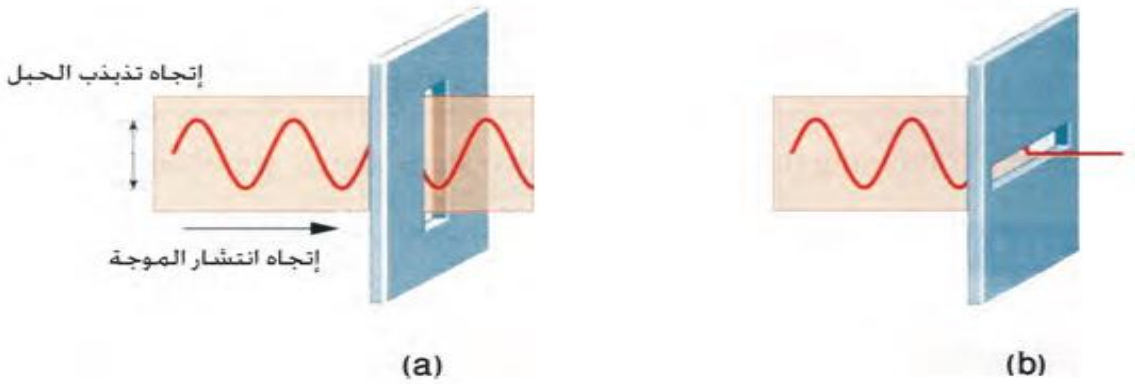
نشاط/٣/كتاب/وزاري مكرر/استقطاب الموجات

ادوات النشاط : حبل مثبت من احد طرفيه بجدار ، حاجز ذو شق .

خطوات النشاط :

- نمرر الطرف السائب من الحبل عبر شق الحاجز و نجعل الشق طوليا نحو الاعلى و عموديا مع الحبل .
- نشد الحبل ثم ننتره لتوليد موجة مستعرضة منتقلة فيه. نشاهد ان الموجة المستعرضة قد مرت من خلال الشق .

- نجعل الشق بشكل افقي ثم نشده و ننتره ، نشاهد ان الموجة المستعرضة المتولدة في الحبل لا يمكنها المرور من خلال الشق . انتهى ....



س/دور ثاني/٢٠١٣/اختر الإجابة الصحيحة :الموجات الطولية لا يمكنها اظهار :

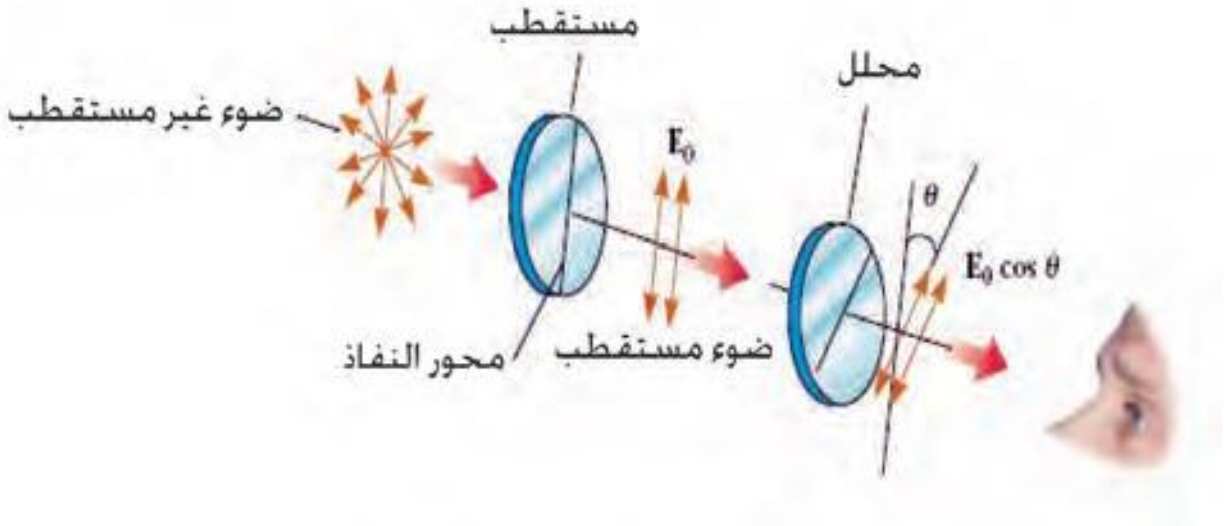
(الإنكسار ، الإستقطاب ، الإنعكاس ، الحيود)

نشاط/٤/كتاب/وزاري مكرر /استقداب موجات الضوء

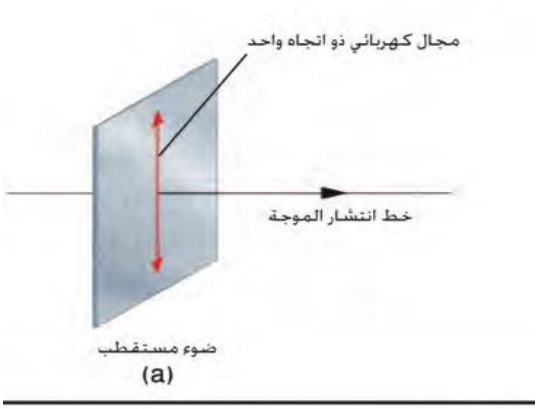
ادوات النشاط: شريحتان من التورمالين ، مصدر ضوئي .

خطوات النشاط :

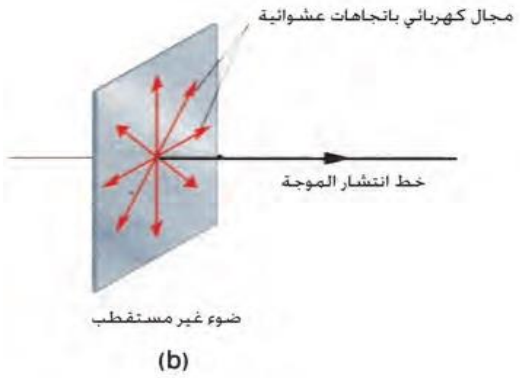
- خذ شريحة من التورمالين و ضعها في طريق مصدرالضوء .
- قم بتدوير الشريحة حول المحور المار من وسطها و العمودي عليها ، ولاحظ هل يتغير مقدار الضوء النافذ ؟
- ضع شريحتين من التورمالين كما موضح في الشكل
- ثبت احدى الشريحتين ، دور الأخرى ببطء حول الحزمة الضوئية و لاحظ شدة الضوء النافذ كما موضح في الشكل



و قد تتسائل لماذا تتغير شدة الإضائة عند تدوير الشريحة الثانية مع العلم لها التركيب نفسه ؟



- إن الضوءغير المستقطب هو موجات مستعرضة يهتز مجالها الكهربائي في الإتجاهات جميعها ، و بلورة التورالين تترتب فيه الجزيئات بشكل سلسلة طولية إذ لا يسمح بمرور الموجات الضوئية إلا اذا كان مستوى اهتزاز مجالها الكهربائي عمودي على خط السلسلة بينما تقوم بامتصاص باقي الموجات و هذه العملية تسمى الإستقداب و الموجات الضوئية تسمى موجات ضوئية مستقطبة
- و تسمى الشريحة التي تقوم بهذه العملية المستقطب و الشريحة الثانية بالمحلل
- في حالة الضوء المستقطب يكون تذبذب المجال الكهربائي
- للموجات الكهرومغناطيسية باتجاه واحد .
- اما في حالة الضوء غير المستقطب فيكون تذبذب مجالها الكهربائي بإتجاهات عشوائية و في مستويات متوازية عمودية على خط انتشار الموجة .



الضوء المستقطب استوائيا كليا/ دور ثاني/٢٠١٣/ : الضوء الذي يهتز مجاله الكهربائي بمستوى واحد فقط عمودي على خط انتشاره .

الضوء المستقطب جزئيا : ضوء يكون مستقطبا في بعض اتجاهات اهتزاز مستوياته الكهربائية اكثر منه في الاتجاهات الاخرى .

الضوء غير المستقطب : الضوء الذي يهتز مجاله الكهربائي في مستويات ذات اتجاهات مختلفة و عمودية على خط انتشاره .

بلورة التورمالين : مادة شفافة تسمح بمرور موجات الضوء الذي يكون تذبذب مجاله الكهربائي بالاتجاه العمودي و تحجب موجات الضوء الذي يكون تذبذب مجاله الكهربائي بالاتجاه الافقي و ذلك بامتصاصها داخليا

س/ماذا يقال عن الحزمة الضوئية اذا كان فيها المجال الكهربائي يهتز عموديا على خط انتشارها :

١ . بمستوى واحد . ج/حزمة ضوئية مستقطبة استقطابا استوائيا كليا .
٢ . بمستويات ذات اتجاهات مختلفة . ج/ حزمة ضوئية غير مستقطبة .

س/لديك ثلاثة اضواء احدهم مستقطبا استوائيا كليا و الاخر جزئيا و الثالث غير مستقطب كيف تميز عمليا بينهم

ج/باستخدام لوح قطيب او قرص استقطاب حيث يدور القرص امام كل ضوء بحيث يكون ذلك الضوء هو محور الدوران فاذا كانت:

١ . شدة الضوء لا تتغير و لا يختفي اثناء التدوير فهو ضوء غير مستقطب .
٢ . اما اذا كانت شدته تتغير الى ان يختفي اثناء التدوير فهو مستقطب كلي .
٣ . و اذا تغيرت شدته ولا يختفي فهو ضوء مستقطب جزئي .

س/تمهيدي/٢٠١٣/علل/ضوء الشمس و المصابيح الاعتيادية غير مستقطب .

ج **لان اهتزاز المجال الكهربائي لهذا النوع من الضوء يكون باتجاهات عشوائية و بمستويات متوازية عمودية على خط انتشار الموجة .**

طرائق الاستقطاب في الضوء

س/كيف يمكنك الحصول على حزمة ضوئية مستقطبة خطيا من حزمة ضوئية غير مستقطبة ؟ و ما التقنيات المستعملة لذلك ؟

ج بواسطة ازالة معظم الموجات من الحزمة الضوئية غير المستقطبة ما عدا تلك التي مجالها الكهربائي يتذبذب في مستوى واحد منفرد ، و ان معظم التقنيات الشائعة الاستعمال للحصول على ضوء مستقطب باستعمال مواد تُنفذ الموجات التي تتذبذب مجالاتها الكهربائية في مستوى موازي لاتجاه معين وهو المحور البصري و تمتص تلك الموجات التي تتذبذب مجالاتها الكهربائية بالاتجاهات الاخرى .

س/ما طرائق استقطاب الضوء ؟

ج/ ١)الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي . ٢)استقطاب الضوء بالانعكاس .

الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي

المواد القطبية : هي المواد التي يستقطب من خلالها الضوء بطريقة الامتصاص الانتقائي .

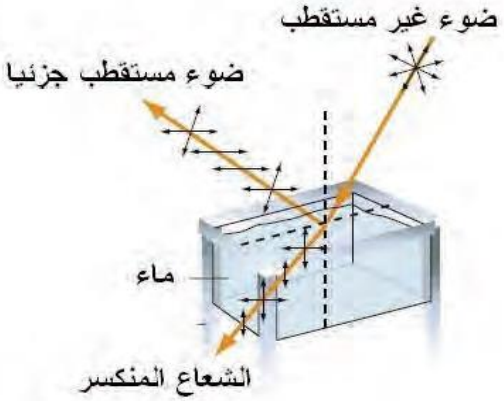
وتصنع هذه المواد بهيئة الواح رقيقة ذات سلسلة هيدروكاربونية طويلة و تكون هذه الالواح ممتدة خلال تصنيعها اذ تتراصف جزيئات السلسلة الطويلة لتكون محور بصري لنفاذ الضوء و الذي يكون مجاله الكهربائي عموديا على السلسلة الجزيئية .

المواد النشطة بصريا دور ثاني/٢٠١٧/: مواد لها القابلية على تدوير مستوى الاستقطاب للضوء المستقطب عند مروره من خلالها بزاوية تسمى زاوية الدوران البصري و التي **تعتمد** على نوع المادة و سمكها وتركيز المحلول و طول موجة الضوء المار خلالها ، مثل (بلورة الكوارتز ، سائل التربنتين ،محلول السكر في الماء)

س/دور اول/٢٠١٣/علام تعتمد زاوية الدوران البصري في المواد النشطة بصريا ؟

ج/ ١)نوع المادة . ٢) سمكها . ٣) تركيز المحلول . ٤)طول موجة الضوء المار خلالها .

س/دور ثاني/٢٠١٧/كيف يحصل استقطاب الضوء بالانعكاس ؟مع الرسم

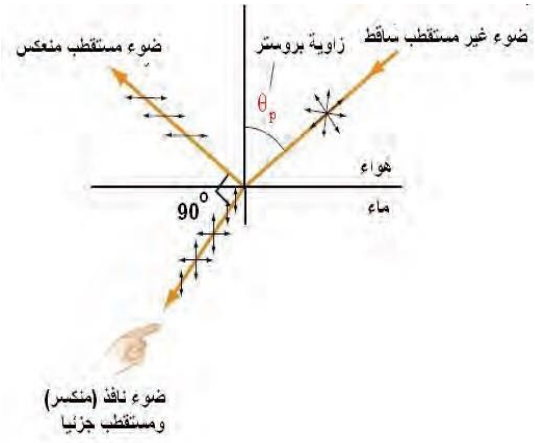


استقطاب الضوء بالانعكاس :

- عند سقوط الضوء على سطوح مثل المرايا المستوية او كسطح ماء في بحيرة ،
- فان الضوء المنعكس يكون مستقطبا جزئيا و في مستوى مواز لمستوى السطح العاكس .
- في حين الضوء المنكسر في الوسط الثاني يكون في مستوى سقوط الاشعة .
- **تعتمد** درجة الاستقطاب على زاوية السقوط .
- عندما تكون زاوية السقوط صفر تكون لا يحدث استقطاب .
- يزداد الاستقطاب بزيادة زاوية السقوط .
- يحصل استقطاب استوائي كلي عندما تكون زاوية السقوط تساوي زاوية بروستر .
- يكون الشعاع المنكسر مستقطبا جزئيا .
- تكون الزاوية بين الشعاع المنعكس و المنكسر (90) .
- العلاقة بين زاوية الاستقطاب (θ_p) و معامل انكسار الوسط (n)
- $$\tan\theta_p = n$$
- علاقات معامل الانكسار :

$$n = \frac{1}{\sin\theta_c} \qquad n = \frac{\lambda}{\lambda_p}$$

θ_c الزاوية الحرجة ..... (راجع منهج الرابع العلمي)



زاوية الاستقطاب: زاوية سقوط الضوء غير المستقطب و التي يكون عندها الشعاع المنعكس مستقطبا استوائيا كليا و الشعاع المنكسر مستقطبا جزئيا و تكون الزاوية بين الشعاع المنعكس و المنكسر قائمة .

س/علام تعتمد زاوية الاستقطاب ؟ ج/ معامل انكسار الوسط .

س/علام تعتمد درجة الاستقطاب في الضوء بطريقة الانعكاس؟ ج/ زاوية السقوط .

س/دور أول/٢٠١٧/ما تأثير زيادة زاوية السقوط على السطح العاكس في درجة الاستقطاب ؟ج/تزداد درجة الاستقطاب.

زاوية السقوط	حالة الاستقطاب
الضوء ساقط بصورة عمودية (θ=90)	الضوء المنعكس غير مستقطب
الضوء الساقط مائل بزاوية اقل من زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر)	الضوء المنعكس مستقطبا جزئيا
الضوء الساقط مائل بزاوية تساوي زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر)	الضوء المنعكس مستقطبا كليا

س/ماذا يحصل عندما يسقط الضوء على سطح عاكس مائلا بزاوية تساوي زاوية الاستقطاب (بروستر) ؟

ج

١ . الشعاع المنعكس يكون مستقطب استوائيا كليا .

٢ . الشعاع المنكسر يكون مستقطبا جزئيا .

٣ . الزاوية بين الشعاع المنعكس و الشعاع المنكسر تكون قائمة .

٤ . تكون العلاقة بين زاوية الاستقطاب و معامل انكسار الوسط $\tan \theta_p = n$

س/دور أول/٢٠١٤/في حالة استقطاب الضوء بالانعكاس تحت اي شرط :

a) لا يحصل استقطاب في الضوء ؟ ج/عندما تكون زاوية السقوط تساوي صفرا .

b) يحصل استقطاب استوائي كلي ؟ ج/عندما تكون زاوية السقوط تساوي زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر) .

الاستطارة في الضوء

س/دور أول/٢٠١٣/ما سبب رؤية السماء زرقاء من على سطح الأرض و بلا نجوم نهارا ؟

ج/بسبب ظاهرة الاستطارة في الضوء بسبب وجود الغلاف الجوي .

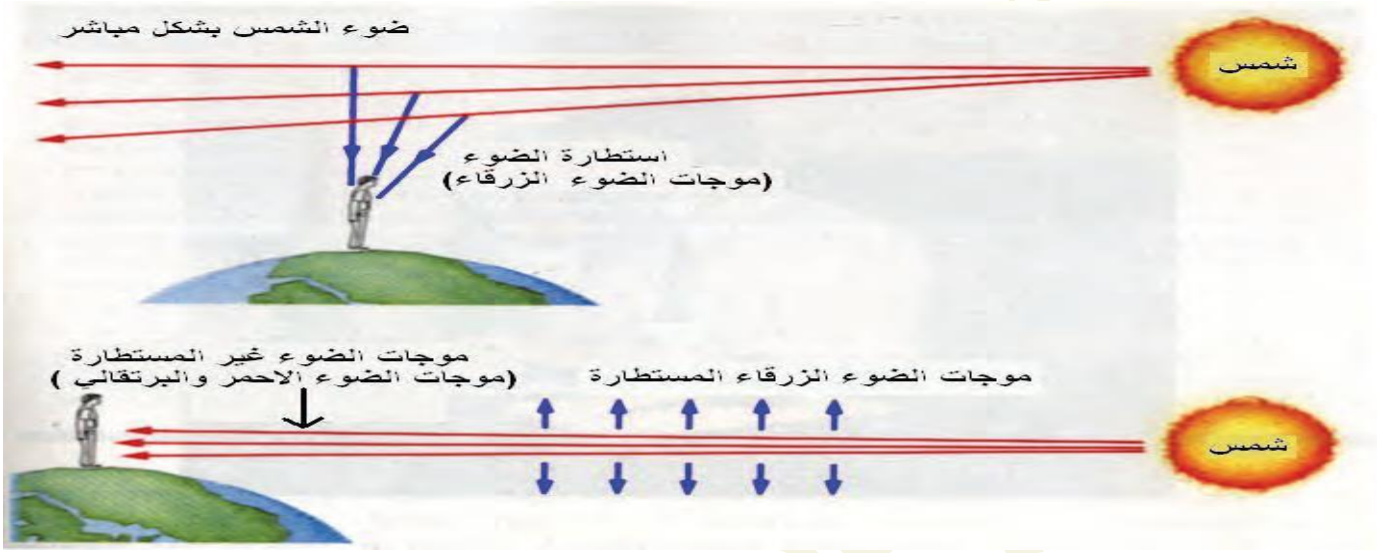
التوضيح: عند سقوط ضوء الشمس (المرئي) الذي تتراوح اطواله الموجية بين (400nm — 700nm) على جزيئات الهواء التي اقطارها (d) قريبة الى الاطوال الموجية للضوء المرئي ($d \leq \lambda$) وجد ان شدة الضوء المستطار يتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي اي مع $\left(\frac{1}{\lambda^4}\right)$

وعلى هذا الاساس فان الاطوال الموجية القصيرة من ضوء الشمس (الضوء الازرق) يستطار بمقدار اكبر من الاطوال الموجية الطويلة (الضوء الاحمر)

الاستطارة دور أول/٢٠١٥/ : ظاهرة حيود الضوء نتيجة لسقوطه على جزيئات الهواء التي اقطارها تقارب معدل الطول الموجي لمكونات الضوء المرئي .

س/عندما ننظر الى السماء باتجاه الغرب وقت الغروب او باتجاه الشرق فإننا نرى الوان الضوء الاحمر و البرتقالي عند الغروب و الشروق .

ج بسبب قلة استطارة هذه الالوان و ان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $\left(\frac{1}{\lambda^4}\right)$



س/علام تعتمد شدة الاستطارة ؟

ج على الاس الرابع للطول الموجي (تناسب عكسي) $I \propto \frac{1}{\lambda^4}$

س/لماذا يميل الضوء المستطار الى اللون الازرق ؟

ج بسبب قصر الطول الموجي للضوء الازرق و ان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموج و لان الطول الموجي للضوء الازرق يقارب معدل قطر الجسيمات (d) المسببة للاستطارة $(\lambda \geq d)$.

س/دور ثالث/٢٠١٧/علل/ظهور قرص الشمس بلون احمر عند شروق الشمس و عند غروبها ؟

ج و ذلك بسبب قلة استطارة الضوء الأحمر حيث ان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الأس الرابع للطول الموجي .

س/دور ثاني/٢٠١٥/لماذا تستطار موجات الضوء القصيرة بنسبة اكبر من موجات الضوء الطويلة ؟

ج لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $I \propto \frac{1}{\lambda^4}$.

س/اي الاطوال الموجية للضوء الابيض يستطار اكثر و ايهم اقل و لماذا ؟

الضوء البنفسجي و الضوء الازرق يستطار بنسبة اكبر	الضوء الاحمر يستطار بنسبة اقل
لان اطوالهم الموجية اقصر من باقي الوان الطيف ولان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $I \propto \frac{1}{\lambda^4}$.	لان طول موجته اكبر من باقي الوان الطيف الاخرى و لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $I \propto \frac{1}{\lambda^4}$.

قوانين الفصل

اولا: فرق المسار البصري .

١. $\Delta l = l_2 - l_1$

٢. للتداخل البناء $\Delta l = m\lambda$

٣. للتداخل الاتلافي $\Delta l = (m + \frac{1}{2})\lambda$

٤. فرق الطور بين موجتين $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta l$

٥. الاغشية الرقيقة $\Delta l = 2nt + \frac{1}{2}\lambda$

ثانيا: قوانين شقي يونك .

A. هدب مضيئة $d \sin\theta = \lambda$

B. هدب معتمة $d \sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$

C. هدب مضيئة من شق واحد $l \sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$

D. هدب معتمة من شق واحد $l \sin\theta = m\lambda$

E. $y = L \tan\theta$

F. $y = \frac{mL\lambda}{d}$

G. $y = \frac{(m+{}^1/_2)L\lambda}{d}$

H. $\Delta y = \frac{L\lambda}{d}$

ثالثا: قوانين المحزز .

(a $d \sin\theta = m\lambda$

(b $d = \frac{W}{N}$

c) اخر مرتبة مضيئة $m = \frac{d \sin\theta}{\lambda}$

رابعا :الاستقطاب بالانعكاس.

أ- $n = \tan\theta_p$

ب- $n = \frac{\lambda}{\lambda_n}$

ت- $n = \frac{1}{\sin\theta_c}$

حل اسئلة الفصل

س١ اختر العبارات الصحيحة لكل من العبارات التالية :

١ . في حيود الضوء ،فان شرط تكون الهداب المضيء الاول غير (غير المركزي) ان يكون عرض الشق مساويا الى :

a) λ .

b) $\frac{\lambda}{2\sin\theta}$

c) $\frac{3\lambda}{2\sin\theta}$

d) $\lambda/2$

٢ . تعزى الوان فقاعات الصابون الى ظاهرة

a) التداخل . b) الحيود . c) الاستقطاب . d) الاستطارة .

٣ . سبب ظهور هدب مضيئة و هدب مظلمة في تجربة يونك هو :

a) حيود و تداخل الضوء معاً .

b) حيود موجات الضوء فقط .

c) تداخل موجات الضوء فقط .

d) استعمال مصدرين ضوئيين غير متشاكهين .

٤ . عند سقوط ضوء اخضر على محزز حيود فان الهداب لمركزي المضيء يظهر بلون :

a) اصفر . b) احمر . c) اخضر . d) بيض .

٥ . تزداد زاوية حيود الضوء مع :

a) نقصان الطول الموجي المستعمل .

b) زيادة الطول الموجي للضوء المستعمل .

c) ثبوت الطول الموجي للضوء المستعمل .

d) كل الاحتمالات السابقة .

٦ . اذا كان فرق المسار البصري بين موجتين ضوئيتين متشاكهتين متراكبتين يساوي اعدادا فردية من انصاف الاطوال الموجية عندها يحصل :

a) تداخل بناء . b) استطارة . c) استقطاب . d) تداخل اتلاف .

٧. لتداخل موجات الضوء يجب ان يكون مصدراهما :

a) متشاكهين . b) غير متشاكهين . c) مصدرين من الليزر . d) جميع الاحتمالات

٨. في تجربة يونك .يحصل الهداب المضيء الاول على جانبي الهداب المركزي المضيء المتكون على الشاشة عندما يكون فرق المسار البصري مساويا الى :

a) $1/2\ \lambda$ b) λ . c) $2\ \lambda$ d) $3\ \lambda$.

٩. نمط التداخل يتولد عندما يحصل :

a) الانعكاس . b) الانكسار . c) الحيود . d) الاستقطاب .

١٠. اغشية الزيت الرقيقة و غشاء فقاعة صابون الماء تبدو ملونة بالوان زاهية نتيجة الانعكاس و:

a) الانكسار . b) التداخل . c) الحيود . d) الاستقطاب .

١١. الخاصية المميزة للطيف المتولد بواسطة محزز الحيود تكون :

a) الخطوط المضيئة واضحة المعالم . b) انتشار الخطوط المضيئة .

c) انعدام الخطوط المضيئة . d) انعدام الخطوط المظلمة .

١٢. حزمة الضوء غير المستقطبة :هي التي يكون تذبذب مجالاتها الكهربائية :

a) مقتصرة على مستوى واحد . b) تحصل في الاتجاهات جميعا .

c) يمكنها المرور خلال اللوح القطيب . d) تحصل في اتجاهات محددة .

١٣. الموجات الطويلة لا يمكنها :

a) الانكسار . b) الانعكاس . c) الحيود . d) الاستقطاب

١٤. تكون السماء زرقاء بسبب:

a) جزيئات الهواء تكون زرقاء .

b) عدسة العين تكون زرقاء .

c) استطارة الضوء تكون اكثر مثالية للموجات قصيرة الطول الموجي .

d) استطارة الضوء تكون اكثر مثالية للموجات طويلة الطول الموجي .

١٥. ند اضاءة شقي يونك بضوء اخضر طوله الموجي $(5 \times 10^{-7}\ m)$ و كان البعد بين الشقين $(1mm)$ و بعد الشاشة عن الشقين $(2\ m)$.فان البعد بين مركزي هدابين متتاليين في نمط التداخل المتكون على الشاشة يساوي :

a) 0.1 mm b) 0.25mm c) 0.4 d) 1mm

س٢ هل يمكن للضوء الصادر عن المصادر غير المتشاكهة ان يتداخل ؟ وهل يوجد فارق بين المصادر المتشاكهة و غير المتشاكهة ؟

ج نعم يحصل تداخل بناء و تداخل اتلاف و لكن بسرعة كبيرة جدا لا تدركها العين ، لان كلا من المصدرين يبعث موجات بأطوار عشوائية متغيرة بسرعة فائقة ، فلا يمكن الحصول على فرق طور ثابت بين الموجات المتداخلة في اي نقطة من نقاط الوسط ، لذا تشاهد العين إضاءة مستديمة بسبب صفة دوام الابصار . و هذا هو الفارق الاساسي بين المصادر المتشاكهة و غير المتشاكهة .

س٣ مصدران ضوئيان موضوعان الواحد جنب الاخر سوية ، اسقطت موجات الضوء الصادر منها على شاشة . لماذا لا يظهر نمط التداخل من تراكب موجات الضوء الصادر عنهما على الشاشة ؟

ج الضوء الصادر عن المصدرين الضوئيين يتألف من موجات عدة مختلفة في الطول الموجي ، بأطوار عشوائية متغيرة ، اي لا يوجد تشاكه بين المصدرين ، فالضوء الصادر عن المصدرين لا يحقق فرق طور ثابت بمرور الزمن لذا من المحال مشاهدة طراز التداخل .

س٤ لو اجريت تجربة يونك تحت سطح الماء كيف يكون تأثير ذلك على طراز التداخل ؟

ج طول موجة الضوء في الماء تقصر عما في الهواء وفق العلاقة : $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$

و بما ان الحزم المضية و المظلمة تتناسب مواقعها مع الطول الموجي (λ) فان الفواصل بين هدب التداخل ستقل .

س٥ ما الشرط الذي يتوافر في الفرق بطول المسار البصري بين موجتين متشاكهتين متداخلتين في حالة :

١ . التداخل البناء : ج/ان يكون فرق المسار البصري مساويا الى الصفر او اعداد صحيحة من الاطوال الموجية : $(\Delta l = 0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots.)$ $\Delta l = m\lambda$

٢ . التداخل الاتلافي : ج/ان يكون فرق المسار البصري مساوية لأعداد صحيحة من انصاف اطوال الموجة : $\left(\Delta l = \frac{1}{2}\lambda, 1\frac{1}{2}\lambda, 2\frac{1}{2}\lambda, \dots\dots\right)$ $\Delta l = \left(m + \frac{1}{2}\lambda\right)$

س٦ خلال النهار و من على سطح القمر يرى رائد الفضاء السماء سوداء و يتمكن من رؤية النجوم بوضوح ، في حين خلال النهار و من على سطح الارض يرى السماء زرقاء و بلا نجوم ما تفسيرك لذلك ؟

ج لعدم وجود غلاف جوي للقمر فلا تحصل استطارة لضوء الشمس ، فيرى النجوم بوضوح .

لكن للأرض غلاف جوي تحصل فيه استطارة لضوء الشمس فتكون السماء زرقاء ولا نرى النجوم .

س٧ ما التغير الذي يحصل في عرض المنطقة المركزية المضيئة لنمط الحيود من شق واحد عندما نجعل عرض الشق يضيق اكثر ؟

ج يزداد عرض الشق المركزي المضيء و يكون اقل شدة على وفق العلاقة : $l \sin\theta = m\lambda$

$l \propto \frac{1}{\sin\theta}$

حلول المسائل

س١ وضعت شاشة على بعد (4.5 m) من حاجز ذي شقين و أضيء الشقان بضوء احادي اللون طول موجته في الهواء (490 nm) فكانت المسافة الفاصلة بين مركز الهداب المضيء و مركز الهداب ذي المرتبة (m=1) المضيء تساوي (4.5 cm) . ما مقدار البعد بين الشقين ؟

س٢ ضوء ابيض تتوزع مركبات طيفه بواسطة محزز حيود . فاذا كان للمحزز (2000 Line/cm) . ما قياس زاوية حيود المرتبة الاولى للضوء الاحمر الذي طوله الموجي (λ=640 nm) ؟

س٣ سقطت حزمة ضوئية على سطح عاكس بزوايا سقوط مختلفة القياس ، و قد تبين ان الشعاع المنعكس اصبح مستقطبا كليا عندما كانت زاوية السقوط (48°) .احسب معامل الانكسار للوسط . علما ان :

$$\tan 48 = 1.11$$

ج

$$n = \tan\theta$$

$$n = \tan 48$$

$n = 1.11$ معامل الانكسار للوسط

س٤ اذا كانت الزاوية الحرجة للأشعة الضوئية لمادة العقيق الازرق المحاطة بالهواء (34.4°) . احسب زاوية الاستقطاب للأشعة الضوئية لهذه المادة ، علما ان

$$\tan 60.5^\circ = 1.77 \quad , \quad \sin 34.4^\circ = 0.565$$

ج

$$n = \frac{1}{\sin\theta_c} = \frac{1}{\sin 34.4^\circ} = \frac{1}{0.565} = \frac{1000}{565} = 1.77$$

$$n = \tan\theta_p$$

$$\tan\theta_p = 1.77$$

$\theta_p = 60.5^\circ$ قياس زاوية الاستقطاب

الزاوية الحرجة :زاوية سقوط الضوء في الوسط الاكبر كثافة و التي تقابلها زاوية انكسار قائمة في الوسط الاقل كثافة