الجزء الأول

الفيزياء

للصف السادس العلمي

فرع الاحيائي

* شرح مفصل وواف لمادة
* رسوم توضيحية - ملخص قوانين
* حل اسئلة الكتاب
* حلول الأسئلة الوزارية من 2013 الى 2019 وبثلاثة ادوار

اعداد الاستاذ

علي مهدي أحمد

ماجستير في علوم الفيزياء

2019-2020

الفصل الاول
المتسعات

س // نادرا ما يستعمل الموصل الكروي المنفرد المعزول في تخزين الشحنات الكهربائية ؟

ج : لأنه يخزن كمية محددة من الشحنة ولفترة قصيرة نتيجة لحصول التفريغ الكهربائي بينه وبين الاجسام الاخرى عند الاستمرار في اضافة الشحنات الكهربائية له ولا يمكن التحكم في مقدار سعة الموصل المنفرد .

س // هل يمكن وضع شحنة كهربائية واختزانها على موصل كروي منفرد ؟

ج : نعم . يمكن وضع كمية محدودة من الشحنات على سطح موصل .

س // ما هي العلاقة بين شحنة الموصل (Q) وجهد نقطة (V) تبعد بالبعد (r) عن مركز الشحنة ؟

ج : $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}\frac{Q}{r}$ او $V = K\frac{Q}{r}$

حيث ان K (ثابت كولوم) $= 9\times10^9\ N.m^2/C^2$ علما ان : $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}$

وان ϵ_o هي سماحية الفراغ وتساوي $8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$

س // ماذا يحصل عند الاستمرار في زيادة الشحنة الكهربائية على الموصل الكروي المنفرد المعزول ؟

ج : سيزداد فرق الجهد بينه وبين اي جسم اخر (الهواء مثلا) فيزداد المجال الكهربائي الى الحد الذي يحصل تفريغ كهربائي خلال الهواء المحيط بالموصل .

س // لماذا لا يستعمل موصل منفرد في تخزين الشحنات الكهربائية ؟

ج : لأنه سيفقد شحنته من خلال التفريغ الكهربائي خلال الهواء المحيط به .

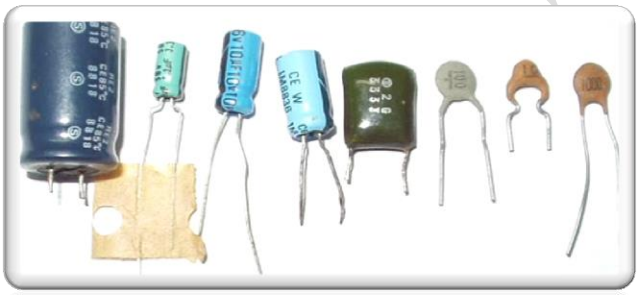
س // كيف يتم تخزين الشحنات الكهربائية وتخزين الطاقة الكهربائية ؟

س // كيف يمكن صنع جهاز يستعمل لاختزان مقادير كبيره من الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية ؟

ج : باستخدام نظام يتألف من موصلين بينهما عازل يسمى المتسعة .

س / ما المتسعة ؟ وما هي اشكالها وانواعها؟

ج/ المتسعة : هي جهاز يستعمل لتخزين الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية يتكون من زوج او اكثر من الصفائح الموصلة بينهما عازل.



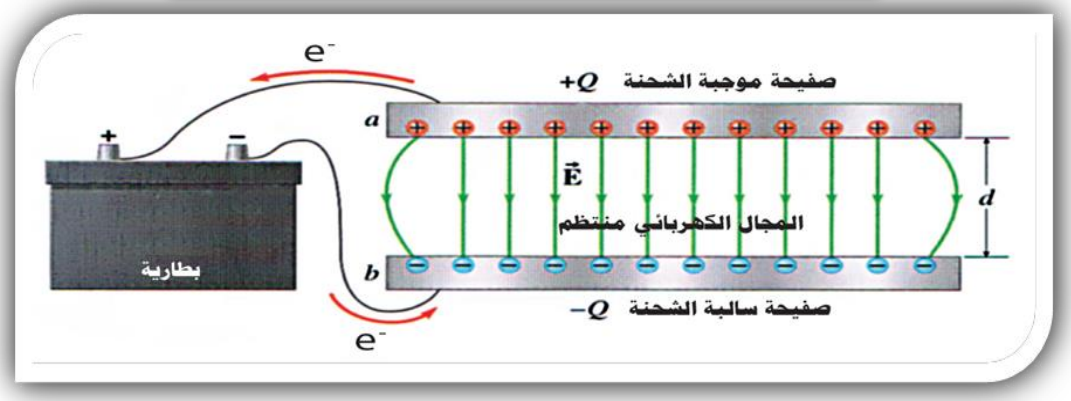
تكون المتسعات بأشكال هندسية مختلفة وانواع مختلفة وفقا للتطبيقات العملية منها :

1 – المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (وهي اكثر الانواع استعمالا)

2 – المتسعة ذات الاسطوانيتين المتمركزتين.

3 – المتسعة ذات الكرتين المتمركزتين.

المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين



س // لماذا تقع الشحنتين على السطحين المتقابلين للصفيحتين (على السطحين الداخليين المتقابلين) ؟

ج : بسبب قوى التجاذب بين شحنات الصفيحتين .

س // هل ان شحنات الصفيحتين متساويتين كما ونوعا ؟

ج : شحنتا الصفيحتين متساويتين بالمقدار ولكنهما مختلفين بالنوع فإحدى الصفيحتين تحمل شحنة موجبه والاخرى تحمل نفس مقدار الشحنة ولكنها سالبه .

س // ما هو مقدار صافي الشحنتين في المتسعة ؟ **ج :** صفرا .

س // ما هو نوع المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ؟

ج : مجالاً كهربائيا منتظما اذا كان البعد بين الصفيحتين صغيرا جدا بالمقارنة مع ابعاد الصفيحة الواحدة .

س // ماهي صفات خطوط المجال الكهربائي بين الصفيحتين ؟

ج : 1 – متوازية 2 – منتظمة الكثافة 3 – تنبع عموديا من السطح الموجب وتتجه عموديا على السطح السالب .
4 – ثابت المقدار والاتجاه في جميع النقاط

ملاحظات مهمة

1 – ان جميع نقاط الصفيحة الواحدة من المتسعة بجهد متساو .

2 – فرق الجهد الكهربائي يتكون بين صفيحتي المتسعة ويرمز له (ΔV) .

3 – يرمز للمتسعة في الدوائر الكهربائية بـ –||– او –|(–

س // ماهي علاقة فرق الجهد الكهربائي بين لوحي المتسعة (ΔV) ومقدار الشحنة على اي من صفيحتيها (Q) ؟

ج : علاقة طردية . اي ان $Q \propto \Delta V$

ملاحظة من العلاقة اعلاه نستنتج ان $\frac{Q}{\Delta V} = \text{constant}$ اي ان $C = \frac{Q}{\Delta V}$ ان هذا الثابت (C) يسمى سعة المتسعة .

السعة

سعة المتسعة

نسبة الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة الى مقدار فرق الجهد بين الصفيحتين .

س // ماذا يعني زيادة سعة المتسعة ؟

ج : يعني انها تستوعب شحنة بمقدار اكبر لفرق جهد كهربائي معين .

ملاحظة مهمة **تعد سعة المتسعة مقياساً لمقدار الشحنة اللازم وضعها على اي من صفيحتيها لتوليد فرق جهد كهربائي معين بينهما.**

س // ماهي وحدات سعة المتسعة بالنظام الدولي للوحدات ؟

ج // وحدة السعه $\frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}}$ ويسمى Farad $\frac{Col}{V}$ 1 Farad = 1 F =1

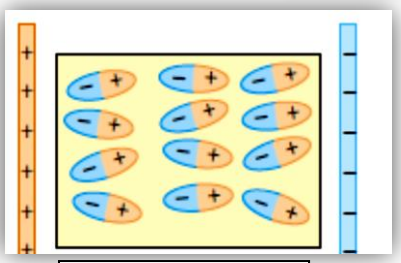
ملاحظه : $1pF = 10^{-12} F$, $1\ nF = 10^{-9} F$, $1\ \mu F = 10^{-6} F$ ولكن عند حل المسائل نستخدم F (الفاراد).

العازل الكهربائي

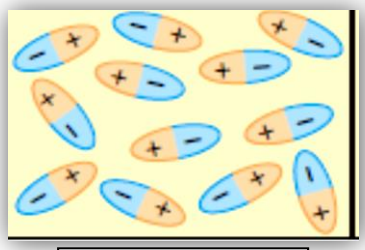
س // ماهي انواع العوازل الكهربائية ؟

ج : 1 – العوازل القطبية

2 – العوازل غير القطبية



بتأثير مجال كهربائي



بغياب مجال كهربائي

س // ماهي صفات العوازل القطبية :

ج : 1 – تمتلك جزيئاته عزوما كهربائية ثنائية القطب (دايبولات) دائمية .

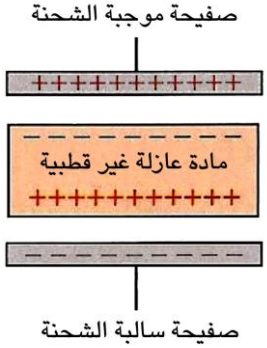
2 – التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة ثابته .

3 – جزيئاته ذات اتجاهات عشوائية في غياب المجال الكهربائي .

4 – مثل الماء النقي .

س // ما تأثير وجود العوازل القطبية على المتسعة المشحونة ؟ ولماذا ؟

ج : ان الدايبولات التي تتألف منها المادة سوف تصطف بموازات المجال الكهربائي للمتسعة المشحونة فيتولد مجال كهربائي داخل العازل معاكس للمجال الكهربائي الخارجي المؤثر واقل منه مقدارا وبذلك يقل المجال الكهربائي المؤثر .



س // **ماهي صفات العوازل غير القطبية ؟**

ج : 1 – التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة غير ثابت .

2 – مثل الزجاج والبولي ثيلين .

س // ما تأثير ادخال العوازل غير القطبية بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟ ولماذا ؟

ج : سيعمل المجال الكهربائي للمتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة بإزاحة ضئيلة فتكتسب بصورة مؤقته عزوما كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث الكهربائي وبهذا يتحول الجزيء الى دايبول كهربائي يصطف باتجاه المجال المؤثر فيكون العازل مستقطبا مولدا مجالا كهربائيا داخل العازل معاكسا في اتجاهه للمجال المتولد بين الصفيحتين فيضعف المجال الكهربائي الخارجي المؤثر .

س // كيف تكتسب جزيئة المادة غير القطبية عزوما كهربائية ثنائية القطب وبصورة مؤقته عند ادخالها بين صفيحتي المتسعة المشحونة ؟

ج : بطريقة الحث الكهربائي

س // ما سبب تولد المجال الكهربائي داخل العازل غير القطبي الموضوع بين صفيحتي المتسعة المشحونة ؟

ج : بسبب استقطاب العازل وظهور الشحنتان السطحيتان على وجهي العازل .

س // ما هو اتجاه المجال الكهربائي لدايبولات العوازل الموضوعة بين صفيحتي المتسعة المشحونة نسبة الى المجال الاصلي للمتسعة ؟

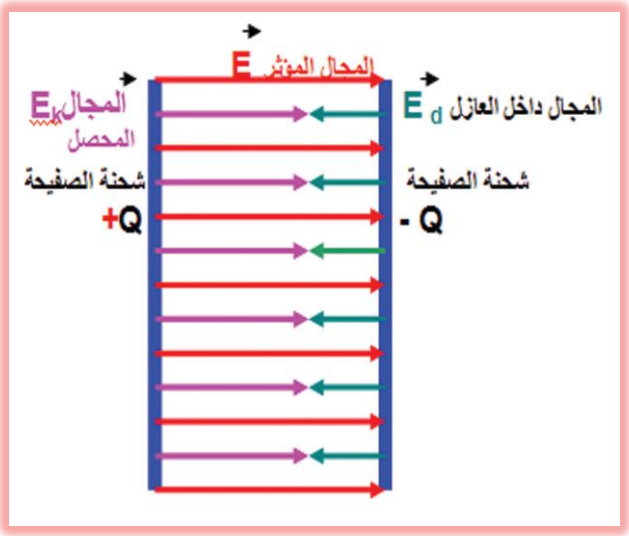
ج : معاكسا له .

س // كيف تتوزع الشحنات على سطحي العازل غير القطبي الموضوع بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟

ج : ستظهر شحنة سالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة للمتسعة فيما تظهر شحنة موجبه على الوجه المقابل للصفيحة السالبة .

س // ماهي شحنة العازل غير القطبي الموضوع بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟ ولماذا؟

ج : صفرا . لأنه متعادل كهربائيا .



س // ماهو مقدار المجال الكهربائي المحصل عند ادخال عازل بين لوحي المتسعة ؟

ج : يحسب اتجاهيا $\vec{E}_k = \vec{E} + \vec{E}_d$ (جمع المتجهات)

اما مقداره فيحسب من خلال المعادلة $E_k = E - E_d$

حيث ان E هو المجال الكهربائي المؤثر

وان E_d هو المجال الكهربائي داخل العازل

وان E_k هو المجال الكهربائي المحصل .

ملاحظة **ان المعادلات اعلاه تستعمل لنوعي العازل القطبية وغير القطبية .**

س // ما هو مقدار التغير بالمجال الكهربائي عند ادخال عازل ثابت عزله k بين لوحي المتسعة ؟

ج : يقل المجال الكهربائي بنسبة k وكما يلي :-

$E_k = \frac{E}{k}$ **حيث ان E_k يمثل المجال الكهربائي بين لوحي المتسعة بوجود العازل (المحصل) بينما E يمثل المجال الكهربائي بدون وجود العازل (العازل فراغ او هواء) .**

(ان k تمثل ثابت العزل الكهربائي للمادة العازله وهو خالي من الوحدات ومقداره اكبر من الواحد).

المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة E : هو نسبة فرق الجهد ΔV بين صفيحتي المتسعة الى البعد d بين الصفيحتين. وحدة المجال الكهربائي هي (N/C) او (V/m)

س // ما هي العلاقة بين المجال الكهربائي وفرق الجهد بين لوحي المتسعة المشحونة ؟

ج : العلاقة هي $E = \frac{\Delta V}{d}$ (شدة المجال = انحدار الجهد)

س // كيف يتم حساب فرق الجهد (ΔV) بين لوحي المتسعة عند ادخال العازل بين صفيحتي متسعة ومفصولة عن المصدر ؟

ج : $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$ حيث ان ΔV_k يمثل فرق الجهد بين الصفيحتين بوجود العازل .

س // كيف سيتغير مقدار سعة المتسعة عند ادخال عازل ثابت عزله k بين لوحيها ؟

ج : ستتغير سعتها بموجب العلاقة $C_k = k\,C$

حيث ان C_k تمثل سعة المتسعة بوجود العازل و C يمثل سعتها بدون العازل (العازل فراغ او هواء)

س // ما المقصود بثابت العزل الكهربائي لماده عازله ؟

ج : هو النسبة بين سعة المتسعة بوجود العازل (C_k) وسعتها بوجود الفراغ او الهواء (C) اي ان $k = \frac{C_k}{C}$

نشاط 1

س/ وضح نشاط (تجربة) يبين تأثير ادخال العازل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي بينهما (تجربة فراداي) ، ما تأثيره في سعة المتسعة ؟

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

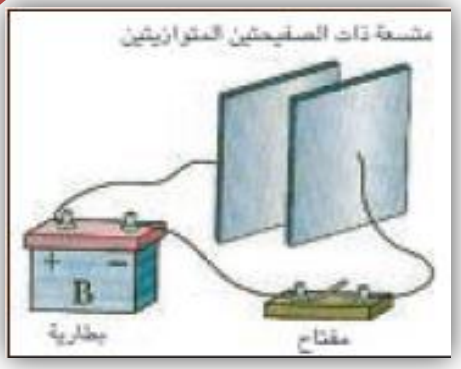
1- نربط احد قطبي البطارية باحدى الصفيحتين ثم نربط القطب الاخر بالصفيحة الثانية ستنشحن احدى الصفيحتين بالشحنة الموجبة $(+Q)$ والاخرى بالشحنة السالبة $(-Q)$. كما في الشكل *(1)* .

2- نفصل البطارية عن الصفيحتين.

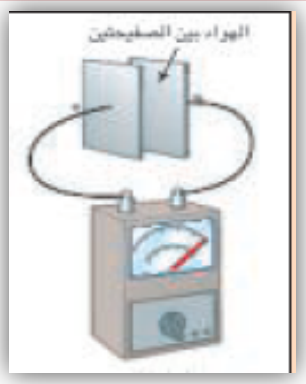
3- نربط الطرف الموجب للفولطميتر بالصفيحة الموجبة ونربط طرفه السالب بالصفيحة السالبة نلاحظ انحراف مؤشر الفولطميتر عند قراءة معينة . كما في الشكل *(2)* .

4- ندخل اللوح العازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة . كما في الشكل *(3)* .

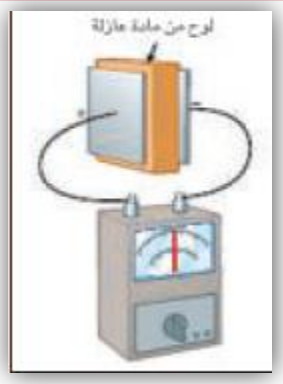
نلاحظ حصول نقصان في قراءة الفولطميتر (ΔV) .



الشكل (1)



الشكل (2)



الشكل (3)

الاستنتاج

1 - ادخال مادة عازلة كهربائيا ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة المشحونة يتسبب في إنقاص فرق الجهد الكهربائي بينهما بنسبة مقدارها ثابت العزل (k) فتكون $\left(\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}\right)$

2 - تزداد سعة المتسعة طبقا للمعادلة $\left(C = \frac{Q}{\Delta V}\right)$ - بسبب نقصان فرق الجهد بين الصفيحتين بثبوت الشحنة Q

3 - تزداد سعة المتسعة بعد ادخال العازل الكهربائي وفقا للمعادلة : $(C_k = kC)$ ، حيث تزداد بنسبة (k).

س // ماذا يعني انحراف مؤشر الفولتميتر عند ربطه على طرفي متسعة مشحونة ؟

ج : يعني تولد فرق جهد كهربائي (ΔV) بين صفيحتي المتسعة المشحونة .

س // هل تتغير قراءة الفولتميتر المربوط مع المتسعة عند تغيير المادة العازلة الموضوعة بين صفيحتي المتسعة المشحونة والمعزولة عن المصدر(البطارية) ؟ وماذا يعني ذلك ؟

ج : نعم تتغير . وان ذلك يدل على ان فرق الجهد بين الصفيحتين يتغير بتغير العازل .

س // ماهي العوامل التي يعتمد عليها مقدار ثابت العزل الكهربائي ؟

ج : على نوع المادة فقط .

س // ماذا يمكن ان تستنتج من تجربة فراداي في المتسعات ؟

ج : ان ادخال مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتي المتسعة المشحونة والمفصولة عن البطارية (المصدر) يتسبب في انقاص فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين وبالتالي زيادة سعتها بثبوت مقدار الشحنة .

س // ما تأثير ادخال العازل بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر على سعة المتسعة ؟ ولماذا ؟

ج : تزداد سعة المتسعة المشحونة والمفصولة عن المصدر عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها . بسبب نقصان فرق الجهد وبثبوت الشحنة (لان المتسعة مفصولة عن المصدر) وبموجب العلاقة العكسية بين السعة وفرق الجهد $C = (\frac{Q}{\Delta V})$.

ملاحظة **تزداد سعة المتسعة بإدخال عازل بين صفيحتيها ولا علاقة لزيادة السعه ان كانت مربوطة بالمصدر او مفصولة عنه .**

س // هل من الضروري كتابة مقدار اقصى فرق جهد تتحمله المتسعة عليها ؟ ج : نعم

س // لماذا يكتب على كل متسعة مقدار اقصى فرق جهد تعمل فيه المتسعة ؟

ج : لان تجاوز هذا المقدار يؤدي الى تلف المتسعة بسبب تلف عازلها والناتج عن ازدياد المجال الكهربائي بين الصفيحتين والذي يؤدي الى حصول الأنهيار الكهربائي للعازل نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من شحنتها وتتلف المتسعة .

س // ما المقصود : بقوة العزل الكهربائي ؟

ج : اقصى مجال كهربائي تتحمله مادة قبل حصول الأنهيار الكهربائي لها .

او ... مقياس لقابلية المادة في الصمود امام فرق الجهد الكهربائي المسلط عليها .

س // ماهي وحدات قوة العزل الكهربائي ؟

ج : وحدة قوة العزل الكهربائي هي $\frac{\text{Volt}}{\text{meter}}$

س/ قارن بين نوعي المواد العازلة (مقارنة بين العوازل القطبية والعوازل غير القطبية)؟

العوازل القطبية	العوازل غير القطبية
1 – تمتلك جزيئاتها عزوما كهربائيا ثنائية القطب دائميه في الحالة الطبيعية .	1 – تمتلك جزيئاتها عزوما كهربائيا ثنائية القطب مؤقتة (بطريقة الحث).
2 – يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة ثابتا .	2 – يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة غير ثابتة .
3 – مثل (الماء النقي)	3 – مثل (الزجاج والبولو اثلين)

العوامل المؤثرة في سعة المتسعة

س // ماهي العوامل المؤثرة في سعة المتسعة ؟

ج : 1 – المساحة السطحية المتقابلة لكل من الصفيحتين (A) .

2 – البعد بين الصفيحتين (d) .

3 – نوع الوسط العازل بين الصفيحتين .

س // ماهي العلاقة بين سعة المتسعة والمساحة السطحية المتقابلة لصفيحتيها .

ج : تزداد سعة المتسعة بزيادة مساحة السطحين المتقابلين لصفيحتيها .

اي ان العلاقة طردية ($C \propto A$)

س // ما هي العلاقة بين سعة المتسعة والبعد بين صفيحتيها ؟

ج : العلاقة عكسية . اي تزداد سعتها بتقريب صفيحتها ($C \propto \frac{1}{d}$) .

س // ماهي العلاقة الرياضية التي تربط بين سعة المتسعة والعوامل الثلاث المؤثرة فيها ؟

ج : $C = \frac{\epsilon_o A}{d}$ عندما يكون العازل بين صفيحتيها هواء .

وان $C_k = k \frac{\epsilon_o A}{d}$ عندما يكون العازل بين صفيحتيها مادة ثابت عزلها k .

س/ وضح كيفية تغير سعة متسعة الصفيحتين المتوازيتين بتغير المساحة السطحية للصفيحتين ؟

الجواب: الشكل (1)

1 – نربط طرفي الفولطميتر بين صفيحتي متسعة مشحونة بشحنة مقدارها Q مفصولة عن مصدر الفولطية .

2 - عندما تكون المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة تساوي (A) تكون قراءة الفولطميتر عند تدريجة معينة فيكون فرق الجهد بين الصفيحتين (ΔV) .

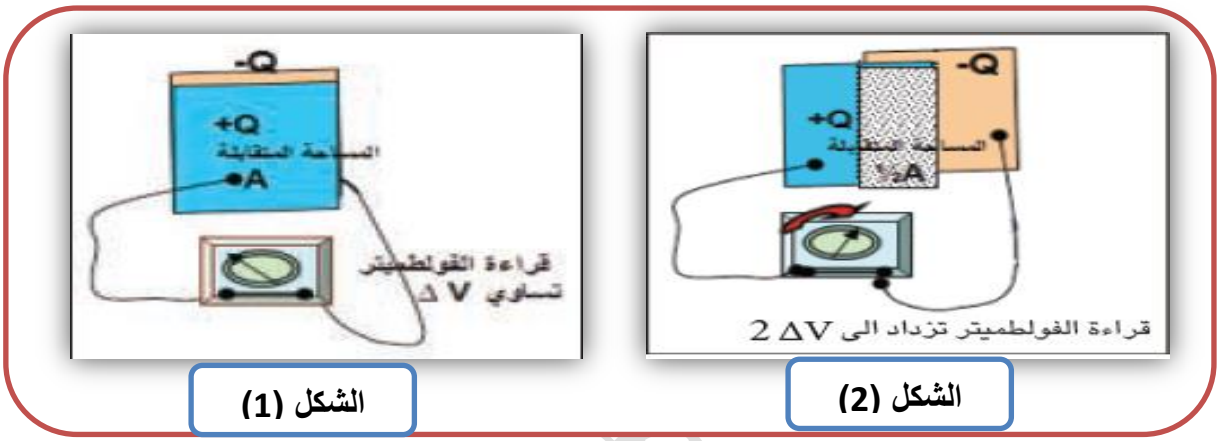
3 – عند تقليل المساحة السطحية المتقابلة للصفيحتين الى نصف ما كانت عليه $\left(\frac{1}{2}A\right)$ وذلك بازاحة احدى الصفيحتين جانبا (مع المحافظة على بقاء مقدار الشحنة ثابتا) كما في الشكل (2) .

نلاحظ ازدياد قراءة الفولطميتر الى ضعف ما كانت عليه $(2\Delta V)$.

وحسب العلاقة: $\left(C = \frac{Q}{\Delta V}\right)$ تقل المتسعة بازدياد فرق الجهد بين صفيحتيها بثبوت مقدار الشحنة.

الاستنتاج:

نستنتج : من ذلك ان سعة المتسعة تقل بنقصان المساحة المتقابلة للصفيحتين والعكس صحيح اي ان السعة (C) لمتسعة ذات الصحيفتين المتوازيتين تتناسب طرديا مع المساحة (A) المتقابلة للصفيحتين. $(C \propto A)$.



الشكل (1) الشكل (2)

س/ وضح كيفية تغير مقدار سعة المتسعة للصفيحتين المتوازيتين بتغير البعد بين الصفيحتين ؟

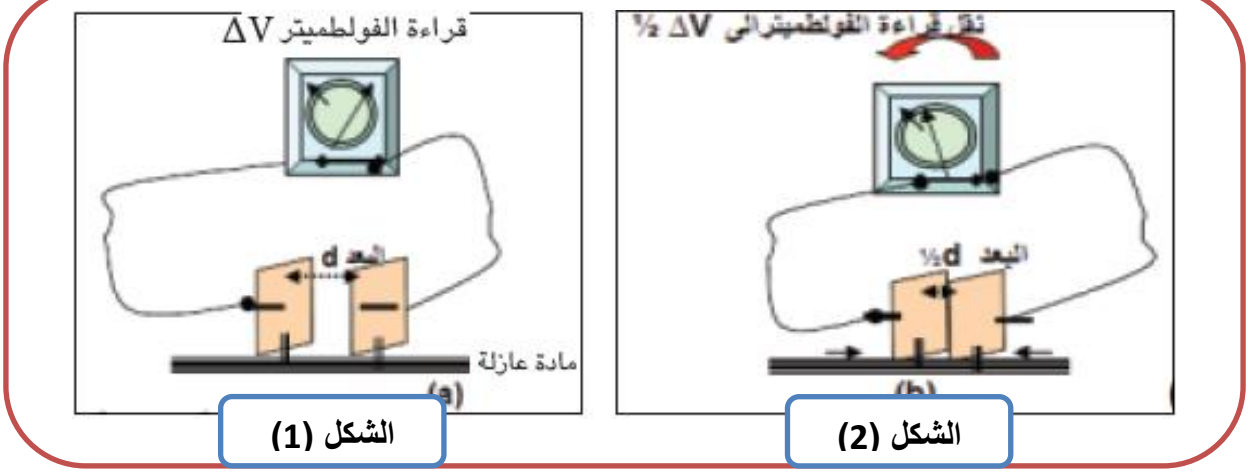
الجواب: الشكل (1) يوضح متسعة مشحونة بشحنة ذات مقدار معين ومفصولة عن مصدر الفولطية ومربوطة بين طرفي فولطميتر لقياس فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها.

البعد الابتدائي بينهما (d) تكون قراءة الفولطميتر عند تدريجة معينة فيكون فرق الجهد بين الصفيحتين (ΔV) و عند تقريب الصفيحتين الى البعد $\left(\frac{1}{2}d\right)$ (مع المحافظة على بقاء مقدار الشحنة ثابتا) كما في الشكل (2) .

نلاحظ :ان قراءة الفولطميتر تقل الى ما كانت عليه $\left(\frac{1}{2}\Delta V\right)$ وحسب العلاقة $\left(C = \frac{Q}{\Delta V}\right)$ تزداد سعة المتسعة بنقصان فرق الجهد بين صفيحتيها بثبوت مقدار الشحنة .

الاستنتاج:

سعة المتسعة تزداد بنقصان البعد (d) بين الصفيحتين والعكس صحيح اي ان السعة (C) لمتسعة تتناسب عكسيا مع البعد بين الصفيحتين (d). $\left(C \propto \frac{1}{d}\right)$.



الشكل (1) الشكل (2)

ملاحظات مهمة حول المتسعات

1 – المتسعة المربوطة بالمصدر (بطارية مثلا) فان (ΔV) لها يبقى ثابتا ويعتمد على المصدر وتتغير شحنتها وسعتها تبعا لتغير عواملها .

2 – المتسعة المفصولة عن المصدر والمشحونة فان شحنتها لا تتغير وانما تتغير سعتها وفرق جهدها تبعا لتغير العوامل المؤثرة فيها.

مثال 1

متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (10 PF) شحنت بوساطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12V) فإذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم أدخل بين صفيحتيها لوحاً من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (6) يملأ الحيز بينهما. ما مقدار :-

1) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة **2) سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي**

3) فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد أدخال العازل

الحل/

1 $C = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow Q = C \times \Delta V$

$Q = 10 \times 10^{-12} \times 12 = 120 \times 10^{-12}\ C$

2 $C_k = k\,C = 6 \times 10 \times 10^{-12}\ F = 60 \times 10^{-12}\ F$

3 $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{12}{6} = 2\ V$

مثال 2

متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتيها (0.5 cm) وكل من صفيحتيها مربعة الشكل طول ضلع كل منها (10 cm) ويفصل بينهما الفراغ علماً أن سماحية الفراغ $\varepsilon_o = 8.85*10^{-12}\ c^2/N.m^2$ ما مقدار :- 1) سعة المتسعة 2) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتها بعد تسليط فرق جهد (10 V) بينهما

الحل /

بما أن كل من صفيحتي المتسعة مربعة الشكل ، فتكون المساحة (A) :

1 $10\ cm = \frac{10}{100} = \frac{1}{10} = 0.1\ m$

$A = (0.1)^2 = 1 \times 10^{-2}\ m^2$

والبعد بين الصفيحتين :

$d = 0.5\ cm = \frac{0.5}{100} = 5 \times 10^{-3}\ m$

$C = \frac{\varepsilon_o A}{d} 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{1 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}}$

$= 1.77 \times 10^{-11}\ F = 17.7\ pF$

2 $Q = C\,\Delta V = 17.7 \times 10^{-12} \times 10$

$= 177 \times 10^{-12}\ C$

* جدول يبين تأثير ادخال عازل بين صفيحتي متسعة او نقصان البعد بين صفيحتيها او زيادة المساحة المتقابلة لصفيحتيها على كل من سعتها وشحنتها وفرق الجهد بين صفيحتيها والمجال الكهربائي بين صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين في حالتين الاولى متصلة بالمصدر والثانية منفصلة عن المصدر.

	المتسعة متصلة بمصدر	المتسعة منفصلة عن المصدر
	ادخال المادة عازلة بين صفيحتيها	
1	السعة C: تزداد	السعة C: تزداد
2	الشحنة Q: تزداد	الشحنة Q: ثابتة
3	فرق الجهد ΔV : يبقى ثابت لوجود المصدر	فرق الجهد ΔV : يقل
4	المجال الكهربائي E : ثابت لثبوت فرق الجهد	المجال الكهربائي E : يقل
5	الطاقة المختزنة KE: تزداد	الطاقة المختزنة KE: تقل
	زيادة المساحة المتقابلة للصفيحتين	
1	السعة C: تزداد	السعة C: تزداد
2	الشحنة Q: تزداد	الشحنة Q: ثابتة
3	فرق الجهد ΔV : يبقى ثابت لوجود المصدر	فرق الجهد ΔV : يقل
4	المجال الكهربائي E : ثابت لثبوت فرق الجهد	المجال الكهربائي E : يقل
5	الطاقة المختزنة KE: تزداد	الطاقة المختزنة KE: تقل
	نقصان البعد بين صفيحتيها	
1	السعة C: تزداد	السعة C: تزداد
2	الشحنة Q: تزداد	الشحنة Q: ثابتة
3	فرق الجهد ΔV : يبقى ثابت لوجود المصدر	فرق الجهد ΔV : يقل
4	المجال الكهربائي E : يزداد	المجال الكهربائي E : ثابت
5	الطاقة المختزنة KE: تزداد	الطاقة المختزنة KE: تقل

س(فكّر) // يقول صديقك ان المتسعة المشحونة تخزن شحنة مقدارها يساوي كذا . وانت تقول ان المتسعة المشحونة تكون شحنتها الكلية تساوي صفرا . ومدرسك يقول ان كلا القولين صحيح ! وضح كيف يكون ذلك ؟

ج : ان عبارة تخزن شحنة مقدارها كذا تعني مقدار الشحنة في اي من صفيحتيها اما الموجبة او السالبة . وحيث ان المتسعة تخزن شحنه مقدارها ($+Q$) على احدى الصفيحتين وتخزن شحنة سالبة ($-Q$) في الصفيحة الاخرى وبالمقدار نفسه فيكون صافي الشحنة (الشحنة الكلية) يساوي صفرا حيث ان $Q+(-Q)=0$.

ربط المتسعات (توالي – توازي)

س // ما الغرض من ربط المتسعات على التوازي او على التوالي ؟

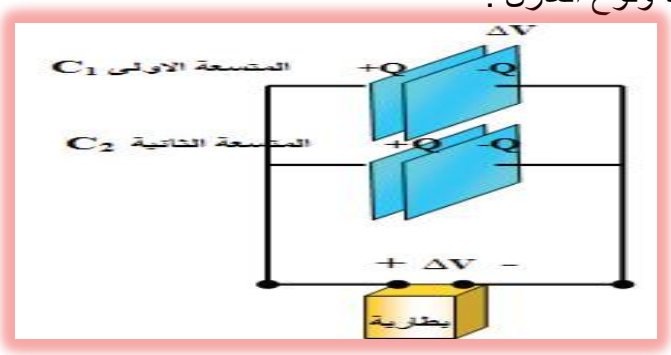
ج : لزيادة السعة المكافئة ولأجل ذلك تربط المتسعات على التوازي مع بعضها او لإمكانية وضع فرق جهد كهربائي بمقدار اكبر على طرفي المجموعة قد لا تتحمله متسعة واحدة ولأجل ذلك تربط المتسعات على التوالي مع بعضها.

(A) **ربط المتسعات على التوازي :** كما موضح بالشكل التالي يتم ربط المتسعات على التوازي :

س // ما سبب زيادة السعة المكافئة للمتسعات المربوطة على التوازي ؟

ج : بسبب ازدياد المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة لمجموعة التوازي .

بثبوت البعد بين صفيحتيها ونوع العازل .



ومن اهم خصائص هذا الربط : ان فرق الجهد على جميع المتسعات في هذا الربط هو فرق جهد المصدر لان كل من المتسعات مربوطة الى المصدر مباشرة لذا فان :

1) $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{total} = \Delta V$

2) $Q_{total} = Q_1 + Q_2$

3) $C_{eq} = C_1 + C_2$

4) $Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V$, $Q = C \times \Delta V$

س // عند ربط مجموعة من المتسعات على التوازي ، اشتق العلاقه : $C_{eq} = C_1 + C_2$

ج : بسبب الربط على التوازي فان :

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2$$
$$C_{eq}\Delta V = C_1\Delta V + C_2\Delta V$$
$$C_{eq}\Delta V = (C_1 + C_2)\Delta V$$

وبالقسمة على ΔV $C_{eq} = C_1 + C2$

ملاحظه : لاي عدد من المتسعات(n) المربوطة على التوازي يمكن تعميم هذه العلاقة بحيث ان :

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots C_n$$

مثال 3 أربع متسعات سعاتها حسب الترتيب (4μF , 8 μF , 12 μF , 6 μF) مربوطة مع بعضها على التوازي ، ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد قطبيها (12V) . أحسب مقدار :-

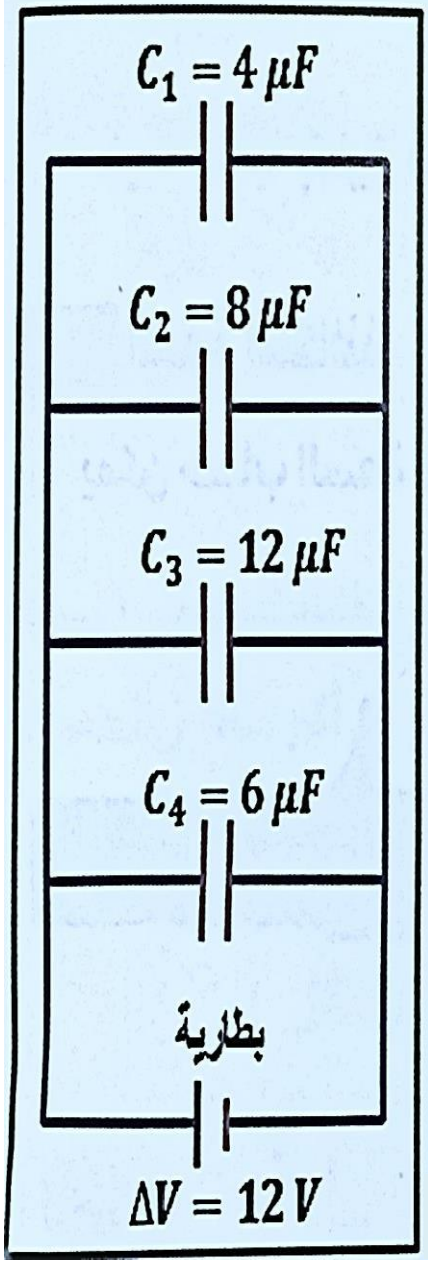
1) السعة المكافئة 2) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة
3) الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .

الحل /

1 $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$

$= 4 + 8 + 12 + 6 = 30\ \mu F$

2 بما أن المتسعات مربوطة مع بعضها على التوازي ، فيكون فرق الجهد بين صفيحتي كل منهما مُتساوٍ ، ويساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية (12 V) ، أي أن :



$\Delta V_{total} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_4 = \Delta V = 12\ V$

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

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

$Q_3 = C_3 \Delta V = 12 \times 12 = 144\ \mu Coulomb$

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

3 يُمكن حساب الشحنة الكلية المُختزنة في المجموعة بطريقتين :

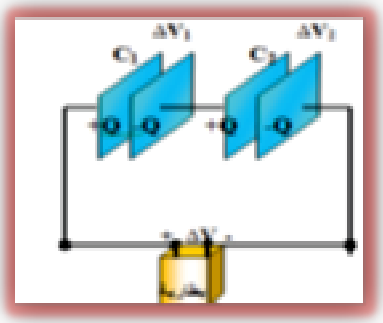
الطريقة الأولى باستخدام العلاقة التالية : $Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V$

$Q_{total} = 30 \times 12 = 360\ \mu Coulomb$

الطريقة الثانية باستخدام العلاقة التالية :

$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

$Q_{total} = 48 + 96 + 144 + 72 = 360\ \mu Coulomb$



B) ربط المتسعات على التوالي : تربط المتسعات كما في الشكل

س // لماذا تقل السعة المكافئة لمجموعة من المتسعات مربوطة على التوالي ؟

ج : وذلك بسبب زيادة البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة للمجموعة بثبوت مساحة الصفيحتين ونوع العازل فتقل السعة المكافئة .

س // علل ما يأتي : الشحنة الكلية في مجموعة المتسعات المربوطة على التوالي يساوي مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة .

ج : لان جهد الصفيحتين الوسطيتين متساوي فهو سطح تساوي جهد فتظهر شحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين بالنوع بطريقة الحث .

س // لماذا تعدان الصفيحتين الوسطيتين في مجموعة المتسعات المربوطة على التوالي سطح تساوي جهد ؟

ج : لأنهما مربوطتان مع بعظهما بسلك توصيل .

خصائص ربط المتسعات على التوالي :

ان مقدار الشحنة الكلية في المجموعة يساوي مقدار الشحنة المختزنة في اي من المتسعات ، اي ان ولان جهد المجموعة يساوي مجموع فروق الجهد بين صفيحتي كل متسعة ، لذا فان

1) $Q_{total} = Q_1 = Q_2$

2) $\Delta V_{total} = \Delta V_1 + \Delta V_2$

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

ويمكن كتابتها بالصيغة الاتية (اذا كانت متسعتان فقط) : $C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + c_2}$

4) $C_{eq} = \frac{Q}{\Delta V_{total}}$, $C = \frac{Q}{\Delta V}$

س // في مجموعة من المتسعات مربوطة على التوالي اثبت ان :

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

ج : لان جهد المجموعة يساوي مجموع فروق الجهد بين صفيحتي كل متسعة ، لذا فان

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

$$\frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

$$\frac{Q}{C_{eq}} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

وبقسمة طرفي المعادلة على (Q) نحصل على

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

ملاحظة

لأي عدد من المتسعات (n) مربوطة على التوالي فان :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots \frac{1}{C_n}$$

علي مهدي احمد

ملاحظة مهمة

لمجموعة من المتسعات مربوطة على التوالي فان السعة المكافئة لها تكون اصغر من اصغر سعة في المجموعة . بينما بربط التوازي فان السعة المكافئة يكون مقدارها اكبر من اكبر سعة في المجموعة .

س // ماطريقة ربط مجموعة من المتسعات ؟

a– لكي تحصل على سعة مكافئة كبيرة المقدار يمكن بوساطتها تخزين شحنة كهربائية كبيرة المقدار وبفرق جهد واطيء ، لا يمكن الحصول على ذلك بأستعمال متسعة واحدة .

b– لكي يكون بالامكان وضع فرق جهد كبير على طرفي المجموعة قد لا تتحمله المتسعة المنفردة

ج : a– تربط مجموعة المتسعات على التوازي مع بعضها فتزداد السعة المكافئة (C_{eq}) للمجموعة على وفق العلاقه $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$

حيث تكون السعة المكافئة اكبر من سعة اي متسعة في المجموعة مع ثبوت فرق الجهد الكلي الذي يساوي فرق جهد المصدر ويكون مساويا لفرق الجهد على طرفي كل متسعة . على وفق العلاقة $\Delta V_{total} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$.

b – تربط مجموعة المتسعات على التواي مع بعضها فيكون مقدار فرق الجهد الكلي للمجموعة اكبر من مقدار فرق جهد اي متسعة منفردة لان $\Delta V_{total} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3$ وبهذا فان $\Delta V_T > \Delta V_1$ وان $\Delta V_T > \Delta V_2$ وان $\Delta V_T > \Delta V_3$

مثال 4

ثلاث متسعات من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعاتها حسب الترتيب (18μF , 9 μF , 6 μF) مربوطة مع بعضها على التوالي ، شحنت المجموعة بشحنة كلية (300μc). أحسب مقدار :-

1) السعة المكافئة للمجموعة 2) الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة 3) فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة

4) فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة

الحل /

1) $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

$= \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \Rightarrow C_{eq} = 3\mu F$

2) بما أن المتسعات مربوطة على التوالي ، فإن :

$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q = 300\,\mu C$

3) $\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{300}{3} = 100\,V$

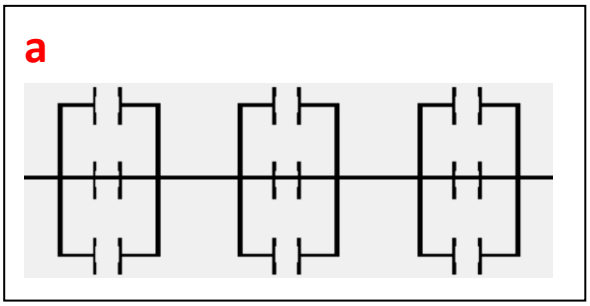
4) $\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{300}{6} = 50\,V$

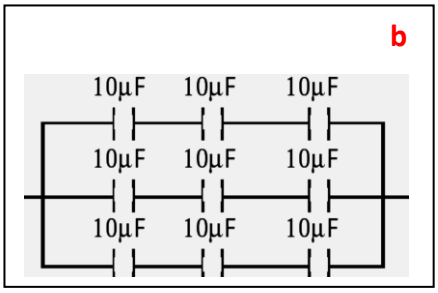
$\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{300}{9} = \frac{100}{3}\,V$

$\Delta V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{300}{18} = \frac{50}{3}\,V$

س // اذا طلب منك ربط تسع متسعات متماثله سعة كل منها (10µ F) جميعها مع بعض للحصول على سعة مكافئه مقدارها (10µ F) وضح طريقة ربط هذه المجموعة وارسم مخططا تبين فيه ذلك .

ج : يتم ذلك بادى الطريقتين الموضحتين في الرسمين التاليين





ففي الشكل a تربط المجموعة بثلاث صفوف متوازية وبكل صف ثلاث متسعات مربوطة على التوالي . حيث يتم اولا حساب السعة المكافئة لكل صف ثم تُحسب السعة المكافئة الكلية .

اما في الشكل b فتربط كل ثلاث متسعات مع بعضها على التوازي بثلاث مجموعات وتربط المجموعات الثلاث مع بعضها على التوالي . حيث نحسب السعة المكافئة الكلية لكل مجموعة متوازية اولا ، وبعدها نحسب السعة المكافئة الكلية .

الطاقة المختزنة في المتسعة

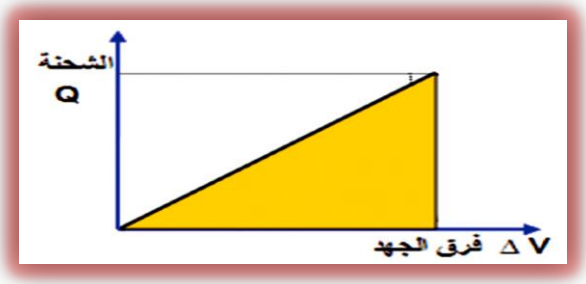
س // ما هو مصدر الطاقة المختزنة في المتسعة المشحونة ؟ وما هو شكل الطاقة (نوعها) المختزنة في المتسعة

ج : هو الشغل المبذول على الشحنات لنقلها من مكان الى اخر والذي يختزن (هذا الشغل المبذول) على شكل طاقة كامنه كهربائيـــــــــــة ($PE_{electric}$) في المجال الكهربائي بين الموقعين .

وهي مختزنه بشكل مجال كهربائي بين صفيحتيها .

س // كيف يمكن ان توضح بيانيا الطاقة المختزنة في المتسعة ؟

ج : من الرسم البياني بين مقدار الشحنة المختزنة (Q) في اي من الصفيحتين وفرق الجهد الكهربائي (ΔV) بينهما فان المساحة تحت المنحني كما في الشكل هي الطاقة المختزنة فيها . والتي تساوي $PE_{electric} = ½ \Delta V \times Q$



العلاقات الخاصة بحساب الطاقة الكهربائية المختزنه في المتسعة المشحونة :

1 - $PE_{electric} = ½ C (\Delta V)^2$

2 - $PE_{electric} = ½ \Delta V \times Q$

3 - $PE_{electric} = ½ \frac{Q^2}{C}$

ولحساب القدرة الكهربائية عند تفرغ المتسعة بفترة زمنية مقدارا (t) بالثانية فان

$$P = \frac{PE_{electric}}{t}$$

ملاحظة مهمة : وحدة الطاقة هي الجول (J) . ووحدة القدرة هي (Watt) . وعند تطبيق قوانين الطاقة والقدرة يجب ان تكن وحدة السعة هي (F) وليس اجزائها . ووحدة الشحنة هي (Col) وليس اجزائها.

س // ما تأثير ادخال عازل كهربائي بين صفيحتي المتسعة على الطاقة الكهربائية المختزنة فيها ؟ ولماذا ؟

1 – اذا كانت مربوطة بالمصدر **2 – اذا كانت مفصولة عن المصدر**

ج : 1 – تزداد وذلك لثبوت فرق الجد (يساوي فرق جهد المصدر) وزيادة سعتها فتزداد الطاقة بموجب العلاقة

$PE_{electric} = ½ C (\Delta V)^2$

2 – تقل لثبوت شحنتها ونقصان فرق جهدها بموجب العلاقة $PE_{electric} = ½ \Delta V \times Q$

(او : تقل لثبوت شحنتها وزيادة سعتها بموجب العلاقة $PE_{electric} = ½\frac{Q^2}{C}$)

مثال 5 **ما مقدار الطاقة الكهربائية المختزنة في المجال الكهربائي لمتسعة سعتها (2 µF) إذا شحنت لفرق جهد كهربائي (5000 V) ما مقدار القدرة التي نحصل عليها عند تفريغها بزمن (10 µS) .**

الحل/

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C.(\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times (5000)^2 = 25 \text{ Joul}$$

$$Power\ (P) = \frac{PE_{elecric}}{time\ (t)} = \frac{25}{10 \times 10^{-6}} = 2.5 \times 10^6\ Watt$$

مثال 6 متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين (C1=3uF ,C2=6uF) مربوطتان مع بعضهما على التوالي . ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (24V) ، فكان الفراغ عازلا بين صفيحتي كل منهما اذا ادخل بين صفيحتي كل منهما لوح من مادة عازلة ثابت عزلها 2 يملأ الحيز بينهما (ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة ، والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة في حالتين :

1 – قبل ادخال العازل 2 - بعد ادخال اعازل

الحل /

1 قبل إدخال العازل نحسب السعة المُكافئة للمجموعة بتطبيق العلاقة التالية :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 2\ \mu F$$

ثم نحسب الشحنة الكلية المُختزنة في المجموعة بتطبيق العلاقة التالية :

$$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V_{total} = 2 \times 24 = 48\ \mu Coulomb$$

وبما أن المُتسعتان مربوطتان على التوالي ، تكون الشحنات المختزنة في أي من صفيحتي كل منهما متساوية المقدار ، أي أن :

$$Q_{total} = Q_1 = Q_2 = Q = 48\ \mu Coulomb$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{48}{3} = 16\,V \quad , \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{48}{6} = 8\,V$$

ولحساب الطاقة المُختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل مُتسعة نُطبق العلاقة التالية :

$$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} C_1 \times (\Delta V_1)^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \times (16)^2$$
$$= 384 \times 10^{-6}\ Joul$$

$$PE_{(2)electric} = \frac{1}{2} C_2 \times (\Delta V_2)^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times (8)^2 = 192 \times 10^{-6}\ Joul$$

2 بعد إدخال العازل نحسب سعة كل متسعة بعد إدخال العازل :

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

ثم نحسب السعة المُكافئة للمُتسعتين (بوجود العازل) المربوطتين على التوالي بتطبيق العلاقة التالية :

$$\frac{1}{C_{keq}} = \frac{1}{C_{k1}} + \frac{1}{C_{k2}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \quad \Rightarrow \quad C_{keq} = 4\ \mu F$$

بما أن اللوح العازل أدخل والمجموعة ما زالت مربوطة بين قطبي البطارية ، فإن فرق الجهد الكهربائي الكلي للمجموعة يبقى ثابتا (24 V) ، وعندئذ يُمكن حساب الشُحنة الكلية للمجموعة من العلاقة التالية :

$$Q_{k\,(total)} = C_{keq} \times \Delta V = 4 \times 24 = 96\ \mu C$$

$$\Delta V_{k1} = \frac{Q_{k(total)}}{C_{1k}} = \frac{96}{6} = 16\,V$$

$$\Delta V_{k2} = \frac{Q_{k(total)}}{C_{2k}} = \frac{96}{12} = 8\,V$$

$$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} C_{1k} \times (\Delta V_1)^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times (16)^2$$
$$= 768 \times 10^{-6}\ Joul$$

$$PE_{(2)electric} = \frac{1}{2} C_{2k} \times (\Delta V_2)^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-6} \times (8)^2$$
$$= 384 \times 10^{-6}\ Joul$$

بعض أنواع المتسعات

س //عدد بعض انواع المتسعات وما هي استعمالات ومميزات كل منها ؟

ج : a) المتسعة ذات الورق المشمع : وتستعمل في الاجهزة الكهربائية . **مميزاتها :** صغر حجمها و كبر مساحة صفائحها .

b) المتسعة متغير السعة ذات الصفائح الدوارة : تتألف من مجموعتين من الصفائح بشكل انصاف اقراص احدى المجموعتين ثابته والاخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت ، تستعمل في دائرة التنغيم في اللاسلكي والمذياع .

مميزاتها : متغيرة السعه

c) **المتسعة الالكتروليتية :** تتألف من صفيحتين احداهما من الالمنيوم والاخرى عجينة الكتروليتية وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الالمنيوم والالكتروليت وتلف الصفائح بشكل اسطواني . تستخدم في الدوائر الكهربائية

مميزاتها :تتحمل فرق جهد عالي وتوضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيتها .

س // ما هي طريقة ربط المتسعات المستخدمة في متسعة ذات الصفائح الدوارة ؟ وما هو العازل بين صفائحها ؟

ج : متوازية الربط .واما العازل فهو الهواء .

س // ما هو مبدأ تغير سعة المتسعة ذات الصفائح الدوارة ؟

ج : تغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح .

س // كيف تتولد المادة العازلة في المتسعة الالكتروليتية ؟

ج : نتيجة التفاعل الكيميائي بين الالمنيوم والالكتروليت .

س // لماذا توضع علامة على طرفي المتسعة الالكتروليتية ؟

ج // للدلالة على قطبيتها لغرض ربطها بالدائرة بقطبية صحيحه .

س // لماذا تصنع المتسعات بانواع واحجام مختلفة ومن مواد مختلفة ؟

ج : لكي تكون ملائمة لمختلف التطبيقات العملية .

دائرة تيار مستمر تتألف من مقاومة ومتسعة

دائرة المقاومة والمتسعة : هي دائرة تيار مستمر تحتوي على مقاومة ومتسعة وبطارية .

مميزاتها : تيار هذه الدائرة يكون متغيرا مع الزمن .

من امثلتها : دوائر شحن وتفريغ المتسعة .

س // ما الذي يميز تيار دائرة المتسعة والمقاومة عند ربطها الى مصدر للتيار المستمر ؟

ج : يكون تيار الدائرة متغيرا مع الزمن .

نشاط 2

س// اذكر نشاط يوضح كيفية شحن المتسعة مع رسم مخططا لدائرة الكهربائية؟

أدوات النشاط

بطارية و كلفانوميتر (G) ومتسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين (A,B) ، مفتاح مزدوج (K) و مقاومة ثابتة (R)ومصباحين (L_1,L_2) و أسلاك توصيل.

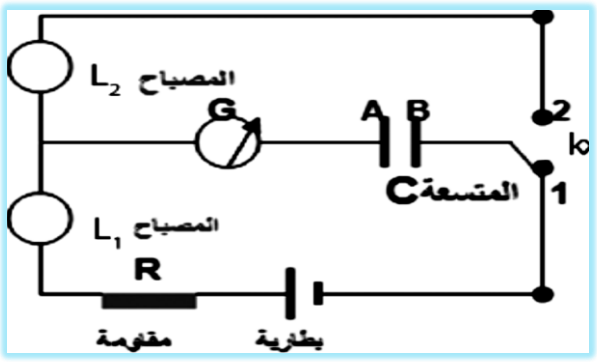
خطوات النشاط

1- نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل أدناه .

2- نجعل المفتاح المزدوج K في المواقع (1)

3 -نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر لحظيا الى جانبي صفر التدريجة (نحو اليمين مثلا) ويعود بسرعة الى الصفر وملاحظة توهج المصباح L_1 بضوء ساطع لبرهنة من الزمن ثم ينطفئ وكأن البطارية غير مربوطة بالدائرة.

4 -وبما ان صحيفتي المتسعة معزولتين عن بعضهما فالالكترونات تتراكم على الصفيحة B المربوطة بالقطب السالب للبطارية لذا تشحن بالشحنة السالبة $(-Q)$ في حين تشحن الصفيحة A المربوطة بالقطب الموجب بالشحنة الموجبة $(+Q)$ وبالمقدار نفسه بطريقة الحث.



نشاط 3

س// اذكر نشاط يوضح كيفية تفريغ المتسعة مع رسم مخططا الدائرة الكهربائية ؟

أدوات النشاط

بطارية، كلفانوميتر (G)، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين (A,B) ، مفتاح مزدوج (K) ، مقاومة ثابتة (R) ، مصباحين (L_1,L_2) ، أسلاك توصيل.

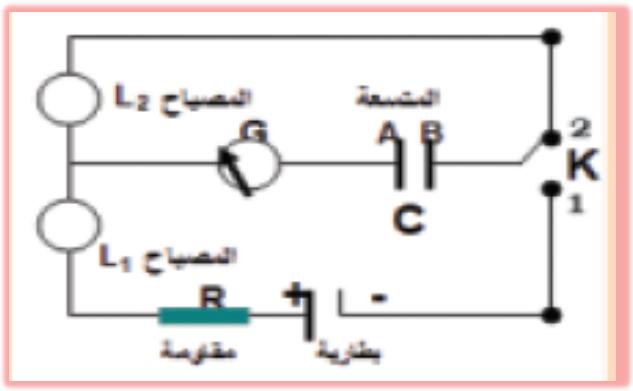
خطوات النشاط

1- نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل أدناه.

2- نجعل المفتاح (K) في الموقع (2) .

3- نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر لحظيا الى الجانب الآخر من صفر التدريجة (نحو اليسار) ثم يعود الى الصفر بسرعة ونلاحظ توهج المصباح L_2 بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ .

4- نستنتج ان تيارا لحظيا قد انساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ (يساوي صفرا) عندما لا يتوافر فرق جهد بين صفيحتي المتسعة أي عندما $(\Delta V_{AB} = 0\ V)$.



س // في تجربة شحن المتسعة لماذا يرجع المؤشر الى الصفر بعد انحرافه لحظيا الى احد جانبي صفر التدريجة ؟

س // في تجربة شحن المتسعة لماذا ينطفيء المصباح بعد وميضه لبرهة وكأن البطارية غير موجودة ؟

ج : لتساوي جهد كل صفيحه مع قطب البطارية المتصل به بعد اكتمال عملية شحن المتسعة وان المتسعة مشحونة بكامل شحنتها وعندها ينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفرا .

س // متى يتساوى فرق الجهد بين طرفي المتسعة وطرفي المصدر في دائرة شحن المتسعة ؟

س // متى يكون التيار المار في دائرة شحن المتسعة يساوي صفرا ؟

ج : عندما تكون المتسعة بكامل شحنتها .

س // لماذا تعد المتسعة مفتاحا مفتوحا في دائرة التيار المستمر ؟

ج : عند شحن المتسعة بكامل شحنتها يتساوى فرق الجهد على طرفيها مع فرق جهد البطارية مما يجعل فرق الجهد على طرفي المقاومة يساوي صفرا وعندئذ يكون التيار يساوي صفرا ، فتعد المتسعة مفتاحا مفتوحا .

س // ما هي شحنة كل من صفيحتي المتسعة بالنسبة الى المصدر الشاحن (البطاريه)؟

ج : تتراكم الالكترونات على الصفيحة المربوطة بالقطب السالب للبطارية بينما تشحن الصفيحة المربوطة بالقطب الموجب للبطارية بالشحنة الموجبه وبالمقدار نفسه بطريقة الحث .

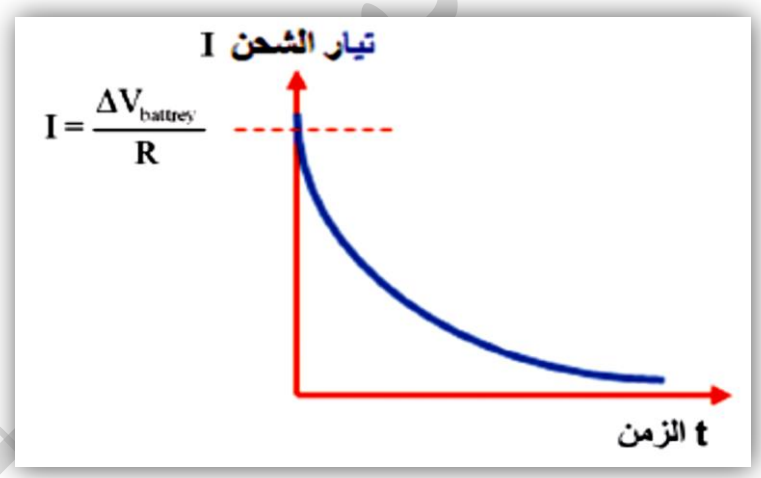
س // متى يكون تيار الشحن في اكبر قيمة له ؟ وكيف يتم حساب تيار الشحن آنذاك ؟

ج : يبدأ بمقدار كبير لحظة غلق الدائرة ويتم حسابه بالعلاقة

$I = \frac{\Delta V_{battery}}{R}$ حيث ان (I) هو اقصى قيمة للتيار الشاحن لحظة اغلاق المفتاح وان (R) هي مقاومة الدائرة .

س // وضح بيانيا كيف يتغير تيار شحن المتسعة مع الزمن ؟

ج : يتناقص مقدار تيار الشحن بسرعة الى الصفر عند اكتمال الشحن كما في الرسم البياني .



س // ما المقصود بتفريغ المتسعة ؟

ج : معادلة شحنتي صفيحتها بربط الصفيحتين ببعضهما بسلك توصيل .

س // كيف يتغير مؤشر الكلفانوميتر في دائرة تفريغ المتسعة ؟

ج : ينحرف لحظيا الى الجانب الاخر من صفر التدريجة ويعود الى الصفر بسرعة .

س // ماذا يحصل للمصباح المربوط في دائرة تفريغ المتسعة ؟ ج : يتوهج للحظة ثم ينطفيء .

س // متى يتوقف تيار التفريغ عن الانسياب في الدائرة ؟

ج : عندما لا يتوافر فرق في الجهد بين صفيحتي المتسعة . او عندما تتفرغ المتسعة من كامل شحنتها .

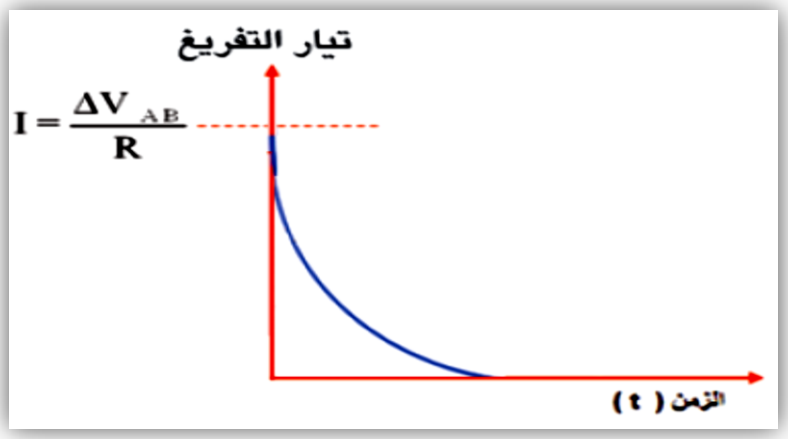
س // ماذا تستنتج من نشاط تفريغ المتسعة ؟

ج : ان تيارا لحظيا قد انساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ يتوقف هذا التيار عندما لا يتوافر فرق في الجهد بين صفيحتي المتسعة. وان اقصى قيمة له عند بداية التفرغ وعندها فان :

$I = \frac{\Delta V_{AB}}{R}$ لحظة اغلاق الدائرة .

س // ارسم المخطط البياني بين تيار تفريغ المتسعة والزمن المستغرق لتفريغها . وماذا يوضح هذا المخطط ؟

ج : المخطط يوضح ان التيار يبدا بمقدار كبير لحظة اغلاق الدائرة ويهبط الى الصفر عند انتهاء عملية التفرغ .



س / ما مقدار تيار شحن المتسعة لحظة غلق الدائرة ؟ وهل يستمر بهذا المقدار ؟

ج/ يكون تيار الشحن في مقداره الاعظم لحظة غلق الدائرة ، ولن يستمر على هذه الحال لان مقداره يتناقص الى الصفر بسرعة عند اكتمال شحن المتسعة ، لتساوي فرق الجهد بين صفيحتي وفرق الجهد بين قطبي البطارية وبالتالي ينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة .

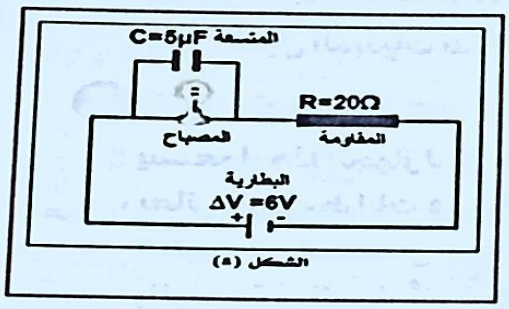
س / ما مقدار تيار تفريغ المتسعة لحظة غلق الدائرة ؟ وهل يستمر بهذا المقدار ؟

ج / يكون تيار التفريغ في مقداره الاعظم لحظة غلق الدائرة (لحظة ربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بوساطة سلك موصل) ، ولن يستمر على هذا الحال لان مقداره يهبط الى الصفر بعد اتمام عملية التفريغ ، لانعدام فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة .

مثال 7 دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي على مصباح كهربائي مقاومته r=10 Ω ومقاومة مقدارها R=20 Ω وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها 6 V ، ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها 5 uF ، ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة والطاقة المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة :

1 - على التوازي مع المصباح . 2 – على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة نفسها (بعد فصل المتسعة عن الدائرة الاولى وافراغها من جميع شحنتها)

الحل /



الدائرة الأولى الشكل (a) نحسب مقدار التيار في الدائرة بتطبيق العلاقة التالية :

$$I = \frac{\Delta V}{r+R} = \frac{6}{10+20} = \frac{6}{30} = 0.2\ A$$

ثم نحسب مقدار فرق الجهد بين طرفي المصباح وذلك من العلاقة التالية :

$$\Delta V = I \times r = 0.2 \times 10 = 2V$$

وبما أن المتسعة مربوطة مع المصباح على التوازي فإن فرق الجهد بين طرفي المصباح يســـاوي فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ، أي أن فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ($\Delta V = 2\ V$) :

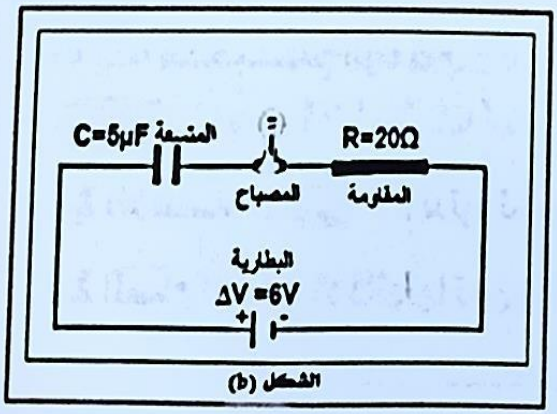
$$Q = C \times \Delta V_c = 5 \times 10^{-6} \times 2 = 10 \times 10^{-6} = 10\ \mu C$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C.(\Delta V)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (2)^2 = 10^{-5}\ Joul$$

2 الدائرة الثانية الشكل (b)

بما أن المتسعة مربوطة على التوالي في دائرة التيار المستمر ، فإنهـــا تقطع التيار في الدائرة (أي أن $I = 0$) بعد أن تشحن بكامل شحنتها ، لأن المتسعة تعمل عمل مفتاح مفتوح لذلك فإن فرق جهد المتسعة يساوي فرق جهد البطارية ($\Delta V = 6\,V$) وبذلك يمكن حساب الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة بتطبيق العلاقة التالية :



$$Q = C.\Delta V = 5 \times 10^{-6} \times 6 = 30\,\mu C$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C.(\Delta V)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (6)^2$$

$$= 90 \times 10^{-6}\,Joul$$

ملاحظات حول المتسعات ودوائرها

1 – ان اي حمل (مصباح مثلا او مقاومه) مربوطة على التوازي مع متسعة فان المتسعة تقطع التيار في الدائرة بعد ان تشحن بكامل شحنتها وعندها :- فرق الجهد على طرفي المتسعة = فرق الجهد على طرفي المقاومة .

2 –اذا ادخل عازل بين صفيحتي متسعة مربوطة الى مصدر فان فرق جهدها لا يتغير وتتغير سعتها وشحنتها .

3 –اذا ادخل عازل بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر فان شحنتها لا تتغير ويتغير كل من سعتها وفرق جهدها .

4– ان مقدار الطاقة الكهربائية المختزنة في متسعة او مجموعة متسعات يتغير بتغير سعة او شحنة او فرق جهد اي من متسعاتها وتتغير الطاقة اذا ادخل عازل بين صفيحتي اي متسعة مشحونة سواء كانت مربوطة للمصدر ام لا .

بعض التطبيقات العملية للمتسعة

1 – في منظومة المصباح الومضي في الة التصوير .

2 – في اللاقطة الصوتية .

3 – في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب (في الطب).

4 – لوحة مفاتيح الحاسوب .

س // ما هو المبدأ الذي تعمل به المتسعة الموضوعة في المصباح الومضي في الة التصوير ؟

ج : تجهيز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بضوء ساطع في اثناء تفريغ المتسعة من شحنتها بعد شحنها من بطارية الكامرة .

س // ما هو مبدأ عمل المتسعة المستخدمة في اللاقطة الصوتية ؟

ج : تحول الموجات الصوتية الى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه . وذلك بتغير مقدار سعتها تبعا لتغير البعد بين صفيحتيها مع ثبوت فرق الجهد بينهما وذلك باهتزاز احدى الصفيحتين وهي المرنة منها .

س // ما هو مبدأ عمل المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب ؟

ج : تفريغ المتسعة المشحونة والموجودة في الجهاز لطاقتها المختزنة والتي تتراوح طاقتها بين (10 J – 360 J) في جسم المريض لمدة زمنيه قصيره جدا يؤدي ذلك الى تحفيز القلب وعودة عمله بانتظام .

س // ما هو المبدأ الذي تعمل به المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب ؟

ج : توضع متسعة تحت كل حرف من لوحة المفاتيح اذ يثبت كل مفتاح بلوحة متحركة تمثل احدى صفيحتي المتسعة وتثبت الصفيحة الاخرى بقاعدة المفتاح وتزداد سعة المتسعة بالضغط عليها لتقارب صفيحتيها وهذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه .

ملاحظة

تبرز اهمية المتسعة من خلال عاملين :

الاول – هو امكانية خزنها لكميات كبيره للطاقة وامكانية تفريغ هذه الطاقة بسرعة كبيره جدا وكميات هائلة عند الحاجة اليها .

الثاني – الاستفادة من تغير قيمة سعة المتسعة (سعتها) عند الضغط عليها وذلك بتغير البعد بين لوحيها .

ملخص قوانين الفصل الأول

الرمز	التعريف	الوحدة
C	سعة المتسعة	فاراد F
C_k	سعة المتسعة بوجود العازل	فاراد
C_{eq}	سعة المكافئة	فاراد
C_{eqk}	سعة المكافئة بوجود العازل	فاراد
Q	شحنة المتسعة	كولوم C
Q_k	شحنة المتسعة بوجود العازل	كولوم
Qt	الشحنة الكلية	كولوم
Q_{tk}	الشحنة الكلية بوجود العازل	كولوم
ΔV	فرق الجهد على طرفي المتسعة	فولط
Δv_k	فرق الجهد بوجود العازل	فولط
Δv_t	فرق الجهد الكلي	فولط
Δv_{tk}	فرق الجهد الكلي بوجود العازل	فولط
E	المجال الكهربائي	فولط / متر
E_k	المجال الكهربائي بوجود العازل	فولط / متر
A	المساحة السطحية المقابلة للمتسعة	m^2 , cm^2
d	البعد بين صفيحتي المتسعة	m^2 , cm^2
K	ثابت العزل	بدون وحدات
PE	الطاقة الكهربائية المختزنة في المتسعة	جول Joule
I	التيار	امبير A
t	الزمن	ثانية sec
p	القدرة	واط watt

نقسم المتسعات الى ثلاثة اجزاء :

1 / متسعة المفردة　　2/ متسعتان أو أكثر　　3 / متسعة ومقاومة ومصباح كهربائي

أولا :- المتسعة المفردة

قبل إدخال العازل	بعد إدخال العازل
$C = \frac{Q}{\Delta V}$	$C_k = \frac{Q_k}{\Delta V_k}$
$\Delta V = \frac{Q}{C}$	$\Delta V_k = \frac{Q_k}{C_k}$
$Q = C \cdot \Delta V$	$Q_k = C_k \cdot \Delta V_k$
$E = \frac{\Delta V}{d}$	$E_k = \frac{\Delta V_k}{d}$
$PE = \frac{1}{2} C.\Delta V^2$ $PE = \frac{1}{2} C.\Delta V$ $PE = \frac{1}{2} * \frac{Q^2}{C}$	$PE_k = \frac{1}{2} C_k.\Delta V_k^2$ $PE_k = \frac{1}{2} Q_k.\Delta V_k$ $PE_k = \frac{1}{2} * \frac{Q_K^2}{C_k}$
$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$	$C_k = K\frac{\varepsilon_0 A}{d}$
	$C_K = K.C$

ملاحظات مهمة جدا "المتسعة المفردة"

1/ إذا كانت المتسعة متصلة بمصدر فان فرق الجهد بين قطبي البطارية (ΔV) والمجال الكهربائي(E) بعد إدخال العازل يساوي قبل إدخال العازل .

C ← تزداد
Q ← تزداد
PE ← تزداد
متغير
ثابت
$\Delta V = \Delta V_K$
$E = E_K$

2 / إذا كانت المتسعة منفصلة عن المصدر فان الشحنة المختزنة (Q) بعد إدخال العازل يساوي قبل إدخال العازل .

C ← تزداد
PE ← تقل
E ← يقل
ΔV ← يقل
متغير
$Q = Q_K$) ← ثابت

3 / إذا كانت المتسعة منفصلة :-

$$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K}$$

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

4 / مساحة المربع = طول الضلع × طول الضلع $A = L^2$

5 / سماحية الفراغ :- $\varepsilon o = 8.85 * 10^{-12}\ N.C^2/m^2$

6 / يمكن حساب قدرة الكهربائية المختزنة في المتسعة من العلاقة التالية :

$$P = \frac{PE}{t}$$

ثانيا :- متسعتان او اكثر

1 / قبل إدخال العازل

ربط المتسعات على التوازي	ربط المتسعات على التوالي
$C_{eq} = C_1 + C_2$	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{2}{C_2}$
$\Delta V_t = \Delta v_1 = \Delta v_2$	$\Delta V_t = \Delta v_1 + \Delta v_2$
$Q_t = Q_1 + Q_2$	$Q_t = Q_1 = Q_2$

القوانين المستخدمة مع (التوازي +التوالي) قبل ادخال العازل

$C_1 = \frac{Q_1}{\Delta V_1}$, $C_2 = \frac{Q_2}{\Delta V_2}$	$C_{eq} = \frac{Q_t}{\Delta V_t}$
$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{c_1}$, $\Delta V_2 = \frac{Q_2}{c_2}$	$\Delta V_t = \frac{Q_t}{c_{eq}}$
$Q_1 = C_1 . \Delta V_1$, $Q_2 = C_2 . \Delta V_2$	$Q_t = C_{eq} * \Delta V_t$

2/ بعد إدخال العازل

ربط المتسعات على التوازي	ربط المتسعات على التوالي
ادخال العازل الى المتسعة الاولى $C_{eqk} = C_{1k} + C_2$	إدخال العازل الى المتسعة الاولى $\frac{1}{C_{eqk}} = \frac{1}{C_{1k}} + \frac{1}{C_2}$
ادخال العازل الى المتسعة الثانية $C_{eqk} = C_1 + C_{2k}$	ادخال العازل الى المتسعة الثانية $\frac{1}{C_{eqk}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{2k}}$
$\Delta V_{tk} = \Delta v_{1k} = \Delta v_{2k}$	ادخال العازل الى المتسعة الاولى $\Delta V_{tk} = \Delta v_{1k} + \Delta v_2$ ادخال العازل الى المتسعة الثانية $\Delta V_{tk} = \Delta v_1 + \Delta v_{2k}$
ادخال العازل الى المتسعة الاولى $Q_{tk} = Q_{1k} + Q_2$ ادخال العازل الى المتسعة الثانية $Q_{tk} = Q_1 + Q_{2k}$	$Q_{tk} = Q_{1k} = Q_{2k}$

القوانين التي تستخدم مع (التوازي + التوالي) بعد ادخال العازل :-

$C_{eqk} = \frac{Q_{tk}}{\Delta v_{tk}}$	$C_{1K} = \frac{Q_{2k}}{\Delta V_{2k}}$, $C_2 = \frac{Q_2}{\Delta V_2}$ ادخال العازل الى المتسعة الاولى $C_1 = \frac{Q_1}{\Delta V_1}$ ، $C_{2k} = \frac{Q_{2k}}{\Delta V_{2k}}$ إدخال العازل الى المتسعة الثانية
$\Delta V_{tk} = \frac{Q_t}{C_{eqk}}$	$\Delta V_{1k} = \frac{Q_{1k}}{C_{1k}}$ ، $\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2}$ ادخال العازل الى المتسعة الاولى $\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1}$, $\Delta V_{2K} = \frac{Q_{2k}}{C_{2K}}$ ادخال العازل الى المتسعة الثانية
$Q_{tk} = C_{eqk} . \Delta V_{tk}$	$Q_{1k} = C_{1k} * \Delta V_{1k}$, $Q_2 = C_2 * \Delta V_{2k}$ ادخال العازل الى المتسعة الاولى $Q_1 = C_1 * \Delta V_1$, $Q_{2k} = C_{2k} * \Delta V_{2k}$ ادخال العازل الى المتسعة الثانية
—	$C_{1K} = K . C_1$ $C_{2K} = K . C_2$

ملاحظات مهمة جدا "متسعتان او اكثر"

1/ إذا كانت المتسعة متصلة فان فرق الجهد الكهربائي بعد إدخال العازل يساوي قبل إدخال العازل $\Delta v_{t\ k} = \Delta v_t$.

2/ إذا كانت المتسعة مفصولة عن المصدر فان الشحنة الكلية بعد إدخال العازل يساوي قبل إدخال العازل $Q_t = Q_{tk}$.

3/ إذا ادخل العازل إلى المتسعة الأولى فان الطاقة المختزنة :-

$$PE_{1K} = \frac{1}{2} C_{1K} . (\Delta V_{1K})^2$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} C_2 . (\Delta V_2)^2$$

4/* إذا كانت المتسعة الأولى غير مشحونة $Q_1=0$

*إذا كانت المتسعة الثانية غير مشحونة $Q_2=0$

*عندما يذكر في السؤال وضح مع الرسم مخطط في الدائرة الكهربائية كيفية ربط المتسعات مع بعضها للحصول على (اكبر مقدار للسعة المكافئة) نستخدم خواص ربط المتسعات على التوازي.

*عندما يذكر في السؤال وضح مع الرسم مخطط في الدائرة الكهربائية كيفية ربط المتسعات مع بعضها للحصول على (اصغر مقدار للسعة المكافئة) نستخدم خواص ربط المتسعات على التوالي .

ثالثا / متسعة ومقاومة

ثالثا :- A/ دائرة تيار مستمر تتألف من مقاومة ومتسعة ومصباح كهربائي

1/ عند ربط المتسعة على التوازي مع المصباح .

$$I = \frac{\Delta V_b}{r+R}$$

$$\Delta Vr = I.r$$

$$\Delta V_c = \Delta V_r$$

2/ ربط المتسعات على التوالي مع المصباح الكهربائي

$$\Delta V_c = \Delta V_b$$

ثالثا / B / دائرة تيار مستمر يتألف من مقاومة و متسعة

لحظة إغلاق الدائرة	بعد فترة(مدة) من إغلاق الدائرة (بعد إكتمال شحن المتسعة)
$I = \frac{\Delta V_b}{R}$	$I = 0$
$\Delta V_b = \Delta V_R$	$\Delta V_b = \Delta V_C$
$\Delta V_c = 0$	$\Delta V_R = 0$

ملاحظة :- تيار التفريغ $I = \frac{\Delta V_C}{R}$

توضيح

ΔV_b فرق الجهد بين طرفي البطارية (مصدر)

ΔV_c فرق الجهد بين طرفي المتسعة

ΔV_r فرق الجهد بين طرفي مصباح كهربائي

ΔV_R فرق الجهد بين طرفي المقاومة

أسئلة الفصل الاول

س1// اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية:

1– متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مشحونة ومفصولة عن البطارية ، الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها ، أدخلت مادة عازلة ثابت عزلها $(k = 2)$ ملأت الحيز بين الصفيحتين ، فان مقدار المجال الكهربائي (E_k) بين صفيحتيها بوجود المادة العازلة مقارنة مع مقداره (E) في حالة الهواء يصير :

.E/4 (a .2E(b .E (c .E/2 (d

التوضيح:

$$E_k = \frac{E}{k} = \frac{E}{2}$$

2– وحدة (Farad)تستعمل لقياس سعة المتسعة وهي لأتكافئ احدى الوحدات الاتية:

Coulomb^2/J(a) Coulomb /J (b) Coulomb $\times$ V^2(c) J/V ^{2} (d)

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

$\left(\frac{1}{3}\ C\right)\ (b)$ $\left(\frac{1}{9}\ C\right)$ $Coulomb/J\ (b)$ $(3C)\ (c)$ $(9C)\ (d)$

التوضيح:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{C}{C_2} = \frac{\frac{1}{3}d_1}{d_1} \Rightarrow C_2 = 3C$$

4– متسعة مقدار سعتها $(20\mu F)$ لكي تختزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها $(2.5J)$ يتطلب ربطها بمصدر فرق جهده مستمر يساوي:

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

5–متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(50\mu F)$ الهواء عازل بين صفيحتيها، اذا ادخلت مادة عازل بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار$(60\mu F)$.فان ثابت عزل تلك المادة يساوي:

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

التوضيح:

$$k = \frac{C_k}{C} = \frac{110}{50} = 2.2$$

س 2//عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة، وضح ماذا يحصل لمقدار كل من:

(a) الشحنة المتزنة (Q)في اي من صفيحتيها ؟ (b) الطاقة المتزنة في الجمال الكهربائي بين صفيحتيها؟

الجواب:

(a) تتضاعف الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها عند مضاعفة فرق الجهد. (تتناسب طردي) حسب علاقة $Q = C \times \Delta V$

(b) تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي اربع امثال ما كانت عليه.

الطاقة تتناسب طرديا مع فرق الجهد حسب العلاقة $PE_{electric} = \frac{1}{2} C \times \Delta V^2$

س3// متسعة مشحونة، فرق الجهد بين صفيحتيها عال جدا (وهي مفصولة عن مصدر الفولطية)، تكون مثل هذه المتسعة ولمدة زمنية طويلة خطرة عند لمس صفيحتيها باليد مباشرة. ما تفسيرك لذلك؟

الجواب: خطورتها تكمن في ان مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها كبير جدا $(Q = C \times \Delta V)$

$$\frac{PE_1}{PE_2} = \frac{\Delta V_1^2}{\Delta V_2^2} \Rightarrow \frac{\Delta V_1^2}{2\Delta V_1} \Rightarrow = \frac{\Delta V_1^2}{4\Delta V_1^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow PE_2 = 4pE_1$$

س4//ما العوامل المؤثرة في سعة المتسعة ؟اكتب علاقة رياضية توضح ذلك .

الجواب :

(a)المساحة السطحية (A)المتقابلة لكل من الصفيحتين وتتناسب معا طرديا $(C \propto A)$

(b) البعد (d) بين الصفيحتين وتتناسب معه عسيا $(C \propto A)$

(c) نوع الوسط العازل بين الصفيحتين على وفق العلاقة الرياضية $C = k\frac{\varepsilon_o A}{d}$.

س5// ارسم مخططا لدائرة كهربائية (مع التأشير على اجزائها) توضح فيها:

(a) عملية شحن المتسعة. (b) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها.

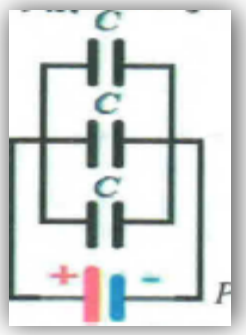
الجواب: a) في الصفحة 20 والجواب b) في الصفحة 21

س6// لديك ثلاث متسعات متماثلة سعة كل منها C ومصدر للفولطية المستمرة فرق الجهد بين قطبيه ثابت المقدار. ارسم مخططا لدائرة كهربائية تبين فيها الطريقة المناسبة لربط المتسعات الثلاث جمعها في الدائرة للحصول على اكبر مقدار للطاقة الكهربائية يكمن خزنة في المجموعة، ثم اثبت ان الترتيب الذي تختاره هو الافضل.

الجواب:

تربط المتسعات الثلاث على التوازي مع بعضها بين قطبي البطارية فتزداد السعة المكافئة للمجموعة:

$$C_{eq} = C + C + C = 3C$$



وبما ان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة الواحدة تعطى بالعلاقة:

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

وبما ان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة المكافئة تعطى بالعلاقة :

$$PE_{toatal} = \frac{1}{2} C_{eq}.(\Delta V)^2$$

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

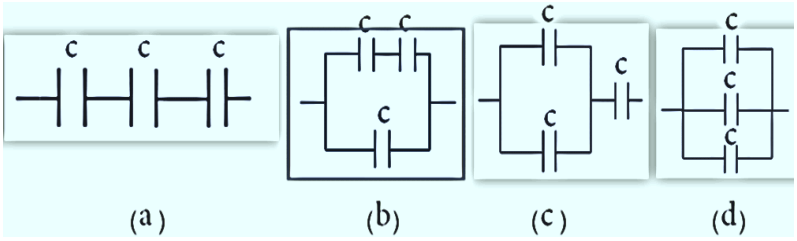
(تزداد الطاقة المختزنة الى ثلاثة امثال ما كانت عليه) .

س7// هل المتسعات المؤلفة للمتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة تكون مربوطة مع بعضها على التوالي ام على التوازي وضح ذلك ؟ .

الجواب:

على التوازي. اذ تتالف من مجموعتين من الصفائح احدهما ثابتة والاخرى يمكن تدويرها حول محور.. وعندما يراد شحن المتسعة تربط مجموعة الصفائح الثابتة بأحد قطبي البطارية (الموجب مثلا) ومجموعة الصفائح الدوارة تربط بالقطب الاخر (السالب مثلا)، فتكون احد المجموعتين بجهد سالب ، وهذه ميزة الربط على التوازي.

س8// في الشكل التالي، المتسعات الثلاثة متماثلة سعة كل منها,(C) رتب الشكال الربعة بالتسلسل من اكبر مقدار للسعة المكافئة للمجموعة الى اصغر مقدار:



الجواب: $(d) > (b) > (c) > (a)$

(d) وتساوي $(C_{eq} = 3C)$ ثم (b) وتساوي $(C_{eq} = \frac{3}{2}C)$ ثم (c) وتساوي $\left(C_{eq} = \frac{2}{3}C\right)$ ثم (a) وتساوي $C_{eq} = \frac{1}{3}C$

س9// a –اذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق.

الجـــواب: صفحة 10 .

b– أذكر فائدتين عمليتين تتحققان من ادخال مادة عازلة كهربائية تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلاً من الفراغ.

الجـــواب:

الأولى: زيادة سعة المتسعة $(C_k = k.C)$ . .

الثانية: منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين صفيحتيها.

c– ما العامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب أثناء استعمالها ؟

الجـــواب:

يتغير البعد(d) بين الصفيحتين (عند الضغط على المفتاح يقل البعد) ، فتزداد بذلك سعة المتسعة وتتغير سعة المتسعة الموضوعة تحت ذلك المفتاح وعندها يحصل التعرف على الحرف الطلوب بتعيين الحرف المطلوب في اللوحة.

d– ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي (the defibrillator) المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز واعادة انتظام عمل قلب المريض ؟

الجـــواب:

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

e– ما التفسير الفيزيائي لكل من:

1–إزدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي.

2– نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي.

الجـــواب: 1– بسبب ازدياد المساحة السطحية للمتسعة المكافئة للتوازي، لأن: $(C \propto A)$

2– بسبب ازدياد البعد بين الصفيحتين للمتسعة المكافئة للتوالي، لأن: $\left(C \propto \frac{1}{d}\right)$ على وفق المعادلة $C = \frac{\varepsilon_o A}{d}$.

س10// علل ما يأتي:

a– المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحاً مفتوحاً ؟

الجـــواب:

لأن المتسعة عندما تشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة منها مساوياً 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 ، وعندئذٍ يكون التيار في الدائرة يساوي صفراً.

b– يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند إدخال مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

الجـــواب:

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 (k)، أي $E_k = \frac{E}{k}$

c– متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصولة عن البطارية ، لو ملأ الحيز بين صفيحتيها بالماء النقي بدلاً من الهواء ، فأن مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها سينخفض . ما تعليل ذلك ؟

الجـــواب:

بما أن المتسعة مفصولة عن المصدر فإن ادخال العازل بسبب نقصان مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين بنسبة ثابت العزل فيقل فرق الجهد بنسبة k.

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

وبما أن:

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

فيكون $\Delta V \propto E$ بثبوت البعد (d) بين الصفيحتين:

$$\Delta V = Ed$$

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

س11// متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، شحنت بوساطة بطارية ثم فصلت عنها ، وعندما أدخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله $(k = 2)$ بين صفيحتيها ، ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة (مع ذكر السبب):

a– الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها.

b– سعتها.

c– فرق الجهد بين صفيحتيها.

d– المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

e– الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفحتيها.

الجـــواب: a- الشحنة المختزنة تبقى ثابت، لأن المتسعة مفصولة عن البطارية.

b– سعتها تزداد الى الضعف على وفق العلاقة:

$$C_k = k.C = 2C$$

c– فرق الجهد بين الصفيحتين يقل الى نصف ما كان عليه حسب وفق العلاقة:

$$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{1}{2}\Delta V$$

d– يقل الى نصف ما كان عليه على وفق العلاقة:

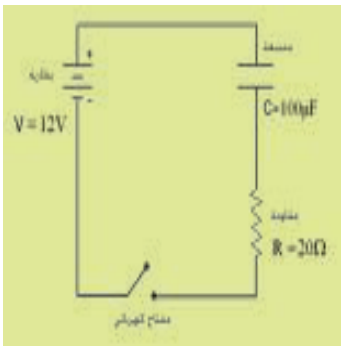
$$E_k = \frac{E}{k} = \frac{1}{2}E$$

e– تقل الى النصف لان فرق الجهد يقل الى النصف $PE = \frac{1}{2}Q\Delta V$

$$\frac{PE}{PE_k} = \frac{\Delta V}{\Delta V_k} \Rightarrow \frac{PE}{PE_k} = \frac{\Delta V}{\frac{1}{2}\Delta V} \Rightarrow PE_k = \frac{1}{2}PE$$

علي مهدي احمد

مسائل الفصل الأول



س1// من المعلومات الموضحة في الدائرة الكهربائية في الشكل المجاور أحسب:

a– المقدار الأعظم لتيار الشحن ، لحظة إغلاق الدائرة.

b– مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من إغلاق المفتاح (بعد اكمال عملية الشحن).

c–الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة.

d– الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة.

الحـــل:

$$a)\ I = \frac{\Delta V_{battery}}{R} = \frac{12}{20} = 0.6A$$

$b)$ للمتسعة $\Delta V_{AB} = \Delta V_{battery} = 12V$ ($I =$ عمل مفتاح مفتوح)

$$c)\ Q = C \times \Delta V = 100 \times 12 = 1200\ u\ Coulomb$$

$$d)\ \boldsymbol{PE = \frac{1}{2}\, C.\Delta V^2} = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-6} \times (12)^2 = 7200 \times 10^{-6}\ J$$

س2// متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(4\mu F)$ ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(20V)$:

1- ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.

2- اذا فصلت المتسعة عن البطارية وادخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين صفيحتيها الى $(10V)$ فما مقدار ثابت العزل للوح العازل؟ وما مقدار سعة المتسعة في حالة العازل بين صفيحتيها؟

الحل:

$$1-\ \ Q = C \times \Delta V = 4 \times 20 = 80\ \mu Coulomb$$

$$2-\ \ \Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} \Rightarrow k = \frac{\Delta V}{\Delta V_k} = \frac{20}{10} = 2$$

$$C_k = kC = 2 \times 4 = 8\mu F$$

علي مهدي احمد

س3// متسعتان $(C_1 = 9\mu F, C_2 = 18\mu F)$ من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها $(12V)$:

(a) احسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المخزونة 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 والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها بعد ادخال العازل ؟

الحـــل:

(a)قبل ادخال العازل

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$$

$C_{eq} = 6\mu F$ السعة المكافئة

$$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V_{total} = 6 \times 12 = 72\mu Coulomb$$

بما ان الربط توالي

$$Q_{total} = Q_1 = Q_2 = 72\mu F$$

$$\therefore \Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{72}{9} = 8V \ , \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{72}{18} = 4V$$

$$PE_1 = \frac{1}{2}\Delta V_1 \times Q_1 \ = \frac{1}{2} \times 8 \times 72 \times 10^{-6} = 288 \times 10^{-6} Joule$$

$$PE_2 = \frac{1}{2}\Delta V_2 \times Q_2 \ = \frac{1}{2} \times 4 \times 72 \times 10^{-6} = 144 \times 10^{-6} Joule$$

(b) بعد ادخال العازل

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{k1}} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{(4 \times 9)} + \frac{1}{18} = \frac{1+2}{36} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12}$$

$C_{eq} = 12\mu F$ السعة المكافئة

بما ان المتسعتان **متصلتان** بالبطارية، فرق الجهد الكلي يبقى **ثابتا**:

$$Q_T = C_{eq} \times \Delta V_T = 12 \times 12 = 144\mu C = Q_1 = Q_2$$

بما ان ربط توالي

$$\therefore \Delta Vk_1 = \frac{Q_{k1}}{C_{k1}} = \frac{144}{36} = 4V \ , \quad \Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{144}{18} = 8V$$

$$PE_{k1} = \frac{1}{2}\Delta V_{k1} \times Q_{k1} = \frac{1}{2} \times 4 \times 144 \times 10^{-6} = 288 \times 10^{-6} Joule$$

$$PE_2 = \frac{1}{2}Q_2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 144 \times 10^{-6} = 576 \times 10^{-6} Joule$$

علي مهدي احمد

س4// متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 16\mu F \ , \ C_2 = 24\mu F)$ 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 الاولى وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $(3456\mu C)$ ما مقدار:

(a) ثابت العزل(k) .

(b) الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال المادة العازلة.

الحل : بعد ادخال العازل فرق الجهد يبقى ثابت

$$a)\ C_{keq} = \frac{Q_k}{\Delta V_k} = \frac{3456}{48} = 72\mu F$$

$C_{keq} = C_{k1} + C_2$ (ربط توازي)

$72 = C_{k1} + 24 \quad C_{k1} = 48\mu F$ السعة الاولى بعد ادخال العازل

$$\therefore \ k = \frac{C_k}{C} = \frac{48}{16} = 3$$

$b)$

قبل ادخال العـــــازل:

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 16 \times 48 = 768\mu Coulomb$

$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 24 \times 48 = 1152\mu Coulomb$

بعد ادخال العـــــازل:

$Q_1 = C_{k1} \times \Delta V = 48 \times 48 = 2304\mu Coulomb$

$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 24 \times 48 = 1152\mu Coulomb$

س5// متسعتان $(C_1 = 4\mu F \ , C_2 = 8\mu F)$ مربوطتان مع بعضها على التوازي، فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية $(600\mu C)$ بوساطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنة:

(a) احسب لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها والطاقة المختزنة المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

(b)ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية، فما مقدار الشحنة المخزنة في اي من صفيحتي كل متسعة وفرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل.

الحل:

(a) $C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12\mu F$

$\Delta V_{total} = \frac{Q_{total}}{C_{eq}} = \frac{600}{12} = 50V = V_1 = V_2$ ربط توازي

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 50 = 200\ \mu Coulomb$

$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 50 = 400\ \mu Coulomb$

$$\mathbf{PE_1} = \frac{1}{2}\ \mathbf{C_1}.(\Delta \mathbf{V_1})^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6}(\mathbf{50})^2 = 5000 \times 10^{-6} Joule$$

$$\mathbf{PE_2} = \frac{1}{2}\ \mathbf{C_2}.(\Delta \mathbf{V_2})^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-6}(\mathbf{50})^2 = 10000 \times 10^{-6} Joule$$

علي مهدي احمد

(b)بعد ادخال العازل $C_{keq} = C_1 + C_{k2} = 4 + (2 \times 8) = 20\ \mu F$

$$\Delta V_{k\,total} = \frac{Q_{total}}{C_{keq}} = \frac{600}{20} = 30\ V = V_1 = V_{2k}$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 30 = 120\ \mu Coulomb$$

$$Q_2 = C_{k2} \times \Delta V = 16 \times 30 = 480\ \mu Coulomb$$

$$\mathbf{PE_1} = \frac{1}{2}\ \mathbf{C_1}.(\mathbf{\Delta V_1})^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (\mathbf{30})^2 = 1800 \times 10^{-6} Joule$$

$$\mathbf{PE_2} = \frac{1}{2}\ \mathbf{C_{2k}}.(\mathbf{\Delta V_{2k}})^2 = \frac{1}{2} \times (2 \times 8) \times 10^{-6} \times (\mathbf{30})^2 = 7200 \times 10^{-6} Joule$$

س6// لديك ثلاث متسعات سعاتها $(C_1 = 6\mu F\ ,\ C_2 = 9\mu F\ ,\ C_3 = 18\mu F)$ ومصدر للفولطية المستمرة فرق الجهد بين قطبيه $(6V)$، وضح مع رسم مخطط للدائرة الكهربائي كيفية ربط المتسعات الثلاث مع بعضها للحصول على:

(a) اكبر مقدار للسعة المكافئة. وما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة ؟

(b) اصغر مقدار للسعة المكافئة . وما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة؟

الحل:

$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 6 + 9 + 18 = 33\mu F$ الربط توازي

$\Delta V_{total} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = 6V$ (ربط توازي)

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 6 \times 6 = 36\ \mu Coulomb$

$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 6 \times 6 = 54\ \mu Coulomb$

$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 18 \times 6 = 108\ \mu Coulomb$

$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V = 33 \times 6 = 198\ \mu Coulomb$

حل اخر $Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 36 + 54 + 108 = 198\ \mu Coulomb$

$$(b)\ \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3}$$

$C_{eq} = 3\ \mu F$

$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V_{\text{total}} = 3 \times 6 = 18\ \mu Coulomb$

$Q_{total} = Q_1 = Q_1 = Q_3 = 18\mu Coulomb$ (ربط توالي)

حلول الاسئلة الوزارية للفصل الاول

2013 دور الاول

1- **ماذا يحصل ؟ ولماذا؟ للطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين ذات سعة ثابتة عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي المتسعة .**

الجواب/ تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي الى اربعة امثال ما كانت عليه .

2- **اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من ادخال مادة عازلة كهربائيا تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلا من الهواء ؟**

الجواب / 1- زيادة سعة المتسعة $(C_k = kC)$.

2- منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين صفيحتيها .

2013 دور الثاني

1- **علل: يحدد مقدار اقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تعمل فيه المتسعة ؟**

الجواب/ يحدد مقدار اقصى فرق جهد يمكن ان تعمل به المتسعة لمنع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين الصفيحتين نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ عندئذٍ المتسعة من جميع شحنتها وتتلف المتسعة عندئذٍ .

2- ارسم مخططا لدائرة كهربائية (مع التأشير على اجزائها) توضح فيها عملية شحن وتفريغ المتسعة ؟

الجواب / راجع الملزمة .

2013 دور الثالث

1- **اشرح نشاطا يوضح فيه تأثير ادخال العزل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي بينهما(تجربة فراداي) ؟**

الجواب: راجع الملزمة

2014 دور الاول

1- **ما الفائدة العملية من وجود المتسعة في اللاقطة الصوتية وفي منظومة المصباح الومضي ؟**

الجواب: في اللاقطة الصوتية : تحويل الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه

في منظومة المصباح الومضي : تجهز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع في اثناء تفريغ المتسعة من شحنتها .

2- **ماذا يحصل لمقدار المجال الكهربائي والشحنة المختزنة بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت بين صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت فاذا ابعدت الصفيحتان عن بعضهما قليلاً مع بقاء البطارية موصولة بهما ؟**

الجواب: يقل المجال الكهربائي لانه يتناسب عكسياً مع البعد حسب العلاقة $(E = \frac{\Delta V}{d})$ بثبوت فرق الجهد. ويقل مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها .

علي مهدي احمد

2014 دور الثاني

1- اذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق ؟

الجواب: راجع الملزمة

2- متسعة ذات صفيحتين متوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ربطت بين قطبي بطارية ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله $(k = 4)$ والمتسعة مازالت موصولة بالبطارية ماذا يحصل لكل من الكميات الاتية للمتسعة مع ذكر السبب :

(a) فرق الجهد بين صفيحتيها ؟

الجواب: فرق الجهد بين صفيحتيها يبقى ثابتاً ويساوي فرق جهد البطارية لان المتسعة موصولة بالبطارية .

(b) سعتها ؟

الجواب: سعتها تزداد الى اربعة امثال ماكانت عليه على وفق العلاقة: $C_k = kC = 4C$.

2014 دور الثالث

1- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $40\mu F$ الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها اذا ادخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار $70\mu F$ فأن ثابت عزل تلك المادة يساوي: $(2.2\ ,2.75\ ,0.71\ ,1.4)$

الجواب: 2.75

توضيح $$k = \frac{C_k}{C} = \frac{110}{40} = 2.75$$

2- ماذا يحصل للطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتين متسعة ذات سعة ثابتة عند مضاعفة مقدار فرق الجهد بين صفيحتيها ؟

الجواب: تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي الى اربعة امثال ما كانت عليه . على وفق العلاقة :

$PE_{electric} = \frac{1}{2}C \times \Delta V^2$.

2015 دور الاول

1- اذكر نشاط يوضح كيفية شحن المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لأجراء هذا النشاط ؟

الجواب: راجع الملزمة

2- ما تاثير المجال الكهربائي المنتظم في المواد العازلة غير القطبية الموضوعة بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟

الجواب: يعمل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة بإزاحة ضئيلة وهذا يعني انها تكتسب بصورة مؤقتة عزومها كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث الكهربائي فيتحول الجزئ الى دايبول كهربائي يصطف باتجاه المجال الكهربائي ويصبح العازل مستقطباً .

2015 دور الثاني

3- علل مايلي : المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحا مفتوحاً ؟

الجواب: لان المتسعة عندما تنشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة مساوياً لجهد القطب المتصل بالبطارية وهذا يعني ان فرق جهد البطارية يساوي فرق جهد المتسعة وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفرا ، وعندئذٍ يكون التيار في الدائرة يساوي صفراً .

2015 دور الثالث

1- ارسم مخططاً لدائرة كهربائية (مع التأشير على اجزائها) توضح فيها عملية تفريغ المتسعة ؟

الجواب / راجع الملزمة .

2- يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

الجواب: بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) يعاكس بالاتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتين المتسعة (E) فيكون المجال الكهربائي $\left(\overrightarrow{E_k} = \vec{E} - \overrightarrow{E_d}\right)$ فيقل بنسبة ثابت العزل للمادة (k) أي: $E_k = \frac{E}{k}$

2016 دور الاول

1- ممن تتألف المتسعة الالكترونية ؟ وبماذا تمتاز ؟

الجواب: تتألف من صفيحتين احدهما من الالمنيوم والاخرى عجينة الكتروليتية وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الالمنيوم والالكتروليت وتلف الصفائح بشكل اسطواني .**وتمتاز** :تتحمل فرق جهد عالي .

2- علل مايلي : المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحا مفتوحاً ؟

الجواب: لان المتسعة عندما تشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة مساوياً لجهد القطب المتصل بالبطارية وهذا يعني ان فرق جهد البطارية يساوي فرق جهد المتسعة وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفرا ، وعندئذٍ يكون التيار في الدائرة يساوي صفراً .

2016 دور الثاني

1- علل نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي ؟

الجواب: بسبب ازدياد ابعد بين الصفيحتين للمتسعة المكافئة للتوالي$(C \propto \frac{1}{d})$وعلى وفق العلاقة : $C = \frac{\varepsilon_o A}{d}$.

2- متسعة مقدار سعتها $(20\ nF)$ ولكي تختزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها $(256 \times 10^{-8} J)$ يتطلب ربطها بمصدر فرق جهده مستمر يساوي : $(500V\ ,150V\ ,16V\ ,12V)$

الجواب: $16V$.

2016 دور الثالث

س / ما الكمية الفيزيائية التي تقاس بوحدة (Volt/m) ؟

الجواب : المجال الكهربائي او انحدار الجهد .

2017 دور الاول

س / ما المقصود بـ ؟ قوة العزل الكهربائي لمادة.

ج) اقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن ان تتحمله تلك المادة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها . وتعد قوة العزل الكهربائي لمادة بأنها مقياس لقابليتها في الصمود امام المجال الكهربائي المسلط عليها .

س / المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية ، مم تتألف ؟

ج) تتألف من صفيحتين احداهما صلبة ثابتة والاخرى مرنة حرة الحركة والصفيحتان تكونان عند فرق جهد كهربائي ثابت.

س / علل . ازدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي .

ج) وذلك لزيادة المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة للتوازي بثبوت البعد والعازل .

2017 دور الثاني

س / أرسم مخططا لدائرة كهربائية (مع التأشير على أجزائها) توضح فيها عملية التفريغ المتسعة من شحنتها

ج) راجع الملزمة

س / ماذا يحصل ؟ وضح ذلك . للطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي المتسعة.

ج) الطاقة المختزنة تصبح أربعة أمثال ما كانت عليه لان الطاقة المختزنة تتناسب طرديا مع مربع فرق الجهد بثبوت سعة المتسعة وفقا للعلاقة ($PE=\frac{1}{2}C\times\Delta V^2$) .

2017 دور الثالث

س / علل . المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحا مفتوحا .

ج) لأنه بعد أكتمال شحن المتسعة يتساوى فرق الجهد بين صفيحتيها مع فرق الجهد البطارية ($\Delta V_C = \Delta V_{battery}$) وهذا يجعل فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفر وعند ذلك يكون تيار الدائرة يساوي صفر .

2018 الدور الاول

س / ما سبب نقصان السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي ؟

الجواب : لازدياد البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي.

س/ ما المقصود بقوة العزل الكهربائي ؟

الجواب : هو اقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن ان تتحمله تلك المادة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها ، وتعد قوة العازل الكهربائي بانها مقياس لقابليتها للصمود امام المجال الكهربائي الحاصل عليها .

2018 الدور الثاني

س / ما المقصود بالعازل الكهربائي ، مع ذكر فائدتين عمليتين نتيجة ادخال مادة عازلة كهربائيا تملا الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلا من الهواء ؟

الجواب : العازل الكهربائي هو مادة غير موصلة للكهربائية عند الظروف الاعتيادية تعمل على تقليل المجال الكهربائي الموضوعة فيه.

الفائدة العملية منها :

1 – زيادة سعة المتسعة .

2 – منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين صفيحتيها .

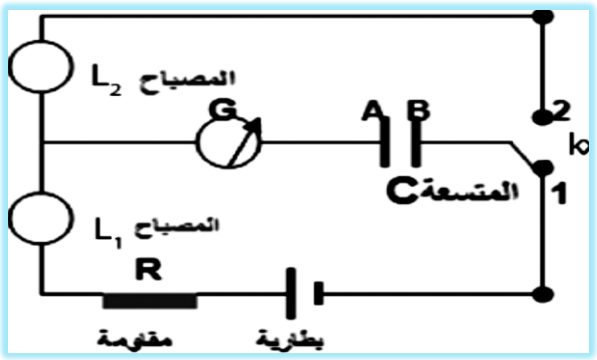
س /عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة ، وضح ماذا يحصل لمقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها .

الجواب : تتضاعف الشحنة المختزنة في كلا صفيحتيها لان مقدار الشحنة يتناسب طرديا مع فرق الجهد حسب العلاقة التالية $Q = C.\ \Delta V$

2018 الدور الثالث

س / ارسم مخططا لدائرة كهربائية (مع تأشير على اجزائها) توضح فيها عملية شحن المتسعة من شحنتها ؟

الجواب :



2019 الدور الاول

س / يقل مقدار مجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

الجواب : بسبب تكون مجال كهربائي E داخل العازل يعاكس بالاتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة فيكون المجال المحصل: $E_K = E - E_d$ فيقل بنسبة ثابت العازل للمادة اي $k = \frac{E}{E_K}$

س/ بماذا تمتاز كل من ؟ 1 – المتسعة ذات الورق المشمع

الجواب : 1 – صغر حجمها 2 – كبر مساحة صفائحها

2 – المتسعة الالكتروليتية

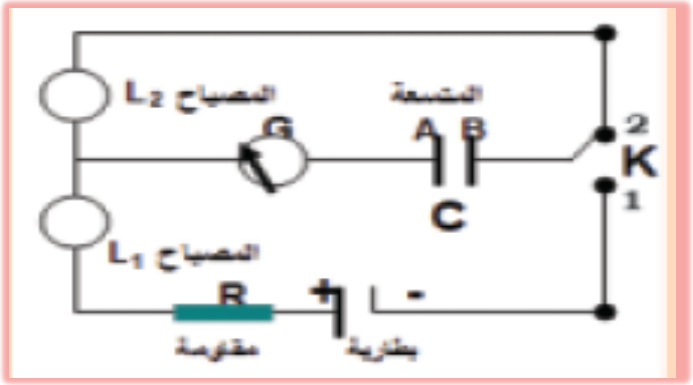
الجواب : بانها تتحمل فرق جهد كهربائي عالي ، توضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيها .

2019 الدور الثاني

س / عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة فان مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها تصبح : (Q ,4 Q ,**2 Q** , $\frac{1}{2}$ Q)

س / ارسم مخططا لدائرة كهربائية (مع تاشير على اجزائها) توضح فيها عملية تفريغ المتسعة من شحنتها ؟

الجواب /



الفصل الثاني
الحث الكهرومغناطيسي

مقدمة في المغناطيسية

س // أين يستعمل المغناطيس الكهربائي ؟

ج : 1 - يستعمل في قطع الحديد الثقيلة .

2 – في معظم الاجهزة الكهربائية مثل : ((المولد ، المحرك ، مولدة الصوت ، المسجل الصوتي والصوري ، القيثارة ، الحاسوب ، الرنين المغناطيسي ، وفي تسيير القطارات فائقة السرعة)) .

س // كيف يمكن ان يتولد المجال المغناطيسي ؟

س // أين يتولد المجال المغناطيسي ؟

ج : 1 – حول الشحنة الكهربائية المتحركة . 2 – حول المغانيط الدائمة .

تأثير كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة خلاله

س // ما تأثير المجال الكهربائي على جسيم مشحون يتحرك خلاله ؟

س // ماذا يحصل لجسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) عندما يتحرك بسرعة مقدارها (v) باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي منتظم ؟

ج : اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبه ($+q$) باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي فانه سيتأثر بقوة كهربائية ($\vec{F_E}$) بمستوٍ موازٍ لخطوط المجال الكهربائي بموجب العلاقة : $\vec{F}_B = q\vec{E}$ ($\vec{E}$) متجه المجال الكهربائي)

س // ما تأثير المجال المغناطيسي على حركة جسيم مشحون داخل المجال ؟

س// ماذا يحصل لجسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) عندما يتحرك بسرعة مقدارها (v) باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (B) ؟

ج : سيتاثر الجسيم بقوة مغناطيسية بمستوي عمودي على الفيض المغناطيسي وينحرف الجسيم عن مساره الاصلي ويتخذ مسارا دائريا .

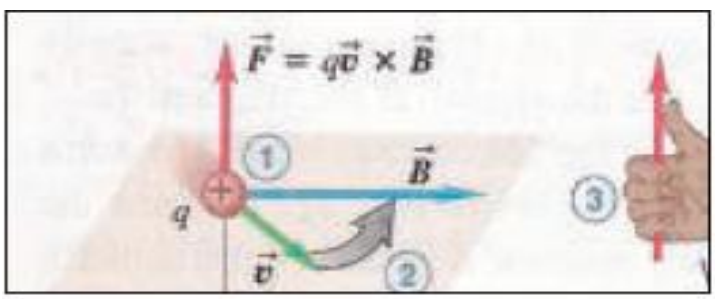
س // ما هو المسار الذي تتحرك به الشحنه الداخلة عموديا على المجال المغناطيسي المنتظم ؟

ج : ستتخذ مسارا دائريا وذلك لكون القوة المغناطيسيه تؤثر باتجاه عمودي على متجه السرعة ($\vec{v}$) حيث ستعمل كقوة مركزية .

س // كيف يتحدد اتجاه القوة المغناطيسية على شحنه تتحرك عموديا على مجال مغناطيسي منتظم ؟

س// كيف يمكن تعيين اتجاه القوة المغناطيسية بتطبيق قاعدة الكف اليمنى ؟

ج : بموجب قاعدة الكف اليمنى (تدور اصابع الكف اليمنى من اتجاه السرعة ($\vec{v}$) نحو اتجاه المجال المغناطيسي ($\vec{B}$) فيشير الابهام الى اتجاه القوة المغناطيسيه ($\vec{F}_B$) .



ملاحظة مهمة القوة المغناطيسية $(\vec{F}_B)$ تؤثر دائما باتجاه عمودي على المستوي الذي يحتوي كل من $(\vec{B},\vec{v})$.

س // هل تتاثر الشحنة السالبه المتحركة في المجال المغناطيسي بنفس القوة التي تتأثر بها الشحنة الموجبه ؟

ج : يكون اتجاه تأثير القوة المغناطيسية على الشحنة السالبه باتجاه معاكس لاتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على الشحنة الموجبه .

ملاحظة مهمة ان العلاقة الاتجاهية بين القوة المغناطيسية $(\vec{F}_B)$ والسرعة $(\vec{v})$ وكثافة الفيض المغناطيس $(\vec{B})$ هي :

$$\vec{F}_B = q\,(\vec{v} \times \vec{B})$$

ولحساب مقدار القوة المغناطيسيه نطبق العلاقة الاتيه : $F_B = qvB\sin\theta$

حيث ان (θ) تمثل الزاوية بين متجه السرعة $(\vec{v})$ ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$.

س // ماهي وحدات كثافة الفيض المغناطيسي في النظام الدولي للوحدات ؟

ج : هي N/A.m وتسمى Tesla ويرمز لها (T)

ملاحظة مهمة ان وحدة كثافة الفيض المغناطيسي هي التسلا T وتمثل (Wb/m^2)

س // ماهي الزاوية بين متجه السرعة التي تتحرك به شحنه داخل مجال مغناطيسي ومتجه الفيض لذلك المجال والتي تنعدم عندها القوة المغناطيسيه ؟

س //هل من الممكن ان تنعدم القوة المغناطيسيه على شحنه تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم؟

ج :نعم . اذا كان متجه السرعه $(\vec{v})$ موازيا لمتجه الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ عندها تكون زاوية $\theta^0 = 0$ وان $\sin 0^0 = 0$ وعندها لا تتولد قوة مغناطيسيه لتكون $F_B = 0$.

س // ما المقصود بقوة لورنز ؟

ج : محصلة القوتين الكهربائية والمغناطيسية المؤثرتين على جسيم مشحون يتحرك باتجاه عمودي على فيض كهربائي منتظم وفيض مغناطيسي منتظم في ان واحد ومتعامدان مع بعظهما .

س // ماهي العلاقة الرياضية لحساب قوة لورنز ؟

ج : $\vec{F}_{lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$

ملاحظة ان اتجاهي السرعة $(\vec{v})$ والمجال المغناطيسي $(\vec{B})$ يحددان اتجاه القوة المغناطيسية $(\vec{F}_B)$ فبهذا يمكن ان تكون القوة المغناطيسية $(\vec{F}_B)$ والقوة الكهربائية $(\vec{F}_E)$ باتجاه واحد او متعاكستان .

س // اين يمكن ان تستثمر قوة لورنز ؟

ج : في بعض التطبيقات العملية ومن امثلتها انبوبة الاشعة الكاثودية للتحكم في مسار الحزمة الالكترونية الساقطة على الشاشة .

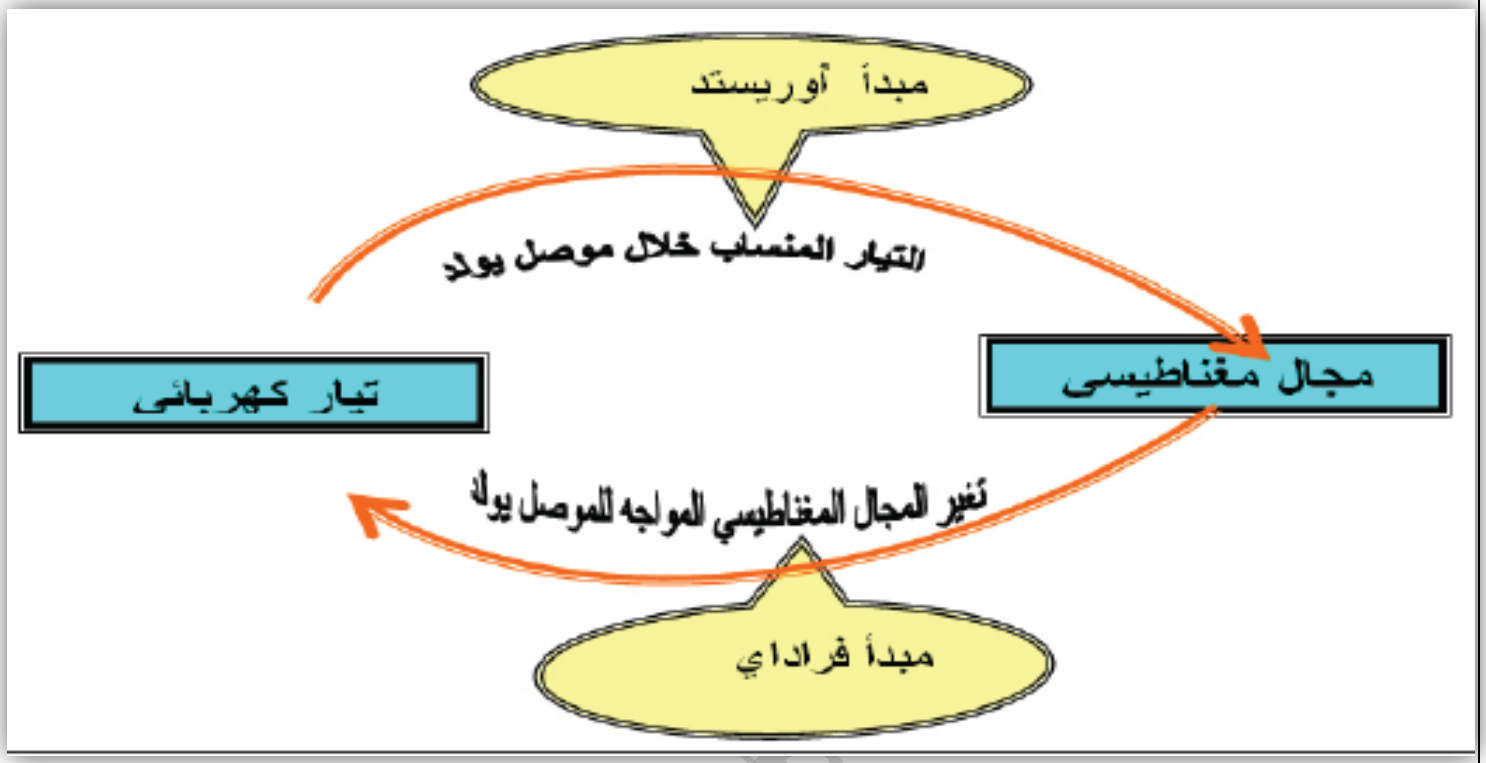
الحث الكهرومغناطيسي

ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي : هي ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية محتثة وتيار محتث في دائرة كهربائية مقفلة (حلقة موصلة أو ملف سلكي) نتيجة لحصول تغير في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن والذي يخترق تلك الدائرة .

ملاحظة

1 - يعد العالم اورستد اول من اوجد العلاقة بين الكهربائية والمغناطيسية (ان التيار الكهربائي يولد مجالا مغناطيسيا) .

2 – العالمان هنري وفراداي اكتشفا امكانية توليد تيار كهربائي في حلقة مقفله (او ملف من سلك موصل) وذلك بوساطة مجال مغناطيسي متغير يواجه تلك الحلقة او الملف .



س // هل سيتولد تيار في دائرة تحتوي ملفا وأميتر عندما يكون قريبا منه قطب مغناطيسي وهما في حالة سكون ؟ ولماذا ؟

ج : كلا ، وذلك لان الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لا يتغير مع الزمن و لعدم توافر الحركة النسبية بين القطب المغناطيسي والملف.

س // متى يمكن ان يشير الأميتر المربوط الى ملف الى وجود تيار في الدائرة باستخدام مغناطيس ثابت ؟ ولماذا ؟

ج : عند تحريك احد قطبي المغناطيس نحو الملف بموازاة محوره . وذلك بسبب حصول تزايد في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف عند اقتراب المغناطيس .

س // عند تقريب احد قطبي المغناطيس من ملف وباتجاه مواز لمحوره نلاحظ مرور التيار في الاميتر المربوط مع الملف . علل ذلك؟

ج : لحصول تزايد في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف في اثناء اقتراب القطب المغناطيسي من الملف .

ملاحظة مهمة

عند ابعاد احد قطبي المغناطيس عن الملف المربوط مع اميتر نلاحظ ان التيار سيمر باتجاه معاكس للتيار المار عند تقريب القطب المغناطيسي ذاته .

س // مالمقصود بالتيار المحتث ؟

ج : تيار يتولد في ملف نتيجة لحصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف .

س // لو ثبتت الساق المغناطيسية (مع بقاء قطبها الجنوبي مواجها لاحد وجهي الملف)، ثم دفع الملف نحو الساق وبموازاة محوره ، اينعكس اتجاه التيار المحتث في الملف ؟ ام يكون بالاتجاه نفسه للتيار المتولد في حالة دفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف ؟ ما تفسير ذلك ؟

ج : سيكونان بنفس الاتجاه لانهما ناتجان من تنامي الفيض المغناطيسي ذاته على الملف . وبهذا سيولد وجه الملف قطبا مغناطيسيا جنوبيا لكي يتنافر مع القطب الجنوبي للساق ويعمل على اضعاف الفيض المتنامي في الحالتين . (حسب قانون لنز).

ملاحظة

يرمز للفيض المغناطيسي Φ_B ولكثافة الفيض المغناطيسي B يرمز لتغير الفيض المغناطيسي $\Delta\Phi_B$ اما تغير الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن فيرمز له $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ يرمز للتيار المحتث I_{ind} .

س // ما هي العوامل التي يعتمد عليها التيار المحتث الناتج من تغير الفيض المغناطيسي على ملف ؟

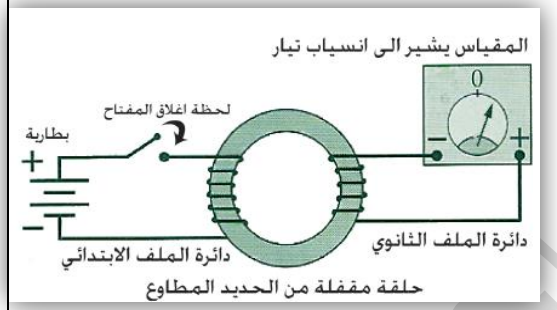
ج : 1 – سرعة الحركة النسبية بين القطب المغناطيسي والملف . 2 – عدد لفات الملف .

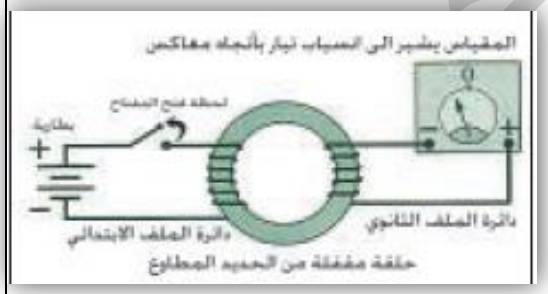
3 – مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف . 4 – النفوذية المغناطيسية لمادة جوف الملف .

س // لماذا يزداد التيار المحتث عند ادخال قلب من الحديد المطاوع في الملف بدلا من الهواء ؟

ج : ان ادخال قلب من الحديد المطاوع في جوف الملف بدلا من الهواء يتسبب في ازدياد كثافة الفيض المغناطيسي على الملف .

اكتشاف فراداي





س // كيف يمكن توضيح اكتشاف فراداي في المختبر ؟

س// إشرح تجربة توضح إكتشاف فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ؟

ج : أدوات التجربة :

1 – ملفين يتألفان من سلكين ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع .

2 – بطارية .

3 – مفتاح وكلفانوميتر .

خطوات التجربة :

1 – نربط احد الملفين على التوالي مع البطارية والمفتاح وتسمى (بدائرة الملف الابتدائي) ونربط الملف الاخر بالكلفانوميتر (صفره وسط التدريجة) وتسمى (بدائرة الملف الثانوي)

2 - لاحظ فراداي عند **لحظة اغلاق المفتاح** : ينحرف مؤشر المقياس المربوط مع الملف الثانوي على احد جانبي صفر التدريجة ثم رجوعه الى تدريجة الصفر .(بسبب ثبوت التيار بعد اغلاق المفتاح فلا يحصل عندها تغيرا في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن).

3 – انحراف المؤشر ثانية **عند فتح المفتاح** ولكن الى الجانب المعاكس للصفر ثم عودته الى تدريجة الصفر

4 –إنتبه فراداي الى ضرورة توافر العامل الأساسي لتوليد التيار المحتث في دائرة مقفلة وهو حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.

الاستنتاج : يتولد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفله (مثل ملف سلكي او حلقة موصله) فقط عندما يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) .

س // في تجربة اكتشاف فراداي يتولد تيار (ينحرف مؤشر المقياس المربوط) في دائرة الملف الثانوي على الرغم من عدم وجود البطارية في الدائرة ؟

ج : بسبب انسياب التيار المحتث الناتج من تغير الفيض المغناطيسي على الملف الثانوي .

س // ما سبب عودة مؤشر الكلفانوميتر الى تدريجة الصفر في تجربة اكتشاف فراداي بعد اغلاق دائرة الملف الابتدائي ؟

ج : بسبب ثبوت التيار بعد اغلاق المفتاح فلا يحصل عندها تغيرا في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن.

س // ما هو العامل الاساس الذي يجب توافره لتوليد التيار المحتث (الذي انتبه اليه فراداي) ؟

ج : هو حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحد الزمن .

س // يمكن الحصول على تيار محتث في الملف الثانوي في تجربة اكتشاف فراداي في المختبر لحظة غلق المفتاح وفتحه فقط . علل ذلك ؟

ج : بسبب تنامي التيار لحظة اغلاق المفتاح وتلاشيه لحظة الفتح في دائرة الملف الابتدائي تتسببان تزايد وتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق قلب الحديد الملفوف حوله الملفين .

س // ما هو استنتاج فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ؟

ج : يتولد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفله (مثل ملف سلكي او حلقة موصله) فقط عندما يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) .

س // هل يمكن للمجال المغناطيسي أن يولد تيارا كهربائيا في حلقة موصلة مقفلة ؟ وضح ذلك .

ج : نعم ، إذا توفرت حركة نسبية بين المجال المغناطيسي والحلقة المقفلة .

أو : إذا حصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة خلال وحدة الزمن .

نشاط 1

س // اشرح نشاطا توضح فيه ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي باستخدام ساقاً مغناطيسيه وملف وكلفانوميتر .

س// اشرح نشاطا توضح فيه ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي باستخدام ملفين (ابتدائي وثانوي) وبطاريه وكلفانوميتر .

س// اشرح نشاطا توضح فيه ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي باستخدام ملفين وبطاريه ومفتاح وكلفانوميتر .

ادوات النشاط:

1 - ملفان سلكيان مجوفان مختلفان في أقطارهما (يمكن ادخال احداهما في الاخر) ،
2 - كلفانوميتر صفره في وسط التدريجة ساق مغناطيسية ،
3 - اسلاك توصيل ، بطارية ، مفتاح كهربائي.

خطوات النشاط:

اولاً:

1-نربط طرفي احد الملفين بوساطة اسلاك التوصيل مع طرفي الكلفانوميتر.

2-نجعل الساق المغناطيسية وقطبها الشمالي مواجهاً للملف وفي حالة سكون نسبة للملف سنجد ان مؤشر الكلفانوميتر يبقى ثابتاً عند صفر التدريجة .

3- ندفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف ثم نبعدها نلاحظ ان مؤشر الكلفانوميتر ينحرف على اى جانبي الصفر عند تقريب الساق وينحرف باتجاه معاكس عند ابعادها مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف في الحالتين

ثانياً:

1- نربط طرفي الملف الاخر (ويسمى بالملف الابتدائي) بين قطبي البطارية بوساطة اسلاك التوصيل للحصول على مغناطيسي كهربائي.

2- نحرك الملف المتصل بالبطارية (الملف الابتدائي) امام وجه الملف الثانوي المتصل بالكلفانوميتر بتقريبه مرة من وجه الملف الثانوي وابعاده مرة اخرى نلاحظ ان مؤشر الكلفانوميتر ينحرف على احد جانبي الصفر مرة وباتجاه معاكس مرة اخرى وبالتعاقب مشيراً الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي ثم عودته الى الصفر عندما لا يحصل توافر الحركة النسبية بين الملفين (كما في الشكل المقابل).

ثالثاً:

1- نربط مفتاح كهربائي في دائرة الملف الابتدائي ونجعله مفتوحاً.

2- ندخل الملف الابتدائي في جوف الملف الثانوي ونحافظ على ثبوت احد الملفين نسبة الى الاخر .

3- نغلق ونفتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي نلاحظ ان مؤشر الكلفانوميتر يتذبذب بانحرافه على جانبي الصفر باتجاهين متعاكسين فقط في لحظتي اغلاق وفتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي وعلى التعاقب مشيراً الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي خلال تلك اللحظتين (كما في الشكل المقابل).

نستنتج من كل نشاط الانشطة الثلاث مايأتي :

1– تستحث قوة دافعة كهربائية (ε_{ind}) وينساب تيار محتث (I_{ind}) في دائرة كهربائية مقفلة (حلقة موصلة او ملف سلكي) فقط عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن على الرغم من عدم توافر بطارية في تلك الدائرة.

2– تكون قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) واتجاه التيار المحتث (I_{ind}) في الدائرة الكهربائية باتجاه معين عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترقها ويكونان باتجاه معاكس عند هذا الفيض.

س // ما الذي يتطلب توافره في دائرة مقفلة : (a) تيار كهربائي ؟ (b)تيار محتث؟

ج: (a) تيار كهربائي : مصدر للقوة الدافعة الكهربائية تجهزها مثلا بطارية او مولد تلك الدائرة .

(b) تيار محتث: قوة دافعة كهربائية محتثة والتي تتولد بواسطة تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الحلقة لوحدة الزمن .

س // لماذا لا يتولد تيار كهربائي عند وجود ساق مغناطيسية في حال سكون نسبة لملف من سلك موصل مربوط بين طرفي أميتر رقمي ؟

ج : وذلك لأن الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لا يتغير مع الزمن .

س // ماذا يحدث عند دفع ساق مغناطيسية نحو ملف من سك موصل وبموازاة محوره مربوط بين طرفين أميتر رقمي ؟

ج : نلاحظ ان الأميتر يشير الى انسياب تيار في الدائرة ويكون بإتجاه معين ، وذلك بسبب حصول تزايد في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف في أثناء اقتراب المغناطيس من الملف .

القوة الدافعة الكهربائية الحركية

س // متى يمكن ان تستحث قوة دافعة كهربائية وينساب تيار محتث في دائرة كهربائية مقفله (حلقة موصله او ملف) ؟

ج : عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن .

س // هل ان قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة واتجاه التيار المحتث في الدائرة الكهربائية يكونان بذات الاتجاه عند حصول تزايد في الفيض المغناطيسي وعند تناقص هذا الفيض؟

ج : كلا ، يكونان باتجاه معين عند تزايد الفيض المغناطيسي و باتجاه معاكس عند تناقص هذا الفيض .

ملاحظة

يرمز للقوة الدافعة الكهربائية المحتثه بالرمز ε_{ind}

س // ما المقصود بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية ؟

ج : الحصول على قوة دافعة كهربائية حركية عند تحريك ساق موصلة داخل مجال مغناطيسي منتظم . فهي حالة خاصة من حالات الحث الكهرومغناطيسي .

س // ماهي العوامل التي تعتمد عليها القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$ على طرفي الساق يتحرك عموديا على مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج : 1 – كثافة الفيض المغناطيسي 2 – طول الساق 3 – سرعة حركته في المجال .

4 – الزاوية المحصورة بين متجه السرعة ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي ؟

س // ما سبب انفصال الشحنات الموجبة عن الشحنات السالبة عند توليد القوة الدافعة الكهربائية الحركية ؟

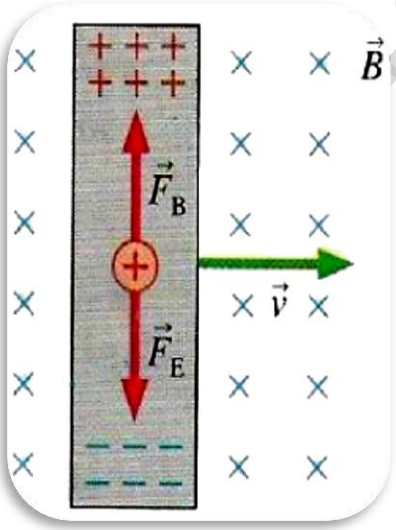
ج : نتيجة لوجود القوة المغناطيسية ($F_{B1} = qvB$) التي تؤثر على الشحنات الموجبة طبقا لقاعدة الكف اليمنى والتي تؤثر على الشحنات السالبة باتجاه معاكس لها يؤدي الى انهما تتحركان باتجاهين متعاكسين .

س // ما سبب تولد القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\varepsilon_{motional}$) على طرفي ساق عند الاستمرار في حركتها داخل المجال المغناطيسي ؟

ج : تولد فرق جهد كهربائي نتيجة تجمع الشحنات المختلفة في طرفي الساق .

ملاحظة مهمة

عند حركة ساق في مجال مغناطيسي منتظم فان الشحنات في الساق ستتأثر بقوتين متعاكستين الاولى ناشئة من تأثير المجال الكهربائي على الشحنات والاخرى ناشئة من المجال المغناطيسي عليها ، وكلاهما في مستوى واحد وعلى خط فعل واحد.



س // اشتق علاقة حساب القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$.

س // عند حركة ساق موصلة طولها ℓ بسرعة منتظمة v في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه B وعمودية عليه اثبت ان: $\varepsilon_{motional} = vB\ell$.

ج : عند حركة الساق الموصلة فان الشحنات الكهربائية داخلها ستتاثر بقوة مغناطيسية بموجب العلاقة $F_{B1} = qvB\sin\theta$ (كما في الشكل)

ولأن حركة الساق عموديا على المجال المغناطيسي فان $\theta = 90$

اي ان : $\sin 90 = 1$

$$F_{B1} = qvB$$

تنفصل على اثر هذه القوة الشحنات المختلفة (الموجبة والسالبة) على طرفي الساق ويتولد عن ذلك مجالا كهربائيا سيؤثر بدوره على الشحنات الكهربائية بقوة معاكسة في اتجاهها للقوة المتولدة عن المجال المغناطيسي وتعطى بالعلاقه ($F_E = qE$) وهاتان القوتان تقعان على خط فعل مشترك وفي مستوي واحد . وعند تساوي هاتين القوتين تحصل حالة الاتزان اي ان :

$$\vec{F}_E = \vec{F}_{B1}$$

فتكون $qE = qvB$ وبالقسمة على q نحصل على العلاقة $E = VB$

وحيث ان $E = \frac{\Delta V}{\ell}$ (انحدار الجهد يساوي مقدار المجال الكهربائي)

لذا سنحصل على $vB = \frac{\Delta V}{\ell}$ وبهذا فان فرق الجهد على طرفي الساق سيكون $\Delta V = VB\ell$ حيث ان

ΔV تمثل القوة الدافعة الكهربائية الحركية $\mathcal{E}_{motional}$ المتولدة على طرفي الموصل والتي تعطى بالعلاقة النهائية التالية :

$$\mathcal{E}_{motional} = VB\ell$$

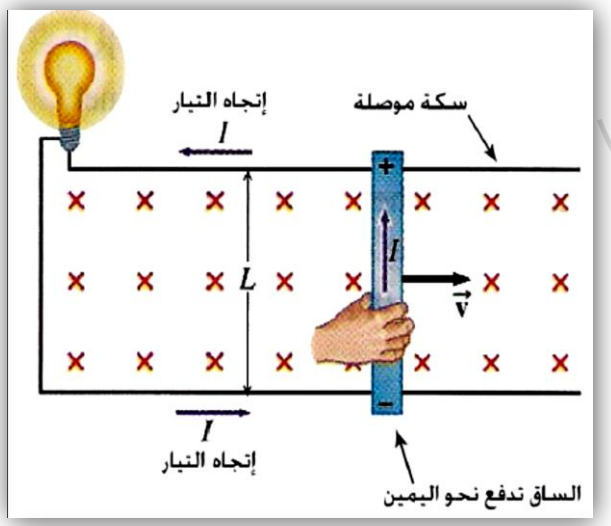
ملاحظة مهمة لا تتولد قوة دافعة كهربائية ولا تيار محتث اذا كان اتجاه السرعة موازيا لاتجاه الفيض لان $\theta = 0$ فان $\sin 0 = 0$ اذن $\mathcal{E}_{motional} = 0$.

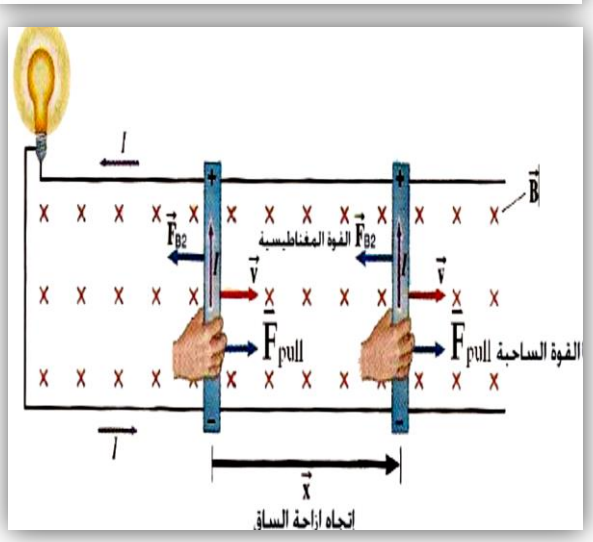
س // عند حركة ساق موصلة بسرعة منتظمة في مجال مغناطيسي منتظم وبشكل عموديا على اتجاه الفيض ستتولد قوة دافعة كهربائية حركية $\mathcal{E}_{motional}$ باتجاه معين . فلو انعكس اتجاه حركة الساق او انعكس اتجاه المجال المغناطيسي ، هل تنعكس قطبية القوة الدافعة الكهربائية الحركية $\mathcal{E}_{motional}$ ؟ ولماذا؟

ج : نعم . لان اتجاه القوة المغناطيسية (F_B) المؤثرة على شحنات الساق ستنعكس حسب قاعدة الكف اليمنى .

التيار المحتث

التيار المحتث : هو التيار الذي يتولد نتيجة حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.





ان التيار المحتث (I)المار في دائرة كهربائيه مقاومتها R

يعطى بالعلاقة $I = \frac{\mathcal{E}_{motional}}{R} = \frac{vB\ell}{R}$

ونتيجة لهذا التيار المحتث في الساق باتجاه عمودي على الفيض المغناطيسي تظهر قوة مغناطيسية (F_{B2}) تؤثر في الساق بموجب العلاقة $F_{B2} = I\ell B$ وهي تعاكس اتجاه السرعة V بموجب قاعدة الكف اليمنى ، لذا فهي تعرقل حركة الساق وتسبب تباطؤ حركة الساق . لذا يستوجب توفير قوة ساحبه $\vec{F}_{pull}$ لتجعل سرعتها ثابته كما في الرسم التوضيحي.

والقوة الساحبة المؤثرة على الساق لتوليد القوة الدافعة الكهربائية الحركية والتيار المحتث تساوي القوة المغناطيسية المؤثرة على الساق F_{B2}

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

الحث الكهرومغناطيسي ومبدأ حفظ الطاقة

س // ما هو مصدر الطاقة الكهربائية المتولدة من التيار المحتث الناتج من حركة موصل في مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج : الشغل الذي تبذله القوة المحركة للساق للتغلب على القوة المغناطيسية المؤثرة في الساق .

س // ما مصير الطاقة المختزنة في ساق تتحرك في مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج // تتحول الى قدره تستهلك في الحمل الخارجي للدائرة الكهربائية التي ينساب فيها التيار المحتث (بشكل حرارة او اي نوع اخر من القدرة)

س // اثبت ان القدرة التي تنجزها القوة الساحبة لساق موصلة في مجال مغناطيسي تساوي القدرة المتبددة في المقاومة التي ينساب فيها التيار المحتث في الدائرة الخارجية ؟

س // كيف يمكن تطبيق قانون حفظ الطاقة على التيار المحتث المتولد من تحريك ساق موصله خلال مجال مغناطيسي والمستهلك في المقاومة في الدائرة الخارجية ؟

ج : ان القوة الساحبة قد سببت حركة الساق بسرعة v لذا فان القدرة المكتسبة P تحسب من خلال العلاقة

$$P = F_{pull} \cdot v = \frac{v^2 B^2 \ell^2}{R}$$

اما القدرة المتبددة $P_{dissipated}$ بشكل حراره في المقاومة الخارجية والاسلاك التي يمر فيها تيار محتث I_{ind} تحسب كما يلي

$$P_{dissipated} = I^2 R = \frac{v^2 B^2 \ell^2}{R}$$

$$\therefore P = P_{dissipated}$$

وهذا يعني ان المعدل الزمني للشغل المنجز في تحرك الساق الموصلة خلال المجال المغناطيسي يساوي القدرة المتبددة في المقاومة الخارجية لهذه الدائرة . وهذا يعد تطبيقا لقانون حفظ الطاقة .

س // لماذا يعد الحث الكهرومغناطيسي تطبيقا لقانون حفظ الطاقة ؟

ج : لأن المعدل الزمني للشغل المنجز في تحريك الساق الموصلة خلال المجال المغناطيسي يساوي المعدل الزمني للقدرة المتبددة في المقاومة الكلية لهذه الدائرة .

مثال 1 **افرض ان ساقا موصلة طولها 1.6m انزلقت على سكة موصلة بانطلاق 5m/s باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.8 T وكانت مقاومة المصباح المربوط مع السكة على التوالي 128 Ω ، لاحظ الشكل المجاور ،(اهمل المقاومة الكهربائية للساق والسكة) واحسب مقدار :**

1 – القوة الدافعة الكهربائية الحركية المحتثة . **2 – التيار المحتث في الدائرة .**

3 – القدرة الكهربائية المجهزة للمصباح .

الحل /

(1) $\varepsilon_{motional} = v B \ell = 5 \times 0.8 \times 1.6 = 6.4\ V$

(2) $I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{6.4}{128} = 0.05\ A$

(3) $P_{dissipated} = I_{ind}^2 R = (0.05)^2 \times 128 = 0.32\ W$

الفيض المغناطيسي

س // ماذا يحصل اذا تغير الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق حلقة موصلة ؟

ج : تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة اذا كانت الحلقة مفتوحة .

أو : يتولد تيار محتث إذا كانت الحلقة مقفلة .

س // ما هو العامل الاساسي لتوليد قوة دافعة كهربائية محتثة في حلقة موصلة أو ملف سلكي موضوع في مجال مغناطيسي ؟

ج : حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة أو الملف لوحدة الزمن .

ملاحظات

1 - ان الفيض Φ_B الذي يخترق مساحة مقدارها A عندما يكون كثافة الفيض المغناطيسي B تعطى بالعلاقة الاتية :

$$\Phi_B = \vec{B} . \vec{A}$$

حيث ان $\vec{A}$ تمثل متجه المساحة (وهو العمود المقام على المساحة) ويكون مقدار ذلك الفيض :

$\Phi_B = B A \cos\theta$ **حيث ان θ تمثل الزاوية بين متجهي كثافة الفيض والمساحة .**

2 – *عندما يكون متجه المساحة A عموديا على متجه كثافة الفيض المغناطيسي B (او بالعكس) فان $\theta = 90^0$

*** عندما يكون متجه المساحة A موازيا على متجه كثافة الفيض المغناطيسي B (او بالعكس) فان $\theta = 0$**

*** عندما يصنع متجه المساحة A زاوية مع متجه كثافة الفيض المغناطيسي B فان $\theta =$ زاوية السؤال**

3 – *عندما يكون كثافة الفيض المغناطيسي B عمودي على مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان $\theta = 0$

*** عندما يكون كثافة الفيض المغناطيسي B موازي على مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان $\theta = 90^0$**

*** عندما يصنع متجه المساحة A زاوية مع مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان $\theta = 90 -$ زاوية السؤال**

4 – مساحة المربع $A = l^2$

مساحة الدائرة $A = \pi r^2$

نصف قطر الدائرة $r = \frac{D}{2}$ علما ان D قطر الدائرة

س // ما هي الطرائق التي يمكن فيها تحقيق تغيرا في الفيض المغناطيسي لتوليد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ؟

ج : ان الفيض Φ_B المار خلال حلقة موصل او ملف سلكي مساحته A تقطع فيضا كثافته B يعطى بالعلاقة $\Phi_B = B A \cos\theta$ حيث ان θ تمثل الزاوية بين متجه كثافة الفيض ومتجه المساحة .

لذا يمكن ان يحصل تغيرا بالفيض من خلال احد الطرائق التاليه :-

1 – تغير الزاوية بين متجه المساحة ومتجه كثافة الفيض كما في دوران ملف نواة المولد الكهربائي داخل مجال مغناطيسي منتظم. حيث تتغير الزاوية بين 0^o و 90^o فتتغير قيمة الفيض بين اعلى قيمة والصفر .

2 – بتغير مساحة اللفة (بكبسها او شدها) عندها يعطى التغير بالفيض بموجب العلاقة $\Delta\Phi_B = B \Delta A$

3 – بتحريك الحلقة الموصلة بمستوي عمودي على فيض مغناطيسي منتظم كما يحصل عند دفع الحلقة لادخالها مجالاً مغناطيسياً منتظماً او سحبها لاخراجها منه .

س // ماهي وحدة الفيض في النظام الدولي للوحدات ؟

ج : Weber ويرمز له Wb

س // ماهي وحدة المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي ؟

ج : Wb/s

س // ماهي وحدة القوة الدافعة الكهربائيه المحتثه ε_{ind} ؟

ج : Volt:

س // متى يكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق حلقة موصلة أكبر ما يمكن ؟

ج : عندما يكون كثافة الفيض المغناطيسي B عمودي على مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان $\theta = 0$
حيث ان **cos0 = 1** لذلك تكون **$\Phi_B = B\,A$ أكبر ما يمكن .**

س // متى ينعدم الفيض المغناطيسي الذي يخترق حلقة موصلة أكبر ما يمكن ؟

ج : عندما يكون كثافة الفيض المغناطيسي B موازيا على مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان
$\theta = 90$ حيث ان **cos90 = 0** لذلك تكون **$\Phi_B = 0$.**

مثال 2 **حلقة دائرية موصلة قطرها 0.4m وضعت داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.5T ويتجه باتجاه موازٍ لمتجه مساحة الحلقة A .**

1 – احسب مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .

2 – ما مقدار الفيض المغناطيسي ، على فرض ان الحلقة دارت باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة لحين صار متجه المساحة A يصنع زاوية $\theta = 45^0$ مع اتجاه كثافة الفيض B.

الحل /

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.2)^2 = 12.56 \times 10^{-2}\ m^2$$

(1) $$\phi_B = B\,A = 0.5 \times 12.56 \times 10^{-2} = 6.28 \times 10^{-2}\ Weber$$

(2) $$\phi_B = B\,A\cos\theta = B\,A\cos 45^\circ$$
$$= 6.28 \times 10^{-2} \times 0.707 = 4.44 \times 10^{-2}\ Weber$$

قانون فراداي

س // اذكر قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ؟

ج : مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في حلقة موصله يتناسب طرديا مع المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.

س // ماهي الصيغة الرياضية لقانون فراداي ؟

ج : $\varepsilon_{ind} = -\ N\ \frac{\Delta\,\Phi_B}{\Delta t}$ حيث ان N يمثل عدد اللفات في ذلك الملف .

س // ماذا تعني الاشارة السالبة في قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ؟

ج : وضعت على وفق قانون لنز للدلالة على قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة . وهذه القطبية تحدد الاتجاه الذي ينساب فيه التيار المحتث في الحلقة او الملف .

ملاحظة مهمة في قانون فراداي

ان قانون فراداي هو $\mathcal{E}_{ind} = - N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$

وحيث ان $\Phi_B = B A \cos\theta$ وبهذا سيكون : $\mathcal{E}_{ind} = - N \frac{\Delta(AB\cos\theta)}{\Delta t}$

تتولد القوة الدافعة الكهربائية وينساب تيار محتث في حلقة موصلة مقفله اذا تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة لوحدة الزمن لاي سبب كان. ومن هذا القانون نلاحظ ان التغير قد يتحقق بتغير أحد العوامل التي ذكرت سابقا .(وان وجود هذه العلامة Δ تعني تغيرا في مقدار ما وهذا يعني عملية طرح للقيمة الابتدائية من النهائية لذلك المتغير) . وكما يلي :

$$\mathcal{E}_{ind} = -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos\theta$$

او $$\mathcal{E}_{ind} = -NB \frac{\Delta A}{\Delta t} \cos\theta$$

او $$\mathcal{E}_{ind} = -NBA \frac{\Delta \cos\theta}{\Delta t}$$

س // كيف يمكن ان نحصل على قوة دافعة كهربائية اكبر لملف او حلقة موصله ؟

ج : عندما يكون المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي اكبر (او بزيادة المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي)

س // ما الذي يحدد قطبية القوة الدافعة الكهربائية ؟

س// علام تعتمد قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ؟

ج : تعتمد على الفيض المغناطيسي فيما اذا كان متزايدا او متناقصا (متناميا او متلاشيا).

مثال 3

ملف يتألف من 50 لفة متماثلة ومساحة اللفة الواحدة $20\ cm^2$ ، فاذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف من(0.0T) الى(0.8T) خلال زمن 0.4 S احسب :

1 – معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف .

2 – مقدار التيار المنساب في الدائرة اذا كان الملف مربوط بين طرفي كلفانوميتر والمقاومة الكلية في الدائرة (80Ω) .

الحل /

(1) $\mathcal{E}_{ind} = - N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t}$

$\because \Delta \phi_B = A . \Delta B \quad \Rightarrow \quad \mathcal{E}_{ind} = - N \frac{A . \Delta B}{\Delta t}$

$\Rightarrow \mathcal{E}_{ind} = - 50 \times \frac{20 \times 10^{-4} \times (0.8 - 0.0)}{0.4} = - 0.2\ V$

((الاشارة السالبة تدل على أن القوة الدافعة الكهربائية تعاكس السبب الذي ولدها وهو المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي على وفق قانون لنز))

(2) $I = \frac{\mathcal{E}_{ind}}{R} = \frac{0.2}{80} = 2.5 \times 10^{-3}\ A$

قانون لنز

س // اذكر قانون لنز .

س // ماهو تأثير المجال المغناطيسي الذي يولده التيار المحتث (المجال المغناطيسي المحتث) في العامل الاساس الذي ولد هذا التيار ؟

ج : التيار المحتث في دائرة كهربائية مقفله يمتلك اتجاها بحيث ان مجاله المغناطيسي المحتث يكون معاكسا بتأثيره للتغير في الفيض المغناطيسي الذي ولد هذا التيار .

س // كيف يمكن تحديد اتجاه التيار في حلقة موصلة مقفله تتحرك بالنسبة الى مغناطيس ثابت ؟

ج : باستخدام قانون لنز لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي وقاعدة الكف اليمنى لتحديد اتجاه التيار .

ملاحظة : يمكن ملاحظة تفسير قانون لنز من الرسم التالي :

س // ما الفائدة العملية من قانون لنز ؟

ج : 1 – تعيين اتجاه التيار المحتث في دائرة كهربائية مقفله .

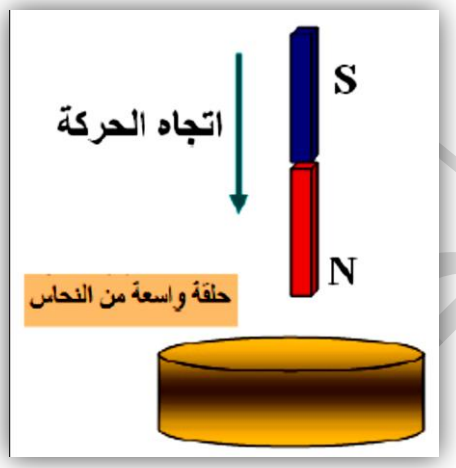
2 – يعد تطبيقا لقانون حفظ الطاقة .

س // كيف يمكن للتيار المحتث أن يولد مجالا مغناطيسيا محتثا يعاكس بتاثيره للمسبب الذي ولده ؟

ج : بتحريك ساق مغناطيسية بالقرب من وجه حلقة موصلة مقفلة وبموازاة محورها العمودي على وجهيها والمار من مركزها .

س // كيف يعد قانون لنز تطبيقا لقانون حفظ الطاقة ؟

ج : لان حركة المغناطيس بالنسبة للحلقة يتطلب انجاز شغل ميكانيكي ويتحول هذا الشغل المنجز الى طاقة من نوع اخر في الحمل الخارجي وهذا يعد تطبيقا لقانون حفظ الطاقة .



س(فكر) // افرض ان ساقا مغناطيسية سقطت سقوطا حرا نحو الاسفل وهي بوضع شاقولي ، وتحتها حلقة واسعة من النحاس مقفلة ومثبتة افقيا ، (باهمال مقاومة الهواء) كما في الشكل :

1 – اتسقط هذه الساق بتعجيل يساوي تعجيل الجاذبية الارضية ؟ ام اكبر منه ؟ ام اصغر منه ؟

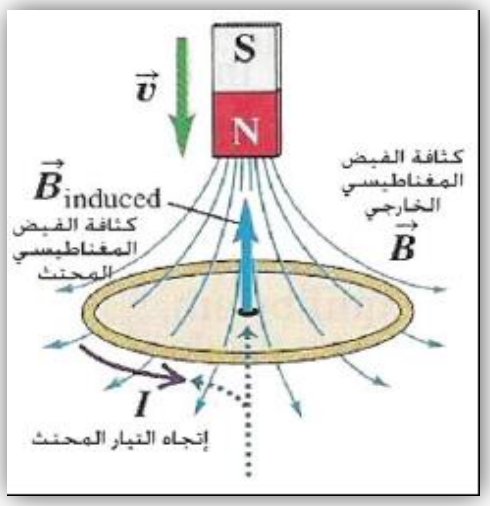
2 – عين اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر فيها الحلقة على الساق في اثناء اقتراب الحلقة من الساق .

ج : 1 – باستخدام قانون لنز فان وجه الحلقة العلوي ستكون قطبا مغناطيسيا شماليا يتنافر مع الساق المغناطيسية الساقطة مما يؤدي الى تأثر الساق بقوة معاكسه لاتجاه حركتها اي نحو الاعلى وبالتالي يقل

التعجيل الذي تسقط به الساق اي انها تسقط بتعجيل اقل من تعجيل الجاذبية الارضية .

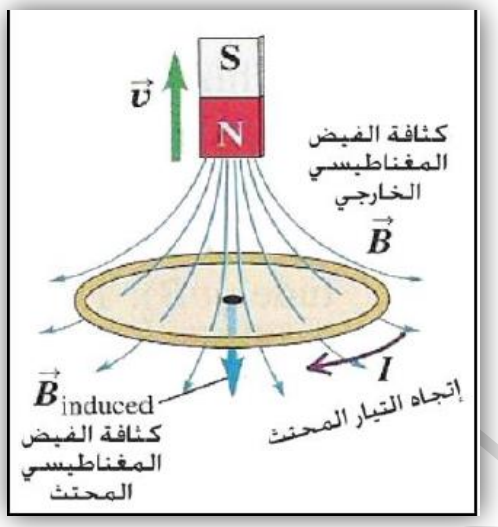
2 - ان اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر بها الحلقة على المغناطيسي هي نحو الاعلى فهي قوة معرقلة للسبب الذي ولد التيار المحتث (بموجب قانون لنز) .

س // ماذا يحصل عند تقريب ساق مغناطيسية من قطب شمالي من أحد وجهي حلقة موصلة مقفلة وبموازاة محورها العمودي على وجهيها والمار من مركزها ؟



ج : يزداد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة $\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} > 0$ فيزداد مقدار كثافة الفيض المغناطيسي $\frac{\Delta B}{\Delta t} > 0$ ويكون اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر نحو الاسفل ، لذا يكون اتجاه التيار المحتث معاكسا لاتجاه دوران عقارب الساعة (على وفق قاعدة الكف اليمنى للملف) فيولد مجالا مغناطيسيا محتثا اتجاهه نحو الاعلى معاكسا لاتجاه المجال المغناطيسي المؤثر لكي يحاول أن يقاوم التزايد في الفيض المغناطيسي الذي ولد التيار المحتث ، فيتولد في وجه الحلقة المقابل للقطب الشمالي N قطبا شماليا N فيتنافر مع القطب الشمالي المقرب منه (على وفق قانون لنز).

س // ماذا يحصل عند إبعاد ساق مغناطيسية من قطب شمالي من أحد وجهي حلقة موصلة مقفلة وبموازاة محورها العمودي على وجهيها والمار من مركزها ؟



ج : يتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة $\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} < 0$ فيتناقص مقدار كثافة الفيض المغناطيسي $\frac{\Delta B}{\Delta t} < 0$ ويكون اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر نحو الاسفل ، لذا يكون اتجاه التيار المحتث مع اتجاه دوران عقارب الساعة (على وفق قاعدة الكف اليمنى للملف) فيولد مجالا مغناطيسيا محتثا اتجاهه نحو الاسفل باتجاه المجال المغناطيسي المؤثر لكي يحاول أن يقاوم التزايد في الفيض المغناطيسي الذي ولد التيار المحتث ، فيتولد في وجه الحلقة المقابل للقطب الشمالي N قطبا جنوبيا S فيتجاذب مع القطب الشمالي المبتعد عنه (على وفق قانون لنز).

الحث الذاتي

س // ما المقصود بالحث الذاتي ؟

ج : توليد قوة دافعة كهربائية محتثه في ملف نتيجة لتغير مقدار التيار المنساب لوحدة الزمن في الملف نفسه .

س // ما هي المباديء التي يمكن من خلالها تفسير الحث الذاتي لملف ؟

ج : ان التغير في التيار يولد تغيرا في الفيض المغناطيسي بموجب اكتشاف اورستد . والتغير في الفيض يولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتيه في الملف بموجب قانون فراداي . والقوة الدافعة الكهربائية االذاتية المتولدة تقاوم التغير الذي سبب تولدها وفق قانون لنز .

س // اشتق علاقة حساب القوة الدافعة الكهربائية الذاتية المحتثة في ملف .

ج : اذا انساب تيار مقداره I في ملف فان ذلك يسبب فيضا مقداره Φ_B يخترق كل لفه من لفات الملف التي عددها N ، اي ان $N\Phi_B \propto I$ وان $N\Phi_B = LI$

ان الرمز L هو ثابت التناسب لهذه العلاقة ويسمى معامل الحث الذاتي للملف

واذا تغير التيار بمعدل زمني $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ فان الفيض المتولد سيتغير بمعدل زمني مقداره $\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$ فيكون

$$N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

وبموجب قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي فان $\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$ وبهذا نحصل على

$$\varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

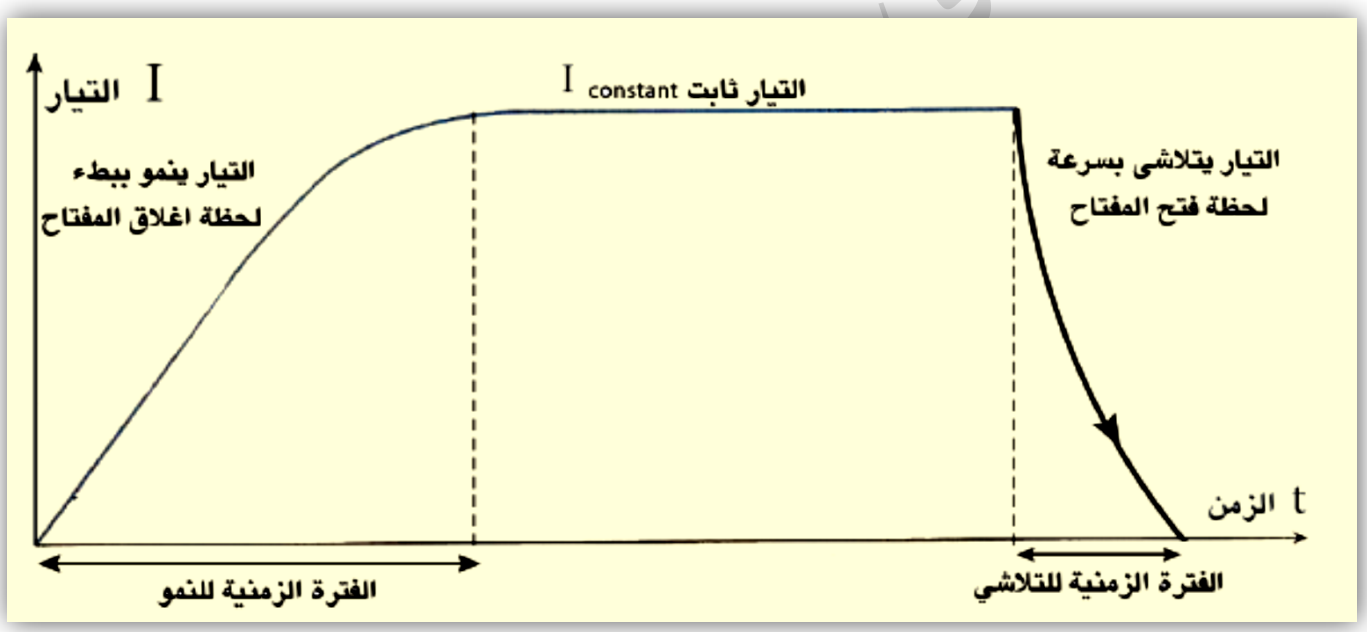
(وهي العلاقة الخاصة بحساب القوة الدافعة الكهربائية الذاتية المحتثة في ملف)

س // ما المقصود بمعامل الحث الذاتي لملف ؟

ج : نسبة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الى المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف نفسه ويعطى بالعلاقة الاتية : $L = \frac{\varepsilon_{ind}}{-\frac{\Delta I}{\Delta t}}$.

س // وضح بيانيا التغير الزمني للتيار في دائرة تحتوي على ملف مربوط الى مصدر مستمر للفولطية عند غلق الدائرة وعند فتحها .

ج : من الرسم المجاور نلاحظ ان زمن تلاشي التيار من مقداره الثابت الى الصفر (عند فتح الدائرة) اصغر من زمن تناميه من الصفر الى مقداره الثابت (عند غلق الدائرة) .



س // لماذا يكون زمن تنامي التيار من الصفر الى مقداره الثابت كبيرا في الملف ؟

ج : بسبب خاصية الحث الذاتي للملف وتولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية بقطبية معاكسة للفولطية الموضوعة (المطبقة) على الملف ، فهي تعرقل التزايد في التيار .

س // لماذا يكون زمن تلاشي التيار من المقدار الاعظم الى الصفر قصيرا ؟

ج : وذلك بسبب تولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية على طرفي الملف بالقطبية نفسها للفولطية الموضوعة (المطبقة) على الملف ، فتزيد سرعة تلاشي التيار وكذلك بسبب ظهور فجوة هوائية بين جزئي المفتاح تجعل مقاومة الدائرة كبيرة جدا .

س // لماذا يكون زمن تلاشي التيار في دائرة الملف المربوط الى مصدر فولطية مستمرة اصغر من زمن تناميه ؟

ج : بسبب ظهور فجوة هوائية بين جزئي المفتاح يجعل من مقاومة الدائرة مقداراً كبيراً جدا .

س // ماهي وحدات معامل الحث الذاتي ؟

ج : $\text{Henery (H)} = \frac{\text{Volt .sec}}{\text{Ampere}}$

ملاحظة

$1mH = 10^{-3}\ H$ $\quad$ $1\mu H = 10^{-6} H$ وان

س // ما المقصود بالهنري (Henery)

ج : هو وحدة قياس معامل الحث الذاتي لملف إذا تغير فيه بمعدل أمبير لكل ثانية تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة على طرفيه مقدارها فولط واحد .

س // ماهي العوامل التي يعتمد عليها مقدار معامل الحث الذاتي لملف ؟

ج : 1 – عدد لفات الملف $\quad$ 2 – حجم الملف $\quad$ 3 – شكل الهندسي للملف

4 – النفوذية المغناطيسية لمادة قلب الملف .

س // هل يتغير معامل الحث الذاتي لملف عند ادخال قلب حديدي في جوفه بدل الهواء ؟ ولماذا ؟

ج : نعم يزداد معامل الحث الذاتي للملف . وذلك لزيادة كثافة الفيض المغناطيسي بزيادة النفوذية المغناطيسية في جوفه .

المعادلة العامة للدائرة الحثية

$$V_{app} = V_{net} + \mathcal{E}_{ind}$$

بالتعويض عن صافي الفولطية V_{net} من قانون اوم حيث ان :

$$V_{net} = I_{ins} \cdot R$$

والتعويض عن القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الانية من إحدى العلاقتين الآتيتين :

$$\mathcal{E}_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \text{او} \quad \mathcal{E}_{ind} = -N\frac{\Delta \emptyset_B}{\Delta t}$$

نحصل على $V_{app} = I_{ins} \cdot R + N\frac{\Delta \emptyset_B}{\Delta t}$ و $V_{app} = I_{ins} \cdot R + L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

س // هل تتولد قوة دافعة كهربائية ذاتية محتثة في ملف عندما يكون التيار المار فيه ثابتاً ؟ ولماذا ؟

ج : كلا . لان المعدل الزمني لتغير التيار المار فيه يساوي صفرا ($\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$)

ملاحظة مهمة لحساب صافي الفولطية V_{net} في دائرة تحتوي ملفاً مقاومته (او مقاومة الدائرة) تساوي R ومعامل حثه الذاتي L مربوط الى مصدر للفولطية المستمرة مقدارها V_{applid} ليمر في الدائرة **تيارا متزايدا** (في حلقة نمو) (اي ان $\frac{\Delta I}{\Delta t} > 0$) فاذا كان مقدار التيار الآني I_{inst} فان

$$V_{net} = V_{applid} - \mathcal{E}_{ind}$$

وحيث $V_{net} = I_{inst} \cdot R$

لنحصل على $V_{applid} - \mathcal{E}_{ind} = I_{inst} \cdot R$

اما في حالة انسياب **تيار متناقص** وهي حالة يكون التيار متلاشيا من مقداره الثابت الى الصفر

(اي ان $\frac{\Delta I}{\Delta t} < 0$) ستكون العلاقة

$$V_{applid} + \mathcal{E}_{ind} = I_{inst} \cdot R$$

س// اكتب العلاقة الرياضية التي تعطي في الفولطية في دائرة تيار مستمر تحتوي ملفا وبطارية ومفتاحا في الحالات الاتية : 1 – عند انسياب تيار متزايد المقدار في الملف .

2 – عند انسياب تيار متناقص المقدار في الملف .

ج : 1 – عند انسياب متزايد $V_{applid} = V_{net} + \mathcal{E}_{ind}$

2 – عند انسياب تيار متناقص $V_{applid} = V_{net} - \mathcal{E}_{ind}$

الطاقة المختزنة في المحث

س // ما شكل الطاقة المختزنة في المحث ؟ وماهي علاقة حساب الطاقة في الملف ؟

ج : بشكل طاقة مغناطيسية . وتعطى بالعلاقة الآتية $PE = \frac{1}{2}LI^2$

حيث أن : PE : الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث وتقاس بوحدة الجول .

L : معامل الحث الذاتي للمحث .

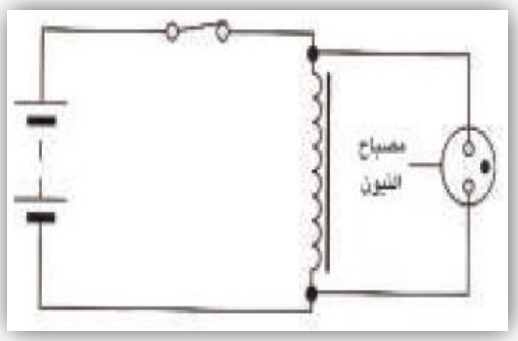
I : التيار المنساب في المحث .

س // هل تضيع الطاقة في المحث (ملفاً مهمل المقاومة)؟

ج : كلا لأنها تتحول من طاقة كهربائية الى مغناطيسيه عندما تكون مقاومته الداخلية تساوي صفرا .

ملاحظة : يعتبر المحث ملف مهمل المقاومة ، أي ان مقاومته صفر ، وهذا يعني أن المحث لا يتسبب في ضياع الطاقة .

س// اشرح نشاطاً يوضح توليد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية على طرفي الملف او (ظاهرة الحث الذاتي)؟



ادوات النشاط

بطارية ذات فولطية $(9V)$ ، مفتاح ، ملف سلكي في جوفه قلب من الحديد المطاوع ، مصباح نيون يحتاج $(80V)$ ليتوهج.

خطوات النشاط

1- نربط الملف والمفتاح والبطارية على التوالي مع بعض.

2- نربط مصباح النيون على التوازي مع الملف كما موضح بالشكل المقابل .

3- نغلق دائرة الملف والبطارية بوساطة المفتاح، لا نلاحظ توهج المصباح.

4 -نفتح دائرة الملف والبطارية بوساطة المفتاح. نلاحظ توهج مصباح النيون بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة.

الاستنتاج

أولاً: عدم توهج مصباح النيون لحظة اغلاق المفتاح كان بسبب الفولطية الموضوعة على طرفيه لم تكن كافية لتوهجه، وذلك لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئاً نتيجة لتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف تعرقل المسبب لها وفقاً لقانون لنز.

ثانياً: توهج مصباح النيون لحظة فتح المفتاح كان بسبب تولد فولطية كبيرة على طرفيه تكفي لتوهجه وذلك بسبب تولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية كبيرة المقدار على طرفي الملف نتيجة التلاشي السريع للتيار فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة يجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه.

ملاحظة يجب التمييز بين الفيض المغناطيسي (Φ_B) والمعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t})$.

مثال 4 ملف معامل حثه الذاتي 2.5 mH وعدد لفاته 500 لفة و ينساب فيه تيار مستمر 4A ،احسب:

1 – مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة .

2 – الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للملف .

3 – معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس اتجاه التيار خلال(0.25 S).

الحل /

(1) $N\phi_B = LI$

$500 \times \phi_B = 2.5 \times 10^{-3} \times 4$

$\phi_B = \frac{10^{-2}}{500} = 0.2 \times 10^{-4}$

$= 2 \times 10^{-5}\, Web$

(2) $PE = \frac{1}{2} L I^2$

$= \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-3} \times (4)^2$

$PE = 0.02\, J$

(3) بإنعكاس التيار يكون ($\Delta I = -8\, A$) ، أي أن :

$I_2 = -I_1$

$\varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

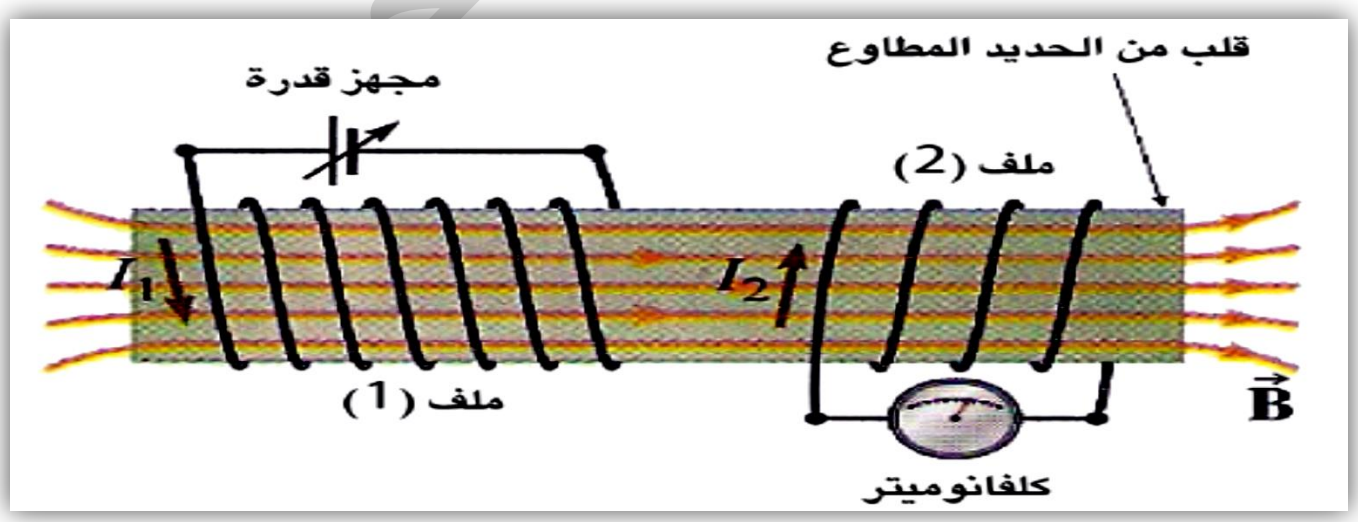
$= -2.5 \times 10^{-3} \times \frac{(-8)}{0.25}$

$= 0.08\, V$

الحث المتبادل

س // ما المقصود بالحث المتبادل ؟

ج : هي ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية محتثة في ملف نتيجة لتغير التيار المار لوحدة الزمن في ملف اخر يجاوره .



س // اثبت ان : $\mathcal{E}_{ind(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

س // اثبت ان توليد قوة دافعة كهربائية في ملف تنتج عن تغير التيار في ملف اخر يجاوره .

ج : عند ربط ملفين سلكيين متجاورين كما في الشكل اعلاه فان التيار المنساب في الملف الابتدائي (رقم 1) يولد مجالا مغناطيسيا يخترق الملف الثانوي (رقم 2) وان التغير في الفيض لوحدة الزمن الناتج من تغير التيار في الملف الابتدائي لوحدة الزمن سيولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي $\mathcal{E}_{ind(2)}$ ذو عدد اللفات N_2 على وفق قانون فراداي وكما يلي

$$\mathcal{E}_{ind(2)} = -N_2\frac{\Delta \emptyset B_{(2)}}{\Delta t}$$

ولقد ثبت عمليا ان الفيض المغناطيسي الذي يخترق كل لفه من لفات الملف الثانوي يتناسب طرديا مع التيار المنساب في الملف الابتدائي (I_1) اي ان :

$\emptyset_{B(2)} \propto I_1$ وبهذا ولعدد (N_2) من اللفات يكون $(N_2\emptyset_{B(2)}) \propto I_1$

ان ثابت التناسب يعرف بمعامل الحث المتبادل بين الملفين ويرمز له M وعليه فان

$$N_2\emptyset_{B(2)} = MI_1$$

وعند تغير التيار في الملف الابتدائي بمعدل زمني مقداره ($\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$) فان الفيض الذي يخترق الملف سيتغير بمعدل زمني مقداره ($\frac{N_2\Delta\emptyset_{B(2)}}{\Delta t}$) وعليه فان $N_2\frac{\Delta\emptyset_{B(2)}}{\Delta t} = M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

وبموجب قانون فراداي على الملف الثانوي وهو $\mathcal{E}_{nd(2)} = -N_2\frac{\Delta\emptyset B_{(2)}}{\Delta t}$

لذا فان $\mathcal{E}_{ind(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ (وهي علاقة توليد قوة دافعة كهربائية محتثة في ملف نتيجة لتغير التيار في ملف آخر يجاوره)

معامل الحث المتبادل بين ملفين : هو النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في ملف الى المعدل الزمني لتغير التيار في ملف اخر مجاور له أو محيط به .

س // ماهي العوامل التي يعتمد عليها معامل الحث المتبادل بين ملفين موضوعين في الهواء ؟

ج : 1 – توابت الملفين (L_1, L_2) 2 – وضعية كل ملف 3 –الفاصله بين الملفين .

س // ماهي العوامل التي يعتمد عليها معامل الحث المتبادل بين ملفين في حالة وجود قلب مغلق من الحديد ؟

س// علام يتوقف معامل الحث المتبادل بين ملفين بينهما قلب مغلق من الحديد المطاوع ؟

ج : ثوابت الملفين (L_1, L_2)

س // ما ذا يعني وجود قلب حديدي مغلق بين الملفين المتجاورين ؟

س // ما الفائدة من جعل القلب بين الملفين المتجاورين من الحديد ومغلقا ؟

ج : للحصول على الاقتران المغناطيسي التام بين الملفين .

ملاحظة عندما يكون الاقران المغناطيسي تاما بين الملفين فان $M = \sqrt{L_1L_2}$.

س // ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟ لو تغير التيار المنساب في أحد ملفين متجاورين ؟

ج : تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الاخر ، لانه وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فإذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن وعلى وفق قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي .

س // ماهي الظاهرة التي تستثمر في جهاز التحفيز المغناطيسي للدماغ ؟

س// ما هو اساس عمل جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ ؟

ج : ظاهرة الحث المتبادل .

س // كيف تستثمر ظاهرة الحث المتبادل في استعمال جهاز التحفيز المغناطيسي للدماغ ؟

ج : يسلط تيار متغير مع الزمن على الملف الابتدائي الذي يمسك على منطقة الدماغ للمريض فالمجال المغناطيسي المتغير المتولد بوساطة هذا الملف يخترق دماغ المريض مولدا قوة دافعة كهربائية محتثة فيه وهذه بدورها تولد تيارا محتثا يشوش الدوائر الكهربائية في الدماغ وبهذه الطريقة تعالج بعض الامراض النفسية مثل الكآبة

مثال 5 **ملفان متجاوران ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها 100 V ومفتاح على التوالي ، فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي 0.5 H ومقاومته 20 Ω ، احسب مقدار :**

1 – المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة اغلاق الدائرة .

2 – 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 .

3 – التيار المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة .

4 – معامل الحث الذاتي للملف الثانوي.

الحل /

1 $$V_{app} = L\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + I_{inst}\,R$$

بما أنه لحظة إغلاق الدائرة يكون ($I_{inst} = 0$) ، فيكون :

$$100 = 0.5 \times \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{100}{0.5} = 200\ A/s$$

2 $$\varepsilon_{ind\,(2)} = -\,M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

بما أن التيار في دائرة الملف الابتدائي يكون متزايداً $[\Delta I/\Delta t > 0]$

لحظة إغلاق المفتاح فإن (ε_{ind}) تكون بإشارة سالبة :

$$-40 = -M \times 200 \quad \Rightarrow \quad M = \frac{-40}{-200} = 0.2\ H$$

3 $$I_{const} = \frac{V_{applide}}{R} = \frac{100}{20} = 5\ A$$

4 $$M = \sqrt{L_1 \times L_2} \quad \Rightarrow \quad 0.2 = \sqrt{0.5 \times L_2}$$

وبتربيع طرفي المعادلة :

$$0.04 = 0.5 \times L_2 \quad \Rightarrow \quad L_2 = \frac{0.04}{0.5} = 0.08\ H$$

ملاحظات مهمة حول الحث الذاتي والمتبادل:

في دائرة تحتوي على ملفين ابتدائي مربوط الى مصدر مستمر وملف ثانوي فان :

1 – في دائرة الملف الابتدائي نستعمل العلاقات التالية :

$\mathcal{E}_{ind} = -L\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ و $\mathcal{E}_{ind} = -N_1\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$

وانه وفي أية لحظة بعد غلق المفتاح فان

$V_{app} = L\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + I_{inst}\,.\,R$ ولكن (مهم جدا)؛

اولا : $I_{inst} = 0$ لحظة غلق الدائره (المفتاح) . وعندها فان $V_{app} = L\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

ثانيا : $\mathcal{E}_{ind} = 0$ عندما يصل التيار الى المقدار الثابت لان $(\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 0)$ فيكون $V_{app} = I_{const}\,.\,R$

حيث ان I_{const} يمثل التيار الثابت للدائرة .

ثالثا : عند ازدياد التيار الآني ليصل الى (X %) من مقداره الثابت فان

$$I_{inst}.R = \frac{X}{100}I_{const}.R = \frac{X}{100}V_{applid}$$

لتصبح المعادلة اعلاه كما يلي $V_{app} = L\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + \frac{X}{100}V_{applid}$

او $V_{app} - L\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{X}{100}V_{applid}$ **0**

وعندها تكون العلاقة بين التيار الاني والتيار الثابت :

$$I_{inst} = \frac{X}{100}I_{const}$$

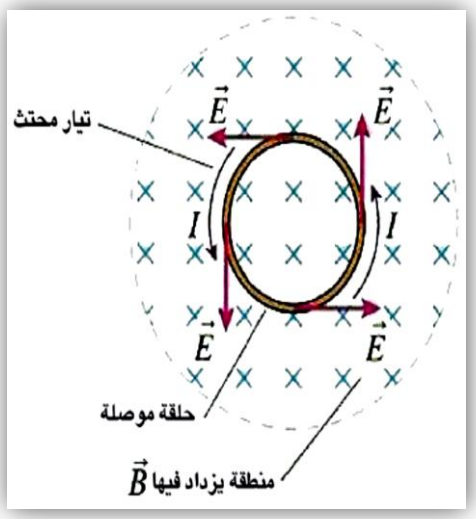
رابعا : عندما يصل مقدار الفولطية المحتثة في الملف تساوي (X %) من فولطية المصدر فان :

$$-\frac{X}{100}V_{applid} = -L\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

(لان التيار متزايدا $\frac{\Delta I}{\Delta t} > 0$ فان الفولطيه المحتثة سالبه)

2 – للملف الثانوي نستخدم $\mathcal{E}_{ind(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ (فقط)

المجالات الكهربائية المحتثة



س// ما سبب حركة الشحنات في الموصلات ؟

ج : سبب حركتها المجالات الكهربائية والمجالات المغناطيسية .

س // ما سبب حدوث التيارات المحتثة في حلقة موضوعة في مجال مغناطيسي متغير نسبة الى الحلقة ؟

س // ما سبب حركة الشحنات في حلقة موضوعة في مجال مغناطيسي متغير ؟

ج : تولد مجال كهربائي يؤثر في الشحنات في اتجاهات مماسية دائما ويسمى المجال الكهربائي المحتث .

س // ما المقصود بالمجال الكهربائي المحتث ؟

ج : المجال المتولد في حلقة مغلقة نتيجة للتغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق الحلقة .

س // لماذا يتولد مجال كهربائي محتث يؤثر في حلقة موصلة ساكنة يخترقها فيض مغناطيسي متزايد ؟

ج : وذلك بسبب التغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق الحلقة .

س// ما العامل الاساس لتوليد تيار محتث في حلقة موصلة مقفلة ساكنة نسبة الى فيض مغناطيسي متغير المقدار؟

ج : المجال الكهربائي المحتث هو سبب تولد التيار المحتث في الحلقة الموصلة المقفلة .

س // ما المقصود بالمجالات الكهربائية المستقرة ؟

ج : وهي المجالات التي تنشأ بوساطة الشحنات الساكنة .

س // ما المقصود بالمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

ج : وهي المجالات التي تنشأ بوساطة التغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي .

بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

س // اذكر بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي .

ج : 1 – بطاقة الائتمان 2 – القيثار الكهربائي

س // ما هو مبدأ عمل بطاقة الائتمان ؟ وكيف يتم عملها ؟

ج : الحث الكهرومغناطيسي . عند تحريك هذه البطاقة الممغنطة امام ملف سلكي يستحث تيار كهربائي ثم يضخم هذا التيار ويُحول الى نبضات للفولطية تحتوي المعلومات .

س // ما هو مبدا عمل القيثار الكهربائي ؟ وكيف يعمل ؟

ج : الحث الكهرومغناطيسي . حيث تتمغنط الاوتار المعدنية (المصنوعة من مادة فيرومغناطيسية) في اثناء اهتزازها بوساطة ملفات سلكيه يحتوي كل منها بداخله ساقا مغناطيسيه موضوعه بمواضع مختلفة تحت الاوتار . وعند اهتزازها يُستحث تيارا كهربائيا متناوبا بتردد يساوي تردد الوتر ليتم تضخيمه .

س // ما الذي يحصل عند تحريك بطاقة الإئتمان الممغنطة أمام ملف سلكي ؟

ج : يتولد تيار محتث ثم يضخم هذا التيار ويحول الى نبضات للفولطية تحتوي المعلومات .

س// ما الذي يحصل عندما تهتز أوتار القيثار الكهربائي ؟

ج : يستحدث تيار كهربائي متناوب تردده يساوي تردد الأوتار ، ثم يوصل الى مضخم .

ملخص قوانين الفصل الثاني

الرمز	التعريف	الوحدة
ε_{ind}	قوة الدافعة الكهربائية المحتثة	Vفولط
ε m	قوة الدافعة الكهربائية المحتثة الحركية	فولط
F_E	القوة الكهربائية	Nنيوتن
F_B	القوة المغناطيسة	نيوتن
F_{Pull}	القوة الساحبة	نيوتن
E	المجال الكهربائي	$\frac{N}{C}$
B	كثافة الفيض المغناطيسي	Tتسلا
v	سرعة	$\frac{m}{s}$
q	شحنة	Cكولوم
ℓ	طول	cm او m
I_{ind}	تيار المحتث	Aامبير
I_{ins}	تيار الاني (تيار اللحظي)	Aامبير
I_{const}	تيار الثابت	Aامبير
R	مقاومة	اوم Ω
P_{diss}	القدرة الضائعة (المتبدة ،المجهزة ، المكتسبة)	Wattواط
N	عدد اللفات	لفة
$\frac{\Delta \phi_B}{\Delta t}$	معدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي	$\frac{wb}{s}$
B ϕ	الفيض المغناطيسي	Wb
A	مساحة	cm^2 او m^2
$\frac{\Delta I}{\Delta t}$	معدل الزمني لتغير التيار	$\frac{A}{S}$
$\frac{\Delta B}{\Delta t}$	معدل الزمني لتغير كثافة الفيض المغناطيسي	$\frac{T}{S}$
$\frac{\Delta A}{\Delta t}$	معدل الزمني لتغير المساحة	$\frac{m^2}{s}$
L	معامل الحث الذاتي	Hهنري
M	معامل الحث المتبادل	هنري
V_{app}	الفولطية المطبقة	Vفولط
V_{net}	صافي الفولطية	فولط
PE	الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي	Joulجول
$\varepsilon_{ind\langle 2\rangle}$	قوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثاني	Vفولط
ϕBΔ	تغير في الفيض المغناطيسي	Wb
θ	زاوية	درجة (°)

نقسم الفصل الثاني (الحث الكهرومغناطيسي) الى ثلاثة اجزاء :

1 – ساق موصل (سلك موصل)

2 – حلقة دائرية موصلة (سلك دائري) (صفيحة معدنية مربعة الشكل او اي شكل اخر)

3 – ملف (ملفان)

1 – ساق موصل (سلك موصل) (صفيحة معدنية مربعة الشكل او اي شكل اخر)

القوانين المستخدمة في هذا الجزء

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الحركية $\mathbf{1 - \mathcal{E}_m = vB\ell \sin\theta}$

التيار المحتث $\mathbf{2 - I = \frac{\mathcal{E}_m}{R}}$

القوة الساحبة $\mathbf{3 - F_{pull} = I\ell B}$

القدرة الضائعة (المجهزة) (المتبددة) $\mathbf{4 - P_{diss} = I^2 R}$ او $\mathbf{P_{diss} = I_{ind} \cdot \mathcal{E}_m}$

ملاحظات مهمة (الجزء الاول)

1 – عندما يكون متجه السرعة V عموديا على متجه كثافة الفيض المغناطيسي B (او بالعكس) فان $\theta = 90^0$

2 - عندما يكون متجه السرعة V موازيا على متجه كثافة الفيض المغناطيسي (او بالعكس) B فان $\theta = 0$

3 – عندما يصنع متجه السرعة V زاوية مع متجه كثافة الفيض المغناطيسي B فان $\theta =$ زاوية السؤال

4 – لحساب مقدار القوة المغناطيسية نطبق العلاقة الاتية : $F_B = qvB \sin\theta$

5 – لحساب مقدار القوة الكهربائية نطبق العلاقة الاتية : $\vec{F}_E = q\vec{E}$

2 – حلقة دائرية موصلة (سلك دائري)

القوانين المستخدمة في هذا الجزء

اذا كان المتغير فيض المغناطيسي $\mathbf{1 - \mathcal{E}_{ind} = -N \frac{\Delta \emptyset_B}{\Delta t}}$

اذا كان المتغير كثافة الفيض المغناطيسي $\mathbf{2 - \mathcal{E}_{ind} = -NA\cos\theta \frac{\Delta B}{\Delta t}}$

اذا كان المتغير مساحة $\mathbf{3 - \mathcal{E}_{ind} = -NB\cos\theta \frac{\Delta A}{\Delta t}}$

التيار المحتث $\mathbf{4 - I_{ind} = \frac{\mathcal{E}_{ind}}{R}}$

اذا كان في السؤال الفيض المغناطيسي Φ_B (سواء مطلوبا او معطى في السؤال) $\mathbf{5 - \Phi_B = A\,B\cos\theta}$

ملاحظات مهمة (الجزء الثاني)

1 – *عندما يكون متجه المساحة A عموديا على متجه كثافة الفيض المغناطيسي B (او بالعكس) فان $\theta = 90^0$

* عندما يكون متجه المساحة A موازيا على متجه كثافة الفيض المغناطيسي B (او بالعكس) فان $\theta = 0$

* عندما يصنع متجه المساحة A زاوية مع متجه كثافة الفيض المغناطيسي B فان $\theta =$ زاوية السؤال

2 – *عندما يكون كثافة الفيض المغناطيسي B عمودي على مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان $\theta = 0$

* عندما يكون كثافة الفيض المغناطيسي B موازي على مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان $\theta = 90^0$

* عندما يصنع متجه المساحة A زاوية مع مستوى الحلقة (مستوى اللفة) (او بالعكس) فان $\theta = 90 -$ زاوية السؤال

3 – مساحة المربع $A = l^2$

مساحة الدائرة $A = \pi r^2$

نصف قطر الدائرة $r = \frac{D}{2}$ علما ان D قطر الدائرة

(النقطة الاولى والثانية والثالثة تستخدم ايضا مع الجزء الثالث(ملف))

4 - عندما يذكر في السؤال حلقة دائرية او سلك دائري اذن عدد اللفات تساوي واحد N = 1

3 - ملف (ملفان)

أ - الحث الذاتي

ب - الحث المتبادل

أ - الحث الذاتي

$1 - \mathcal{E}_{ind} = -N\frac{\Delta \emptyset_B}{\Delta t}$	اذا كان المتغير فيض المغناطيسي
$2 - \mathcal{E}_{ind} = -NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}$	اذا كان المتغير كثافة الفيض المغناطيسي
$3 - \mathcal{E}_{ind} = -NB\cos\theta\frac{\Delta A}{\Delta t}$	اذا كان المتغير مساحة
$4 - \mathcal{E}_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$	اذا كان المتغير التيار
$5 - L = -\frac{\mathcal{E}_{ind}}{\frac{\Delta I}{\Delta t}}$	معامل الحث الذاتي
$5 - I_{ind} = \frac{\mathcal{E}_{ind}}{R}$	التيار المحتث
$6 - \emptyset_B = \frac{LI}{N}$	فيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة

7 - لو وجدت كلمة ملف مع وجود بطارية وفرق جهدها(فولطية مستمرة او موضوعة) موجود في السؤال (او مطلوب) نستخدم المعادلات الاتية :

$V_{net} = I_{ins} . R$

$V_{app} = I_{ins} . R + \mathcal{E}_{ind}$ قوة الدافعة الكهربائية المحتثة موجودة في السؤال (او مطلوبة)

$V_{app} = I_{ins} . R + L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ اذا كان المتغير تيار

$V_{app} = I_{ins} . R + N\frac{\Delta \emptyset_B}{\Delta t}$ اذا كان المتغير فيض المغناطيسي

8 – اي سؤال تجد فيه الطاقة المختزنة في الملف (سواء معلومة او مطلوبة) نستخدم المعادلة الاتية ويتم حساب اي عنصر مجهول في المعادلة بمعرفة عنصرين منها

$PE = \frac{1}{2}LI^2$

ب - الحث المتبادل

$1 - \mathcal{E}_{ind(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ حيث يتم الحصول من هذه المعادلة على قوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي ومعامل الحث المتبادل ومعدل الزمني لتغير التيار

$2 - I_{ind(2)} = \frac{\mathcal{E}_{ind(2)}}{R_2}$ التيار في الملف الثانوي

$3 - \Delta \emptyset B_2 = \frac{M \Delta I_1}{N_2}$ تغير فيض المغناطيسي في الملف الثانوي

4 - اذا وجدت في السؤال ملفان بينهما اقتران (او ترابط) مغناطيسي تام او عبارة (ملفان متجاوران بينهما قلب مغلق من الحديد) فهذا يعني انك على الاغلب تحتاج العلاقة التالية :

$M = \sqrt{L_1 L_2}$

ملاحظات مهمة (الجزء الثالث)

1 - $I_{inst} = 0$ لحظة غلق الدائرة (المفتاح)

2 - ($\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$) عندما يصل التيار الى المقدار الثابت لذا تصبح التيار الثابت ($I_{cons} = \frac{V_{app}}{R}$)

3 - عند ازدياد التيار الآني ليصل الى (X %) من مقداره الثابت (X % مثلا 60% او 20%)

$I_{ins} = X\% \, I_{cons}$

$I_{ins} = X\% (\frac{V_{app}}{R})$

4 – ($\frac{\Delta I}{\Delta t} = +$) عند (نمو التيار) (تزايد التيار) (غلق مفتاح الدائرة)

($\frac{\Delta I}{\Delta t} = -$) عند (تلاشي التيار) (تناقص التيار) (فتح مفتاح الدائرة)

5 - $\mathcal{E}_{ind}$ او $\mathcal{E}_{ind(2)}$ تكون مقدارها سالبة عند (نمو التيار) (تزايد التيار) (غلق مفتاح الدائرة)

$\mathcal{E}_{ind}$ او $\mathcal{E}_{ind(2)}$ تكون مقدارها موجبة عند (تلاشي التيار) (تناقص التيار) (فتح مفتاح الدائرة)

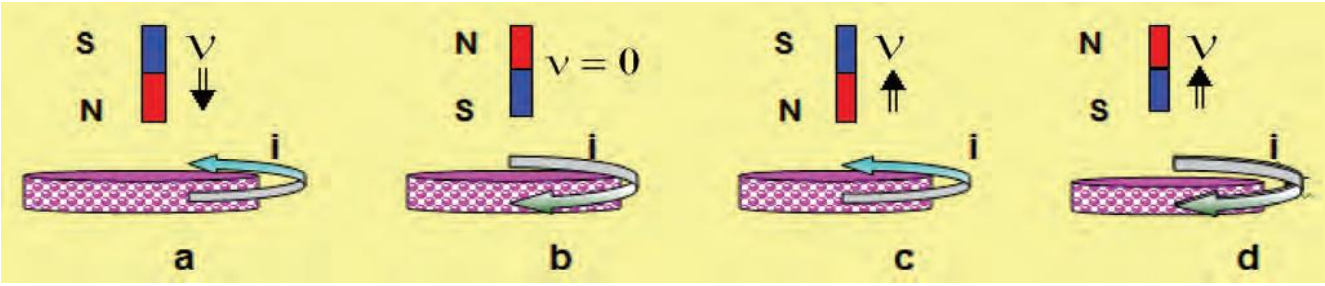
6 – اذا انعكس اتجاه التيار فان التغير في التيار تساوي $\Delta I = -2\, I$

أسئلة الفصل الثاني

س1// اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية:

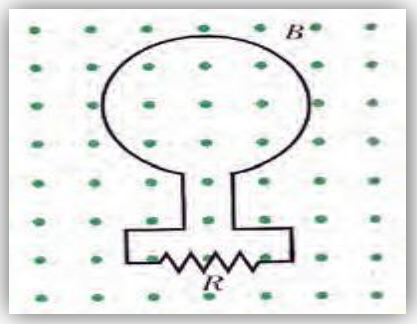
1- اي من الاشكال الاتية لاحظ الشكل يتبين فيه الاتجاه الصحيح للتيار الكهربائي الحتث في الحلقة الموصلة:

الجواب (a)



التوضيح // يكون إتجاه المحتث بإتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة في الحلقة الموصلة ، إذ يتولد قطب مغناطيسي شمالي في وجه الحلقة في أثناء إقتراب القطب الشمالي N للساق .

2- **في الشكل التالي حلقة مصنوعة من النحاس وضعت في مستوي الورقة وموصلة مع المقاو(R) سلط مجال مغناطيسي باتجاه عمودي على مستوي الورقة، خارجا من الورقة، اي حالة من الحالات التالية ينساب تيار محتث في المقاومة (R) اتجاهه من اليسار الي اليمين:**



a– عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.

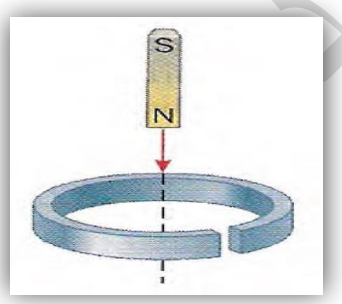
b– عند تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقى .

c– عند ثبوت الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.

d– جميع الاحتمالات المذكورة آنفاً.

التوضيح : اذ يتولد قطب جنوبي في وجه الحلقة الخلفي وقطب شمالي في وجه الحلقة الامامي فيكون اتجاه التيار المحتث في الوجه الامامي للحلقة باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة فينساب تيار محتث في المقاومة اتجاهه من اليسار نحو اليمين على وفق قانون لنز

3- **عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة من الالمنيوم غير مقفلة موضوعة افقيا(لاحظ الشكل التالي):**



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 من الحلقة.

c– لا تتأثر الساق بأية قوة في اثناء اقترابها من الحلقة او في اثناء ابتعادها عن الحلقة.

d– تتأثر الساق بقوة تنافر في اثناء اقترابها من الحلقة ، وكذلك تتأثر بقوة تنافر في اثناء ابتعادها عن الحلقة .

4- **عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه منتظمة B افقية ، تولد اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{max} . وعند زيادة عدد لفات الملف الى ثلاثة امثال ما كانت عليه وتقليل قطر الملف الى نصف ما كان عليه ومضاعفة التردد الدوراني للملف ، فأن المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة سيكون:**

$(a \quad \left(\frac{3}{2}\right)\varepsilon_{max} \quad (b \quad \left(\frac{1}{4}\right)\varepsilon_{max} \quad (c \quad \left(\frac{1}{2}\right)\varepsilon_{max} \quad (d \quad (3)\varepsilon_{max}$

التوضيح

$$\varepsilon_{max} = NBA\omega$$
$$= NB(r^2\pi)\omega$$
$$\varepsilon'_{max} = (3N)B\left[\left(\frac{r}{2}\right)^2\pi(2\omega)\right]$$
$$= \frac{3}{2}NBA\omega$$
$$\therefore \quad \varepsilon'_{max} = \frac{3}{2}\varepsilon_{max}$$

5- تتحقق ظاهرة الحث الذاتي في ملف معين عندما :

a– تسحب ساق مغناطيسية بعيدا عن وجه الملف.

b– يوضع هذا الملف بجوار ملف اخر ينساب فيه تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن.

c– ينساب في هذا الملف تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن.

d– تدوير هذا الملف داخل مجال مغناطيسي منتظم.

6- مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة الى مجال مغناطيسي في حالة سكون لا تعتمد على :

a– طول الساق. **b– قطر الساق.** c– وضعية الساق نسبة للفيض المغناطيسي. d– كثافة الفيض المغناطيسي.

7- وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي:

$weber$ (a $weber/s$ (b **$weber/m^2$** (c $weber.s$ (d

8- معامل الحث الذاتي لملف لا يعتمد على:

a– عدد لفات الملف b– الشكل الهندسي للملف

c– المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف d– النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف.

س2 //علل ما يأتي :

1- يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة، ولا يتوهج عند اغلاق المتاح؟

الجواب : يتوهج مصباح النيون في الحالة الاولى وذلك لان تلاشي التيار من مقداره الثابت الى الصفر يكون سريعا جدا وهذا يؤدي الى توليد قوة دافعة كهربائية محتثة كبيرة المقدار على طرفي الملف، فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة تجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه.

اما لحظة اغلاق المفتاح فلا يتوهج المصباح بسبب ان الفولطية الموضوعة على طرفيه لم تكن كافية لتوهجه .لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئاً مما يؤدي الى توليد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف بقطبية معاكسة لقطبية الفولطية الموضوعة تعرقل المسبب لها على وفق قانون لنز ، لذا تكون الفولطية المتولدة صغيرة المقدار على طرفي الملف لا تكفي لتوهج المصباح.

2- اذا تغير تيار كهربائي منساب في احد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في ملف في الملف الاخر؟

الجواب: حسب ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فاذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض $(\emptyset_{B(2)})$ الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن وعلى وفق قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة $\mathcal{E}_{\text{ind}}$ في الملف الثانوي ذو عدد اللفات N_2 وتعطى بالعلاقة :

$$\varepsilon_{ind(2)} = -N_2 \frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$$

ويمكن ان تعطى $\varepsilon_{ind(2)}$ بالعلاقة الاتية:

$$\varepsilon_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

وعندها يمر تيار محتث في دائرة الملف الثانوي المقفلة .

س3// عند دوران ملف مساحة اللفة الواحدة فيه(A) بسرعة زاوية (ω) داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضة $(\vec{B})$ منتظمة، فان الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف يعطى بشكل دالة جيب تمام $[\Phi_B = BA\cos(\omega t)]$ في حين تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي هذا الملف بشكل دالة جيبية$[\varepsilon_{ind} = NBA\sin(\omega t)]$، وضح ذلك بطريقة رياضية.

الجواب: الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة من الملف عند اية لحظة زمنية يعطى بالعلاقة التالية:

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

فأن الفيض المغناطيسي يصبح: $\theta = \omega t$

$\Phi_B = BA\cos\omega t$

وعند اخذ المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة فان:

$$\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = BA\omega sin(\omega t)$$

لان مشتقة $[\Delta cos(\omega t)]$ تكون $[-\omega sin(\omega t)]$

وحسب قانون فراي بالحث الكهرومغناطيسي فان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind})في الملف تكون:

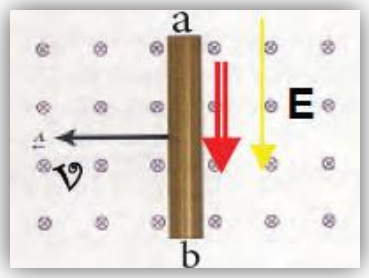
$$\varepsilon_{ind} = N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N(-BA\omega sin(\omega t))$$

$$\varepsilon_{ind} = NBA\, sin(\omega t) \quad \Rightarrow \quad \mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} sin(\omega t) \quad \{\text{و.هـ.م}\}$$

س4// ما المقصود بمجالات الكهربائية الغير المستقرة؟

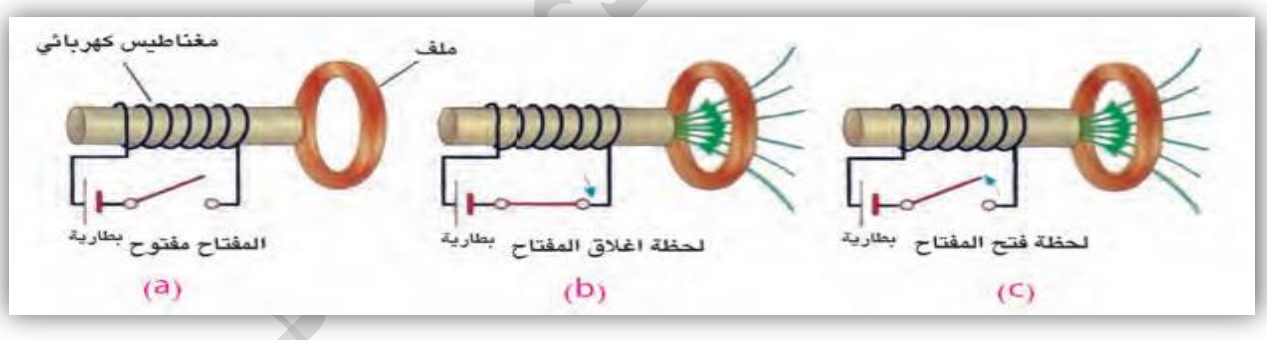
الجواب : المجالات الكهربائية غير المستقرة: هي المجالات التي تنشا بوساطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي ،(كما يحصل في تولد الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ).

س5// في الشكل المقابل ، حدد اتجاه المجال الكهربائي واذكر اسم القاعدة المستخدمة لذلك ؟



الجواب : عندما تكون حركة الساق نحو اليسار عمودياً على الفيض المغناطيسي فان القوة المغناطيسية $(\boldsymbol{F_B})$تؤثر في الشحنات الموجبة ويكون اتجاهها نحو الطرف $(\mathbf{a})$ (حسب قاعة الكلف اليمنى) فتتجمع الشحنات الموجبة في الطرف$(\mathbf{a})$ للساق والسالبة في الطرف $(\boldsymbol{b})$.

س6// عين اتجاه التيار المحتث في الحلقة المقابلة للملف السلكي في الاشكال الثلاث التالية:



الجواب: $(\mathbf{a})$ في حالة المفتاح مفتوح: يكون مقدار التيار صفرا (لا يتوافر تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف $(\boldsymbol{\Delta\Phi_B = 0})$ لذا فان التيار المحتث يساوي صفرا في الملف $(\boldsymbol{I_{ind} = 0})$.

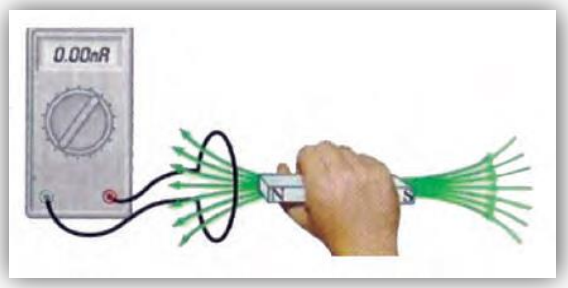
$(\mathbf{b})$ في حالة اغلاق المفتاح :يحصل تزايد في الفيض المغناطيسي $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} > \mathbf{0})$ الذي يخترق الملف $\boldsymbol{\Delta\Phi_B} = 0 - \Phi_{B2}$ فاذا نظرنا الى وجه الحلقة من(الجهة اليمنى للحلقة) فان اتجاه التيار المحتث فأن اتجاه التيار المحتث يكون معاكساً لاتجاه دوران عقارب الساعة .

$(\boldsymbol{c})$ في حالة فتح الدائرة بالمفتاح: يحصل تلاشي في الفيض المغناطيسي $\left(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} < \mathbf{0}\right)$ الذي يخترق الملف $(\boldsymbol{\Delta\Phi_B} = 0 - \Phi_{B2})$ فاذا نظرنا الى وجه الحلقة من (الجهة اليمنى للحلقة) فأن اتجاه التيار المحتث يكون باتجاه دوران عقارب الساعة .

للملف/ قطب جنوبي نحو اليمين وقطب شمالي نحو اليسار (حسب قاعدة الكف اليمنى).

للحلقة/ قطب جنوبي نحو اليمين وقطب شمالي نحو اليسار (حسب قانون لنز) . اتجاه التيار المحتث بأتجاه دوران عقارب الساعة .

س7// افترض ان الملف والمغناطيسي الموضح في الشكل التالي كل التالي كل منهما يتحرك بالسرعة نفسها نسبة الى الارض، هل ان المللي اميتر الرقمي (او الكلفانوميتر) المربوط مع الملف يشير الى انسياب تيار في الدائرة؟ وضح ذلك.



الجواب : كلا، لأنه لا ينساب تيار محتث في الدائرة وذلك لعدم توافر حركة نسبية بين المغناطيس والحلقة تسبب تغيرا في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن.

س8// ما الكميات الفيزيائية التي تقاس بالوحدات الاتية:

الجواب:

$(a)\ Weber$ ➔ (Φ_B الفيض المغناطيسي)

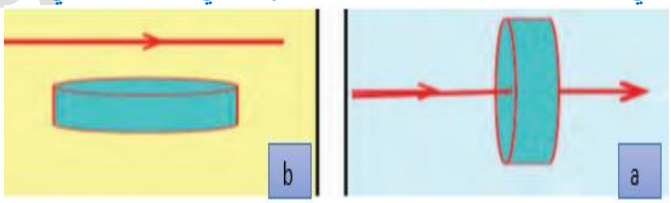
$(b)\ Weber/m^2$ ➔ (B كثافة الفيض المغناطيسي)

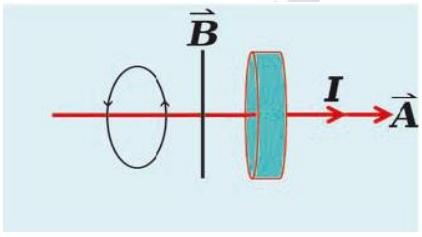
$(c)\ Weber/s$ ➔ (المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي)

$(d)\ Teslla$ ➔ (B كثافة الفيض المغناطيسي)

$(e)\ Henry$ ➔ (M ومعامل الحث المتبادل L معامل الحث الذاتي)

س10 // في كل من الشكلين $(a\ ,b)$ التاليين، سلك نحاسي وحلقة من النحاس مقفلة. في اي وضعية ينساب تيار محتث في الحلقة عندما يتزايد التيار الكهربائي المنساب في السلك في كل من الحالتين؟ وضح ذلك.

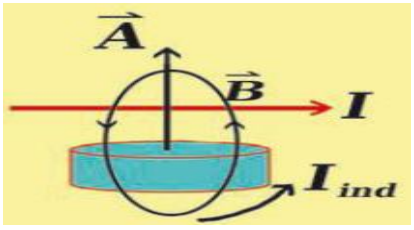




الجواب: **في الشكل (a)** لا ينساب تيار محتث في الحلقة لان كثافة الفيض المغناطيسي (B) يكون موازيا لمستوي الحلقة فتكون الزاوية تساوي 90^o

$$\Phi_B = BAcos\theta = BAcos90^\circ$$

ففي هذه الحالة لا يتوافر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة.



اما الشكل (b) ينساب تيار محتث و باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة. لان المجال المغناطيسي حول السلك يخترق الحلقة ويكون اتجاهه نحو الاعلى ومتزايدا فتكون الزاوية تساوي 0^o .

اعظم مقدار $\Phi_B = BAcos\theta = BA\cos 0^o = BA$

مسائل الفصل الثاني

س1// ملف سلكي دائري الشكل عدد لفاته (40) لفة ونصف قطره$(30cm)$ ، وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي، فاذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المارة خلال الملف من $(0.0T)$، الى $(0.5T)$ خلال زمن قدر$(4\ s)$ ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون:

$a-$ متجه مساحة اللفة الوحدة من الملف بموازاة متجه كثافة الفيض المغناطيسي؟

$b-$ متجه كثافة الفيض المغناطيسي. يصنع زاوية قياسها(30°) مع مستوي الملف؟

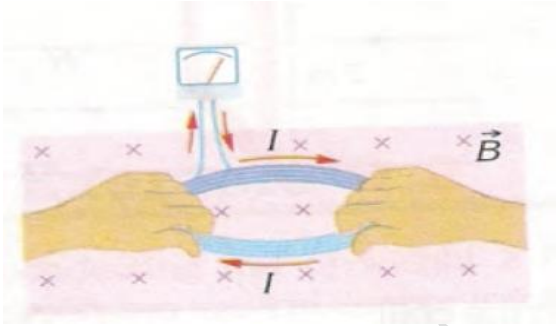
الحل:

(a) $A = \pi r^2 = \pi \times (30 \times 10^{-2})^2 = 0.09\pi\ m^2$

$$\varepsilon_{ind} = -N\ \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta i} = -N\frac{A\Delta B cos\theta}{\Delta t} = -40 \times \frac{0.09\pi \times (0.5-0)cos0^o}{4} = -0.45\pi\ V$$

(b) $\theta = 90^{\circ} - 30^{\circ} = 60^{\circ}$

$$\varepsilon_{ind} = -N\ \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta i} = -N\frac{A\Delta B cos60^o}{\Delta t} = -40 \times \frac{0.09\pi \times (0.5-0) \times 0.5}{4} = -0.0225\pi\ V$$

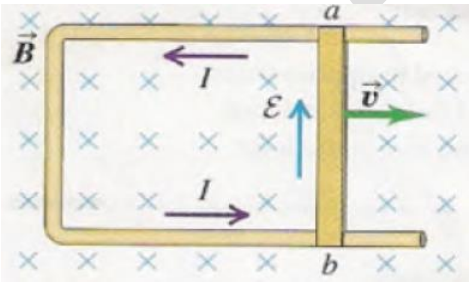


س2// في الشكل المجاور حلقة موصلة دائرية مساحتها $(626cm^2)$ ومقاومتها (9Ω) موضوعة في مستوي الورقة ، سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضة $(0.15T)$ باتجاه عمودي على مستوي الحلقة، سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت متساويتين فبلغت مساحتها $(26\ cm^2)$ خلال فترة زمنية $(0.2s)$، احسب مقدار التيار المحتث في الحلقة؟

الحل:

$$\varepsilon_{ind} = -N\ \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\frac{A\Delta B cos\theta}{\Delta t} = -1 \times \frac{(26 \times 10^{-4} - 626 \times 10^{-4}) \times 0.15 \times cos0^o}{0.2} = +0.045\ V$$

$$I_{ind}\ \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.045}{9} = 0.005\ A$$



س3// افرض ان الساق الموصلة في الشكل المجاور طولها $(0.1m)$ومقدار السرعة التي يتحرك بها $(2.5\ m/s)$ والمقامة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها (0.03Ω) وكثافة الفيض المغناطيسي $(0.6T)$، احسب:

1- القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق؟

2- التيار المحتث في الحلقة؟

3- القوة الساحبة للساق؟

4- القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة؟

الحـل:

1) $\varepsilon_{motional} = vB\ell sin\theta = 2.5 \times 0.6 \times 0.1 \times \sin 90^0 = 0.15V$

2) $I_{ind}\ \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{0.15}{0.03} = 5A$

3) $F_{pull} = IB\ell = 5 \times 0.1 \times 0.6 = 0.3N$

حل اخر $F_{pull} = \frac{vB^2\ell^2}{R} = \frac{2.5 \times (0.6)^2 \times (0.1)^2}{0.03} = 0.3\ N$

4) $P_{dissipatated} = I^2R = (5)^2 \times 0.03 = 0.75W$

س4// اذا كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في ملف تساوي $(360J)$ عندما كان مقدار التيار المنساب فيه $(20A)$ ، احسب:

1- مقدار معامل الحث الذاتي للملف.

2- معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس التيار خلال $(0.1\ s)$.

الحـــل:

$$1)\ PE = \frac{1}{2} \times LI^2 \Rightarrow 360 = \frac{1}{2} \times L \times (20)^2 \Rightarrow L = \frac{720}{400} = 1.8\ H$$

$$\varepsilon_{ind} = -L\ \frac{\Delta I}{\Delta t} = -1.8 \frac{-20-20}{0.1} = -1.8 \times \frac{-40}{0.1} = +720 Volt$$

س5// ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام. كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي $(0.4H)$ ومقاومته (16Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي $(0.9H)$.الفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (200V).

احسب مقدار:

التيار الاني والمعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة إزدياد التيار فيها الى (80%) من مقداره الثابت، والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة.

الحـــل:

$$(1)\text{التيار الاني}\ I_{inst} = \frac{80}{100} I_{cost} \Rightarrow I_{inst} = \frac{80}{100} \times \frac{V_{appled}}{R} = \frac{80}{100} \times \frac{200}{16} = 10A$$

$$(2)\ V_{app} = L\ \frac{\Delta I}{\Delta t} + I_{inst}\ R$$

$$200 = 0.4\ \frac{\Delta I}{\Delta t} + 100 \times 16 \quad \Longrightarrow \quad 40 = 0.4\ \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow\ \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{40}{0.4} = 100 \frac{A}{Sec}$$

$$(3)\ \text{ترابط تام}\ M = \sqrt{L_1 \times L_2} = \sqrt{0.4 \times 0.9} = \sqrt{0.36} = 0.6H$$

$$\varepsilon_{ind2} = -M\ \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -0.6 \times 100 = -60\text{V}$$

حلول الأسئلة الوزارية للفصل الثاني

2013 دور اول

1- ماذا يحصل ولماذا اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة $+q$ باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $\vec{B}$ ؟

الجواب: يتحرك الجسيم على مسار دائري بتأثير قوة مغناطيسية عمودي على متجه السرعة للجسيم وفق العلاقة التالية: $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}$.

2013 دور ثاني

1- ما المقصود بمجالات الكهربائية الغير المستقرة؟

الجواب : المجالات الكهربائية غير المستقرة: هي المجالات التي تنشا بوساطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي ،(كما يحصل **في تولد الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ).**

2013 دور ثالث

1- ما الفائدة العملية من تطبيق قانون لنز ؟

الجواب: لتحديد اتجاه التيار المحتث في دائرة كهربائية مقفلة .

2014 دور ثاني

1- علام يعتمد مقدار معامل الحث الذاتي ؟

الجواب : 1- عدد لفات الملف 2- حجم الملف 3- الشكل الهندسي للملف 4- النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف .

2014 دور ثاني

1- ماذا يحصل ؟ ولماذا؟ لو تغير التيار المنساب في احدى ملفين متجاورين .

الجواب: تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الاخر . **لانه وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فاذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض $(\emptyset_{B(2)})$ الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن وعلى وفق قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة $\mathcal{E}_{ind}$ في الملف الثانوي .**

2014 دور ثالث

1- ماذا يحصل لجسيم مشحون بشحنة موجبة $+q$ عندما يتحرك بسرعة $\vec{v}$ باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي منتظم ؟

الجواب : سيتأثر بقوة كهربائية $(\vec{F}_E)$ بمستو مواز لخطوط المجال الكهربائي وتعطي بالعلاقة: $\vec{F}_E = q\vec{E}$.

2015 الدور الاول

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

الجواب : يتم ذلك بقذف جسيم مشحون داخل المجال ، فاذا انحرف الجسيم بموازاة المجال الموجود في الحيز هو مجال كهربائي ، أما إذا انحرف الجسيم المشحون باتجاه عمودي على المجال فان المجال لموجود هو مجال مغناطيسي .

2015 دور ثاني

1- ما الفائدة العملية من تطبيق قانون لنز ؟

الجواب: لتحديد اتجاه التيار المحتث في دائرة كهربائية مقفلة .

2- علام يتوقف معامل الحث المتبادل بين ملفين بينهما ترابط مغناطيسي تام؟

الجواب: يعتمد على ثوابت الملفين(L_1, L_2)فقط . ويعطى بالعلاقة التالية : $\boldsymbol{M = \sqrt{L_1 \times L_2}}$

3- اكتب العلاقة الرياضية التي تعطى فها الفولطية في دائرة تيار مستمر تحتوي ملفاً وبطارية ومفتاحاً في الحالات الاتية :

(a) عند انسياب تيار متزايد المقدار في الملف ؟

الجواب: عند انسياب متزايد $V_{applid}=V_{net}+\mathcal{E}_{ind}$

(b) عند انسياب تيار متناقص المقدار في الملف ؟

الجواب : عند انسياب تيار متناقص $V_{applid}=V_{net}-\mathcal{E}_{ind}$

2015 دور ثالث

1- ما المقصود بـــ (قوة لورنز) واين تستثمر ؟

الجواب : هي محصلة قوتين احدهما القوة الكهربائية $(\overrightarrow{F_E})$ التي يؤثر فيها المجال الكهربائي $(\vec{E})$ والاخرى القوة المغناطيسية $(\overrightarrow{F_B})$ التي يؤثر فيها المجال المغناطيسي $(\vec{B})$.

وتستثمر: في التطبيقات العملية ومن امثلها: انبوبة الاشعة الكاثودية للتحكم في مسار الحزمة الالكترونية الساقطة على الشاشة.

2- علل / اذا تغير تيار كهربائي منساب في احد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في ملف في الملف الاخر؟

الجواب: حسب ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فاذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض $(\boldsymbol{\Phi_{B(2)}})$ الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن وعلى وفق قانون فرداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي ذو عدد اللفات $\boldsymbol{N_2}$ وتعطى بالعلاقة :

$$\boldsymbol{\varepsilon_{ind(2)} = -N_2 \frac{\Delta \emptyset_{B(2)}}{\Delta t}}$$

ويمكن ان تعطى $\boldsymbol{\varepsilon_{ind(2)}}$ بالعلاقة الاتية:

$$\boldsymbol{\varepsilon_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}}$$

وعندها يمر تيار محتث في دائرة الملف الثانوي المقفلة .

3- ما المقصود بـــ (القوة الدافعة الكهربائية الحركية) ؟

الجواب : هو فرق جهد يتولد على طرفي موصل يتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم (أي فرق جهد تولد نتيجة حركة موصل) .

2016 دور اول

1- ما الذي يتطلب توافره في دائرة مقفلة لتوليد : (a) تيار كهربائي ؟ (b)تيار محتث؟

الجواب: (a) تيار كهربائي : مصدر للقوة الدافعة الكهربائية تجهزها مثلا بطارية او مولد تلك الدائرة .

(b) تيار محتث: قوة دافعة كهربائية محتثة والتي تتولد بواسطة تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الحلقة لوحدة الزمن .

2 – اختر الاجابة الصحيحة من بين الاقواس :

عندما تدور حلقة موصلة حول محور شاقولي مواز لوجهها ومار من مركزها والمحور عمودي على فيض مغناطيسي افقي ومنتظم فان قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تكون دالة جيبية تتغير مع الزمن وتنعكس مرتين خلال كل : (ربع دورة ، نصف دورة ، **دورة واحدة** ، دورتين)

2016 دور ثاني

1- هل يمكن للمجال المغناطيسي ان يولد تيار محتثاً في حلقة موصل مقفلة ؟ وضح ذلك ؟

الجواب: نعم . اذا توافرت حركة نسبية بين المجال المغناطيسي $(\boldsymbol{B})$ والحقلة المقفلة .

او ك اوجد تغير في الفيض المغناطيسي خلال وحدة الزمن .

2016 دور ثاني

س / ما الكمية الفيزيائية التي تقاس بوحدة $(Weber / m^2)$ ؟
الجواب : كثافة الفيض المغناطيسي .

2017 الدور الاول

س / ما المقصود ؟ بمجالات الكهربائية المستقرة ؟

الجواب : هي المجالات التي تنشا من التغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي .

2017 الدور الثاني

س// ماذا يحصل لجسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) عندما يتحرك بسرعة مقدارها (v) باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (B) ؟

الجواب : سيتاثر الجسيم بقوة مغناطيسية بمستوي عمودي على الفيض المغناطيسي وينحرف الجسيم عن مساره الاصلي ويتخذ مسارا دائريا .

2017 الدور ثالث

س / ميز بين المجالات الكهربائية المستقرة والمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

الجواب : المجالات الكهربائية المستقرة تنشا بوساطة الشحنات الساكنة . اما المجالات الكهربائية غير المستقرة فهي تنشا بوساطة التغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي .

س / علام يعتمد مقدار معامل الحث الذاتي لملف ؟

الجواب : 1 – عدد لفات الملف 2 – حجم الملف 3 – شكل الهندسي للملف
4 – النفوذية المغناطيسية لمادة قلب الملف .

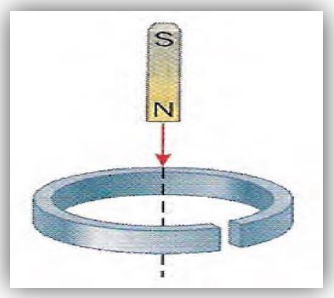
س / ما المقصود بقوة لورنز ؟

الجواب : هي محصلة قوتين احدهما القوة الكهربائية $(\overrightarrow{F_E})$ التي يؤثر فيها المجال الكهربائي $(\vec{E})$ والاخرى القوة المغناطيسية $(\overrightarrow{F_B})$ التي يؤثر فيها المجال المغناطيسي $(\vec{B})$.

2018 الدور الاول

س / اختر الاجابة الصحيحة :

3- عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة من الالمنيوم غير مقفلة موضوعة افقيا(لاحظ الشكل التالي):



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 من الحلقة.

c– لا تتأثر الساق بأية قوة في اثناء اقترابها من الحلقة او في اثناء ابتعادها عن الحلقة.

d– تتأثر الساق بقوة تنافر في اثناء اقترابها من الحلقة ، وكذلك تتأثر بقوة تنافر في اثناء ابتعادها عن الحلقة .

2018 الدور الثاني خارج العراق

س / بم يختلف المجالات الكهربائية المستقرة عن المجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

الجواب : المجالات الكهربائية المستقرة تنشأ بوساطة الشحنات الكهربائية الساكنة ، أما المجالات الكهربائية غير المستقرة تنشأ بوساطة التغيرات الحاصلة من الفيض المغناطيسي .

س // ما المقصود بالحث الذاتي ؟

ج : توليد قوة دافعة كهربائية محتثه في ملف نتيجة لتغير مقدار التيار المنساب لوحدة الزمن في الملف نفسه .

2019 الدور الاول

س / ميز بين المجالات الكهربائية المستقرة و المجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

الجواب : المجالات الكهربائية المستقرة تنشأ بوساطة الشحنات الكهربائية الساكنة ، أما المجالات الكهربائية غير المستقرة تنشأ بوساطة التغيرات الحاصلة من الفيض المغناطيسي .

س / ماهي العوامل التي تعتمد عليها القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\varepsilon_{motional}$) على طرفي الساق يتحرك عموديا على مجال مغناطيسي منتظم ؟

الجواب : 1 – كثافة الفيض المغناطيسي 2 – طول الساق 3 – سرعة حركته في المجال .

2019 الدور الثاني

س / وضح كيف يتم التعرف على المعلومات المخزونة في بطاقة الائتمان ؟

الجواب : عند تحريك هذه البطاقة الممغنطة امام ملف سلكي يستحث تيار كهربائي ثم يضخم هذا التيار ويُحول الى نبضات للفولطية تحتوي المعلومات .

س/ وضح كيف يتأثر جسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) عندما يقذف الجسيم باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (B) وبسرعة V ؟

الجواب : سيتاثر الجسيم بقوة مغناطيسية بمستوي عمودي على الفيض المغناطيسي وينحرف الجسيم عن مساره الاصلي ويتخذ مسارا دائريا .

2019 الدور الثالث

س / وضح كيف تستثمر ظاهرة الحث المتبادل في استعمال جهاز التحفيز المغناطيسي للدماغ ؟

الجواب : يسلط تيار متغير مع الزمن على الملف الابتدائي الذي يمسك على منطقة الدماغ للمريض فالمجال المغناطيسي المتغير المتولد بوساطة هذا الملف يخترق دماغ المريض مولدا قوة دافعة كهربائية محتثة فيه وهذه بدورها تولد تيارا محتثا يشوش الدوائر الكهربائية في الدماغ وبهذه الطريقة تعالج بعض الامراض النفسية مثل الكآبة.

س / عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه منتظمة B افقية ، تولد اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{max} . وعند زيادة عدد لفات الملف الى ثلاثة امثال ما كانت عليه وتقليل قطر الملف الى ثلث ما كان عليه ومضاعفة التردد الدوراني للملف ، فأن المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة سيكون:

$(a\ \ \left(\frac{2}{3}\right)\varepsilon_{max}\ \ (b\ \ \left(\frac{1}{4}\right)\varepsilon_{max}\ \ (c\ \ \left(\frac{3}{2}\right)\varepsilon_{max}\ \ (d\ \ (3)\varepsilon_{max}$

الفصل الثالث
التيار المتناوب

المقدمة

س // ما المقصود بالتيار المتناوب ؟

ج : تيار يتغير دورياً مع الزمن وينعكس اتجاهه مرات عديدة في الثانية الواحدة ويولده المولد الكهربائي (مصدر متناوب) ويرمز له بالرمز (ac).

س // ما المقصود بالتيار المستمر ؟

ج : هو التيار المنساب في الدوائر الكهربائية المقفلة ويكون ثابت المقدار والاتجاه بمرور الزمن وتولده البطاريات (مصدر مستمر) ويرمز له بالرمز (dc) .

س // لماذا يفضل استعمال التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية ؟

ج : 1 – لسهولة نقله الى مسافات بعيدة باقل الخسائر . 2 – امكانية تطبيق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي مما يمكننا من استعمال المحولة في رفع الفولطية او خفضها .

س // كيف ترسل الفولطية عند نقلها في شبكات التوزيع ؟ ولماذا ؟ وما هي الوسيلة المستعملة لتوفير هذه العملية ؟

س// ما الغرض من نقل القدرة الكهربائية بفولطيات عالية وتيار واطئ باستعمال المحولات الرافعة ؟

ج : ترسل بفولطية عالية وتيار واطئ . وذلك لتقليل خسائر القدرة في الاسلاك الناقلة (I^2R) والتي تظهر بشكل حرارة . ويتم ذلك باستعمال المحولة الرافعة في محطات التوليد ومحولات خافضة في مناطق الاستهلاك .

دوائر التيار المتناوب

ملاحظة مهمة

ان الفولطية والتيار في التيار المتناوب يتمثلان في العلاقتين الجيبيتين

$$V = V_m \sin(\omega t) \quad \text{و} \quad I = I_m \sin(\omega t)$$

وان المقدار (ωt) يمثل زاوية الطور والتي يتغير مقدارها مع الزمن ويتغير بتغيرها مقدار الفولطية والتيار وينعكس اتجاههما دوريا مع الزمن بين V_m و $-V_m$ للفولطية و I_m و $-I_m$ للتيار مرتين في كل دوره واحده ، وان ω تمثل التردد الزاوي ويساوي $2\pi f$ حيث ان f يمثل التردد .

وهنا ظهرت الحاجة الى التعامل معهما بمخطط يسمى متجه الطور او المتجه الدوار .

متجه الطور :

من الرسم المجاور والذي يمثل كل منهما متجها طوريا **نستنتج ان (مميزات متجه الطور) :**

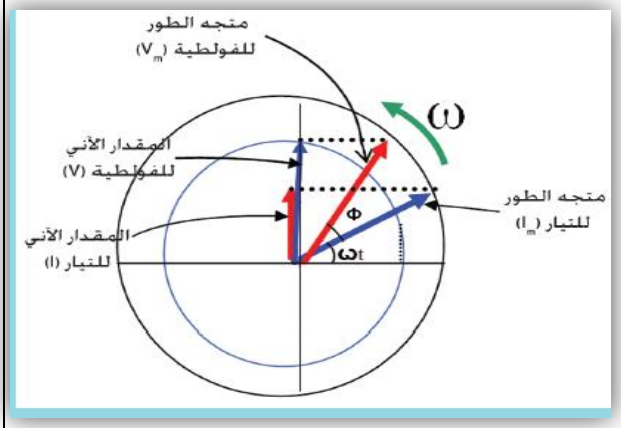
1 – طول المتجه يمثل المقدار الاعظم لهما وهما V_m و I_m

2 – مسقط كل منهما على المحور y يمثل المقدار الاني لكل من الفولطية V والتيار I.

3 – عند بدء الحركة $t = 0$ يتطابق متجه الطور مع المحور X

4 – اذا تطابق متجها الفولطية والتيار يقال عنهما انهما بنفس الطور .

5 – اذا لم يتطابق المتجهان (الفولطية والتيار) عندئذ تتولد بينهما زاوية فرق طور ويرمز لها Φ ويمكن ان تكون موجبه او سالبه او صفر (تكون صفرا عندما يكونان متطابقين)



س // ما المقصود بالطور ؟

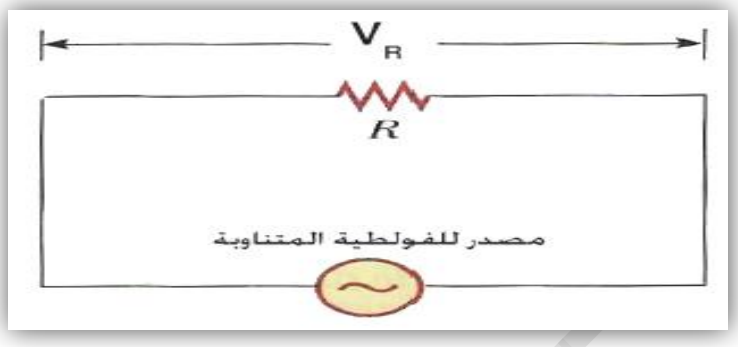
ج : الحالة الحركية للجسم المهتز من حيث الموضع واتجاه الحركة .

س // ما المقصود بفرق الطور ؟

ج : هو التغير بالحالة الحركية للجسم المهتز بين لحظتين مختلفتين او لجسمين في اللحظة نفسها .

دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف

* **ان دائرة المقاومة في التيار المتناوب ترسم كما في الشكل المجاور .**



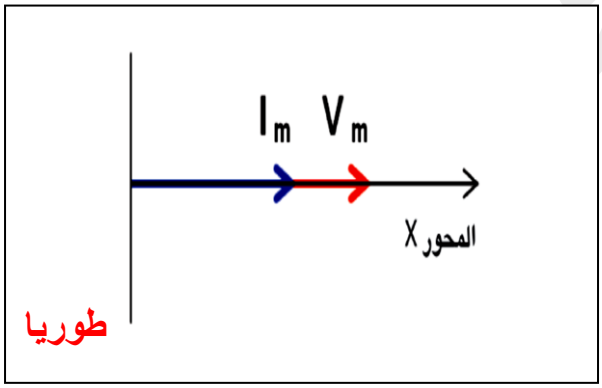
س // ما هو فرق الطور بين الفولطية والتيار الانيين في المقاومة الصرف ؟

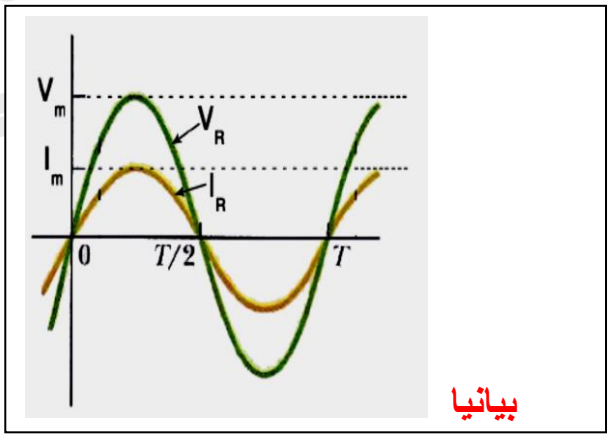
ج : صفرا ($\Phi = 0$) حيث ان معادلتي الفولطية والتيار الانيين على طرفي المقاومه الصرف هي

$V_R = V_m \sin(\omega t)$ و $I_R = I_m \sin(\omega t)$

س //كيف تمثل منحني الفولطية والتيار بيانيا وبالمتجهات الطورية ؟

ج :





س // ما قياس زاوية الطور (wt)لكل من متجه الطور للفولطية (V_m)ومتجه الطور للتيار (I_m) في الحالة التي يكون عندها $V_m V_R =$ وكذلك عندما يكون $I_R = I_m$ ؟ وضح ذلك .

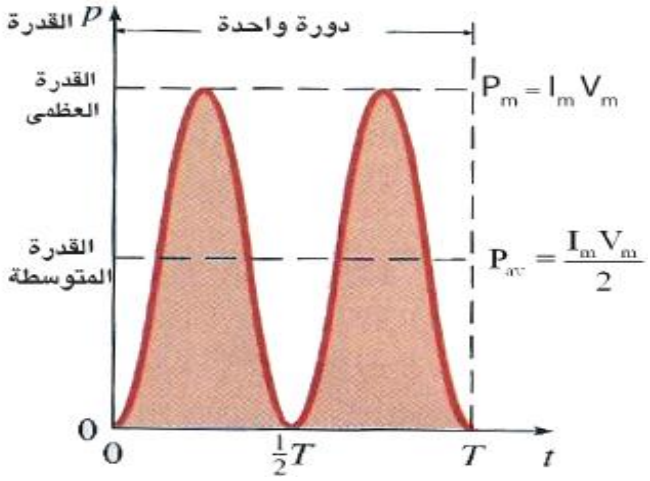
ج : من المعادلتين $V_R = V_m \sin(wt)$ و $I_R = I_m \sin(wt)$

ولكي يكون $\sin(wt) = 1$ يجب ان تكون $wt = \frac{\pi}{2}$ عندها نحصل على $V_R = V_m$ و $I_R = I_m$

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة

ملاحظة ان القدرة الانيه في المقاومة الصرف تعطى بالعلاقة $P = I_R V_R$ (او $P = I_R^2 . R$)

س // ماهي صفات (خواص) منحنى القدرة في المقاومة الصرف في دائرة التيار المتناوب ؟ وضح ذلك مع الرسم البياني للمنحني .



ج : الصفات (الخواص)

1 – موجب دائما . فهي لا تعتمد على اتجاه التيار .

2 – منحني جيب تمام .

3 – يتغير بين المقدار الاعظم ($P_m = I_m V_m$) والصفر

4 – القدرة المتوسطة (P_{av}) تساوي نصف القدرة العظمى اي ان

$$P_{av} = \frac{P_m}{2} = \frac{I_m V_m}{2}$$

س // ما ذا يعني ان القدرة في المقاومة الصرف موجبة دائما في دوائر التيار المتناوب ؟

س // ماذا يعني ان منحني القدرة للمقاومة الصرف في دوائر التيار المتناوب موجب دائما ؟

ج : ان المنحني الموجب للقدرة تعني ان القدرة تستهلك بأجمعها في المقاومة بشكل حرارة .

س // لماذا لا تمتلك القدرة مقدارا ثابتا في دائرة التيار المتناوب ؟

س // لماذا تكون القدرة متغيرة في دوائر التيار المتناوب ؟

ج : لان التيار المتناوب يمتلك مقدارا متغيرا دوريا مع الزمن لذا فان جميع التأثيرات الناتجة عن التيار المتناوب تتغير دوريا مع الزمن ايضا ومنها التأثيرات الحرارية.

المقدار المؤثر للتيار المتناوب

س/ – اشتق الصيغة الرياضية للمقدار المؤثر للتيار المتناوب I_{eff} .

او– اشتق الصيغة الرياضية لجذر مربع التيار الاعظم (I_{rms})

/ج

$\because P_{dc} = I^2_{dc} . R$

$\because P_{dc} = P_{ac}$

$I^2_{dc} . R = \frac{1}{2} I^2_m . R$

$I_{dc} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m$

$I_{eff} = 0.707\, I_m$

$P_{ac} = I^2_{in} . R$

$\because I_{in} = I_m Sin(wt)$

$\therefore P_{ac} = [I_m Sin(wt)]^2 . R$

$P_{ac} = I^2_m Sin^2(wt) . R$

لأن $Sin^2wt = \frac{1}{2}$ لدورة كاملة

$P_{ac} = P_{av} = \frac{I^2_m}{2} . R$

س // ما المقصود بالتيار المؤثر للتيار المتناوب ؟

ج : مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومه معينه فانه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها والفترة الزمنية نفسها .

س // ماذا تعني عبارة (ان مقدار التيار المتناوب بالدائرة يساوي 1 Ampere)؟

ج : ان ذلك يعني ان مقدار المؤثر للتيار المتناوب I_{eff} في الدائرة يساوي 1 Ampere.

س // لماذا لا يمكن لأجهزة قياس التيار المستمر ان تستخدم في قياس التيار المتناوب ؟

س //هل يمكن ان تستعمل مقاييس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب ؟ ولماذا ؟

ج : لا يمكن ذلك ،لأنها تقيس المقدار المتوسط للتيار والفولطية لذا فان مؤشرها يقف عند تدريجه الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب .

ملاحظة مهمة

ان مقاييس التيار المتناوب مثل الاميتر والفولطميتر تعمل على قياس المقدار المؤثر للتيار والفولطية . فأينما نجد في اسئلة دوائر التيار المتناوب مقدارا للفولطية او التيار فانهما يمثلان المقدار المؤثر لاي منهما مالم يذكر السؤال غير ذلك .

س(فكّر) // يقول زميلك " ان التيار المؤثر يتذبذب كالدالة الجيبية " ما رأيك في صحة ما قاله زميلك ؟ واذا كانت العبارة خاطئة ، كيف تصحح قوله ؟

ج : لا يصح ذلك . (لان المقدار المؤثر للتيار المتناوب هو مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومه معينة فانه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها .) فهو لا يمثل التيار الآني الذي يتغير مع الزمن .

مثال 1 مصدر للفولطية المتناوبة ربط بين طرفيه مقاومة صرف R= 100 Ω الفولطية في الدائرة تعطى بالعلاقة الاتية VR=424.2 sin (wt) :، احسب :

1 – المقدار المؤثر للفولطية 2 – المقدار المؤثر للتيار . 3 – مقدار القدرة المتوسطة

الحل /

1 المقدار المؤثر للفولطية :

$$V_R = V_m \sin(\omega t)$$

$$V_R = 424.2 \sin(\omega t) \Rightarrow V_m = 424.2\ V$$

$$\therefore V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{424.2}{1.414} = 300\ Volt$$

2 المقدار المؤثر للتيار :

$$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{300}{100} = 3\ A$$

3 مقدار القدرة المتوسطة :

$$P_{av} = I_{eff}^2 . R = (3)^2 \times 100 = 900\ W$$

دائرة تيار متناوب الحمل فيها محث صرف

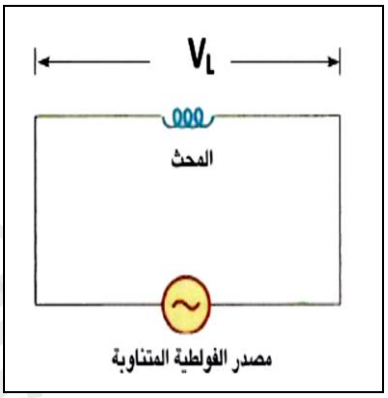
ملاحظات

1 – ان المحث هو ملف مهمل المقاومة .

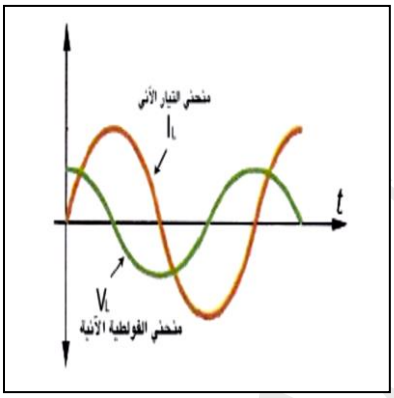
2 – الفولطية في دائرة محث صرف يتقدم على التيار بزاوية فرق طور $\Phi = \frac{\pi}{2} = 90^{\circ}$

اي ان $I_L = I_m \sin(\omega t)$ وان $V_L = V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ وهما يمثلان الفولطية والتيار الانيين للمحث.

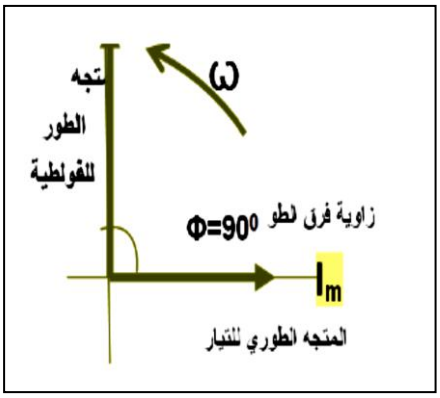
3 – مخطط الدائرة والرسم البياني للفولطية والتيار ومخطط المتجهات الطورية في المحث كما يلي :-



المحث في دائرة تيار متناوب



الفولطية والتيار الآنيين عبر المحث



متجهات الطور لكل من الفولطية والتيار

4 – المحث يُظهر معاكسة للتغير في التيار وتسمى هذه المعاكسة (رادة الحث) ويمز لها (X_L) وتعطى بالعلاقة:

:

$X_L = \omega L = 2\pi f L$ حيث ان L هو معامل الحث الذاتي للملف .

س // ما المقصود برادة الحث ؟ وما هي وحداتها ؟

ج : وهي المعاكسة التي يبديها المحث للتغير في التيار. وتقاس بوحدة $ohm(\Omega)$.

س // ما هي العوامل التي يعتمد عليها مقدار رادة الحث (X_L) ؟

ج : 1 – معامل الحث الذاتي ويتناسب معه طرديا ($X_L \propto L$) بثبوت التردد f

2 – التردد الزاوي وتتناسب معه طرديا ($X_L \propto \omega$) بثبوت معامل الحث الذاتي L.

س // ماهي وحدات قياس رادة الحث ؟ اثبت ذلك .

ج : الوحده هي (ohm) ويرمز لها Ω .ولاثبات ذلك

$$X_L = 2\pi f L = Hz \cdot Henery = \left(\frac{1}{sec}\right)\left(\frac{Volt \cdot sec}{Ampere}\right) = \frac{Volt}{Ampere} = ohm(\Omega)$$

س // كيف سيعمل الملف (مقامته الداخلية لا تساوي صفرا)عند الترددات الواطئة ؟ وضح ذلك .

ج : ستقل رادة الحث لان ($X_L \propto f$) وقد تصل الى الصفرعند الترددات الواطئة جدا عندها سيعمل الملف عمل مقاومة صرف .

س // كيف سيعمل الملف عند الترددات العالية ؟ وضح ذلك .

ج : ستزداد رادة الحث لان ($X_L \propto f$) وعند الترددات الكبيرة جدا قد تؤدي الى قطع تيار الدائرة فيعمل الملف عندئذٍ عمل مفتح مفتوح.

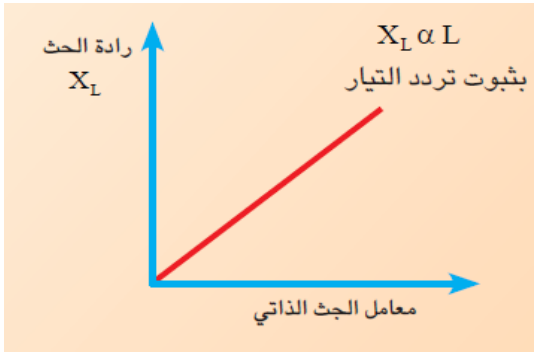
س // كيف تفسر ازدياد مقدار رادة الحث بازدياد تردد التيار على وفق قانون لنز ؟

ج : ان ازدياد التردد يعني زيادة في ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$) وبالتالي زيادة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ($\mathcal{E}_{ind}$) وهي ستعمل على عرقلة المسبب لها على وفق قانون لنز وهو المعدل الزمني للتغير في التيار فتزداد بذلك رادة الحث التي تمثل معاكسة الملف للتغير في التيار .

ملاحظة

ان رادة الحث تتناسب طرديا مع التردد بثبوت معامل الحث الذاتي ($X_L \propto f$) وطرديا ايضا مع معامل الحث الذاتي بثبوت التردد ($X_L \propto L$) ويمكن تمثيل العلاقتين بيانيا كما يلي

تغير رادة الحث مع التردد بثبوت معامل الحث الذاتي



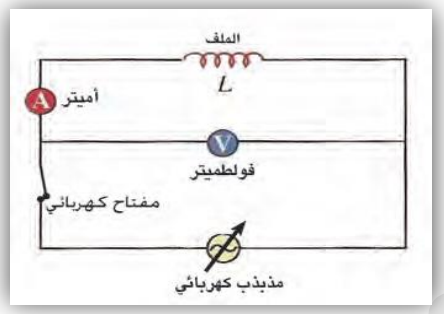
تغير رادة الحث مع معامل الحث الذاتي بثبوت التردد

نشاط 1

س: إشرح نشاطاً يوضح تأثير تغير تردد التيار (f) في مقدار رادة الحث (X_L) ؟

أدوات النشاط

مذبذب كهربائي، أميتر ، فولطميتر ، ملف مهمل المقاومة (محث) ، مفتاح كهربائي.



خطوات النشاط

1- نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من الملف والاميتر والمذبذب الكهربائي على التوالي ونربط الفولطميتر على التوازي بين طرفي الملف كما في الشكل المجاور .

2 - نغلق الدائرة ونبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي تدريجياً مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية ثابتاً (بمراقبة قراءة الفولطميتر).

3- نلاحظ حصول نقصان في قراءة الأميتر.

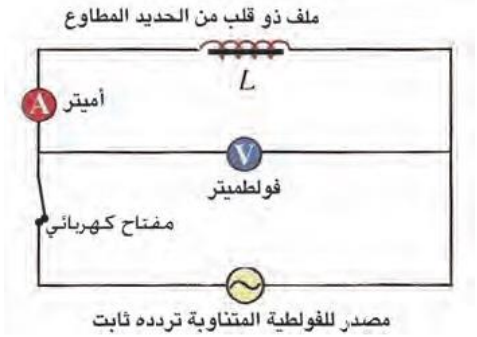
الاستنتاج: نستنتج من النشاط أن رادة الحث (X_L) تتناسب طردياً مع تردد التيار (f) بثبوت معامل الحث الذاتي للمحث (L)

نشاط 2

س: إشرح نشاط يوضح فيه تأثير تغير معامل الحث الذاتي (L) في مقدار رادة الحث (X_L)

أدوات النشاط

مصدر فولطية ترده ثابت ،قلب من الحديد المطاوع ، أميتر ، فولطميتر ، ملف مجوف مهمل المقاومة (محث) ، مفتاح كهربائي.



خطوات النشاط

1- نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من الملف والاميتر والمذبذب الكهربائي على التوالي ونربط الفولطميتر على التوازي (بين طرفي الملف) وكما في الشكل المجاور .

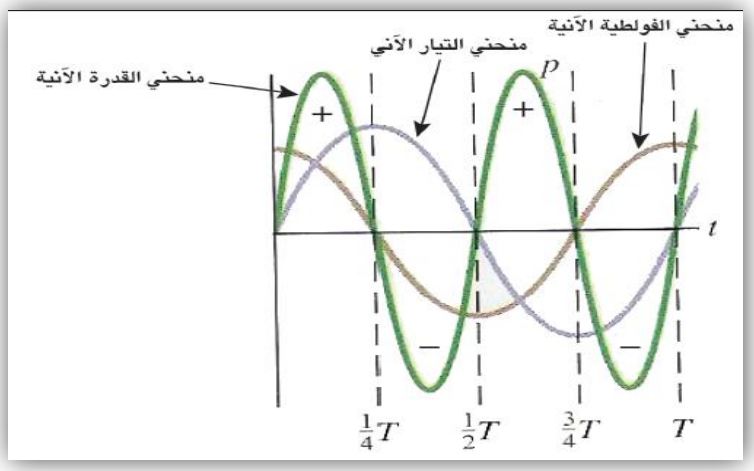
2- نغلق الدائرة وندخل قلب الحديد تدريجياً في جوف الملف مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية ثابتاً (بمراقبة قراءة الفولطميتر).

3- نلاحظ حصول نقصان في قراءة الأميتر ، وذلك بسبب ازدياد مقدار رادة الحث (لأن إدخال قلب الحديد في جوف الملف يزيد من معامل الحث الذاتي للملف).

نستنتج :أن رادة الحث (X_L) تتناسب طردياً مع معامل الحث الذاتي للملف (L) بثبوت تردد التيار (f) .

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف

س // ماهي صفات (خواص) منحني القدرة لمحث صرف في دائرة تيار متناوب ؟ وضح ذلك مع الرسم البياني للمنحني .



ج : الرسم البياني لمخطط منحني القدرة كما في الشكل المجاور .

1 – دالة جيبيه . 2 – ترددها ضعف تردد الفولطية او التيار .

3 – يحتوي اجزاء موجبة واخرى سالبه متساوية بالمساحة .

4 – متوسط القدرة في المحث الصرف لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات يساوي صفرا .

س // كيف تفسر وجود الاجزاء الموجبة و السالبة في منحني القدرة للمحث الصرف في دائرة تيار متناوب ؟ وهل هي متساوية ؟

س // في دائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف تكون القدرة المتوسطة لدورة كاملة أو عدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي صفر ؟ فسر ذلك

ج : ان الجزء الموجب يمثل انتقال الطاقة من المصدر الى المحث لتخزن بشكل مجال مغناطيسي وهو يحصل عند تغير التيار من الصفر الى مقداره الاعظم . وعند تغير التيار من مقداره الاعظم الى الصفر ستعاد هذه الطاقة جميعها الى المصدر ويمثله الجزء السالب من المنحني . لذا فان الجزء الموجب يساوي الجزء السالب في دائرة المحث الصرف لعدم وجود مقاومة في الدائرة .

س // هل ان المحث الصرف يستهلك قدرة في دائرة تيار متناوب ؟ ولماذا ؟

س //هل يخضع المحث الصرف في دائرة تيار متناوب لقانون جول ؟ ولماذا ؟

س // هل تعد رادة الحث مقاومة اوميه ؟ ولماذا ؟

ج // كلا . لان قدرته المتوسطة تساوي صفرا حيث تتحول الطاقة من المصدر الى المحث بشكل مجال مغناطيسي ثم تعاد كاملة الى المصدر وبهذا تتحول الطاقة من شكل الى اخرى دون ان تستهلك .

مثال 2 ملف مهمل المقاومة (محث صرف) معامل حثه الذاتي $\frac{50}{\pi} mH$ ربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه 20 V ، احسب كل من رادة الحث والتيار في الدائرة عندما يكون تردد الدائرة : f= 10Hz - 1 f=1MHz - 2

الحل /

(a)
$$X_L = 2\pi f L$$
$$= 2\pi \times 10 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3}$$
$$= 1\,\Omega$$
$$I = \frac{V_L}{X_L}$$
$$= \frac{20}{1} = 20\,A$$

(b)
$$X_L = 2\pi f L$$
$$= 2\pi \times 1 \times 10^{6} \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3}$$
$$= 10^{5}\,\Omega$$
$$I = \frac{V_L}{X_L}$$
$$= \frac{20}{10^{5}} = 20 \times 10^{-5}\,A$$

دائرة تيار متناوب الحمل فيها متسعة ذات سعة صرف

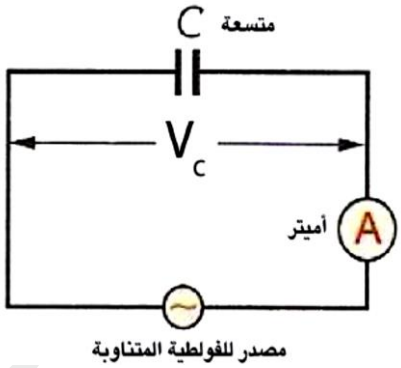
ملاحظات :

1 – التيار في دائرة المتسعة الصرف يتقدم على الفولطية بزاوية فرق طور $\emptyset = \frac{\pi}{2} = 90^{\circ}$

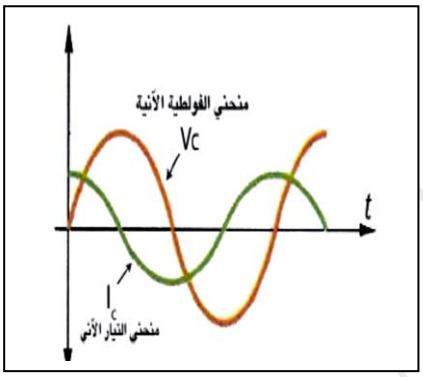
اي ان $V_C = V_m \sin(\omega t)$

وان $I_C = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ وهما يمثلان الفولطية والتيار الانيين للمتسعة

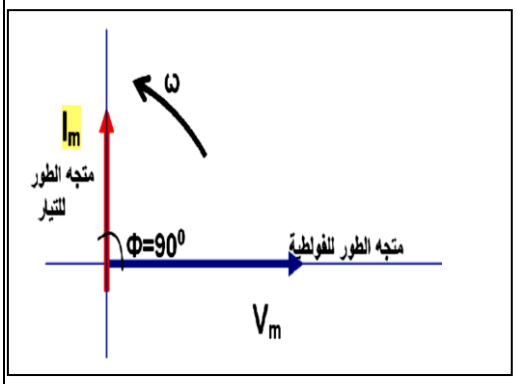
2 – يمكن تمثيل دائرة المتسعة في التيار المتناوب والرسم البياني لتغير الفولطية والتيار وزاوية فرق الطور ومخطط متجهات الطور للفولطية والتيار في المتسعة كما يلي :



دائرة المتسعة



التغير بالفولطية والتيار وزاوية الطور



متجهات الطور للفولطية والتيار وزاوية فرق الطور

3 – المتسعة تبدي معاكسة للتغير بالفولطية وتسمى رادة السعه ويرمز لها (X_C)

س // ما المقصود برادة السعة ؟ وما هي وحداتها ؟

ج : المعاكسة التي تبديها المتسعة للتغير في فولطية الدائرة . وتقاس بوحدة (Ω ohm) .

س // اشتق العلاقة الرياضية للتيار في دائرة متناوبة تحتوي متسعة ذات سعة صرف ؟

ج :

$$\because V_c = V_m \sin(wt)$$

$$\because Q = C.V_c$$

$$Q = C \cdot V_m \sin(wt)$$

$$\because I_c = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$\therefore I_c = \frac{\Delta[C \cdot V_m \sin(wt)]}{\Delta t}$$

$$I_c = C \cdot V_m \frac{\Delta[\sin(wt)]}{\Delta t}$$

$$I_c = C \cdot V_m \frac{\Delta[\sin(wt)]}{\Delta t}$$

$$I_c = C \cdot V_m \cdot w \cdot \cos(wt)$$

$$I_c = w \cdot C \cdot V_m \sin\left(wt + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\because X_c = \frac{1}{wc}$$

$$\therefore I_c = \frac{V_m}{X_c} \sin\left(wt + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\therefore I_c = I_m \sin\left(wt + \frac{\pi}{2}\right)$$

نشاط 3 إشرح نشاط يوضح تأثير تغير مقدار تردد فولطية المصدر (f) في مقدار رادة السعة (X_C) ؟

أدوات النشاط

مذبذب كهربائي ،أميتر ، فولطميتر ، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مفتاح كهربائي.

خطوات النشاط

1- نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من المتسعة والاميتر والمذبذب الكهربائي على التوازي ونربط الفولطميتر على التوازي (بين صفيحتي المتسعة) وكما في الشكل المجاور .

2- نغلق الدائرة ونبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي تدريجيا مع المحافظة على بقاء مقار الفولطية ثابتا .

3- نلاحظ ازدياد قراءة الاميتر .

الاستنتاج: رادة السعة (X_C) تتناسب عكسياً مع تردد فولطية المصدر f $\left(X_C \propto \frac{1}{f}\right)$ بثبوت سعة المتسعة (C)

نشاط 4 إشرح نشاط يوضح تأثير تغير سعة المتسعة (C) في مقدار رادة السعة (X_C)؟

أدوات النشاط

مصدر للفولطية المتناوبة تردده ثابت ،أميتر ، فولطميتر ، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين متغير السعة ، مفتاح كهربائي .

خطوات النشاط

1- نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من المتسعة والاميتر ومصدر الفولطية على التوازي ونربط الفولطميتر على التوازي (بين صفيحتي المتسعة) وكما في الشكل المجاور .

2- نغلق الدائرة ونزيد مقدار سعة المتسعة تدريجياً (وذلك بإدخال لوح من مادة عازلة كهربائياً بين صفيحتي المتسعة).

3- نلاحظ ازدياد قراءة الأميتر .

الاستنتاج

نستنتج : ان رادة السعة (X_C) تتناسب عكسياً مع مقدار سعة المتسعة $\left(X_C \propto \frac{1}{C}\right)$ بثبوت تردد فولطية المصدر f.

مثال 3 ربطت متسعة سعتها $\frac{4}{\pi} uF$ بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه 2.5 V و احسب مقدار رادة السعة ومقدار التيار في هذه الدائرة ، اذا كان تردد الدائرة : 1 – 5Hz 2 - 5×10^5 Hz

الحل /

1) $$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi\times5(4/\pi)\times10^{-6}} = \frac{10^6}{40} = 25 \times 10^3\ \Omega$$

$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2.5}{25\times10^3} = 1\times10^{-4}\ A$$

2) $$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi\times5\times10^5(4/\pi)\times10^{-6}} = \frac{1}{4} = 0.25\ \Omega$$

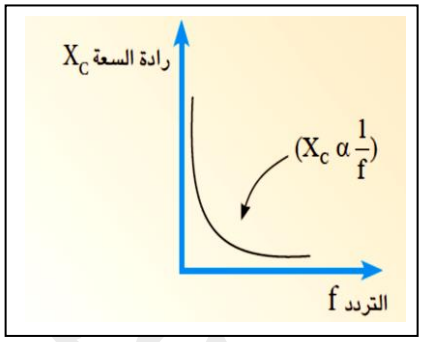
$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2.5}{0.25} = 10\ A$$

ملاحظة حول المثال

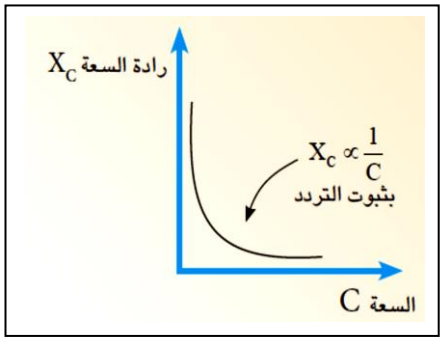
من نتائج المثال نلاحظ ان التيار ينخفض كثيرا عند الترددات المنخفضة جدا وهي تقترب من الصفر حيث يمكن اعتبار المتسعة في هذه الحالة كمفتاح مغلق (ستكون خارج الدائرة) .

ملاحظة مهمة

ان رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد بثبوت السعه ($X_C \propto \frac{1}{f}$) وعكسيا ايضا مع السعه بثبوت التردد ($X_C \propto \frac{1}{C}$) اما منحنيات التغير للعلاقتين فهي :-



تغير رادة السعه مع التردد بثبوت السعة



تغير رادة السعه مع السعه بثبوت التردد

س // ماهي وحدة رادة السعه ؟ اثبت ذلك .

ج : وحدة قياسها هي $ohm(\Omega)$. ولاثبات ذلك

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{Hz.Farad} = \frac{1}{\left(\frac{1}{sec}\right)\left(\frac{Coulomb}{Volt}\right)} = \frac{sec.Volt}{Ampere.\ sec} = \frac{Volt}{Ampere} = ohm(\Omega)$$

س // متى تكون المتسعة خارج الدائرة في دائرة تيار متناوب ؟ وضح ذلك .

س // كيف ستكون رادة السعة عند الترددات العالية ؟ وضح ذلك .

ج : ان رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد ($X_C \propto \frac{1}{f}$) فعليه ستقل رادة السعة عند الترددات العاليه وقد تصل الى الصفر عند الترددات العاليه جدا ، عندها ستعمل المتسعه عمل المفتاح المغلق وتعد المتسعة خارج الدائرة .

س // متى يمكن للمتسعة ان تقطع دائرة تيار متناوب ؟ وضح ذلك .

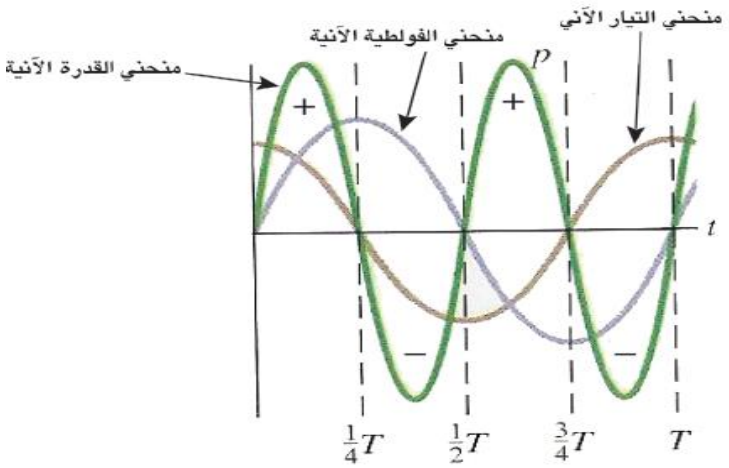
س // كيف ستكون رادة السعه عند الترددات الواطنة ؟ وضح ذلك .

ج : ان رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد ($X_C \propto \frac{1}{f}$) وستزداد رادة السعة عند الترددات الواطئه الى الحد الذي تقطع تيار الدائرة عند الترددات الواطئة جدا وستعمل المتسعة عندها عمل مفتاح مفتوح .

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي متسعة ذات سعة صرف :

س // ماهي صفات منحني القدرة لمتسعة صرف في دائرة تيار متناوب ؟ وضح ذلك مع الرسم البياني لمنحني القدرة .

ج : ان منحني القدرة يكون كما في الرسم المجاور



خواص (صفات) المنحني :

1 – يتغير كدالة جيبيه .

2 – تردده ضعف تردد التيار او الفولطية .

3 – يحتوي اجزاء موجبه واجزاء سالبه متساوية بالمساحة .

4 – القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات يساوي صفر .

س // ماذا يعني وجود اجزاء موجبه واجزاء سالبه متساوية بالمساحة في منحني القدرة في المتسعة الصرف في دائرة تيار متناوب ؟

س /// القدرة المتوسطة لدورة كاملة أو عدد صحيح من الدورات يساوي صفرا ؟ فسر ذلك .

ج : يعني ان المتسعة تُشحن خلال الربع الاول من الدورة وتعيد جميع شحنتها الى المصدر خلال الربع الثاني من الدورة وبعدها تُشحن مرة ثانيه ولكن بقطبيه معاكسه وتتفرغ وهكذا .

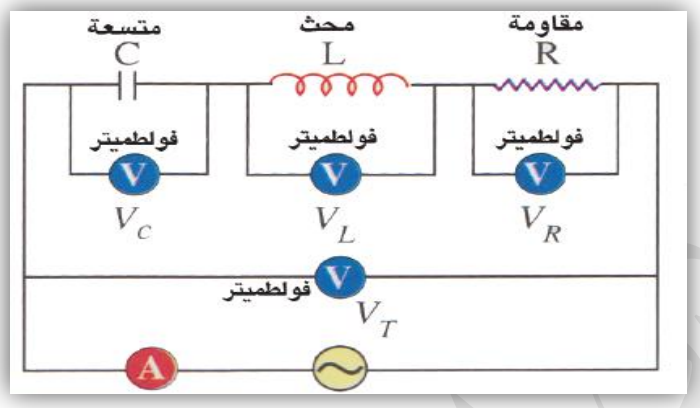
س // هل ان المتسعة الصرف تبدد القدرة في دائرة تيار متناوب ؟ وضح ذلك .

ج : كلا . لان المتسعة ذات السعة الصرف لا تبدد القدرة لعدم توافر مقاومة في الدائرة .

س // لماذا تتساوى مساحة الجزء الموجب و مساحة الجزء السالب في منحني القدرة في متسعة صرف ؟

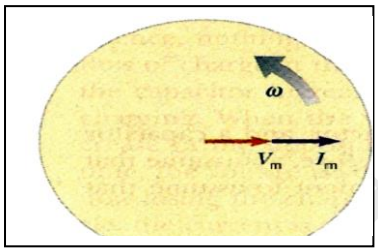
ج : لان الطاقة المنتقلة الى المتسعة ذات السعة صرف بشكل مجال كهربائي يمثله الجزء الموجب من المنحني تعود الى المصدر كاملة في الجزء السالب من المنحني دون فقدان لعدم توافر مقاومة في الدائرة . لذا فهما متساويتان .

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي
مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعه صرف (R – L – C) :



ملاحظة مهمة (1)

: عند ربط المقاومة الصرف والمحث صرف والمتسعة ذات السعة صرف على التوالي كما في الشكل المجاور فان محور الاسناد (المرجعي) لهذه الدائرة هو التيار لأنه ثابتا لجميع اجزاء الدائرة الثلاث اما المتجهات الطورية للفولطية فهي تختلف في المقاومة عنه في المتسعة وفي المحث فكل منها له زاوية فرق طور مع محو التيار (X) المشترك بالدائرة وكما يلي :

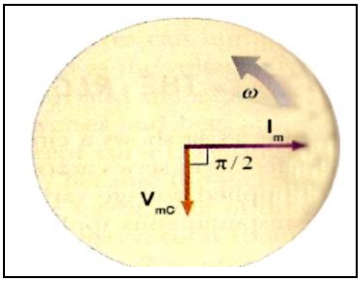


1 –المقاومة الصرف

المتجه الطوري للفولطية والتيار بطور واحد (باتجاه واحد) اي ان زاوية فرق الطور ($\Phi = 0$) . لذا فان الفولطية والتيار خلال المقاومة يُمثلان بالعلاقتين

$V_R = V_m \sin(\omega t)$ و $I_R = I_m \sin(\omega t)$

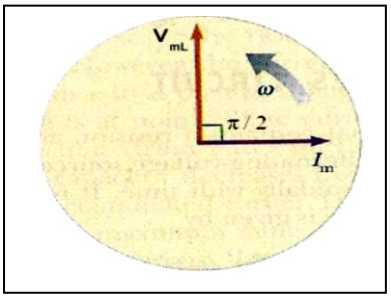
2 – المتسعة ذات السعة صرف



ان متجه الطور لفرق الجهد عبر المتسعة (V_C) يتخلف (يتأخر) عن متجه الطور للتيار (I_C)بفرق طور يساوي 90^o اي ان ($\emptyset = -\frac{\pi}{2}$)

لذا فان فرق الجهد والتيار خلال المتسعة ذات السعه صرف تُعطى بالعلاقة التالية

$$V_C = V_m \sin(wt - \frac{\pi}{2}) \quad \text{و} \quad I_C = I_m \sin(wt)$$

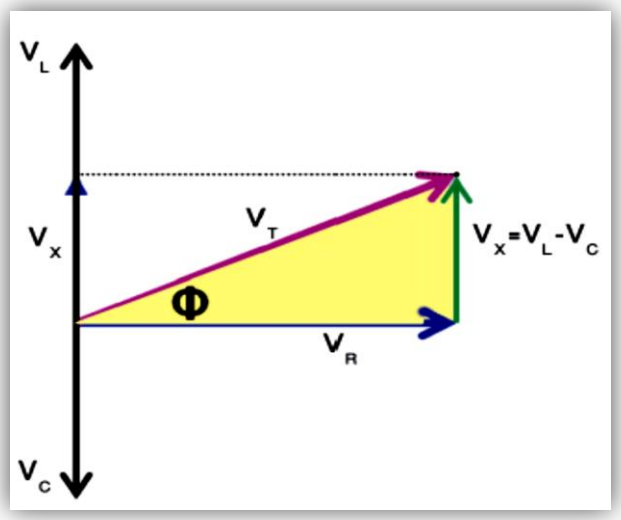


3 –المحث الصرف

ان متجه الطور للفولطية عبر المحث (V_L) يتقدم على متجه الطور للتيار (I_L) بزاوية فرق طور قياسها 90^o اي ان ($\emptyset = \frac{\pi}{2}$)

لذا فان الفولطية والتيار خلال المحث الصرف يُعطيان بالعلاقة

$$V_L = V_m \sin(wt + \frac{\pi}{2}) \quad \text{و} \quad I_L = I_m \sin(wt)$$



وعند تمثيل المتجهات الطورية الثلاث في مخطط يُجمع

(V_R , V_C ,V_L) على وفق المتجهات الطورية بالاعتماد على محور الاسناد حيث ثبوت مقدار التيار في جميع اجزاء الدائرة المتوالية الربط سنحصل على المخطط الطوري المجاور

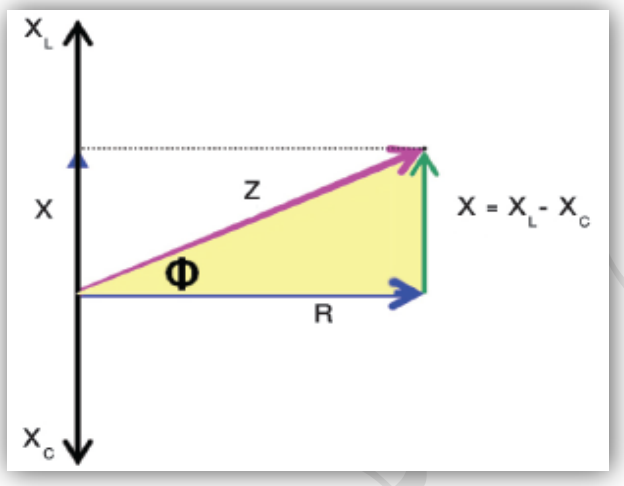
و نحصل على $V_X = V_L - V_C$ (مع مراعات ترتيبها)

واذا كان V_T يمثل متجه الطور للفولطية الكليه (محصلة المتجهات الطورية للفولطيات الثلاث) والذي يمكن حسابه بتطبيق قانون فيثاغورس على المثلث القائم الزاوية لنحصل على

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_X)^2$$

اما زاوية فرق الطور بين متجه طور الفولطية الكلية V_T ومتجه الطور للتيار I في هذه الدائره فيمكن حسابها من العلاقه

$$\tan\theta = \frac{V_X}{V_R} = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$



كما ويمكن رسم مخطط طوري للممانعة في الدائرة

بالاعتماد على نفس محور الاسناد واتجهات متجهات الطور للفولطيات الثلاث لنحصل على مخططا للمانعه فيه X (الفرق بين الرادتين) هو $X = X_L - X_C$(مع مراعات الترتيب)

كما في الشكل حيث يمكن حساب الممانعة الكلية في الدائرة Z من خلال العلاقة :

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

حيث ان $R = \frac{V_R}{I}$ وان $X_L = \frac{V_L}{I}$ وان $X_C = \frac{V_C}{I}$ وان $Z = \frac{V_T}{I}$(هي ممانعة الدائرة)

وفي مخطط الممانعة يمكن حساب زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية وتيار الدائرة من خلال مخطط الممانعة كما يلي :

$$\tan\Phi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

ملاحظة مهمة يمكن تحديد خواص الدائرة (كونها حثية او سعوية او اومية) كما يلي :

اولا / عندما تكون $V_C < V_L$ او $X_C < X_L$

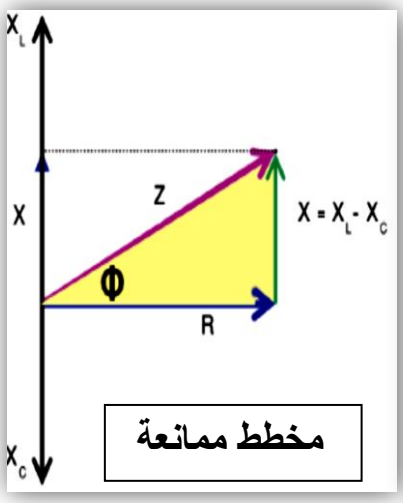
س // ماهي خواص الدائرة المتوالية الربط والتي تحتوي على محثا ومتسعة ومقاومة عندما تكون X_L اكبر من X_C (او V_L اكبر من V_C) ؟

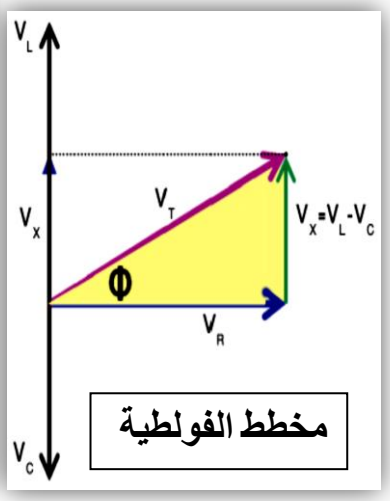
ج : (مخطَطَي الفولطية والممانعة في الشكل المجاور) خواصها:-

1 – خواص الدائرة المتوالية تكون حثيه

2 – زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار Φ تكون موجبة

3 – متجه الطور للفولطية الكلية يتقدم على متجه الطور لتيار الدائرة بزاوية فرق الطور Φ





ثانيا / **عنما تكون $V_C > V_L$ او $X_C > X_L$ فان**

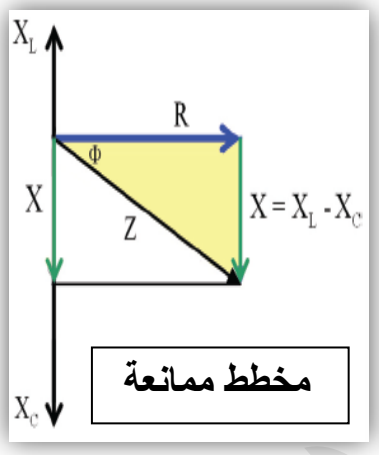
س // ماهي خواص دائرة التيار المتناوب متوالية الربط والتي تحتوي على محثا ومتسعة ومقاومه اذا كانت فيها X_C اكبر من X_L (او V_C اكبر من V_L) ؟

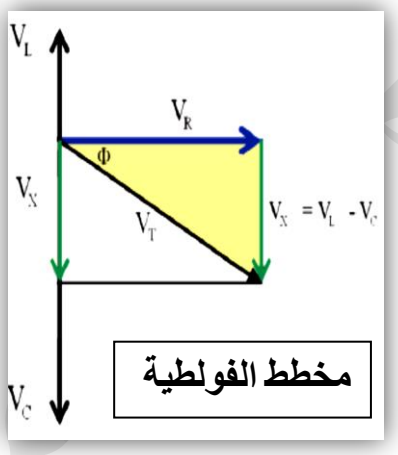
ج :(مخططي الفولطية والممانعة كما في الشكل)خواصها:

1 – للدائرة المتوالية خواص سعويه .

2 – زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار Φ تكون سالبه

3 – متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر على متجه الطور لتيار الدائرة بزاوية فرق الطور Φ





ثالثا / **اذا كانت $X_C = X_L$ او $V_C = V_L$**

س // ماهي خواص دائرة التيار المتناوب المتوالية الربط والتي تحتوي على متسعه ومحث ومقاومه عنما تتساوى فيها رادة السعه ورادة الحث (او فولطية المحث تساوي فولطية المتسعة)

ج : (مخطط الفولطية والممانعة في الشكل) خواصها :

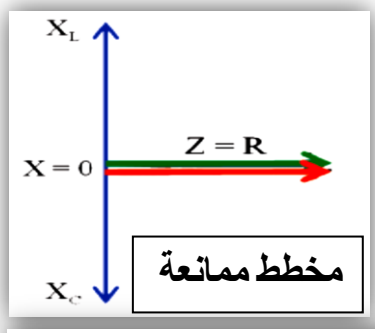
1 – للدائرة خواص مقاومة صرف (اومية) (وهي الحالة التي سندرسها في الرنين الكهربائي)

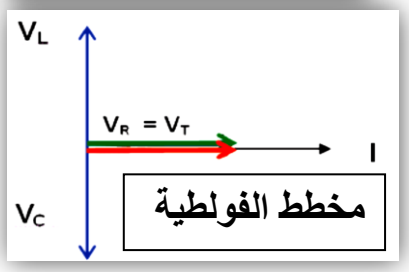
2 – زاوية فرق الطور Φ تساوي صفرا .

3 – متجه الطور للفولطية الكلية ينطبق على متجه التيار للدائرة

4 – ممانعة الدائرة تساوي المقاومة $Z = R$

وهنا يجب ان نتذكر ان الممانعة Z في دائرة التوالي تكون اكبر او تساوي المقاومة R وان عدم وجود اي جزء من العناصر الثلاثة يعني رفع ذلك الجزء من المخططات ويكمل السؤال بعنصرين فقط .





ملاحظة مهمة جدا

عند حل المسائل المتعلقة بدوائر التوالي فاننا نستخدم المخطط الطوري للمانعة بشكل غالب جدا .

س // ما المقصود بالممانعة ؟

ج : هي المعاكسة المشتركة للرادة والمقاومة .

س // متى تكون لدائرة تحتوي على محث ومقاومة ومتسعة على التوالي في دائرة التيار المتناوب خواص حثيه ؟

ج : عندما تكون رادة الحث اكبر من رادة السعه او الفولطية خلال المحث اكبر من الفولطية خلال المتسعة .

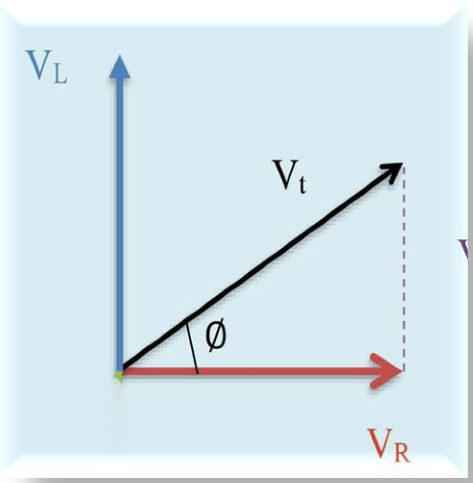
س // متى تكون لدائرة تحتوي على محث ومقاومة ومتسعه على التوالي خواص سعويه ؟

ج : عندما تكون رادة الحث اصغر من رادة السعه او الفولطية خلال المحث اصغر من الفولطية خلال المتسعة .

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف (R – L) :

* التيار متساوي في عناصر الدائرة ، أي أن : $I_R = I_L = I$

مخطط الفولطيات



* من مثلث الفولطية المجاور يمكن إيجاد الفولطية الكلية وذلك بتطبيق مبرهنة فيثاغورس وكما يلي :

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_L)^2$$

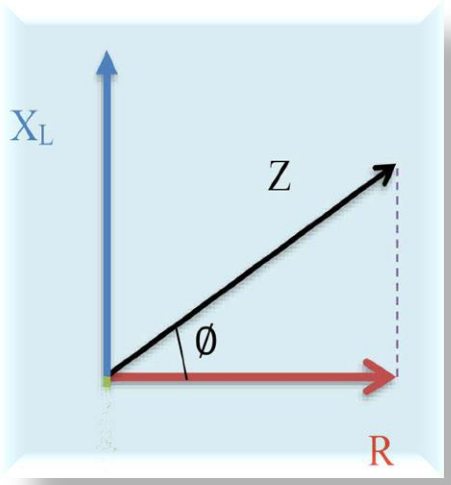
* ويمكن ايجاد زاوية فرق الطور بين الفولطية والتيار الكلي بتطبيق العلاقة التالية :

$$\tan\theta = \frac{V_L}{V_R}$$

* ومن مخطط الفولطية يمكن حساب عامل القدرة بتطبيق العلاقة :

$$Pf = \cos\Phi = \frac{V_R}{V_T}$$

مخطط الممانعات



* من مثلث الممانعة المجاور يمكن إيجاد الممانعة الكلية وذلك بتطبيق مبرهنة فيثاغورس وكما يلي :

$$Z^2 = R^2 + X_L{}^2$$

* ويمكن ايجاد زاوية فرق الطور بتطبيق العلاقة التالية :

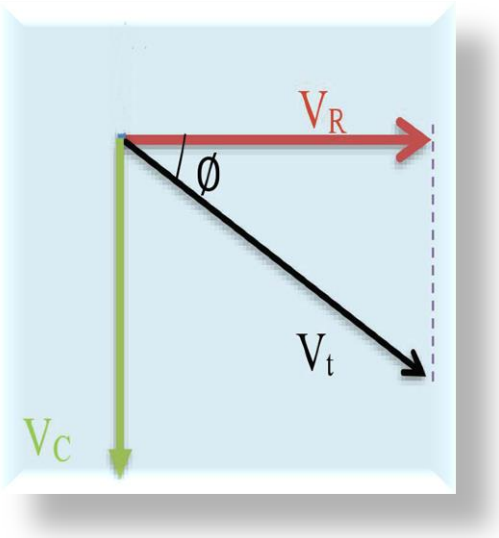
$$\tan\theta = \frac{X_L}{R}$$

* ومن مخطط الممانعة يمكن حساب عامل القدرة بتطبيق العلاقة :

$$Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z}$$

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي
مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R – C) :

* التيار متساوي في عناصر الدائرة ، أي أن : $I_R = I_C = I$



مخطط الفولطيات

* من مثلث الفولطية المجاور يمكن إيجاد الفولطية الكلية وذلك بتطبيق مبرهنة فيثاغورس وكما يلي :

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_C)^2$$

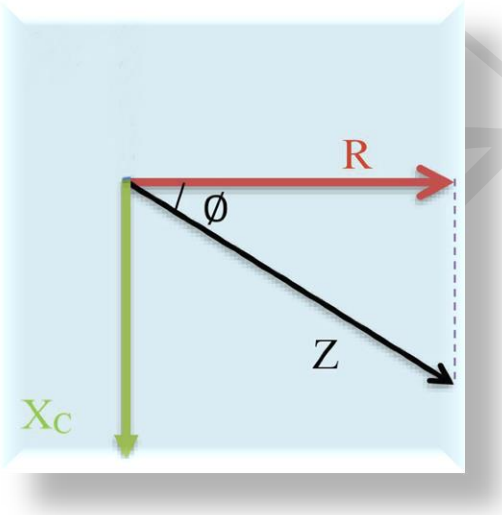
* ويمكن ايجاد زاوية فرق الطور بين الفولطية والتيار الكلي بتطبيق العلاقة التالية :

$$\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R}$$

* ومن مخطط الفولطية يمكن حساب عامل القدرة بتطبيق العلاقة :

$$Pf = \cos\Phi = \frac{V_R}{V_T}$$

مخطط الممانعات



* من مثلث الممانعة المجاور يمكن إيجاد الممانعة الكلية وذلك بتطبيق مبرهنة فيثاغورس وكما يلي :

$$Z^2 = R^2 + {X_C}^2$$

* ويمكن ايجاد زاوية فرق الطور بتطبيق العلاقة التالية :

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R}$$

* ومن مخطط الممانعة يمكن حساب عامل القدرة بتطبيق العلاقة :

$$Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z}$$

خلاصة العلاقات الخاصة بربط دائرة (R- L-C)متوالية الربط

1 – $I_T = I_R = I_L = I_C$ التيار الكلي =التيار المقاومة = التيار المحث = التيار المتسعة

2 – $V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$ *الفولطية الكلية (فولطية الدائرة)*

3 - $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $Z = \frac{V_T}{I_T}$ الممانعة

4 – $\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$ $\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$ زاوية فرق الطور

5 – Pf= $\cos \phi = \frac{R}{Z}$ عامل القدرة

6 – $V_R = I_R.R$ فولطية عبر المقاومة

$V_L = X_L.I_L$ فولطية عبر المحث

$V_C = X_C.I_C$ فولطية عبر المتسعة

دائرة متوالية الربط تحتوي على (مقاومة R ومحث صرف L)

1 – $I_T = I_R = I_L$ التيار الكلي =التيار المقاومة = التيار المحث

2 – $V_T = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$ الفولطية الكلية

3 - $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $Z = \frac{V_T}{I_T}$ الممانعة

4 – $\tan \phi = \frac{X_L}{R}$ $\tan \phi = \frac{V_L}{V_R}$ زاوية فرق الطور

5 – Pf = $\cos \phi = \frac{R}{Z}$ عامل القدرة

6 – $V_R = I_R.R$ فولطية عبر المقاومة

$V_L = X_L.I_L$ فولطية عبر المحث

دائرة متوالية الربط تحتوي على (مقاومة R ومتسعة ذات سعة صرف c)

1 – $I_T = I_R = I_C$ التيار الكلي =التيار المقاومة = التيار المتسعة

2 – $V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ *الفولطية الكلية (فولطية الدائرة)*

3 - $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $Z = \frac{V_T}{I_T}$ الممانعة

4 – $\tan \phi = \frac{-X_C}{R}$ $\tan \phi = \frac{-V_C}{V_R}$ زاوية فرق الطور

5 – Pf = $\cos \phi = \frac{R}{Z}$ عامل القدرة

6 – $V_R = I_R.R$ فولطية عبر المقاومة

$V_C = X_C.I_C$ فولطية عبر المتسعة

مثال 4 ربط ملف معامل حثه الذاتي $\frac{\sqrt{3}}{\pi}$ mH بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق جهده 100 V فكانت زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار 60^0 ومقدار التيار المنساب في الدائرة 10 A ، ما مقدار : 1 – مقاومة الملف. 2 – تردد الدائرة .

الحل /

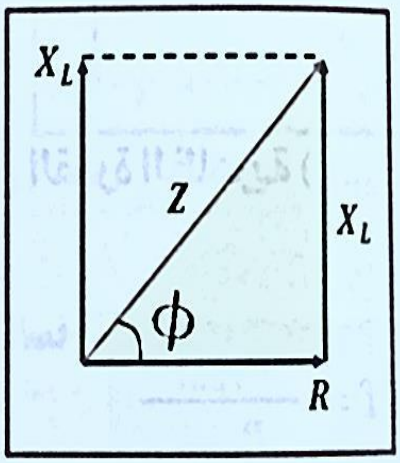
(1) $$Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{100}{10} = 10\ \Omega$$

نرسم مُخطط طوري للممانعة ، ومنه نحسب R و X_L :

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

$$\cos 60° = \frac{R}{10}$$

$$\Rightarrow \quad R = \cos 60 \times 10 = 5\ \Omega$$



(2) $$Z^2 = R^2 + X_L^2$$

$$(10)^2 = (5)^2 + X_L^2 \quad \Rightarrow \quad X_L^2 = 100 - 25$$

$$X_L^2 = 75 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} X_L = 5\sqrt{3}\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \quad \Rightarrow \quad 5\sqrt{3} = 2\pi f \times \frac{\sqrt{3}}{\pi} \times 10^{-3}$$

$$f = 2500\ Hz$$

<u>ملاحظة مهمة حول المثال :</u> ان وجود الملف في الدائرة يعني ان مقاومته الداخلية مربوطة على التوالي مع المحث . ومن المهم رسم مخطط الطور للدائرة ويمكن استخدامه في استخراج النسب المثلثية من الرسم .

عامل القدرة Pf

س // اين تستهلك القدرة في دوائر التيار المتناوب ؟ ولماذا ؟

ج : في المقاومة فقط . لان المتسعة والمحث لا يستهلكان القدرة .

س // ما المقصود بالقدرة الحقيقية ؟ وما هي وحداتها ؟

ج : هي القدرة المستهلكة في المقاومة الصرف في دائرة التيار المتناوب . وتقاس بوحدة Watt .

س // ما المقصود بالقدرة الظاهرية ؟ وما هي وحداتها ؟

ج : وهي القدرة الكلية المجهزة الى دائرة التيار المتناوب . وتقاس بوحدة Volt. Ampere (V.A)

س // ما المقصود بعامل القدرة ؟ وما هي وحداته ؟

ج : النسبة بين القدرة الحقيقية المستهلكة في دائرة التيار المتناوب الى القدرة الظاهرية المجهزة للدائرة . وهو مقدار خالي من الوحدات .

ملاحظة مهمه : ان **القدرة الحقيقية** (P_{real}) تُعطى بالعلاقة $P_{real} = I_R V_R = I_R^2 . R$

اما **القدرة الظاهرية** (P_{app}) فتُعطى بالعلاقة $P_{app} = I_T V_T$

وان $P_{real} = P_{app} \cos \Phi$

س // اوجد العلاقة بين عامل القدرة وزاوية فرق الطور بين فولطية الدائرة وتيار الدائرة .

ج : حيث ان $P_{real} = I_R V_R$

ولان التيار ثابت في دائرة التوالي فان $I_R = I$

ومن المخطط الطوري للفولطية فان $V_R = V_T . \cos \Phi$

لنحصل على $P_{real} = I\ V_T \cos \Phi$

وحيث ان عامل القدرة Pf هو $\mathbf{Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}}$ وان $P_{app} = I\ V_T$

لذا سنحصل على $Pf = \frac{I\ V_T \cos \Phi}{I\ V_T}$

اذن $\mathbf{Pf = \cos \Phi}$

س // علام يعتمد عامل القدرة في دائرة التيار المتناوب ؟ وضح ذلك ؟

ج : على زاوية فرق الطور Φ بين بين فولطية الدائرة وتيارها . لان $Pf = \cos \Phi$

س // ما هو عامل القدرة لدائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ؟ وضح ذلك .

ج : يساوي الواحد الصحيح لان زاوية فرق الطور تساوي صفرا ($\emptyset = 0$) وان ($\cos \emptyset = 1$) لذا فان

$Pf = \cos \emptyset = 1$

س // متى يمكن ان تكون القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية في دائرة التيار المتناوب ؟ وضح ذلك ؟

ج : عندما يكون الحمل في الدائرة مقاومة صرف (خواص الدائرة مقاومة صرف او اومية) . لان عامل القدرة يساوي واحد وان $Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} = 1$ **لذا فان** $P_{real} = P_{app}$

س // ماذا يعني ان عامل القدرة في الدائرة يساوي الواحد الصحيح ؟

س // ماذا يعني ان القدرة الحقيقية في الدائرة تساوي القدرة الظاهرية ؟

ج : ان خواص الدائرة هي خواص مقاومة صرف (اومية) .

س // ما هو عامل القدرة في دائرة تحتوي محثا صرفا او متسعة صرف ؟ وضح ذلك ؟

ج : عامل القدرة يساوي صفرا . لان فيهما $\Phi = 90^o$ وان $Pf = \cos 90 = 0$

س // ما ذا يعني ان عامل القدرة في دائرة تيار متناوب يساوي صفرا ؟

ج: يعني ان الدائرة تحتوي على محث صرف او متسعه صرف وهي خالية من المقاومة ؟

ملاحظة: (ان رسم مخطط المتجهات الطورية مهم جدا في مسائل التيار المتناوب وان لم يكن مطلوبا في المسألة)

مثال 5 دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ومحث صرف(R –L- C) مربوطة مع بعضها على التوالي ومجموعتها مربوطة مع مصدر للفولطية المتناوبة 200 V وكانت (R = 40 Ω , XL=120Ω , XC= 90 Ω) ، احسب مقدار :

1 – الممانعة الكلية .

2 – التيار المنساب في الدائرة وارسم المخطط الطوري للممانعة .

3 – زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار . وما خصائص هذه الدائرة ؟

4 –عامل القدرة .

5 – القدرة الحقيقية المستهلكة في المقاومة .

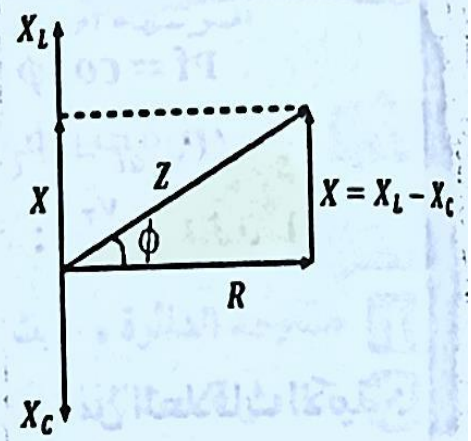
6 – القدرة الظاهرية (القدرة المجهزة للدائرة) .

الحل /

① $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 = (40)^2 + (120 - 90)^2$

$Z^2 = 1600 + 900 = 2500 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} Z = 50\ \Omega$

② $I = \frac{V_T}{Z} = \frac{200}{50} = 4\ A$



③ $\tan\phi = \frac{(X_L - X_C)}{R}$

$= \frac{120-90}{40} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}$

∴ $\phi = 37°$ ، $X_L > X_C$: للدائرة خصائص حثية لأن

④ $Pf = \cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{40}{50} = 0.8$

⑤ $P_{real} = I^2 . R$

$= (4)^2 \times 40 = 16 \times 40 = 640\ w$

⑥ $P_{app} = I . V_T = 4 \times 200 = 800\ VA$

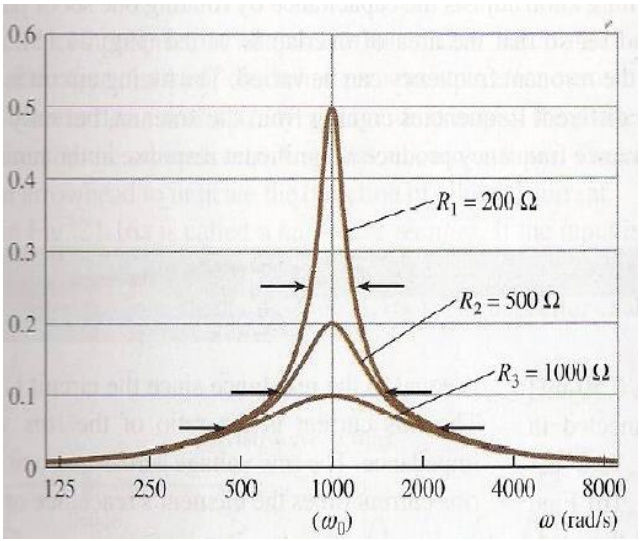
الرنين في دائرة التيار المتناوب

س // اين تكمن الاهمية العملية لدوائر التيار المتناوب (L – R – C) المتوالية الربط ؟

ج : الطريقة التي تتجاوب فيها مثل هذه الدائرة مع مصادر ذوات ترددات مختلفة والتي تجعل القدرة المتوسطة المنتقلة الى الدائرة بأكبر مقدار.

س // كيف يؤثر مقدار المقاومة في منحني التيار في دائرة (R – L – C) متوالية الربط عند التردد الرنيني (في دوائر التنغيم)؟ وضح ذلك مع الرسم البياني .

ج : يكبر مقدار التيار ويكون منحني التيار رفيعا (حادا) في المقاومة الصغيرة اما المقاومة الكبيرة فأنها تجعل منحني التيار واسعا ومقداره صغيرا .ويمكن تمثيل ذلك بالرسم البياني المجاور .



س // عند التردد الرنيني لدائرة (L – R – C) متوالية الربط اثبت ان $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$:

ج : عند التردد الرنيني للدائرة فان رادة السعه تساوي رادة الحث ، اي ان

$$X_L = X_C$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \qquad \omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

وعليه فان $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ وهو التردد الزاوي لدائرة الرنين

س // اوجد علاقة حساب التردد الرنيني في دائرة (R – L- C) متوالية الربط ؟

س // في دائرة (R – L – C) متوالية الربط اثبت ان : $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ؟

ج : بعد اشتقاق المعادلة $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ من السؤال السابق نكمل الاشتقاق وكما يلي

بما ان $\omega_r = 2\pi f_r$ نحصل على $2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

لذا فأن $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ تمثل التردد الرنيني (الطبيعي) للدائرة المهتزة .

س // متى يمكن الحصول على اعلى مقدار للتيار في دائرة (L – R – C) متوالية الربط ؟ وكيف يتم ذلك ؟

ج : عند التردد الرنيني وذلك بتغيير سعة المتسعة او معامل الحث الذاتي للملف حتى يصل تيار الدائرة في مقداره الاعظم عند هذا التردد .

س //ما هي صفات (خواص) دائرة (R – L – C) متوالية الربط عند التردد الرنيني للدائرة؟

ج : خواص مقاومه صرف (اومية).

س // ما هي خواص دائرة (R – L– C) متوالية الربط عندما يكون ترددها اكبر من التردد الرنيني لها ؟ ولماذا ؟

ج : ستعمل الدائرة بخواص حثية . وذلك لانه ستكون $X_L > X_C$ وكذلك تكون $V_L > V_C$

س // ما هي خواص دائرة (L – R – C) متوالية الربط عندما يكون ترددها اصغر من التردد الرنيني ؟ ولماذا ؟

ج : ستعمل الدائرة بخواص سعويه . وذلك لأنه ستكون $X_L < X_C$ وكذلك تكون $V_L < V_C$

مميزات دائرة الرنين

1 – $X_L = X_C$ رادة السعة تساوي رادة الحثية

2 – $R = Z$ المقاومة تساوي الممانعة

3 – $V_L = V_C$ فولطية عبر المتسعة تساوي فولطية عبر المحث

4 – $V_T = V_R$ فولطية عبر المقاومة تساوي فولطية الكلية

5 – $\varphi = 0$ فرق طور تساوي صفر

6 – $PF = 1$ عامل القدرة تساوي واحد

7 – $P_{real} = P_{app}$ القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية

8- $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ تردد الزاوي الرنيني $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ تردد الرنيني $Ir = \frac{V_T}{Z}$ تيار الدائرة

9 - $X = 0$ رادة المحصلة

10 - $Vx = 0$ فولطية المحصلة

عامل النوعية Q_f

س // ما المقصود بعامل النوعية ؟

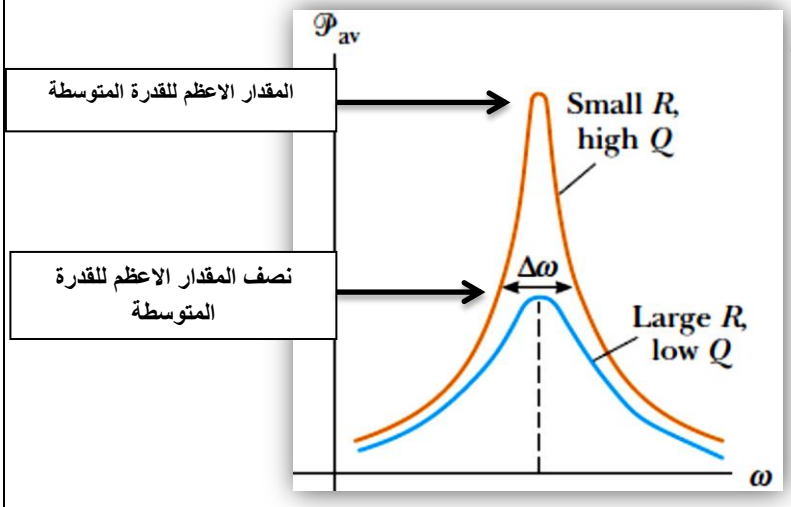
ج : هو النسبة بين التردد الزاوي الرنيني w_r و نطاق التردد الزاوي Δw (اي ان $Qf = \frac{w_r}{\Delta w}$).

س // ما المقصود بنطاق التردد الزاوي Δw ؟

ج : الفرق بين التردد الزاوي عند منتصف المقدار الاعظم للقدرة المتوسطة ($\Delta w = w_2 - w_1$)

س // ما هي العلاقة بين نطاق التردد الزاوي والمقاومة ؟ ج : العلاقة طردية .

س // ما هي العلاقة بين نطاق التردد الزاوي ومعامل الحث المتبادل ؟ ج : علاقة عكسية .



ملاحظة (1) : يمكن توضيح نطاق التردد الزاوي وتغيره مع المقاومة من خلال الشكل المجاور .

ملاحظة (2) : $\Delta w = \frac{R}{L}$ (وهي تمثل تغير نطاق التردد الزاوي مع المقاومة وعامل الحث الذاتي .)

س // اشتق العلاقة بين عامل النوعية مع المقاومة والسعه ومعامل الحث الذاني ؟

س // اثبت ان : $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$.

الحل /

$$Q.f = \frac{w_r}{\Delta w}$$

$$\because w_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Delta w = \frac{R}{L}$$

$$\therefore Q.f = \frac{\frac{1}{\sqrt{LC}}}{\frac{R}{L}}$$

$$Q.f = \frac{1}{R} \cdot \frac{L}{\sqrt{LC}}$$

$$Q.f = \frac{1}{R} \cdot \frac{\sqrt{L} \cdot \sqrt{L}}{\sqrt{L} \cdot \sqrt{C}}$$

$$Q.f = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

س // متى تكون القدرة المتوسطة (P_{av}) في مقدارها الاعظم في دائرة تيار متناوب تحتوي R – L - C ؟

ج : عند التردد الرنيني .

س // ما تأثير مقدار المقاومة على نطاق التردد الزاوي ومنحني القدرة المتوسطة ؟ وضح ذلك .

س// ماذا يحصل عندما يكون مقاومة دائرة الرنين المتوالية الربط صغيرة المقدار أو كبيرة المقدار ؟

ج : يكون نطاق التردد الزاوي صغيرا في المقاومة الصغيرة لذا سيكون منحني القدرة المتوسطة حادا ويزداد عندها عامل النوعية للدائرة . اما عند المقاومة الكبيرة المقدار فان منحني القدرة المتوسطة سيكون عريضا ويكون عرض نطاق التردد الزاوي كبيرا ويقل عندها عامل النوعية للدائرة .

س // متى يكون منحني القدرة المتوسطة حادا في دائرة الرنين ؟ ولماذا ؟

ج : عندما تكون مقاومة الدائرة صغيرة المقدار . وذلك لصغر نطاق التردد الزاوي .

س // متى يكون منحني القدرة المتوسطة عريضا في دائرة الرنين ؟ ولماذا ؟

ج : عندما تكون مقاومة الدائرة كبيرة المقدار . وذلك لعرض نطاق التردد الزاوي .

س // علام يتوقف نطاق التردد الزاوي ؟

ج : **يتوقف على :**

1 – مقاومة الدائرة (يتناسب طرديا مع نطاق التردد الزاوي)

2 – معامل الحث الذاتي للملف (يتناسب عكسيا مع نطاق التردد الزاوي)

س // ماذا يحصل عندما تهبط القدرة المتوسطة الى نصف مقدارها الاعظم في الدوائر الرنينية المتوالية الربط ؟

ج : نحصل على قيمتين للتردد الزاوي على جانبي التردد الزاوي الرنيني وهما(w_1 , w_2) وإن الفرق بينهما يمثل نطاق التردد الزاوي .

مثال 6 دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف $R=500\Omega$ ومحث صرف $L=2\ H$ ومتسعة ذات سعة صرف $C=0.5\ uF$ ومذبذبا كهربائيا مقدار فرق الجهد بين طرفيه $100V$ ثابتا والدائرة في حالة الرنين ، احسب مقدار :

1 –التردد الزاوي الرنيني

2 – رادة الحث ورادة السعة والرادة المحصلة .

3 – التيار المنساب في الدائرة

4 – الفولطية عبر كل من (المقاومة والمحث والمتسعة والرادة المحصلة) .

5 – زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار ، وعامل القدرة .

الحل /

(1) $$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{2\times0.5\times10^{-6}}} = 1000\ rad/sec$$

(2) $$X_L = \omega_r L = 1000 \times 2 = 2000\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega_r C} = \frac{1}{1000\times0.5\times10^{-6}} = 2000\ \Omega$$

$$X = X_L - X_C = 2000 - 2000 = 0$$

(3) $$I_r = \frac{V}{Z} = \frac{100}{500} = 0.2\ \Omega \quad Z = R$$: الدائرة في حالة رنين ؛ فإن الممانعة الكلية

(4) $$V_R = I\,.\,R = 0.2 \times 500 = 100\ V$$

$$V_L = I\,.\,X_L = 0.2 \times 2000 = 400\ V$$

$$V_C = I\,.\,X_C = 0.2 \times 2000 = 400\ V$$

$$V_X = V_L - V_c = 400 - 400 = 0$$

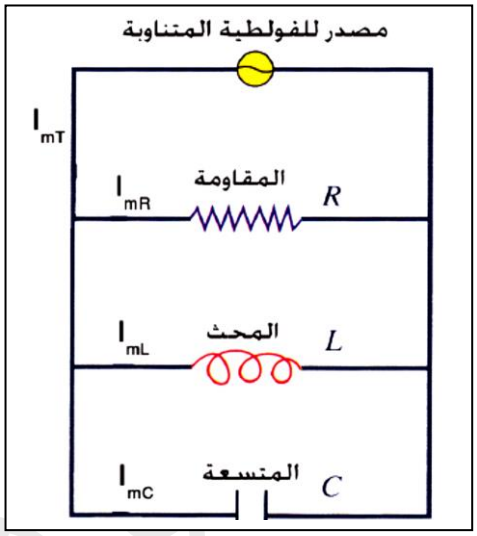
(5) $$\tan\phi = \frac{X}{R} = 0 \Rightarrow \phi = 0$$

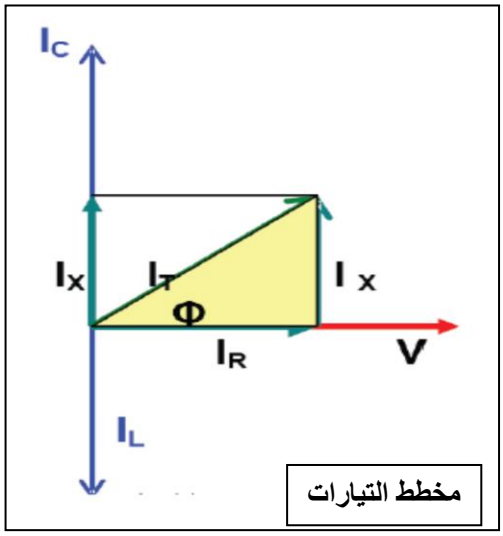
$$Pf = \cos\phi = \cos 0 = 1$$

دائرة متوازية الربط تحتوي
مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعه ذات سعة صرف ($R - L - C$)

* ان فرق الجهد لكل عنصر من عناصر الدائرة تكون متساوية $V_T = V_R = V_L = V_C$ لان كل منها مربوط الى المصدر مباشرة ، لهذا فان محور الاسناد X سيمثل المتجه الطوري للفولطية .

ويمكن تمثيل الدائرة ومخطط المتجهات الطورية للتيارات في الدائرة كما يلي :





خلاصة العلاقات الخاصة بربط دائرة (R- L-C)المتوازية الربط

1 - $V_T = V_R = V_L = VC$ فولطية الكلية = فولطية المقاومة = فولطية المحث = فولطية المتسعة

2 - $I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$ التيار الكلي

3 - $Z = \frac{V_T}{I_T}$ الممانعة

4 - $\tan \phi = \frac{I_C - I_L}{I_R}$ زاوية فرق الطور

5 - $Pf = \cos \phi = \frac{Z}{R}$ $Pf = \cos \phi = \frac{I_R}{I_T}$ عامل القدرة

6 – $I_R = \frac{V_R}{R}$ تيار عبر المقاومة

$I_L = \frac{V_L}{X_L}$ تيار عبر المحث

$I_C = \frac{V_C}{X_C}$ تيار عبر المتسعة

دائرة متوازية الربط تحتوي على
(مقاومة R ومحث صرف L)

فولطية الكلية = فولطية المقاومة = فولطية المحث

1 – $V_T = V_R = V_L$

الفولطية الكلية (فولطية الدائرة)

2 – $I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$

الممانعة

3 - $Z = \frac{V_T}{I_T}$

زاوية فرق الطور

4– $\tan \phi = \frac{-I_L}{I_R}$

عامل القدرة

5 – $Pf = \cos \phi = \frac{Z}{R}$ $Pf = \cos \phi = \frac{I_R}{I_T}$

تيار المار عبر المقاومة

6 – $I_R = \frac{V_R}{R}$

تيار المار عبر المحث

$I_L = \frac{V_L}{R}$

دائرة متوازية الربط تحتوي على
(مقاومة R ومتسعة C)

فولطية الكلية = فولطية المقاومة = فولطية المتسعة

1 – $V_T = V_R = V_C$

الفولطية الكلية (فولطية الدائرة)

2 – $I_T = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$

الممانعة

3 - $Z = \frac{V_T}{I_T}$

زاوية فرق الطور

4- $\tan \phi = \frac{I_C}{I_R}$

عامل القدرة

5 – $Pf = \cos \phi = \frac{Z}{R}$ $Pf = \cos \phi = \frac{I_R}{I_T}$

تيار المار عبر المقاومة

6 – $I_R = \frac{V_R}{R}$

تيار المار عبر المحث

$I_C = \frac{V_C}{R}$

س // ما هي خواص دائرة (R-L-C) المتوازية الربط عندما يكون I_C اكبر من I_L؟ وضح اجابتك بالرسم .

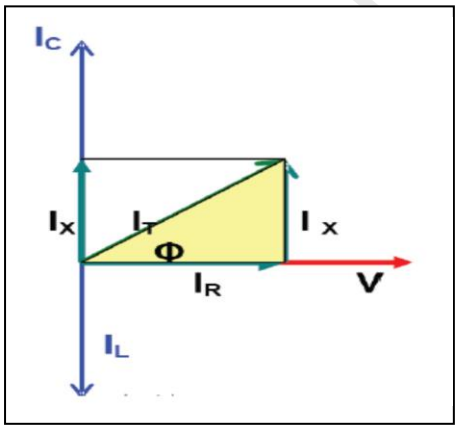
ج : 1 – خواصها سعوية .

2 – تكون زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور التيار الكلي Φ موجبة

3 – متجه الطور للتيار الكلي يتقدم على متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور Φ .

4 – مخطط الطور للتيار كما يلي

5– $X_L > X_C$



س // ما هي خواص دائرة (R-L-C) المتوازية الربط عندما يكون I_L اكبر من I_C ؟ وضح اجابتك بالرسم .

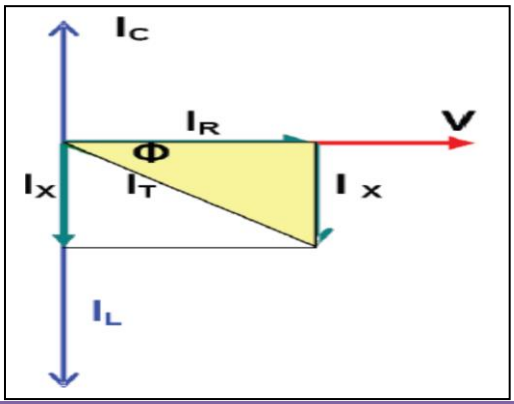
ج : 1 – خواص حثيه

2 – تكون زاوية الطور بين متجه الطور للتيار الكلي ومتجه الطور للفولطية Φ سالبه .

3 – متجه الطور للتيار الكلي يتأخر عن متجه الطور للفولطية بزاوية فرق الطور Φ .

4 – يمكن تمثيل المخطط البياني للمتجهات الطورية للتيار بالشكل المجاور .

5– $X_L < X_C$



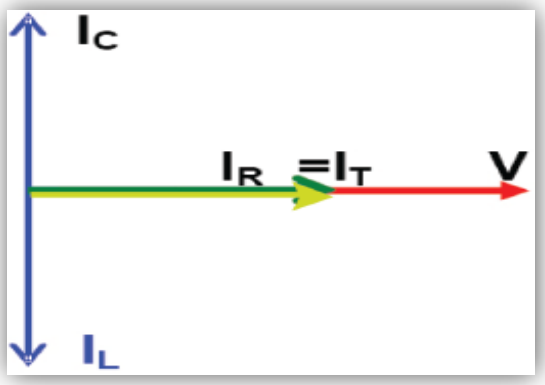
س // ما هي خواص الدائرة عندما يتساوى تيار المحث I_L مع تيار المتسعة I_C ؟ وضح اجابتك بالرسم .

ج : 1 – خواص مقاومة صرف (اومية) .

2 – تكون زاوية فرق الطور بين بين متجه الطور للتيار الكلي ومتجه الطور للفولطية Φ تساوي صفرا .

3 – ينطبق متجه الطور للفولطية على متجه الطور للتيار الكلي .

4 – يمكن تمثيل المخطط الطوري للتيار كما في الشكل.



ملاحظة مهمة

في دائرة (R-L-C) المتوالية الربط كان هناك مخططين للمتجهات الطورية احدهما للفولطية والاخر للمانعة اما في دائرة (R-L-C) المتوازية الربط فهناك مخططا واحدا للمتجهات الطورية هو مخطط التيار فقط .

مثال 7 دائرة تيار متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف R ومتسعة ذات سعة صرف C ومحث صرف L) مربوطة جميعا مع بعضها على التوازي ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه $240\ V$ وكان مقدار المقاومة $80\ \Omega$ ورادة الحث $20\ \Omega$ ورادة السعة $30\ \Omega$ ، احسب مقدار :

1 – التيار المنساب في كل فرع من فروع الدائرة .

2 – التيار الرئيسي المنساب في الدائرة مع رسم المخطط الاتجاهي الطوري للتيارات .

3- الممانعة الكلية في الدائرة

4- زاوية فرق الطور بين المخطط الطوري للتيار الكلي والمخطط الطوري لفرق الجهد و وماهي خصائص هذه الدائرة ؟

5 – عامل القدرة 6 – كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة في الدائرة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة).

الحل /

بما أن الربط على التوازي ، فإن :

(1) $V_R = V_L = V_C = V_T = 240\ V$

$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{240}{80} = 3\ A$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{240}{30} = 8\ A$$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{240}{20} = 12\ A$$

(2) $$I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} = \sqrt{3^2 + (8-12)^2} = \sqrt{25} = 5\ A$$

(3) $$Z = \frac{V}{I_{total}} = \frac{240}{5} = 48\ \Omega$$

(4) $$\tan\phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{8-12}{3} = -\frac{4}{3}$$

$$\therefore \phi = -53°$$

للدائرة خصائص حثية لأن زاوية فرق الطور ϕ بين متجه الطور للتيار الرئيس وفرق جهد الدائرة تقع في الربع الرابع

(5) $$P.f = \cos\phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{3}{5} = 0.6$$

(6) $$P_{real} = I_R \cdot V_R = 3 \times 240 = 720\ Watt$$

$$P_{app} = I_T \cdot V_T = 5 \times 240 = 1200\ VA$$

ملخص قوانين الفصل الثالث

عندما يطلب في السؤال :-

1) المعانقة [Z]

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

$Z=\frac{V_T}{I_T}$

$pf=\frac{Z}{R}$ توازي ، $pf=\frac{R}{Z}$ توالي

2) المقاومة (R)

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

$pf=\frac{Z}{R}$ توازي ، $pf=\frac{R}{Z}$ توالي

3) رادة الحث (X_L)

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

$X_L=\underbrace{2\pi f}_{\omega} L$

$X_L=\frac{V_L}{I_L}$

4) رادة السعة (X_C)

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

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

$X_C=\frac{V_C}{I_C}$

5) فولطية (V)

فولطية عبر المقاومة $V_R=I_R\cdot R$

فولطية عبر الحث $V_L=I_L\cdot X_L$

فولطية عبر السعة $V_C=I_C\cdot X_C$

ب) تيار (I)

تيار عبر المقاومة $I_R=\frac{V_R}{R}$

تيار عبر الحث $I_L=\frac{V_L}{X_L}$

تيار عبر السعة $I_C=\frac{V_C}{X_C}$

6) زاوية فرق الطور (ϕ)

توالي $\tan\phi=\frac{X_L-X_C}{R}$

توازي $\tan\phi=\frac{I_C-I_L}{I_R}$

7) الفولطية الكلية (V_T)

توالي $V_T=\sqrt{V_R^2+(V_L-V_C)^2}$ ، $Z=\frac{V_T}{I_T}$

توازي $Z=\frac{V_T}{I_T}$

8) التيار الكلي (I_T)

توالي $Z=\frac{V_T}{I_T}$

توازي $I_T=\sqrt{I_R^2+(I_L-I_C)^2}$

توازي $pf=\frac{I_R}{I_T}$

"ملاحظة"

1) عند ربط المذبذب كهربائي مع المقاومة فان :- $R=Z$

2) عند ربط مذبذب مع الحث $X_L=Z$

3) عند ربط مذبذب مع المشعة $X_C=Z$

9) معامل الحث الذاتي (L) ← $X_L = 2\pi f L$

10) سعة المتسعة (C) ← $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

11) دائرة في حالة الرنين $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ، $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ، $I_r = \frac{V_T}{Z}$

12) عامل القدرة P_f

- $P_f = \frac{R}{Z}$ توالي
- $P_f = \frac{Z}{R}$ توازي

قوانين عامة

احسب عامل النوعية (Qf) $Q_f = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

القدرة الحقيقية $P_{real} = I_R^2 \cdot R$ ، القدرة الظاهرية $P_{app} = I_T \cdot V_T$

$P_{real} = I_R \cdot V_R$

« ملاحظاته مهمة جداً »

1) عندما يعطى في السؤال ؟

* P_{real} نستنتج منه ← I_R
* P_{app} نستنتج منه ← I_T أو V_T
* P_f نستنتج منه ← Z أو R
* Q_f نستنتج منه ← L أو C
* (f, L) نستنتج منه ← X_L
* (f, C) نستنتج منه ← X_C
* (I_T, V_T) نستنتج منه ← Z

2) في التوالي $I_T = I_R = I_L = I_C$

في التوازي $V_T = V_R = V_L = V_C$

3) تيار مستمر (بطارية) $R = \frac{V}{I}$

تيار متناوب $Z = \frac{V_T}{I_T}$

4) ما خصائص الدائرة ؟ تكون ؟

أ) اذا حثية X_L اكبر من X_C توالي

I_L اكبر من I_C توازي

ب) اذا سعوية X_C اكبر من X_L توالي

I_C اكبر من I_L توازي

5) في دائرة (R-L) نحذف من القوانين كل ما يتعلق بالسعة [C , V_C , X_C , I_C]

اما في دائرة [R-C] نحذف من القوانين كل ما يتعلق بالحث [L , V_L , X_L , I_L]

6) مميزات دائرة الرنين $\phi = 0$, $X_L = X_C$, $V_L = V_C$, $pf = 1$, $R = Z$, $P_{real} = P_{app}$, $V_T = V_R$, $V_X = 0$, $X = 0$ (يذكر بالسؤال دائرة رنينية)

7) نتعرف على دائرة الرنين أو يعطى احدى مميزات الرنين مثلاً $R = 50\,\Omega$ و $Z = 50\,\Omega$

8) عندما لا يذكر في سؤال توالي ام توازي (نأخذها توالي)

اسئلـــة الفصـــل الثالـــث

س1// اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية:

1- دائرة تيار متناوب متوالية الربط ، الحمل فيها يتألف من مقاومة صرف (R) يكون فيها مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد من الدورات:

a) يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.

b) يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار.

c) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.

d) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار.

2- دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (LCR) لا يمكن ان يكون فيها:

a) التيار خلال المتسعة متقدماً على التيار خلال المحث بفرق طور $(\Phi = \pi)$.

b) التيار خلال المتسعة متقدماً على التيار خلال المقاومة بفرق طور $\left(\Phi = \frac{\pi}{2}\right)$.

c) التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $(\Phi = 0)$.

d) التيار خلال المحث يتأخر عن التيار خلال المقاومة بفرق طور $\left(\Phi = \frac{\pi}{2}\right)$.

3-دائرة تيار متناوب ، تحتوي مذبذب كهربائي فرق جهده ثابت المقدار ، ربطت بين طرفيه متسعة ذات سعة صرف سعتها ثابتة المقدار ، عند ازدياد تردد الفولطية المذبذب:

a) يزداد مقدار التيار في الدائرة.

b) يقل مقدار التيار في الدائرة.

c) ينقطع التيار في الدائرة.

d) اي من العبارات السابقة ، يعتمد ذلك على مقدار سعة المتسعة.

4- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (LCR) ، فان جميع القدرة في هذه الدائرة:

a) تتبدد خلال المقاومة.

b) تتبدد خلال المتسعة.

c) تتبدد خلال المحث.

d) تتبدد خلال العناصر الثلاث في الدائرة.

5- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة ومقاومة صرف $(L - C - R)$ ، ومذبذب كهربائي ، عندما يكون تردد المذبذب اصغر من التردد الرنيني لهذه الدائرة ، فانها تمتلك:

a) خواص حثية ، بسبب كون: $X_L > X_C$

b) خواص سعوية ، بسبب كون: $X_C < X_L$

c) خواص اومية خالصة ، بسبب كون: $X_L > X_C$

d) خواص سعوية ، بسبب كون: $X_C > X_L$

---

6 - دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار ، فإن عامل القدرة فيها :

1 –أكبر من الواحد الصحيح 2 –أقل من الواحد الصحيح 3 – يساوي صفر **4 –يساوي واحد صحيح**

7- دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L-C-R)$ تكون لهذه الدائرة خواص حثية اذا كانت:

a) رادة الحث X_L أكبر من رادة السعة X_C.

b) رادة السعة X_C أكبر من رادة الحث X_L.

c) رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C.

d) رادة السعة X_C اصغر من المقاومة

س2// اثبت ان كل من رادة الحث ورادة السعة تقاس بالأوم.

الجواب :

رادة السعة

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc}$$

$$X_c = \frac{1}{Hz \cdot f}$$

$$X_c = \frac{1}{\frac{1}{s} \cdot \frac{c}{V}}$$

$$X_c = \frac{s \cdot V}{c}$$

$$X_c = \frac{s \cdot V}{A \cdot s}$$

$$X_c = \frac{V}{A} = \Omega$$

رادة الحث

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_L = Hz \cdot H$$

$$X_L = \frac{1}{s} \cdot \frac{V \cdot s}{A}$$

$$X_L = \frac{V}{A} = \Omega$$

س3// دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات صرف $(R-L-C)$ مربوطة على التوالي مع بعضها وربطت مجموعتها مع مصدرا للفولطية المتناوبة ، ما العلاقة بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار في الحالات الاتية:

a) رادة الحث تساوي رادة السعة $(X_L = X_C)$.

b) رادة الحث أكبر من رادة السعة $(X_L > X_C)$.

c) رادة الحث اصغر من رادة السعة $(X_L < X_C)$.

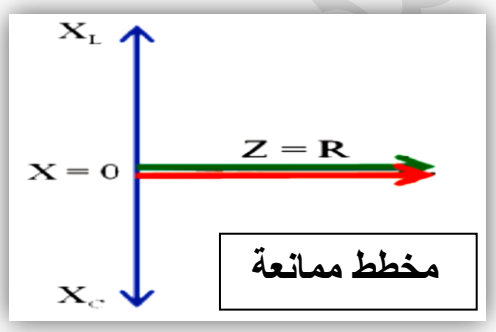
الجواب:

a) عندما رادة الحث تساوي رادة السعة $(X_L = X_C)$.

1 – متجه الطور للفولطية الكلية ينطبق على متجه التيار .

2 – زاوية فرق الطور Φ تساوي صفرا .

3 –للدائرة خواص مقاومة صرف (اومية).

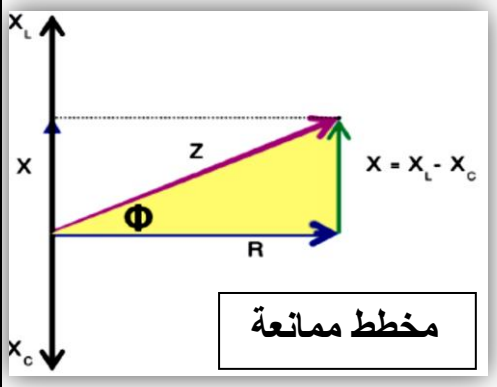


b) عندما رادة الحث أكبر من رادة السعة $(X_L > X_C)$.

1 - متجه الطور للفولطية الكلية يتقدم على متجه الطور لتيار الدائرة بزاوية فرق الطور Φ

2 – زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار Φ تكون موجبة

3 – للدائرة خواص حثية.

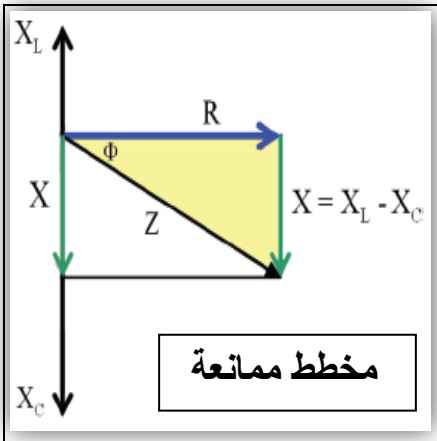


c) رادة الحث اصغر من رادة السعة $(X_L < X_C)$

1 - متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر على متجه الطور لتيار الدائرة بزاوية فرق الطور Φ

2 – زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار Φ تكون سالبة .

3 – للدائرة خواص سعوية.



س4// دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC) مربوطة على التوالي مع بعضها، وربطت مجموعتها مع مصدر للفولطية المتناوبة.
وضح كيف يتغير مقدار كل من المقاومة ورادة لحث ورادة السعة، اذا تضاعفت التردد الزاوي للمصدر؟

الجواب :

- مقدار المقاومة (R) لا يتغير مع تغير التردد الزاوي (ω).
- مقدار رادة الحث X_L يتضاعف بمضاعفة التردد الزاوي، اي الى (2ω) . لان :-

$$X_L = \omega L$$

$$(X_L \propto \omega)L \quad \text{بثبوت} \Rightarrow \frac{X_{L1}}{X_{L2}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \Rightarrow \frac{X_{L1}}{X_{L2}} = \frac{\omega_1}{2\omega_1} = \Rightarrow \frac{X_{L2}}{X_{L1}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \quad X_{L2} = 2\, X_{L1}$$

- مقدار رادة السعة (X_C) يقل الى نصف ما كانت عليه بمضاعفة التردد الزاوي اي الى (2ω)لان:-

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

$$\left(X_C \propto \frac{1}{\omega}\right)\ C \quad \text{بثبوت} \Rightarrow \frac{X_{C1}}{X_{C2}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \Rightarrow \frac{X_{C1}}{X_{C2}} = \frac{2\omega_1}{\omega_1} = \frac{2}{1}$$

$$\Rightarrow X_{C2} = \frac{1}{2}\, X_{C1}$$

س5//علام يعتمد مقدار كل مما يأتي:

1- الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC)؟

الجواب (1)

a) مقاومة الدائرة (R) b) معامل الحث الذاتي للمحث (L).

c) سعة المتسعة (C) d) تردد مصدر الفولطية (f).

حسب العلاقة : $$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$$

2- عامل القدرة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC).؟

الجواب (2)

مقاومة الدائرة R و ممانعة الدائرة Z . حسب العلاقة : $\mathbf{Pf = \frac{R}{Z}}$

او يعتمد على نسبة القدرة الحقيقية الى القدرة الظاهرية لان $Pf = \frac{P_{real}}{Papp}$

او يعتمد على قياس زاوية فرق الطور $\mathbf{\Phi}$ بين $(I\ ,\ V_T)$ لان : $Pf = cos\Phi$

3- عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC)؟

الجواب (3)

يعتمد على النسبة بين مقداري التردد الزاوي (ω_r) ونطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$.

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$$

او يعتمد على (a) مقاومة الدائرة (b) معامل الحث الذاتي (c) سعة المتسعة حسب العلاقة $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$

س6// ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط:

1- محث صرف. 2- متسعة ذات سعة صرف.

الجواب:

محث صرف : الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنقل القدرة من المصدر الى المحث ، والاجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

متسعة ذات سعة صرف : الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عندما تنقل القدرة من المصدر الى المتسعة ، والاجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

س7// أجب عن الاسئلة الآتية:

a) لماذا يفضل استعمال محث صرف في التحكم بتيار التفريغ في مصباح الفلورسنت ولا تستعمل مقاومة صرف؟

الجواب: لان المحث عندما يكون صرف لا يستهلك (لا يبدد) قدرة $(P_{dissipated} = 0)$ بينما المقاومة تستهلك (تبدد) قدرة $(P_{dissipated} = I^2R)$.

b) ما هي مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية التي تحتوي (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف) ومذبذب كهربائي؟

الجواب :

1 – $X_L = X_C$ رادة السعة تساوي رادة الحثية

2 – $R = Z$ المقاومة تساوي الممانعة

3 – $V_L = V_C$ فولطية عبر المتسعة تساوي فولطية عبر المحث

4 – $V_T = V_R$ فولطية عبر المقاومة تساوي فولطية الكلية

5 – $\varphi = 0$ فرق الطور تساوي صفر

6 – $PF = 1$ عامل القدرة تساوي واحد

7 – $P_{real} = P_{app}$ القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية

8- $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ تردد الزاوي الرنيني $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ تردد الرنيني $Ir = \frac{V_T}{Z}$ تيارالدائرة

9 - $X = 0$ رادة المحصلة

10 - $Vx = 0$ فولطية المحصلة

c) ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب)، اذا كان الحمل فيها يتألف من:
1- مقاومة صرف. 2- محث صرف. 3 - متسعة ذات سعة صرف. 4- ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين

الجواب: عندما يكون الحمل :

1 – مقاومة صرف : $P_f = \cos\varphi = \cos 0 = 1$

السبب : متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار يكونان بطور واحد ، أي ان : ($\varphi = 0$)

2 – محث صرف : $P_f = \cos\varphi = \cos 90 = 0$

السبب : متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق الطور ($\varphi = 90$)

3 – متسعة ذات سعة صرف : $P_f = \cos\varphi = \cos 90 = 0$

السبب : متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق الطور ($\varphi = 90$)

4 – ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين : $0 < Pf < 1$ لان زاوية فرق الطور φ تكون

$$0 < \varphi > 90$$

السبب : توجد ممانعة كلية بالدائرة Z وهي المعاكسة المشتركة للمقاومة والرادة .

س8// ما المقصود بكل من:
الجواب:

1– عامل القدرة: هو نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} ويرمز له Pf.

2– عامل النوعية: هو نسبة التردد الزاوي الرنيني ω_r الى نطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$ ويرمز له Q_f.

3– المقدار المؤثر للتيار المتناوب: هو مقدار التيار في دائرة التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فأنه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها ويرمز له I_{eff} .

س9// دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC) على التوالي مع بعضها ربطت المجموعة مع مصدر للفولطية المتناوبة وكانت الدائرة في حالة رنين، وضح ما خصائص هذه الدائرة؟ وما علاقة الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار اذا كان تردد الزاوي:

a) اكبر من التردد الزاوي الرنيني.
b) اصغر من تردد الزاوي الرنيني.
c) يساوي التردد الزاوي الرنيني.

الجواب:

a) عندما $(\omega > \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص حثية. و زاوية فرق الطور Φ موجبة وتقع في الربع الاول. متجه الطور للفولطية الكلية يتقدم على متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ وهذا يجعل $(X_L > X_C)$.

b) عندما $(\omega < \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص سعوية. و زاوية فرق الطور Φ سالبة وتقع في الربع الاول. متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر على متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ وهذا يجعل $(X_L < X_C)$.

c) عندما $(\omega = \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص مقاومة اومية صرف. وزاوية فرق الطور $\Phi = 0$ وعندها يكون متجه الطور للفولطية منطبقا على متجه الطور وهذا يجعل $(X_L = X_C)$، وتسمى مثل هذه الدائرة بالدائرة الرنينية.

س10// ربط مصباح كهربائي على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدرا للتيار المتناوب. عند اي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجا؟ وعند اي منها يكون المصباح اقل توهجا (بثبوت مقدار فولطية المصدر)؟ وضح ذلك.

الجواب: عند الترددات الزاوية العالية تقل رادة السعة X_C فيزداد التيار في الدائرة لذا يكون المصباح اكثر توهجا.
عند الترددات الزاوية الواطئة تزداد رادة السعة X_C فيقل التيار في الدائرة لذا يكون المصباح اقل توهجا.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{\omega} \quad C \text{ بثبوت} \Rightarrow I_C = \frac{V_C}{XC} \Rightarrow I_C \propto \frac{1}{XC}$$

$$\Rightarrow (I_C \propto \omega) \quad C \text{ بثبوت}$$

س 11 // ربط مصباح كهربائي على التوالي مع التوالي مع محث صرف ومصدرا للتيار المتناوب. عند اي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجا؟ وعند اي منها يكون المصباح اقل توهجا (بثبوت مقدار فولطية المصدر)؟ وضح ذلك.

الجواب: عند الترددات الزاوية الواطئة تقل رادة الحث $\boldsymbol{X_L}$ فيزداد التيار في الدائرة. لذا يكون المصباح اقل توهجا.
عند الترددات الزاوية العالية تزداد رادة الحث $\boldsymbol{X_L}$ فيقل التيار في الدائرة. لذا يكون المصباح اكثر توهجا.

$$\boldsymbol{X_L = \omega L} \Rightarrow \boldsymbol{X_L \propto \omega} \quad \boldsymbol{L} \text{ بثبوت} \Rightarrow \boldsymbol{I_L = \frac{V_L}{X_L}} \Rightarrow \left(\boldsymbol{I_L \propto \frac{1}{\omega}}\right) \quad \boldsymbol{L} \text{ بثبوت}$$

مسائل الفصل الثالث

س1// مصدر للفولطية المتناوبة، ربط بين طرفيه مقاومة صرف مقدارها (250Ω)، فرق الجهد بين المصدر يعطى بالعلاقة التالية: $V_R = 500\ sin\ (200\pi t)$
1- اكتب العلاقة التي يعطى بها التيار في هذه الدائرة. 2 - احسب المقدار المؤثر للفولطية والمقدار المؤثر للتيار.
3- احسب تردد الدائرة والتردد الزاوي للدائرة.

الحـــل:

$$\mathbf{1} - V_R = V_m \sin(\omega t)$$

$V_R = 500 \sin(200\pi t)$ ــــــــــــــــــــــــــــــ بالمقارنة

$V_m = 500\ V$

$$I_m = \frac{V_m}{R} = \frac{500}{250} = 2A \Rightarrow \text{التيار الاني } I_R = I_m = \sin(\omega t) \Rightarrow I_R = 2\sin(200\pi t)$$

$$2 - \quad V_{eff} = \sqrt{2} \times V_m = 0.707 \times 500 = 353.3V$$

$$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{353.5}{250} = 1.414A$$

$V_R = 500 \sin(\omega t)$

$V_R = V_m \sin(\omega t) \Rightarrow$ بالمقارنة $\omega = 200\,\pi \frac{rad}{S}$ التردد الزاوي

$\boldsymbol{\omega = 2\pi f \Rightarrow 200\pi = 2\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 100\ Hz}$ تردد الدائرة

س2// مذبذب كهربائي مقدار فرق الجهد بين طرفيه ثابت $(1.5V)$ اذا تغير تردده من $(1Hz)$ الى $(1MHz)$، احسب مقدار كل من ممانعة الدائرة وتيار الدائرة عندما يربط بين طرفي المذبذب:

اولاً: مقاومة صرف فقط $(R = 30\Omega)$؟

ثانياً: متسعة ذات سعة صرف فقط $(C = \frac{1}{\pi}\mu F)$؟

ثالثاً: محث صرف فقط معامل حثه الذاتي $(L = \frac{50}{\pi}mH)$؟

الحـــل: اولاً:

$$Z = R = 30\Omega \qquad I_R = \frac{V_Z}{Z} = \frac{1.5}{30} = 0.05A$$

ملاحظة : عند ربط مذبذب كهربائي مع المقاومة فان : $Z = R$

ثانيا:

$$1 - \quad Z = X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 1 \times (\frac{1}{\pi}) \times 10^{-6}} = 0.5 \times 10^6\Omega$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{1.5}{0.5 \times 10^6} = 3 \times 10^{-6}A$$

$$2 - Z = X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 1 \times 10^6 \times (\frac{1}{\pi}) \times 10^{-6}} = 0.5\ \Omega$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{1.5}{0.5} = 15\ A$$

ملاحظة : عند ربط مذبذب كهربائي مع التسعة فان : $Z = X_C$

ثالثاً :

$$1 - Z = X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 1 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 0.1\Omega$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{1.5}{0.1} = 15A$$

$$2 - \quad Z = X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 1 \times 10^6 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 1 \times 10^5\Omega$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{1.5}{10^5} = 15 \times 10^{-6}A$$

ملاحظة : عند ربط مذبذب كهربائي مع المحث فان : $Z = X_L$

س3// ربط ملف بين قطبي بطاية فرق الجهد بينهما $(20V)$ وكان تيار الدائرة $(5A)$، فاذا فصل الملف عن البطارية وربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبية $(20V)$ بتردد $(\frac{700}{22}Hz)$ كان تيار هذه الدائرة $(4A)$، احسب مقدار:

1- معامل الحث الذاتي للملف.

2- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط طوري للممانعة.

3- عامل القدرة.

4- كل من القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية.

الحـــــل:

عند ربط الملف الى المصدر المستمر (البطارية)

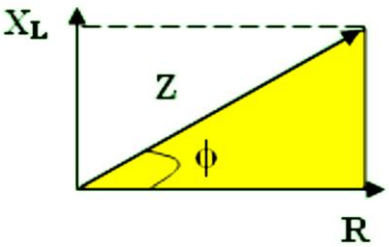
$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{5} = 4\Omega$$

عند ربط الملف الى مصدر متناوب

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{20}{4} = 5\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \Longrightarrow \quad 5 = \sqrt{(4)^2 + X_L^2}$$

$$25 = 16 + X_L^2 = 9 \Longrightarrow \quad X_L = 3\Omega$$



$$X_L = 2\pi f L \Longrightarrow 3 = 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{700}{22} \times L \Rightarrow \quad L = \frac{3}{200} = 0.015\ H$$

$$2- \quad tan\Phi = \frac{X_L}{R} = \frac{3}{4} \Longrightarrow \quad \Phi = 37^{\circ}$$

$$3- \quad Pf = cos\Phi = cos37^{o} = 0.8$$

$$4- \quad P_{real} = I^2.R = 4^2 \times 4 = 64W$$

$$P_{app} = I_T.V_T = 4 \times 20 = 80V.A$$

س4// مقاومة صرف مقدارها (150Ω) ربطت على التوالي مع ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي$(0.2H)$ ومتسعة ذات سعة صرف، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة تردده$(\frac{500}{\pi}Hz)$ وفرق الجهد بين طرفيه$(300V)$، احسب مقدار:

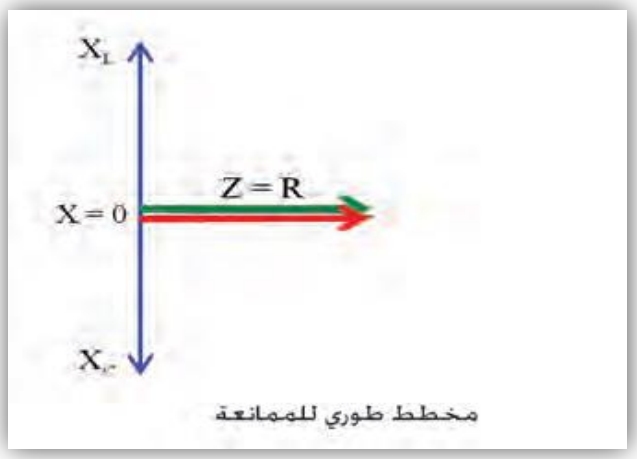
1- سعة المتسعة التي تجعل الممانعة الكلية في الدائرة (150Ω). 2 - عامل القدرة وزاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار. 3- ارسم المخطط الطور للممانعة. 4 - تيار الدائرة 5- كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة) والقدارة الظاهرية (المجهزة للدائرة).

الحـــــل:

1- بما ان الممانعة تساوي المقاومة :($Z = R = 150\ \Omega$)اذن الدائرة في حالة رنين والتردد يساوي التردد الرنيني .

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{500}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.2 \times C}} \Rightarrow 250000 = \frac{1}{4 \times 0.2 \times C} \Rightarrow \quad C = 5 \times 10^{-6}\ F$$

2 – عامل القدرة $Pf = cos\Phi = \frac{\frac{R}{Z}150}{150} = 1 \Rightarrow (\Phi = 0)$



مخطط طوري للممانعة

4 − $I = \frac{V_r}{R} = \frac{300}{150} = 2A$

5 − $P_{real} = I^2.R = 2^2 \times 150 = 600\,Watt$

$P_{app} = I_T.V_T = 2 \times 300 = 600\,V.A$

س5// دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها $(20\mu F)$ ومحث صرف ومصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه $(100V)$ بتردد $(\frac{100}{\pi} Hz)$، كانت القدرة الحقيقية في الدائرة $(80W)$ وعامل القدرة فيها(0.8) وللدائرة خصائص حثية، احسب:

1- التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة. 2 - التيار الكلي.

3- زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.

4- معامل الحث الذاتي للمحث.

الحـــل:

1 − $V_T = V_R = V_L = V_C = 100V$ بما ان الدائرة متوازية الربط، فان:

$P_{real} = I_R.V_R \longrightarrow 80 = I_R \times 100 \Rightarrow I_R = \frac{80}{100} = 0.8A$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times (\frac{100}{\pi}) \times 20 \times 10^{-6}} = 250\Omega$

$I_C = \frac{V_T}{X_C} = \frac{100}{250} = 0.4A$

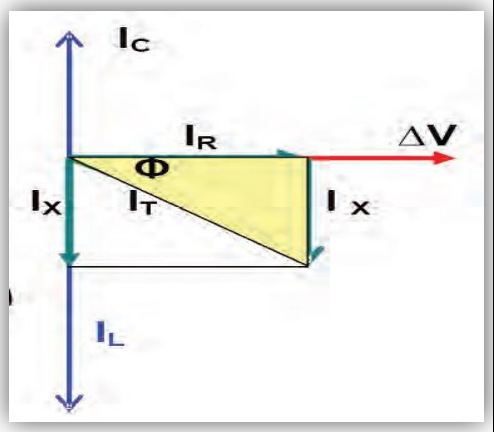
2 − $Pf = cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} \longrightarrow 0.8 = \frac{0.8}{I_T} \qquad I_T = 1\,A$

3 − $I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \longrightarrow 1 = \sqrt{(0.8)^2 + (I_C - I_L)^2} \Rightarrow 1 = 0.64 + (I_C - I_L)^2$

$\therefore (I_C - I_L)^2 = 1 - 0.64 \Longrightarrow 0.36 \Longrightarrow (I_C - I_L) = \pm 0.6$ نأخذ السالب لان الخصائص حثية

$tan\emptyset = \frac{(I_C - I_L)}{I_R} = \frac{-0.6}{0.8} = \frac{-3}{4} \longrightarrow \Phi = -37^\circ$

$4-\ (I_C - I_L) = -0.6 \Longrightarrow (0.4 - I_L) = -0.6 \Longrightarrow I_L = 1A$



$$X_L = \frac{V_T}{I_L} = \frac{100}{1} = 100\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \Longrightarrow 100 = 2\pi \times \frac{100}{\pi} \times L \Rightarrow L = \frac{100}{200} = 0.5\ H$$

س6// مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي $(400rad/s)$ وفرق الجهد بين قطبية $(500V)$ ربط بين قطبية على التوالي متسعة سعتها $(10\mu F)$ وملف معامل الذاتي $(0.125H)$ ومقاومته (150Ω) ، ما مقدار:

1- الممانعة الكلية وتيار الدائرة. 2 - فرق الجهد عبر كل من المقاومة والمحث والمتسعة.

3- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار، وماهي خصائص هذه الدائرة.

4- عامل القدرة

الحـــل:

$1-\ X_L = \omega L = 400 \times 0.125 = 50\Omega$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{400 \times 10 \times 10^{-6}} = 250\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(150)^2 + (50 - 250)^2}$$

$$= \sqrt{22500 + 40000} = \sqrt{62500} \Longrightarrow Z = 250\Omega$$

$$\mathrm{I} = \frac{V_T}{Z} = \frac{500}{250} = 2A$$

$2-\ V_R = I.R = 2 \times 150 = 300\ V$

$V_L = I.X_L = 2 \times 50 = 100\ V$

$V_C = I.X_C = 2 \times 250 = 500\ V$

$$3-\ tan\emptyset = \frac{(X_L - X_C)}{R} = \frac{50 - 250}{150} = \frac{-200}{150} \Longrightarrow \Phi = -53^{\circ}$$

للدائرة خصائص سعوية لان $\boldsymbol{X_L < X_C}$

$$4-\ Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{150}{250} = 0.6$$

س7// دائرة تيار متناوب متوازية الربط الحمل فيها ملف مقاومته (500Ω) ومتسعة متغيرة السعة، عندما كان مقدار سعتها $(50nF)$ ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها $(400V)$ بتردد زاوي $(10^4 rad/s)$، كانت القدرة الحقيقية (المستهلكة) في هذه الدائرة تساوي القدارة الظاهرية (المجهزة). احسب مقدار:

1- معامل الحث الذاتي للملف وتيار الدائرة. 2 - كل من رادة الحث ورادة السعة .

3- زاوية فرق الطور بين متجه الطور الفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار وما مقدار عامل القدرة

4- عامل النوعية للدائرة.

5- سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور $\left(\frac{\pi}{4}\right)$

الحـــل: بما ان القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية، اذن الدائرة في حالة رنين توالي والتردد يساوي التردد الرنيني .

$$1-\ \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^4 = \frac{1}{\sqrt{L \times 50 \times 10^{-9}}} \xrightarrow{\text{بتربيع}} 10^8 = \frac{1}{L \times 50 \times 10^{-9}}$$

$$\Rightarrow\ L = 0.2H$$

$$(Z = R = 500\Omega)\text{رنين توالي}\quad I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{400}{500} = 0.8A$$

$$\mathbf{2}-\ X_L = \omega_r\, L = 10^4 \times 0.2 = 2000\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega_r C} = \frac{1}{10^4 \times 50 \times 10^{-9}} = 2000\Omega$$

$$3-\ \tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{0}{500} \Rightarrow (\Phi = 0)$$

$$Pf = \cos\Phi \Rightarrow \cos 0^o = 1$$

$$4-\ Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{500} \times \sqrt{\frac{0.2}{50 \times 10^{-9}}} = \frac{1}{500} \times \frac{10000}{5} = 4$$

$$5-\ tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} \Rightarrow\ tan - 45 = \frac{2000 - X_C}{500}$$

$$\Longrightarrow -1 = \frac{2000 - X_C}{500} \Rightarrow\ -500 = 20000 - X_C \Longrightarrow X_C = 2500\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega_r C} \Longrightarrow 2500 = \frac{1}{10^4 \times C} \Rightarrow\ C = \frac{1}{2500 \times 10^4} = \frac{1 \times 10^{-6}}{25} F$$

$$C = 0.04\ \times 10^{-6} F$$

حلول الاسئلة الوزارية للفصل الثالث

2013 دور الاول

1- اشرح نشاطا يوضح تأثير تغير مقدار تردد الفولطية في مقدار رادة السعة لمتسعة ؟

الجواب: راجع الملزمة صفحة 10 .

2013 دور الثاني

1- ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط: متسعة ذات سعة صرف.

الجواب:

متسعة ذات سعة صرف : الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عندما تنقل القدرة من المصدر الى المتسعة ، **والاجزاء السالبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

2- علام يعتمد عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC)؟

الجواب: يعتمد على النسبة بين مقداري التردد الزاوي (ω_r) ونطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$، لان:- $Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$

او يعتمد على 1- مقاومة الدائرة R 2- معامل الحث الذاتي L 3- سعة المتسعة C $Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$.

2013 دور الثالث

1- لماذا يفضل استعمال محث صرف في التحكم بتيار التفريغ في مصباح الفلورسنت ولا تستعمل مقاومة صرف؟

الجواب: لان المحث عندما يكون صرف لا يستهلك (لا يبدد) قدرة $(P_{dissipated} = 0)$ بينما المقاومة تستهلك (تبدد) قدرة $(P_{dissipated} = I^2R)$.

2014 دور الاول

1- هل يمكن ان تستعمل اجهزة مقياس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب؟ وضح ذلك

الجواب: لا يمكن ذلك . لان معظم اجهزة قياس التيار المستمر تقيس المقدار المتوسط للتيار المتناوب. لذا فان مؤشرها يقف عند تدريجة الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب.

2- وضح كيف يتغير مقدار كل من المقاومة ورادة السعة اذا تضاعفت التردد الزاوي للمصدر في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على مقاومة ومتسعة ومصدر ؟

الجواب :

- مقدار المقاومة R لا يتغير مع تغير التردد الزاوي (ω).
- مقدار رادة السعة (X_C) تقل الى نصف ما كانت عليه بمضاعفة التردد الزاوي لان:-

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

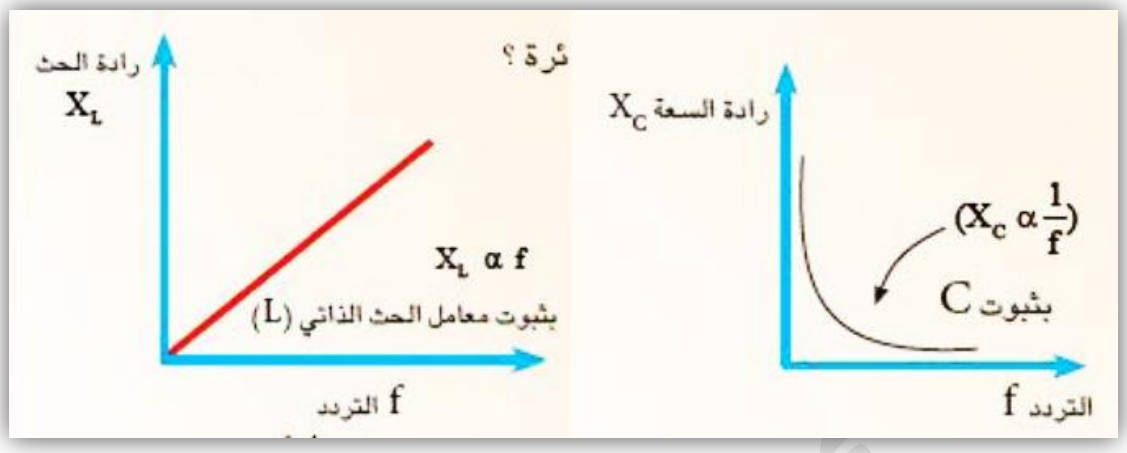
3- ماذا يحصل : عند ربط صفيحتي متسعة بين طرفي مصدر ذي فولتية متناوبة ؟

الجواب: في دائرة التيار المتناوب : المتسعة تشحن وتتفرغ بالتعاقب وبصورة دورية وبذلك تعتبر دائرتها الكهربائية مغلقة

2014 دور الثاني

1- بين بواسطة رسم مخطط بياني كيف تتغير كل من رادة الحث مع تردد التيار ورادة السعة مع تردد الفولتية؟

الجواب:



2- علل: منحني القدرة الانية في دائرة التيار المتناوب عندما يكون الحمل فيها يحتوي مقاومة صرف موجباً دائماً؟

الجـواب: لأن الفولطية والتيار يكونان في طور واحد دائماً فيكونان موجبين معاً وسالبين معاً وحاصل ضربهما (القدرة) دائماً يكون موجب .

2014 دور الثالث

1- علل : يزداد عامل النوعية في الدائرة الرنينية المتوالية الربط كلما كانت مقاومة هذه الدائرة صغيرة ؟

الجواب: لانه عندما تكون مقاومة الدائرة صغيرة المقدار سيكون منحني القدرة المتوسطة حاد جداً فيكون عرض نطاق التردد الزاوي صغيرا وبتالي يكون عامل النوعية لهذه الدائرة عالياً .

2- ربط مصباح كهربائي على التوالي مع محث صرف ومصدرا للتيار المتناوب عند أي من الترددات الزاوية العالية ام الواطئة يكون المصباح اكثر توهجاً (بثبوت مقدار فولتية المصدر)؟ وضح ذلك .

الجواب: عند الترددات الزاوية الواطئة تقل رادة الحث $\boldsymbol{X_L}$ فيزداد التيار في الدائرة لذا يكون المصباح اكثر توهجاً .

$$X_L = \omega L \Rightarrow X_L \propto \omega \quad L \text{ بثبوت} \Rightarrow I_L = \frac{V_L}{X_L} \Rightarrow I_L \propto \frac{1}{\omega} \quad L \text{ بثبوت}$$

2015 دور الاول

1- علل/ يفضل استعمال التيار المتناوب في الدائرة الكهربائية ؟

الجواب: لسهولة نقله الى مسافات بعيدة وباقل خسائر بالطاقة بفولتية عالية وتيار واطئ باستخدام المحولات الكهربائية .

2- ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي محثاً صرفاً.

الجواب: محث صرف : **الأجزاء الموجبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنقل القدرة من المصدر الى المحث ، **والاجزاء السالبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

2015دور الثاني

1- ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي محثاً صرفاً.

الجواب: محث صرف : **الأجزاء الموجبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنقل القدرة من المصدر الى المحث ، **والاجزاء السالبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

2- اختر الاجابة الصحيحة من بين القوسين : عامل النوعية يعطى بالعلاقة:

$$(Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{C}{L}} \quad , Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}} \quad , QF = \frac{1}{R} \times \sqrt{LC} \quad , Qf = R \times \sqrt{\frac{C}{L}})$$

الجواب: $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$

2015 دور الثالث

1- اشرح نشاطا يوضح تأثير تغير مقدار تردد فولطية المصدر في مقدار رادة السعة ؟

الجواب: راجع الملزمة ص 10 .

2016 دورالاول

1- ماذا يحصا ؟ ولماذ؟ لتوهج مصباح كهربائي ربط على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدرا للتيار المتناوب عند الترددات الزاوية العالية بثبوت مقدار فولتية المصدر ؟

الجواب: يزداد توهج المصباح لان عند الترددات الزاوية العالية تقل الرادة السعوية ويزداد التيار حسب العلاقة $I_C = \frac{V_c}{X_C}$.

2- ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) اذا كان الحمل يتألف من ملف ومتسعة متوالية الربط ليست حالة في حالة رنين ؟

الجواب: فيكون عامل القدرة $(1 > Pf > 0)$ لان $(0^o < \Phi < 90^o)$

السبب : توجد ممانعة كلية بالدائرة (Z) وهي المعاكسة المشتركة للمقاومة والرادة .

2016 دور الثاني

1- ما المقصود بـــــ (عامل النوعية) وعلامَ يعتمد ؟

الجواب : هو نسبة التردد الزاوي الرنيني ω_r الى نطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$. $QF = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$

ويعتمد على (a) مقاومة الدائرة (b) معامل الحث الذاتي L (c) سعة المتسعة $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$

2- علام يعتمد عامل القدرة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RCL) ؟

الجواب: مقاومة الدائرة R وممانعة الدائرة Z . $Pf = \frac{R}{Z}$ او يعتمد على نسبة القدرة الحقيقية الى القدرة الظاهرية $Pf = \frac{P_{real}}{Papp}$. او يعتمد على زاوية فرق الطور Φ بين (I, V_T) . $Pf = \cos \phi$.

2016 دور الثالث

1 – علام يعتمد مقدار الممـانعة الكلية لدائرة تيار متنــاوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC)؟

الجواب (1)

a) مقاومة الدائرة (R) b) معامل الحث الذاتي للمحث (L).

c) سعة المتسعة (C) d) تردد مصدر الفولطية (f).

2 - ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط: متسعة ذات سعة صرف.

الجواب:

متسعة ذات سعة صرف : الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عندما تنقل القدرة من المصدر الى المتسعة ، **والاجزاء السالبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

3 – ما الكمية الفيزيائية التي تقاس بوحدة (Volt . Amper)؟

الجواب : القدرة الظاهرية .

2017 دور الاول

1 - ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط: متسعة ذات سعة صرف.

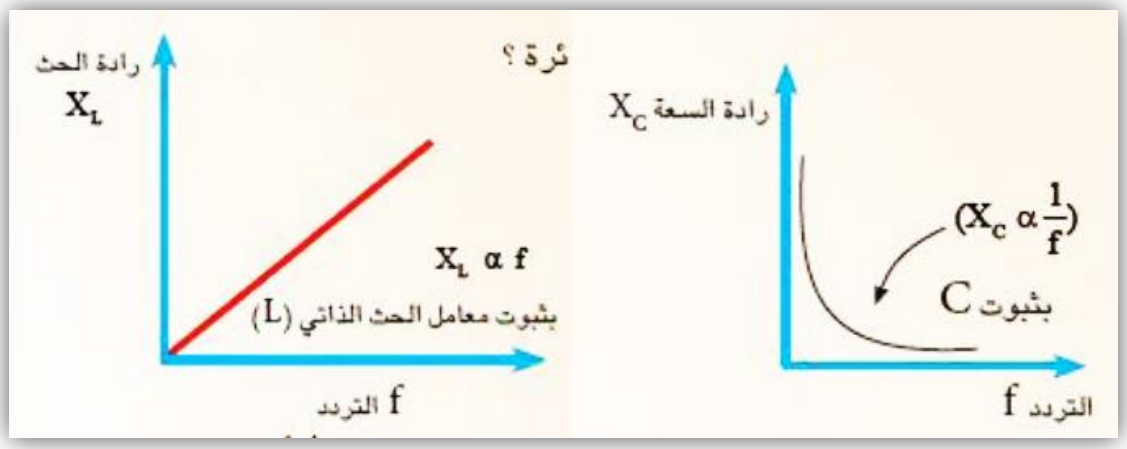
الجواب:

متسعة ذات سعة صرف : الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عندما تنقل القدرة من المصدر الى المتسعة ، **والاجزاء السالبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

2 – ما تاثير تردد فولطية المصدر على كل من ؟ 1 – راد السعة 2 – رادة الحث موضحا ذلك برسم المخطط البياني لكل منهما .

الجواب : 1 – رادة السعة تقل بزيادة التردد بثبوت سعة المتسعة (تناسب عكسي)

2 – رادة الحث تزداد بزيادة التردد بثبوت معامل الحث الذاتي (تناسب طردي)



2017 دور الثاني

1 – علل . القدرة المتبددة بوساطة تيار متناوب له مقدار اعظم لا تساوي القدرة التي ينتجها التيار مستمر يمتلك المقدار نفسه ؟

الجواب : لان التيار المتناوب يتغير دوريا مع الزمن بين $I_m +$ و $I_m -$ ومقداره في أية لحظة لا تساوي دائما مقداره الاعظم وإنما فقط في لحظة معينة يتساوى مقداره الاني مع مقداره الاعظم لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن بينما التيار المستمر مقداره ثابت دائما فينتج قدرة ثابتة .

2 - ربط مصباح كهربائي على التوالي مع التوالي مع محث صرف ومصدرا للتيار المتناوب. عند اي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجا؟ وعند اي منها يكون المصباح اقل توهجا (بثبوت مقدار فولطية المصدر)؟ وضح ذلك.

الجواب: عند الترددات الزاوية الواطئة تقل رادة الحث X_L فيزداد التيار في الدائرة. لذا يكون المصباح اقل توهجا.

عند الترددات الزاوية العالية تزداد رادة الحث X_L فيقل التيار في الدائرة. لذا يكون المصباح اكثر توهجا.

$$X_L = \omega L \Rightarrow X_L \propto \omega \quad L \text{ بثبوت} \Rightarrow I_L = \frac{V_L}{X_L} \Rightarrow \left(I_L \propto \frac{1}{\omega} \right) \quad L \text{ بثبوت}$$

3 - عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (RLC)؟

الجواب

يعتمد على النسبة بين مقداري التردد الزاوي (ω_r) ونطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$.

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$$

او يعتمد على (a) مقاومة الدائرة (b) معامل الحث الذاتي (c) سعة المتسعة حسب العلاقة $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$

2017 دور الثالث

1-دائرة تيار متناوب ، تحتوي مذبذب كهربائي فرق جهده ثابت المقدار ، ربطت بين طرفيه متسعة ذات سعة صرف سعتها ثابتة المقدار ، عند ازدياد تردد الفولطية المذبذب:

a) يزداد مقدار التيار في الدائرة.

b) يقل مقدار التيار في الدائرة.

c) ينقطع التيار في الدائرة.

d) اي من العبارات السابقة ، يعتمد ذلك على مقدار سعة المتسعة.

2 – علل ازدياد مقدار رادة الحث في المحث بازدياد تردد التيار على وفق قانون لنز ؟

الجواب : عند ازدياد تردد التيار في الدائرة يزداد معدل الزمني للتغير في التيار $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ فتزداد بذلك القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{ind} في المحث والتي تعمل على عرقلة المسبب لها $(\varepsilon_{ind} \propto -\frac{\Delta I}{\Delta t})$ وفقا لقانون لنز وبذلك تزداد رادة الحث التي تمثل تلك المعاكسة التي يبديها المحث للتغير في التيار .

3 – علام يعتمد التردد الزاوي في الدائرة الرنينية ؟

الجواب : يعتمد على الجذر التربيعي لمعامل الحث الذاتي وسعة المتسعة حسب العلاقة الاتية $w_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C}}$

2018 دور الاول

1 - اختر الاجابة الصحيحة :

1- دائرة تيار متناوب متوالية الربط ، الحمل فيها يتألف من مقاومة صرف (R) يكون فيها مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد من الدورات:

a) يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.

b) يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار.

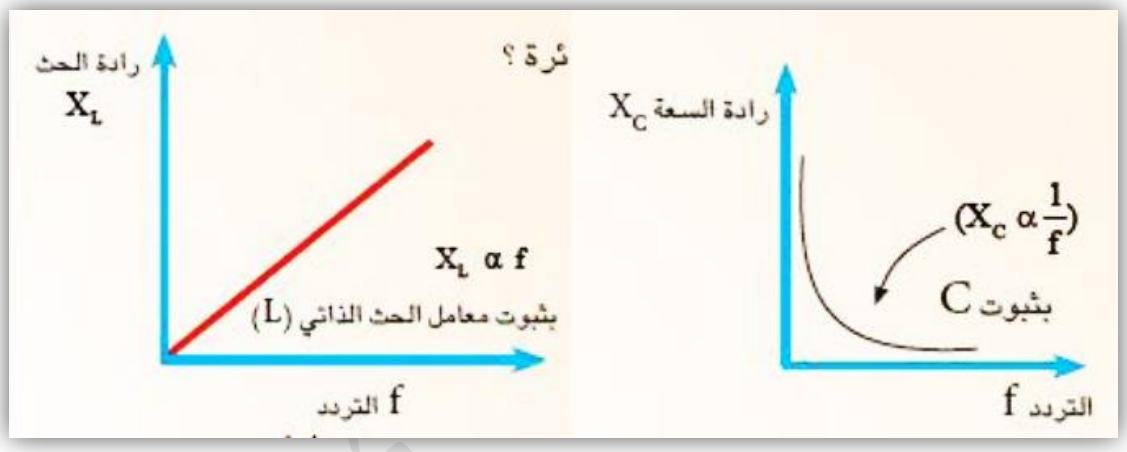
c) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.

d) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار.

2 – ما تأثير تردد فولطية المصدر على كل من ؟ 1 – راد السعة 2 – رادة الحث موضحا ذلك برسم المخطط البياني لكل منهما .

الجواب : 1 – رادة السعة تقل بزيادة التردد بثبوت سعة المتسعة (تناسب عكسي)

2 – رادة الحث تزداد بزيادة التردد بثبوت معامل الحث الذاتي (تناسب طردي)



2018 دور الثاني

1 - ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب)، اذا كان الحمل فيها يتألف من:

a - متسعة ذات سعة صرف. b- ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين

الجواب: عندما يكون الحمل :

a - متسعة ذات سعة صرف : $P_f = \cos \varphi = \cos 90 = 0$

السبب : متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق الطور $(\varphi = 90)$

b – ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين : $0 < Pf < 1$ لان زاوية فرق الطور φ تكون

$$0 < \varphi > 90$$

السبب : توجد ممانعة كلية بالدائرة Z وهي المعاكسة المشتركة للمقاومة والرادة .

2 - هل يمكن ان تستعمل مقاييس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب ؟ ولماذا ؟

الجواب : لا يمكن ذلك ، لأنها تقيس المقدار المتوسط للتيار والفولطية لذا فان مؤشرها يقف عند تدريجه الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب .

2018 دور الثالث

1 –اختر الاجابة الصحيحة : دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (LCR) ، فان جميع القدرة في هذه الدائرة:

a) تتبدد خلال المقاومة.

b) تتبدد خلال المتسعة.

c) تتبدد خلال المحث.

d) تتبدد خلال العناصر الثلاث في الدائرة.

2 – ما مقدار القدرة المتوسطة في دائرة تيار المتناوب تحتوي على محث صرف لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات ؟

الجواب : القدرة المتوسطة لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات تساوي صفر وهذا يعني ان المتسعة تُشحن خلال الربع الاول من الدورة وتعيد جميع شحنتها الى المصدر خلال الربع الثاني من الدورة وبعدها تُشحن مرة ثانيه ولكن بقطبيه معاكسه وتتفرغ وهكذا .

3 - ما المقصود بالتيار المؤثر للتيار المتناوب ؟

الجواب : مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومه معينه فانه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها والفترة الزمنية نفسها .

2019 تمهيدي

1 – اختر الاجابة الصحيحة : دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L-C-R)$ تكون لهذه الدائرة خواص حثية اذا كانت:

a) رادة الحث X_L أكبر من رادة السعة X_C.

b) رادة السعة X_C أكبر من رادة الحث X_L.

c) رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C.

d) رادة السعة X_C اصغر من المقاومة

2 - ما الغرض من نقل القدرة الكهربائية بفولطيات عالية وتيار واطئ باستعمال المحولات الرافعة ؟

الجواب: ترسل بفولطية عالية وتيار واطئ . وذلك لتقليل خسائر القدرة في الاسلاك الناقلة (I^2R) والتي تظهر بشكل حرارة ، ويتم ذلك باستعمال المحولة الرافعة في محطات التوليد ومحولات خافضة في مناطق الاستهلاك.

3 - علل .ان القدرة المتبددة بوساطة تيار متناوب له مقدار اعظم (I_m) لا تساوي القدرة التي ينتجها التيار مستمر يمتلك المقدار نفسه ؟

الجواب : لان التيار المتناوب يتغير دوريا مع الزمن بين I_m + و I_m - ومقداره في أية لحظة لا تساوي دائما مقداره الاعظم وإنما فقط في لحظة معينة يتساوى مقداره الاني مع مقداره الاعظم لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن بينما التيار المستمر مقداره ثابت دائما فينتج قدرة ثابتة .

2019 دور الثاني

1 - ربط مصباح كهربائي على التوالي مع التوالي مع محث صرف ومصدرا للتيار المتناوب. عند اي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجا؟ وعند اي منها يكون المصباح اقل توهجا (بثبوت مقدار فولطية المصدر)؟ وضح ذلك.

الجواب: عند الترددات الزاوية الواطئة تقل رادة الحث X_L فيزداد التيار في الدائرة. لذا يكون المصباح اقل توهجا.

عند الترددات الزاوية العالية تزداد رادة الحث X_L فيقل التيار في الدائرة. لذا يكون المصباح اكثر توهجا.

$$X_L = \omega L \Rightarrow X_L \propto \omega \quad L \text{ بثبوت} \Rightarrow I_L = \frac{V_L}{X_L} \Rightarrow \left(I_L \propto \frac{1}{\omega} \right) \quad L \text{ بثبوت}$$

2 - ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي محثاً صرفاً.

الجواب: الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنقل القدرة من المصدر الى المحث ، **والاجزاء السالبة** من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

3 - ما المقصود بـــــ (عامل النوعية) ؟

الجواب : هو نسبة التردد الزاوي الرنيني ω_r الى نطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$. $Q_f = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$

2019 دور الثالث

1 - لماذا يفضل استعمال التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية ؟

الجواب : 1 – لسهولة نقله الى مسافات بعيدة باقل الخسائر . 2 – امكانية تطبيق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي مما يمكننا من استعمال المحولة في رفع الفولطية او خفضها .

2 – ضع كلمة (صح) أمام العبارة الصحيحة وكلمة خطأ امام العبارة غير الصحيحة : **دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار ، فإن عامل القدرة فيها** أكبر من الواحد الصحيح

الجوا ب / خطأ -- يساوي واحد صحيح

علي مهدي احمد

الفصل الرابع

البصريات الفيزيائية

المقدمة

س // ما نوع المجال الذي تولده شحنة كهربائية ساكنة ؟

ج : تولد مجال كهربائي .

س// ماذا يحصل اذا تحركت شحنة كهربائية ؟

ج : يتولد مجال مغناطيسي إضافة الى مجالها الكهربائي.

الموجات الكهرومغناطيسية // هي موجات مستعرضة تنتج من تغير المجالين الكهربائي والمغناطيسي ويكون كلاهما عموديا على خط انتشار الموجة بحيث تتوزع طاقة الموجة بالتساوي على المجالين .

الطيف الكهرومغناطيسي // مدى واسع من الاطوال الموجية والتي بضمنها الضوء المرئي ، تختلف عن بعضها البعض تبعا لطريقة توليدها ومصدرها وتقنية الكشف عنها وقابلية اختراقها الاوساط .

س // ما أهم خصائص الموجات الكهرومغناطيسية ؟

ج : 1 – تنتشر في الفراغ بخطوط مستقيمة وتنعكس وتنكسر وتتداخل وتستقطب وتحيد عن مسارها .

2 – تتألف من مجالين كهربائي ومغناطيسي متلازمين ومتغيرين مع الزمن وبمستويين متعامدين مع بعضهما وعموديين على خط انتشار الموجة ويتذبذبان بالطور نفسه .

3 – هي موجات مستعرضة ، لان المجالين الكهربائي والمغناطيسي يتذبذبان عموديا على خط انتشار الموجة الكهرومغناطيسية .

4 – تنتشر في الفراغ بسرعة الضوء وعند انتقالها في وسط مادي تقل سرعتها تبعا للخصائص الفيزيائية لذلك الوسط ، وتتولد نتيجة تذبذب الشحنات الكهربائية ويمكن توليد بعضا منها بوساطة مولد الذبذبات .

5 – تتوزع طاقة الموجة الكهرومغناطيسي بالتساوي بين المجالين الكهربائي والمغناطيسي .

س // ما نوع المجال الذي تولده شحنة النقطية في الحالات الاتية ؟

1 - اذا كانت ساكنة

2 – اذا كانت متحركة بسرعة ثابتة .

3 – اذا كانت متحركة بسرعة متغيرة (معجلة)

ج: 1 – اذا كانت ساكنة تولد حولها مجالا كهربائيا فقط.

2 – اذا كانت متحركة بسرعة ثابتة تولد حولها مجالين كهربائي ومغناطيسي ثابتين .

3 – اذا كانت متحركة بسرعة متغيرة (معجلة) تولد حولها مجالين كهربائي ومغناطيسي متذبذبان ينتشران في الفضاء (موجات كهرومغناطيسية) .

س// الموجات الكهرومغناطيسية هي موجات مستعرضة ؟

ج: لان المجالين الكهربائي والمغناطيسي يتذبذبان عموديا على خط انتشار الموجة الكهرومغناطيسية .

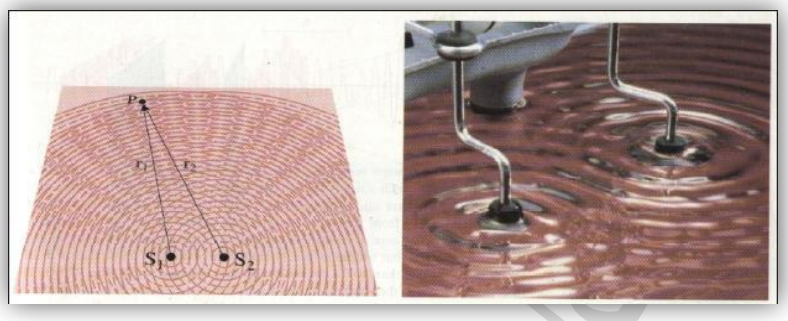
التداخل في الموجات الضوئية

نشاط 1

س: اشرح نشاطاً يوضح تداخل الموجات؟

ادوات النشاط

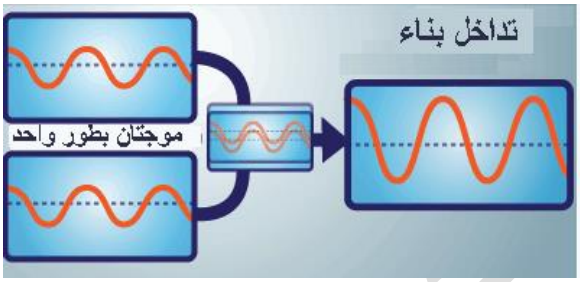
جهاز حوض المويجات ،مجهز قدرة ، هزاز ، نقار ذو رأسين مدببين بمثابة مصدرين نقطيين (S_2, S_1) يبعثان موجات كروية تنتشر على سطح الماء بالطول الموجي نفسه.



خطوات النشاط

1- نعد حوض المويجات للعمل اذ يمس طرفا النقار سطح الماء في الحوض.

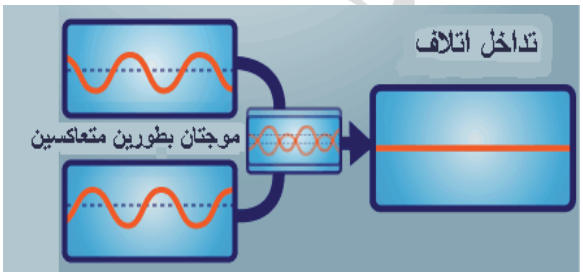
2 -عند اشتغال الهزاز نشاهد طراز التداخل عند سطح الماء نتيجة تراكب الموجات الناتجة عن اهتزاز المصدرين النقطيين المتماثلين (S_2, S_1).



نلاحظ خلال مشاهدتنا ان هناك نوعي التداخل الحاصل للموجات هما :

عند سطح الماء يتضح لنا ان هناك نوعين من التداخل همـــــا:

1- عندما يكون للموجتين الطو والسعة نفسها فأن الموجتين تتحدان عند تلك النقطة لتقوي كل منهما الاخرى وفي هذه الحالة تكون سعة الموجة الناتجة مساوية لضعف سعة اي من الموجتين الاصليتين ويسمى هذا النوع **بالتداخل البناء** وهو ناتج عن تراكب قمتين او قعرين لموجتين ينتج عنهما تقوية. (كما في الشكل).



2- اما اذا كان التداخل ناتج عن اتحاد سلسلتين من الموجات بطورين متعاكسين وسعتين متساويتين وهو ناتج عن تراكب قمة موجة مع قعر موجة اخرى ينتج عن ذلك تأثير احداهما يمحو تأثير الاخرى اي ان سعة الموجة الناتجة تساوي صفرا ويسمى هذا النوع **بالتداخل الاتلافي** (كما في الشكل) .

س // لماذا يحصل التداخل في الموجات ؟

ج : نتيجة لتراكب موجتين او اكثر عندما يلتقيان في وسط معين .

س // ما هما نوعا التداخل ؟

ج : 1 – التداخل البناء . 2 – التداخل الاتلافي .

س // ما هو التداخل البناء في الموجات ؟ وماذا ينتج عنه ؟

ج : تراكب موجي يحصل عندما تلتقي سلستين موجيتين في نقطة معينه وهما متساويتان بالسعة وبالطور نفسه . وينتج عنه موجه سعتها ضعف اي من الموجتين وبنفس الطور للموجتين الاصليتين وترددها يساوي تردد اي من الموجتين

س // ما هو التداخل الاتلافي في الموجات ؟ وماذا ينتج عنه ؟

ج : تراكب موجي يحصل عندما تلتقي سلسلتين موجيتين بطورين متعاكسين وسعتين متساويتين . وينتج عن التداخل الاتلافي موجة سعتها تساوي صفرا .

س // ماالمقصود بـ (تداخل الضوء) ؟

ج : ظاهرة اعادة توزيع الطاقة الضوئية الناشئة عن تراكب سلسلتين او اكثر من الموجات الضوئية المتشاكهة عند انتشارها بمستو واحد وفي آن واحد في الوسط نفسه .ويتم ذلك على وفق تراكب الموجات .

س // ما المقصود بالموجات المتشاكهة ؟

ج : وهي الموجات :

1 – متساوية التردد 2 – متساوية او متقاربة السعة 3 – فرق الطور بينها ثابت .

س // ماهي شروط التداخل المستديم ؟

ج : 1 – ان تكون الموجتان متشاكهتان . 2 – اذا كان اهتزازهما في وسط واحد وتتجهان نحو نقطة واحدة وفي آن واحد

س // ماالمقصود بالمسار البصري ؟

ج : المسار الذي يقطعه الضوء في الفراغ بالزمن نفسه الذي يقطعه في الوسط المادي الشفاف .

ملاحظة مهمة

يتم حساب فرق الطور $\emptyset$ عندما يكون فرق المسار البصري بين الموجتين $\Delta\ell$ لموجة طولها الموجي λ من خلال العلاقة $\emptyset = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta\ell$ حيث ان $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1$

س // ما هو فرق الطور بين الموجتين المتداخلتين لحصول التداخل البناء ؟ وما هو فرق المسار البصري بينهما لذلك التداخل ؟

ج : ان يكون فرق الطور بينهما صفرا او اعداد زوجيه من ($\pi\, rad$) اي ان $\emptyset = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, \dots\dots\dots$

اما فرق المسار البصري بين الموجتين $\Delta\ell$ فهو $\Delta\ell = m\lambda$ حيث ان $m = 0, 1, 2, 3, \dots\dots\dots$

س // ما هو فرق الطور بين الموجتين المتداخلتين لحصول التداخل الاتلافي ؟ وما هو فرق المسار البصري بينهما ؟

ج : ان يكون فرق الطور بينهما اعادا فردية من ($\pi\, rad$) اي ان $\emptyset = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots\dots\dots$

اما فرق المسار البصري $\Delta\ell$ فهو $\Delta\ell = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ حيث ان $m = 0, 1, 2, 3, \dots\dots\dots$

ملاحظات مهمة جدا

1 – يحصل تداخل بناء عندما يكون (قيمة فرق المسار البصري $\Delta\ell = m\lambda$) صفرا او اعدادا صحيحة من طول موجة مثلا $\Delta\ell = 0, 1\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$. او يكون فرق الطور بين الموجتين المتداخلتين صفرا او اعداد زوجيه من ($\pi\, rad$) اي ان $\emptyset = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, \dots\dots\dots$

2 – يحصل تداخل اتلافي عندما يكون (قيمة فرق المسار البصري $\Delta\ell = m\lambda$) اعداد فردية من نصف طول موجة .

مثلا $\Delta\ell = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots\dots$. او ان يكون فرق الطور بينهما اعادا فردية من ($\pi\, rad$) اي ان $\emptyset = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots\dots\dots$

3 – عند استخدام هذه العلاقة $\Delta\ell = m\lambda$ يكون التداخل بناء عندما تكون قيمة m اعداد صحيحة وتحقق شرط معادلة التداخل بناء .

4 - عند استخدام هذه العلاقة $\Delta\ell = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ يكون التداخل اتلافي عندما تكون قيمة m اعداد صحيحة وتحقق شرط معادلة التداخل اتلافي .

مثال 1 مصدران(S_1 ,S_2) متشاكهان يبعثان موجات ذات طول موجي(λ=0.1m) وتتداخل الموجات الصادرة عنها عند النقطة في ان واحد ، ما نوع التداخل الناتج عند هذه النقطة عندما تقطع احدى الموجتين مسارا بصريا مقداره 3.2 m والاخرى مسارا بصريا مقداره 3 m ؟

الحل /

لمعرفة نوع التداخل الحاصل بين الموجتين
يتطلب إيجاد (m) من شرطي التداخل التاليين :

$$\Delta \ell = m\,\lambda$$

$$\Delta \ell = (m+\frac{1}{2})\,\lambda$$

فرق المسار البصري : $\Delta \ell = \ell_2 - \ell_1 = 3.2 - 3 = 0.2\ m$

الإحتمال الأول

$$\Delta \ell = (m+\frac{1}{2})\,\lambda$$

$$0.2 = (m+\frac{1}{2}) \times 0.1 \quad \Rightarrow \quad 2 = m + \frac{1}{2}$$

$$m = 1\frac{1}{2}$$

وهذا لا يحقق شرط التداخل الإتلاف لأن قيم (m) يجب أن تكون أعداداً صحيحة مثل (0 , 1 , 2 , 3 , ...)

الإحتمال الثاني

$$\Delta \ell = m\,\lambda$$

$$0.2 = m \times 0.1 \quad \Rightarrow \quad m = 2$$

وعليه يكون التداخل بنّاءً لأن : $m = 0\ ,\ 1\ ,\ 2\ ,\ 3\ ,\ \ldots\ \ldots$

تجربة شقي يونك

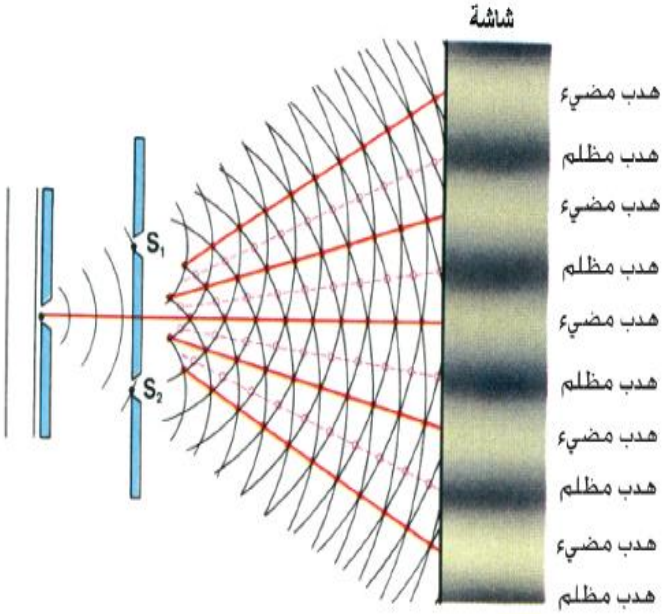
س // اشرح تجربة يونك ؟

ج : الادوات المستخدمة

حاجزا ذو شق ضيق ، ضوء احادي اللون ، حاجز ذو شقين متماثلين ضيقين يسميان بالشق المزدوج ، شاشة .

ترتب ادوات النشاط كما في الرسم وتوضع الشاشة على بعد بضعة امتار من الشقين على ان يبعد الشقين ببعدين متساويين عن الشق المنفرد .

وعند اضاءة الشق بالضوء الاحادي ظهرت على الشاشة مناطق مضيئة واخرى مظلمة على التعاقب سُميت بالهدب .



س // ما سبب استخدام حاجز ذو الشقين في تجربة يونك ؟

ج : للحصول على مصدرين متشاكهين للضوء

س // ما سبب تكون الهدب المضيئة والمظلمة في تجربة يونك ؟

ج : بسبب حيود الضوء وتداخله .

س // علام يعتمد نوع التداخل في تجربة شقي يونك ؟

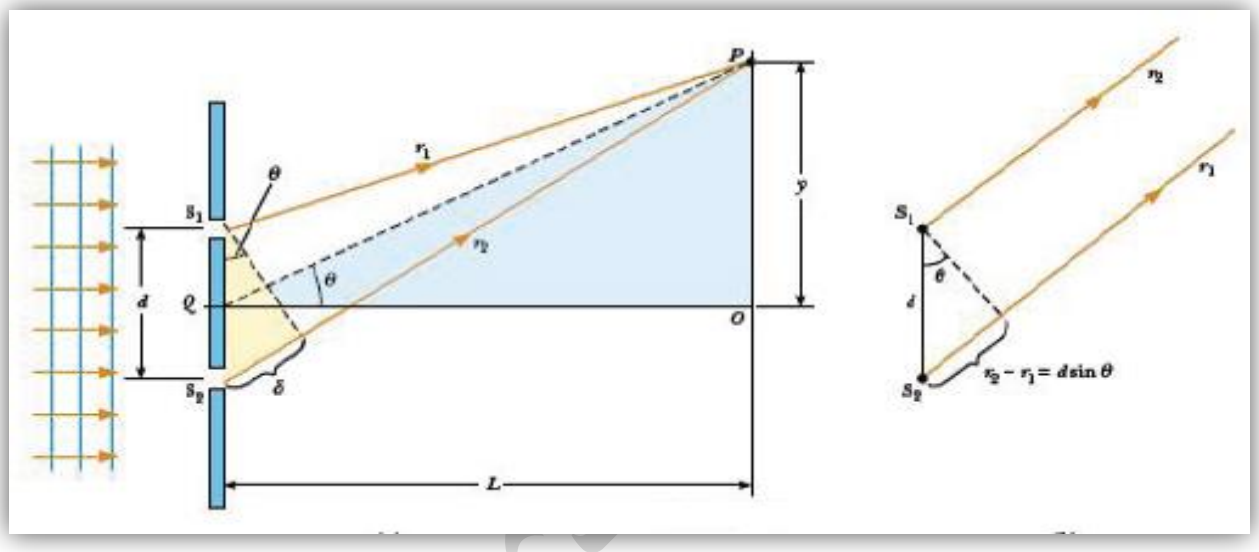
ج : يعتمد على الفرق بين طول المسار البصري للضوء الصادر من الشقين .

س// ما الغرض من تجربة يونك ؟

ج : 1 – اثبات الطبيعة الموجية للضوء .

2 – حساب الطول الموجي للضوء المستعمل .

س // احسب (اوجد علاقة) بعد الهدب المضيء عن الهدب المركزي في تجربة يونك ؟



ج : بالاعتماد على الرسم اعلاه . واذا كان L يمثل البعد بين الشاشة والحاجز ذو الشقين ، وان d يمثل البعد بين الشقين ، وان θ تمثل زاوية الحيود ، وان البعد بين الشقين صغير جدا بالمقارنة مع بعدها عن الشاشة ($d \ll L$). وكانت λ تمثل طول موجة الضوء المستخدم في التجربة . سيكون :

فرق المسار البصري بين الشعاعين الصادرين من الشقين والواصلين الى نقطة معينه هو

فرق المسار البصري $= d \sin\theta$

وان شرط التداخل البناء للحصول على الهدب المضيء ان يكون $d \sin\theta = m\lambda$

ولان زاوية الحيود صغيرة جدا لذا فان $\sin\theta \cong \tan\theta = \frac{y}{L}$ حيث ان y تمثل بعد النقطة المضيئة عن الهداب المركزي

وعليه سنحصل على $\frac{y}{L} = m\lambda$

اي ان $y_m = \frac{\lambda L}{d} m$ يمثل بعد المرتبه المضيئة m عن الهدب المركزي.

حيث ان m تمثل الاعداد الصحيحة الموجبة والسالبة اي ان $m = 0, \mp1, \mp2, \mp3, \ldots\ldots$

س // اوجد علاقة البعد بين هدابين متجاورين (فواصل الهدب المتجاورة) في تجربة يونك ؟

ج: $\Delta y = y_{m+1} - y_m$

$$\Delta y = \frac{(m+1)\lambda L}{d} - \frac{m\lambda L}{d}$$

فاصلة الهدب (البعد بين هدابين متجاورين) $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$

ملاحظة مهمة

يجب التذكر هنا بأن المقدار y_m يمثل بعد مركز الهداب ذو المرتبة m عن الهدب المركزي ، اما المقدار Δy فيمثل البعد بين اي هدابين متجاورين .

س // ماهي العوامل التي يعتمد عليها مقدار فاصلة الهدب في تجربة يونك ؟ وكيف يغير كل من هذه العوامل هذه الفاصلة ؟

ج : (من العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$ يمكن ان نستنتج ان)

1 – بعد الشقين عن الشاشة . يزداد مقدار فاصلة الهدب بزيادة البعد بين الشاشة والشقين (العلاقة طرديه).

2 – البعد بين الشقين . تزداد الفاصلة اذا قل البعد بين الشقين (علاقة عكسية) .

3 – الطول الموجي للضوء المستخدم . يزداد مقدار الفاصلة بزيادة الطول الموجي (علاقة طردية) .

س // كيف سيظهر الهدب المركزي اذا استخدم ضوءاً ابيضاً في تجربة يونك ؟ وكيف ستظهر بقية الهدب المضيئة ؟

س // لو استعمل الضوء الابيض في تجربة يونك ، فكيف يظهر لون الهداب المركزي المضيء ؟ وكيف تظهر بقية الهدب المضيئة على جانبي الهداب المركزي ؟

س// ماذا يحصل لو استعمل ضوء ابيض في تجربة يونك ؟

ج : سيظهر الهدب المركزي باللون الابيض (لون الضوء المستخدم) . اما بقية الهدب فستظهر على جانبي الهدب المركزي اطياف مستمرة للضوء الابيض يتدرج كل طيف من اللون البنفسجي الى اللون الاحمر .

س// ماذا يحصل عند استعمال ضوء مركب في تجربة يونك ؟

ج : يدل على ان الضوء الساقط على الشقين هو ضوء مركب أو ابيض .

س// علام يدل تكون هدب ملونة في تجربة شقي يونك ؟

ج : يدل على أن الضوء الساقط على الشقين هو ضوء مركب أو ابيض .

س// ما الذي يحصل لو كان المصدران الضوئيان المستعملان في تجربة شقي يونك غير متشاكهين ؟

س // هل من الممكن ان نحصل على هدب التداخل في تجربة يونك باستخدام ضوئين غير متشاكهين ؟ ولماذا ؟

ج : كلا لا نحصل على الهدب . لان التداخل البناء والاتلافي سيحصلان بالتعاقب وبسرعة كبيرة جدا . فلا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور بين الموجات المتداخلة في اية نقطة من نقاط الوسط . لذا ستشاهد العين اضاءة مستديمة بسبب دوام الابصار .

س // اي من مسافات فاصلة الهدب ستكون اكبر عند استخدام الضوء الازرق ام عند استخدام الضوء الاحمر في تجربة يونك ؟ ولماذا ؟

ج : ستكون فاصلة الهدب للضوء الاحمر اكبر من فاصلة الضوء الازرق . لان الفاصلة تزداد بزيادة الطول الموجي وان الطول الموجي للضوء الاحمر اكبر من الطول الموجي للضوء الازرق .

مثال 2 اذا كان البعد بين شقي تجربة يونك يساوي 0.2 mm وبعد الشاشة عنهما يساوي 1m وكان البعد بين الهدب الثالث المضئ عن الهدب المركزي يساوي 9.49 mm لاحظ الشكل المجاور ، احسب طول موجة الضوء المستعمل في هذه التجربة ؟

الحل /

$$y_m = \frac{\lambda L}{d} m \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{y_m d}{m L}$$

$$\lambda = \frac{(9.49\times10^{-3})(0.2\times10^{-3})}{3\times1}$$

$$= 633\times10^{-9}\ m = 633\ nm$$

مثال 3 استعمل ضوء احمر طوله الموجي 664 nm في تجربة يونك وكان البعد بين الشقين $d = 1.2 \times 10^{-4}$ m وبعد الشاشة عن الشقين L = 2.75 m جد المسافة y على الشاشة بين الهدب المضيء ذي المرتبة الثالثة ومركز الهدب المركزي ؟

الحل /

$$\lambda = 664\ nm = 664\times10^{-9}\ m$$

$$y_m = \frac{\lambda L m}{d} = \frac{664\times10^{-9}\times2.75\times3}{1.2\times10^{-4}} = \frac{5478\times10^{-9}}{1.2\times10^{-4}}$$

$$= 4565\times10^{-5}\ m = 4565\times10^{-3}\ cm = 4.565\ cm$$

التداخل في الاغشية الرقيقة

س// ماذا يحصل للضوء الساقط على غشاء رقيق (مثل غشاء فقاعة الصابون ؟

ج : نشاهد اغشية فقاعة الصابون ملونة بألوان الطيف الشمسي ، وسبب ذلك التداخل بين موجات الضوء الابيض المنعكسة عن السطح الأمامي والسطح الخلفي للغشاء الرقيق .

س // ما سبب تلون بقع الزيت الطافية على سطح الماء بالوان الطيف الشمسي ؟

س // ما سبب تلون غشاء فقاعة الصابون بألوان الطيف الشمسي ؟

ج : التداخل بين موجات الضوء الابيض المنعكسة عن السطح الامامي والسطح الخلفي للغشاء الرقيق .

س // ماهي العوامل التي يتوقف عليها التداخل في الأغشية الرقيقة ؟

س// علام يعتمد التداخل في الاغشية الرقيقة ؟

ج : 1 – سمك الغشاء . 2 – انقلاب الطور .

س // ما تأثير سمك الغشاء على التداخل في الاغشية الرقيقة ؟

ج : ان الموجات المنعكسة عن السح الخلفي للغشاء تقطع زيادة في المسار الذي تقطعه المنعكسة عن السطح الامامي للغشاء بمقدار يساوي ضعف سمك الغشاء البصري .

س // ما المقصود بعامل انقلاب الطور الذي يؤثر في التداخل في الاغشية الرقيقة ؟

ج : الموجات المنعكسة عن السطح الامامي يحصل لها انقلاب في الطور مقداره (π rad) بينما لاتعاني ذلك الموجات المنعكسة عن السطح الخلفي .

س// تعاني الموجات المنعكسة عن السطح الأمامي للغشاء الرقيق إنقلابا في الطور بمقدار (π rad او 180^0) ؟

س // لماذا يحصل انقلاب في الطور للموجات المنعكسة من السطح الامامي للأغشية الرقيقة ولا يحصل ذلك الانقلاب للموجات المنعكسة من السطح الخلفي للغشاء ؟

ج : لأن كل موجة تنعكس عن وسط معامل انكساره اكبر من الوسط الذي قدمت منه يحصل لها انقلاباً في الطور مقداره (π rad او 180^0) اما القسم الاخر من الضوء فأن موجاته تنفذ وتنعكس من السطح الخلفي للغشاء عن وسط معامل انكساره اقل من الوسط الذي قدمت منه فلا تعاني ذلك الانقلاب في الطور .

س // متى يكون التداخل بناءاً في الاغشية الرقيقة ؟

ج : اذا كان سمك الغشاء البصري مساويا لارباع فردية من طول موجة الضوء الاحادي الساقط عليه . اي ان ؛

$$nt = 1 \times \frac{1}{4}\lambda , 3 \times \frac{1}{4}\lambda , 5 \times \frac{1}{4}\lambda , \dots\dots\dots$$

حيث n يمثل معامل انكسار الوسط (الغشاء) الذي سمكه t

س // متى يكون التداخل اتلافيا في الاغشية الرقيقة ؟

ج : عندما يكون سمك الغشاء البصري مساويا للمضاعفات الزوجية من ارباع طول موجة الضوء الاحادي الساقط عليه . اي ان ؛

$$nt = 0 , 2 \times \frac{1}{4}\lambda , 4 \times \frac{1}{4}\lambda , 6 \times \frac{1}{4}\lambda , \dots\dots\dots$$

حيث n يمثل معامل انكسار الوسط الذي سمكه t

ملاحظة مهمة

1 - يتغير الطول الموجي بتغير الوسط ويعتمد الطول الموجي في الاوساط المختلفة على معامل انكسار الوسط بموجب العلاقة: $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$ حيث λ_n الطول الموجي في الوسط الذي معامل انكساره n

2 - للتعرف على نوع التداخل في الاغشية الرقيقة نستخدم العلاقة الاتية : $\Delta l = 2\,nt + \frac{1}{2}\lambda$

حيث ان :

Δl : فرق المسار البصري بين الموجتين .

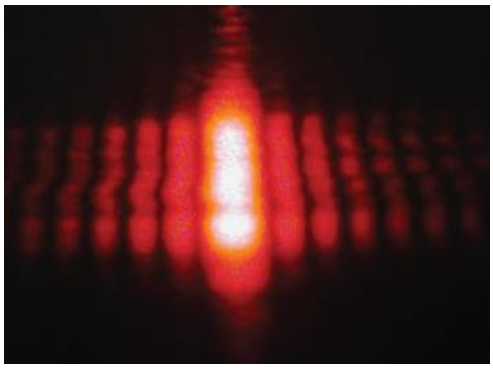
t : سمك الغشاء الخلفي .

nt :السمك البصري للغشاء

حيود موجات الضوء

س // ما سبب ظهر حزم مضيئة ومظلمة بالتعاقب عند النظر الى مصباح من خلال اصبعين متقاربين ؟
س // ما سبب مشاهدة حزم مضيئة ومظلمة بالتعاقب عند النظر الى ضوء الشمس من خلال تقريب رموش العين ؟
ج : نتيجة حيود الضوء وتداخله .

نشاط 2 **س: إشرح نشاطاً توضح فيه ظاهرة حيود الضوء ؟**



أدوات النشاط

لوح زجاج ، دبوس ، دهان أسود ، مصدر ضوئي أحادي اللون.

خطوات النشاط

1- ادهن لوح الزجاج بالدهان الأسود.
2- اعمل شقاً ضيقاً في لوح الزجاج باستعمال رأس الدبوس.
3 - انظر من خلال الشق الى المصدر الضوئي .

نلاحظ: مناطق مضيئة تتخللها مناطق معتمة و إن المنطقة الوسطى عريضة وشديدة الإضاءة و إن الهدب المضيئة تقل شدتها ويتناقص عرضها بالتدريج عند الابتعاد عن الهداب المركزي المضيء و إن ظهور مناطق مضيئة و أخرى مظلمة على جانبي الفتحة تدل على أن الضوء يحيد عن مساره

1 – الشرط اللازم للحصول على هدب مضيء $\ell . sin\theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

2 – الشرط اللازم للحصول على هدب معتم $\ell . sin\theta = m\,\lambda$

حيث ان: (ℓ): يمثل عرض الشق. و ... ... , $m = 0, \mp1, \mp2, \mp3$

س // ما شرط حصول الهدب المظلمة (المعتمة)باستعمال شق ضيق ؟
ج : اذا كان عرض الشق ℓ وزاوية حيود الضوء θ فأن ؛
$\ell \sin\theta = m\lambda$ حيث ان .. .. , $m = \mp1 , \mp2 , \mp3$
س // ما شرط حصول الهدب المضيء باستعمال شق ضيق ؟
ج : $\ell \sin\theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ حيث ان .. .. , $m = \mp1 , \mp2 , \mp3$

محزز الحيود

س // ما هو محزز الحيود ؟
ج : اداة في تحليل مصادر الضوء ويتألف من عدد كبير من الحزوز المتوازية ذات الفواصل المتساوية على لوح زجاجي .
س// ما الفائدة العملية من استعمال محزز الحيود ؟
ج : 1 – دراسة الاطياف 2 – تحليل مصادر الضوء 3 – حساب الطول الموجي للضوء .

ملاحظة مهمة ان الفواصل بين الحزوز تكون شفافة وتسمح بمرور الضوء من خلالها اما الحزوز فهي معتمة .
س // ما المقصود بثابت الحز للمحزز (d) ؟
ج : المسافة بين كل حزين متتالين(وهو مقدار صغير جدا).

ملاحظة يمكن حساب ثابت المحزز من العلاقة ؛ $\mathbf{d} = \frac{\mathbf{w}}{\mathbf{N}}$ حيث w يمثل عرض المحزز ،
و N يمثل عدد الحزوز اما اذا كان لديك عدد الحزوز في (1 cm) فهنا يمكن حسابه من العلاقة $\boldsymbol{d} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{N(in\ 1\ cm)}}$

س // كيف يصنع المحزز ؟

ج : يصنع بوساطة طبع حزوز على لوح زجاجي في ماكنة تسطير بالغة الدقة ، وإن الفواصل بين الحزوز تكون شفافة إذ تقوم بعمل الشقوق الضيقة جدا .

س // متى تتكون الهدب المضيئة في محزز الحيود ؟

ج : عندما يكون فرق المسار البصري بين اي شقين متجاورين ($d \sin\theta$) يساوي اعداد صحيحة من طول موجة الضوء المستخدم اي ان $d \sin\theta = m\lambda$ حيث ان ... ... , $+3$, $+2$, $+1 = m$ (مرتبة الهدب المضيء).

ملاحظات مهمة

1 - ان التداخل والحيود من ظواهر الضوء التي تثبت الطبيعة الموجية للضوء .

2 - تكون شدة الهدب في قيمتها العظمى عند الهدب المركزي وتقل شدة اضاءة الهدب كلما ازداد بعدها عن الهدب المركزي .

3 - ان ما يميز الهدب المتكونة في **محزز الحيود** عن الهدب المتكونة في **تجربة شقي يونك** هو ان الهدب في المحزز تكون واضحة وضيقه ومتباعدة اما في تجربة يونك فهي باهته وعريضة ومتداخله .

مثال 4 **ضوء احادي اللون من ليزر هيليوم – نيون طوله الموجي 632.8 nm يسقط عموديا على محزز حيود يحتوي السنتمتر الواحد منه على 6000 line ، جد زوايا الحيود للمرتبة الاولى والثانية المضيئة.**

الحل /

$$d = \frac{W}{N} = \frac{1\ cm}{6000} = 1.667 \times 10^{-4}\ cm = 1.667 \times 10^{-6}\ m$$

1 للمرتبة الأولى $(m = 1)$

$$d \sin\theta = m\lambda \Rightarrow 1.667 \times 10^{-4} \times \sin\theta_1 = 1 \times 632.8 \times 10^{-9}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_1 = \frac{1 \times 632.8 \times 10^{-9}}{1.667 \times 10^{-6}} = 0.3796$$

$$\therefore \theta_1 = 21.3°$$

2 للمرتبة الثانية $(m = 2)$

$$d \sin\theta = m\lambda \Rightarrow 1.667 \times 10^{-4} \times \sin\theta_2 = 2 \times 632.8 \times 10^{-9}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_2 = \frac{2 \times 632.8 \times 10^{-9}}{1.667 \times 10^{-6}} = 0.7592$$

$$\therefore \theta_2 = 49°$$

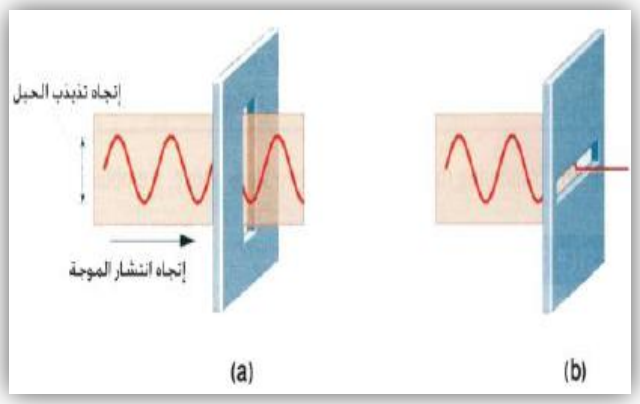
استقطاب الضوء

س // ماهي الظاهرة التي تُثبت ان الضوء موجة مستعرضة ؟

ج : الاستقطاب . (الحيود والتداخل تُثبت طبيعته الموجية ولكنهما لا تحددان كونه موجة مستعرضة ام طولية بينما الاستقطاب تُثبت كونه موجة مستعرضة) .

نشاط 3

س/ إشرح نشاطاً يوضح إستقطاب الموجات؟



ادوات النشاط

حبل مثبت من احد طرفيه بجدار ، حاجز ذو شق.

خطوات النشاط

1- نمرر الطرف السائب للحبل عبر شق الحاجز ، بحيث نجعل الشق طولياً نحو الأعلى وعمودياً مع الحبل.

2- نشد الحبل ثم ننتره لتوليد موجة مستعرضة منتقلة فيه. نشاهد ان الموجة المستعرضة قد مرت من خلال الشق. (كما في الشكل a)

3- نجعل الشق بوضع افقي ثم نشد الحبل وننتره ، نشاهد ان الموجة المستعرضة المتولدة في الحبل لا يمكنها المرور من خلال الشق. كما في الشكل (b) .

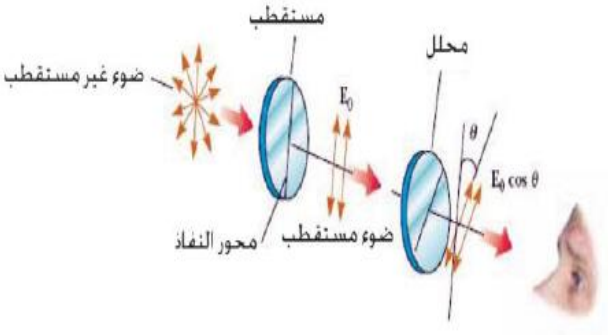
يمكن التوصل الى النتيجة نفسها مع موجات الضوء ، اذا استعملت شريحة من التورمالين .

نشاط 4

س/ إشرح نشاطاً يوضح إستقطاب موجات الضوء؟

ادوات النشاط

شريحتان من التورمالين ، مصدر ضوئي.



خطوات النشاط

1- نأخذ شريحة من التورمالين ونضعها في طريق مصدر الضوء.

2- نقوم بتدوير الشريحة حول المحور المار من وسطها والعمودي عليها.

3- نضع شريحتين من التورمالين كما موضح في الشكل.

4- نقوم بتثبيت إحداهما وتدوير الشريحة الاخرى ببطء حول الحزمة الضوئية.

نلاحظ ان شدة الضوء النافذ تتغير عند تدوير الشريحة الثانية .

لان بلورة التورمالين تترتب فيها الجزيئات بشكل سلسلة طويلة إذ لا تسمح بمرور الموجات الضوئية إلا إذا كان مستوى اهتزاز مجالها الكهربائي عمودي على خط السلسلة بينما تقوم بامتصاص باقي الموجات وهذه العملية تسمى (الاستقطاب) والموجات الضوئية تسمى (موجات ضوئية مستقطبة). تسمى الشريحة التي تقوم بهذه العملية بـــ**(المستقطب)** والشريحة الثانية **(المحلل)** .

في حالة **الضوء المستقطب** يكون تذبذب المجال الكهربائي للموجات الكهرومغناطيسية بإتجاه واحـــــــــــد فقط. أما في حالة الضوء **غير المستقطب** فيكون تذبذب المجال الكهربائي بإتجاهات عشوائية وفي مستويات متوازية عمودية على خط انتشار الموجة .

س // ما المقصود بالضوء المستقطب ؟

ج : هو الضوء الذي يكون فيه تذبذب المجال الكهربائي للموجات الكهرومغناطيسية باتجاه واحد .

س/ ما المقصود بالضوء غير المستقطب ؟

ج : هو الضوء الذي مجاله الكهربائي في مستويات ذات اتجاهات مختلفة وعمودية على خط انتشاره .

س // هل ان الضوء الصادر من المصادر الاعتيادية ضوءاً مستقطبا ؟ ولماذا ؟

ج : كلا . لان تذبذب المجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية المنبعثة باتجاهات عشوائية .

س // هل تتغير شدة الضوء الاعتيادي عند استقطابه ؟ وكيف ؟

ج : نعم تتغير . حيث تقل شدته .

س // ماذا يحصل للضوء عند مروره خلال شريحة التورمالين (مادة مستقطبه) .

س // ما المقصود بعملية الاستقطاب ؟

ج : ان الضوء غير المستقطب موجات مستعرضة يهتز مجالها الكهربائي بالاتجاهات جميعها وبلورة التورمالين تسمح بمرور الضوء اذا كان مستوى اهتزاز مجالها الكهربائي عموديا على السلسلة التي تترتب فيها جزيئاتها(موازية لاتجاه المحور البصري).

س // هل تتغير شدة الضوء الصادر من مصدر ضوئي عند النظر اليه من خلال شريحة التورمالين عند تدويرها ؟ ولماذا ؟

ج : كلا لا تغير . لان الضوء النافذ ضوء مستطب مهما كان محورها .

س // هل تتغير شدة الضوء لمصدر مضيء عند النظر اليه من خلال شريحتين من التورمالين وعند تدوير احداها ؟ ولماذا ؟

ج : نعم تتغير شدته . وذلك بالاعتماد على اتجاه محور النفاذ لكل من الشريحتين . حيث تكون اعلى شدة عندما يتوازى محوري نفاذ الشريحتين ، وتنعدم رؤية المصدر المضيء عند تعامد محوريهما .

س // كيف يمكن التمييز بين الضوء المستقطب عن الضوء غير المستقطب ؟

ج : باستخدام شريحة مستقطبة للضوء . فعند تغير شدة الضوء المار خلالها عند تدويرها فهذا يعني ان الضوء المستخدم هو ضوء مستقطب واذا لم تتغير شدته عند تدوير الشريحة فان الضوء غير مستقطب .

س // ما المقصود بالاستقطاب الاستوائي ؟ وما المقصود بالاستقطاب الجزئي ؟

ج : الاستقطاب الاستوائي يحصل عندما يهتز المجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية باتجاه واحد فقط .
اما الاستقطاب الجزئي فيحصل عندما يهتز المجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية في اتجاه معين دون ان تتلاشى الاهتزازات بالاتجاهات الاخرى .

س // ضوء الشمس و المصابيح الاعتيادية غير مستقطب ؟

ج : لأن ضوء الشمس والمصابيح الاعتيادية موجات مستعرضة يهتز مجالها الكهربائي في الاتجاهات جميعا ، اذن هو ضوء غير مستقطب .

طرائق الاستقطاب في الضوء

س // عدد اهم طرائق الاستقطاب ؟

ج : 1 – الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي .
2 – استقطاب الضوء بالانعكاس .

س // ما المقصود بالمواد القطبية ؟

ج : وهي المواد التي لها قابلية استقطاب الضوء بالامتصاص الانتقائي .

س // كيف تصنع الالواح القطبية ؟

ج : مواد ذات سلسلة هيدروكاربونية طويله تصنع بهيئة الواح ممتدة اذ تتراصف جزيئات السلسلة الطويلة لتكوّن محور بصري لنفاذ الضوء والتي يكون مجالها الكهربائي عموديا على السلسلة الجزيئية .

س // ما المقصود بالمواد النشطة بصريا ؟ اذكر مثالا منها .

ج : وهي مواد لها القابلية على تدوير مستوى الاستقطاب للضوء المستقطب عند المرور خلالها .مثل بلورة الكوارتز ، سائل التربنتين ، محلول السكر في الماء.

س // ما المقصود بزاوية الدوران البصري ؟

ج : وهي الزاوية التي يدور بها مستوى استقطاب الضوء المستقطب عند مرور الضوء المستقطب خلال المواد النشطة بصريا .

س // ماهي العوامل التي يعتمد عليها مقدار زاوية الدوران البصري ؟

ج : 1 – نوع المادة . 2 – سمكها . 3 – تركيز المحلول 4 – طول موجة الضوء المار خلالها.

س// كيف يحصل استقطاب الضوء بالانعكاس ؟

س // من هو العالم الذي اكتشف الاستقطاب الضوء بالانعكاس ؟ وماذا كان اكتشافه ؟

ج : العالم مالوس . اكتشف انه عند سقوط الضوء على سطوح عاكسة كسطح الماء في بحيره فان الضوء المنعكس يكون مستقطبا جزئيا وفي مستوي موازٍ لمستوى السطح العاكس في حين ان الضوء المنكسر يكون في مستوى سقوط الاشعة .

س // علام تعتمد درجة استقطاب الضوء المنعكس عن السطوح العاكسة ؟

ج : على زاوية السقوط .

س // هل يكون الضوء المنعكس عن شعاع ساقط عموديا (زاوية السقوط تساوي صفرا)على سطح عاكس مستقطبا ؟

ج : كلا . لا يكون مستقطباً .

س // متى يستقطب الشعاع المنعكس عن السطح العاكس مستقطباً استوائيا كلياً ؟

ج : عند زاوية تسمى (زاوية بروستر) .

س // ما المقصود بزاوية بروستر ؟

ج : وهي زاوية السقوط على السطح العاكس والتي عندها يكون الشعاع المنعكس مسقطبا استوائياً كلياً والشعاع المنكسر مستقطبا جزئياً وتكون الزاوية بين الشعاع المنعكس والشعاع المنكسر قائمة

ملاحظة ان زاوية بروستر تسمى ايضا بزاوية الاستقطاب .

س //ماهي العلاقة التي وضعها العالم بروستر(بين زاوية الاستقطاب ومعامل انكسار الوسط) ؟

ج : $\tan\theta_p = n$ حيث ان n يمثل معامل انكسار الوسط ، θ_p تمثل زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر) .

س // في حالة استقطاب الضوء بالانعكاس عند أية شروط :

1 – لا يحصل استقطاب في الضوء 2 – يحصل استقطاب استوائي كلي .

ج : 1 – عندما تكون زاوية السقوط = صفر .

2 – عندما تكون زاوية سقوط الضوء = 90^0 وتسمى زاوية بروستر يكون الضوء المنعكس مستقطب استوائي كلي .

الاستطارة في الضوء

س // ماهي الظاهرة التي تسبب تلون السماء ؟

ج : ظاهرة الاستطارة في الضوء.

س // ما سبب تلون الافق بلون الضوء الاحمر عند الشروق والغروب ؟

ج : بسبب قلة استطارة الاحمر والبرتقالي .

س // لماذا تبدو السماء بلونها الازرق الباهت عندما تكون الشمس فوق الافق نهارا ؟

ج : بسبب استطارة الضوء الازرق .

س // ماهي العلاقة بين الضوء المستطار واقطار جزيئات الهواء ؟

ج : يجب ان تكون اقطارها اصغر او تساوي الطول الموجي ($d \leq \lambda$) .

س // ما هي العلاقة بين شدة الضوء المستطار وطوله الوجي ؟

ج : ان شدة الضوء المستطار تتناسب عكسياً مع الأس الرابع للطول الموجي . اي مع ($\frac{1}{\lambda^4}$) .

س // لماذا يميل الضوء المستطار الى اللون الأزرق ؟

س // ايهما يستطار اكثر الضوء الازرق ام الضوء الاحمر ؟ ولماذا ؟

ج // الضوء الازرق (الطول الموجي الاقصر من ضوء الشمس) يستطار بمقدار اكبر من الضوء الاحمر(الطول الموجي الاكبر). وذلك لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الأس الرابع للطول الموجي .

ملخص قوانين الفصل الرابع

الرمز	التعريف	الوحدة
$\Delta\ell$	فرق المسار البصري بين الموجتين	m او cm
ℓ_1	طول المسار البصري للموجات المنبعثة من المصدر S1 والواصلة الى النقطة P	m او cm
ℓ_2	طول المسار البصري للموجات المنبعثة من المصدر S2 والواصلة الى النقطة P	m او cm
Φ	فرق الطور بين الموجتين الواصلتين الى النقطة P	درجة
λ	طول موجة الضوء	m او cm
m	رتبة الهدب المضيء او المظلم	بدون وحدات
d	البعد بين الشقين	m او cm
θ	زاوية الحيود	درجة
ℓ	عرض الشق	m او cm
y_m	بعد الهدب المضيء او المظلم الذي رتبته m عن الهدب المركزي المضيء	m او cm
L	بعد الشاشة عن الحاجز	m او cm
Δy	البعد بين هدابين متتاليين (مضيئين او مظلمين) وكزلك تسمى فاصلة الهدب	m او cm
y	بعد مركز الهدب المضيء او المظلم عن مركز الهدب المركزي المضيء	m او cm
w	عرض المحزز	cm
N	عدد الحزوز	Line/cm
d	ثابت المحزز	cm
θ_p	زاوية الاستقطاب	درجة
θ_c	الزاوية الحرجة	درجة
n	معامل الانكسار	بدون وحدات
λ_0	طول موجة الضوء في الوسط المادي	m
t	سمك	cm

فرق المسار البصري

$\Delta \ell = \ell_2 - \ell_1$ علاقة فرق المسار البصري بين الموجتين

$\Phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta \ell$ العلاقة بين فرق الطور وفرق المسار البصري

$\Delta \ell = m \lambda$ تداخل بناء

$\Delta \ell = (m + \frac{1}{2}) \lambda$ تداخل اتلافي

شروط حصول على هدب مضيئة و معتمة من شق واحد (شق منفرد)

$\ell \sin \theta = m\lambda$ هدب معتم

$\ell \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda$ هدب مضيء

قوانين تجربة شقي يونك

$y_m = \frac{\lambda L}{d} m$ حساب بعد المرتبة المضيئة عن الهدب المضيء المركزي

$\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$ حساب البعد بين هدابين مضيئين متجاورين او متتاليين

$y = L \tan \theta$ حساب بعد مركز الهدب المضيء او المظلم عن مركز الهدب المركزي المضيء

قوانين المحزز

$d \sin \theta = m\lambda$ فرق المسار البصري

$d = \frac{w}{N}$ ثابت المحزز

$d = \frac{1}{N(1\ cm)}$ ثابت المحزز

قوانين الاستقطاب بالانعكاس

$\tan \theta_p = n$ علاقة زاوية الاستقطاب θ_p بمعامل الانكسار n

$n = \frac{\lambda}{\lambda_0}$ العلاقة بين طول موجة الضوء في الهواء وطول موجة الضوء في المادة

$n = \frac{1}{\sin \theta_c}$ علاقة زاوية الحرجة بمعامل الانكسار

$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin \theta_2$ لإيجاد معامل انكسار من الزاويتين

ملاحظات

1 – يحصل تداخل بناء عندما يكون (قيمة فرق المسار البصري $\Delta\ell = m\lambda$) صفرا او اعدادا صحيحة من طول موجة مثلا ... $\Delta\ell = 0 , 1\lambda , 2\lambda , 3\lambda , \dots$. او يكون فرق الطور بين الموجتين المتداخلتين صفرا او اعداد زوجيه من ($\pi\, rad$) اي ان $\emptyset = 0, 2\pi , 4\pi , 6\pi , \dots\dots\dots$

2 – يحصل تداخل اتلافي عندما يكون (قيمة فرق المسار البصري$\Delta\ell = m\lambda$) اعداد فردية من نصف طول موجة مثلا ... $\Delta\ell = \frac{1}{2}\lambda , \frac{3}{2}\lambda , \frac{5}{2}\lambda , \dots$. او ان يكون فرق الطور بينهما اعادا فردية من ($\pi\, rad$) اي ان $\emptyset = \pi , 3\pi , 5\pi , \dots\dots\dots$

3 – عند استخدام هذه العلاقة $\Delta\ell = m\lambda$ يكون التداخل بناء عندما تكون قيمة m اعداد صحيحة وتحقق شرط معادلة التداخل بناء .

4 - عند استخدام هذه العلاقة $\Delta\ell = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ يكون التداخل اتلافي عندما تكون قيمة m اعداد صحيحة وتحقق شرط معادلة التداخل اتلافي .

5 - يكون التداخل بناءاً في الاغشية الرقيقة اذا كان سمك الغشاء البصري مساويا لارباع فردية من طول موجة الضوء الاحادي الساقط عليه . اي ان ؛ $nt = 1 \times \frac{1}{4}\lambda , 3 \times \frac{1}{4}\lambda , 5 \times \frac{1}{4}\lambda , \dots\dots\dots$ حيث n يمثل معامل انكسار الوسط (الغشاء) الذي سمكه t.

6 - يكون التداخل اتلافيا في الاغشية الرقيقة عندما يكون سمك الغشاء البصري مساويا للمضاعفات الزوجية من ارباع طول موجة الضوء الاحادي الساقط عليه . اي ان ؛ $nt = 0 , 2 \times \frac{1}{4}\lambda , 4 \times \frac{1}{4}\lambda , 6 \times \frac{1}{4}\lambda , \dots\dots\dots$ حيث n يمثل معامل انكسار الوسط الذي سمكه t

---

علي مهدي احمد

أسئلة الفصل الرابع

س1// اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية:

1– في حيود الضوء، فان شرط تكون الهدب المضيء الاول(غير المركزي)ان يكون عرض الشق مساويا الى:

$(a$ λ

$(b$ $\frac{\lambda}{2sin\theta}$

$(c$ $\frac{3\lambda}{2\ sin\theta}$

$(d$ $\frac{\lambda}{2}$

2– تعزى الوان فقاعات الصابون الى ظاهرة:

$a)$ **التداخل.**

$b)$ الحيود.

$c)$ الاستقطاب.

$d)$ الاستطارة.

3– سبب ظهور هدب مضيئة وهدب مظلمة في تجربة يونك هو:

$a)$ **حيود وتداخل موجات الضوء معا.**

$b)$ حيود موجات الضوء فقط.

$c)$ تداخل موجات الضوء فقط.

$d)$ استعمال مصدرين عير متشاكهين.

4– اذا سقط ضوء أخضر على محزز حيود فان الهدب المركزي يظهر بلون:

$a)$ اصفر.

$b)$ احمر.

$c)$ **اخضر.**

$d)$ ابيض.

5– تزداد زاوية حيود الضوء مع:

$a)$ نقصان الطول الموجي للضوء المستعمل.

$b)$ **زيادة الطول الموجي للضوء المستعمل.**

$c)$ ثبوت الطول الموجي للضوء المستعمل.

$d)$ كل الاحتمالات السابقة معاً.

6– اذا كان فرق المسار البصري بين موجتين ضوئيتين متشاكهتين متراكبتين يساوي اعداد فردية من انصاف الاطوال الموجية عندها يحصل:

$a)$ تداخل بناء. $b)$ استطارة. $c)$ استقطاب. $d)$ **تداخل إتلاف.**

علي مهدي احمد

7– لحصول التداخل المستديم في موجات الضوء يجب ان يكون مصدر هما:

(a) **متشاكهين.** (b) غير متشاكهين. (c) صدرين من الليزر. (d) جميع الاحتمالات السابقة.

8– في تجربة يونك يحصل الهداب المضيء الاول على جانبي الهداب المركزي المضيء المتكون على الشاشة عندما يكون فرق المسار البصري مساويا الى:

(a) $\frac{1}{2}\lambda$

(b) $\boldsymbol{\lambda}$

(c) 2λ

(d) 3λ

9– نمط التداخل يتولد عندما يحصل:

(a) الانعكاس. (b) الانكسار. (c) **الحيود.** (d) الاستقطاب.

10– أغشية الزيت الرقيقة وغشاء فقاعة صابون الماء تبدو ملونة بألوان زاهية نتيجة الانعكاس و:

(a) الانعكاس. (b) **التداخل.** (c) الحيود. (d) الاستقطاب.

11– الخاصية المميزة للطيف المتولد بوساطة محزز الحيود تكون:

(a) **الخطوط المضيئة واضحة المعالم.** (b) انتشار الخطوط المضيئة.

(c) انعدام الخطوط المضيئة. (d) انعدام الخطوط المظلمة.

12– حزمة الضوء غير المستقطبة: هي التي يكون تذبذب مجالاتها الكهربائية:

(a) مقتصرة على مستو واحد. (b) **تحصل في الاتجاهات جميعاً.**

(c) يمكنها المرور خلال اللوح القطيب. (d) تحصل في الاتجاهات محددة.

13– الموجات الطولية لا يمكنها إظهار:

(a) الانكسار. (b) الانعكاس. (c) الحيود. (d) **الاستقطاب.**

14- تكون السماء زرقاء بسبب:

(a) جزيئات الهواء تكون فارغة. (b) عدسة العين تكون زرقاء.

(c) **إستطارة الضوء تكون أكثر مثالية للموجات قصيرة الطول الموجي.**

(d) استطارة الضوء تكون أكثر مثالية للموجات طويلة الطول الموجي.

15– عند إضاءة شقي يونك بضوء أخضر طوله الموجي $(5\times10^{-7}m)$ وكان البعد بين الشقين $(1mm)$ وبعد الشاشة عن الشقين $(2m)$ فإن البعد بين مركزي هدابين مضيئين متتاليين في نمط التداخل المتكون على الشاشة يساوي:

(a) $\boldsymbol{0.1mm}$

(b) $\boldsymbol{0.25mm}$

(c) $\boldsymbol{0.4\ mm}$

(d) $\boldsymbol{1mm}$

التوضيح:

$$\Delta y=\frac{\lambda . L}{d}=\frac{5\times10^{-7}\times2}{1\times10^{-3}}=1\times10^{-3}m=1mm$$

س2//هل يمكن للضوء الصادر عن المصادر غير المتشاكهة ان يتداخل؟ وهل يوجد فارق بين المصادر المتشاكهة وغير المتشاكهة؟

الجواب: نعم يحصل التداخل البناء التداخل الاتلاف بالتعاقب و بسرعة كبيرة جدا لا تدركها العين لان كلاً من المصدرين يبعث موجات بأطوار عشوائية متغيرة بسرعة فائقة جدا فلا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور بين الموجات المتداخلة في اية نقطة من نقاط الوسط لذا تشاهد العين اضاءة مستديمة بسبب صفة دوام الابصار وهذا هو الفراق الاساسي بين المصادر المتشاكهة والمصادر غير المتشاكهة.

س3// مصدران ضوئيان موضوعان الواحد جنب الاخر سوية. اسقطت موجات الضوء الصادر منهما على شاشة، لماذا لا يظهر نمط التداخل من تراكب موجات الضوء الصادرة عنهما على الشاشة؟

الجواب: لان الضوء الصادر من المصدرين الضوئيين يتألف من موجات عدة مختلفة الطول الموجي، باطوال عشوائية متغيرة ، اي لا يوجد تشاكه بين المصدرين فالضوء الصادر عن المصدرين لا يحقق فرق طور ثابت بمرور الزمن لذا من المجال مشاهدة طراز التداخل.

س4// لو اجريت تجربة يونك تحت سطح الماء، كيف يكون تاثير ذلك على طراز التداخل؟

الجواب: طول موجة الضوء في الماء تقصر عما هي الهواء حسب العلاق الاتية:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

وبما ان الحزم المضيئة والمظلمة تتناسب مواقعها مع الطول الموجي (λ)، فان الفواصل بين هدب التداخل ستقل.

حسب العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$.

س5// ما الشرط الذي يتوافر في الفرق بطول المسار البصري بين موجتين متشاكهتين متدخلتين في حالة:

a) التداخل البناء. b) التداخل الاتلافي.

الجواب:

a) التداخل البناء : يكون فرق المسار $(\Delta \ell)$ يساوي صفرا او اعداد صحيحة من طول الموجة

فيكون فرق المسار $\Delta\ell = m\lambda$ حيث ان $m = 0,1,2,3, \dots\dots$ اي : $\Delta\ell = 0,1\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots\dots$

أb) التداخل الاتلافي : يكون فرق المسار $(\Delta\ell)$يساوي اعداد فردية من نصف طول الموجة .

فيكون فرق المسار البصري يساوي $\Delta\ell = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ حيث ان $m = 0,1,2,3, \dots\dots$

أي ان : $\Delta\ell = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots\dots$

س6// خلال النهار ومن على سطح القمر يرى رائد الفضاء السماء سوداء ويتمكن من رؤية النجوم بوضوح، في حين خلال النهار ومن على سطح الارض يرى السماء زرقاء وبلا نجوم، ما تفسير ذلك؟

الجواب: خلال النهار ومن على سطح القمر يرى رائد الفضاء السماء سوداء ويتمكن من روية النجوم بوضوح، وذلك لعدم وجود غلاف جوي والجسيمات التي تسبب استطارة ضوء الشمس. في حين خلال النهار ومن على سطح الارض يرى السماء زرقاء وبلا نجوم، بسبب حدوث ظاهرة الاستطارة (تشتت الالوان) بسبب وجود الغلاف الجوي.

س7// ما التغير الذي يحصل في عرض المنطقة المركزية المضيئة لنمط الحيود من شق واحد عندما نجعل عرض الشق يضيق اكثر؟

الجواب: يزداد عرض الهدب المركزي المضيء ويكون اقل شدة حسب العلاقة الاتية: $\ell . sin\theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

$\ell \propto \frac{1}{sin\theta}$ تناسب عكسي

س8// ماذا يتذبذب عندما تنشر الاشعة الكهرومغناطيسية في الفضاء الاوساط المختلفة ؟

الجواب: يتذبذب كلاً من المجالين الكهربائي والمغناطيسي يتذبذب بطور واحد ومتعامدان مع بعضهما وعضهما وعمودان على خط انتشار الموجة .

مسائل الفصل الرابع

س1/ وضعت شاشة على بعد (4.5m) من حاجز ذي شقين واضئ الشقان بضوء احادي اللون طو موجته في الهواء (λ =490nm) فكانت المسافة الفاصلة بين مركزي الهدب المركزي والمضيء ومركز الهداب ذو المرتبة (m=1) المضيء تساوي (4.5 cm) ما مقدار البعد بين الشقين ؟

الحل:

$$d = \frac{\lambda L m}{y_m} = \frac{(490 \times 10^{-9})(4.5)(1)}{(4.5 \times 10^{-2})} = 490 \times 10^{-7} m = 0.049\ mm$$

س2/ ضوء ابيض تتوزع مركبات طيفه بواسطة محزز حيود فإذا كان للمحزز ($2000\ \frac{line}{cm}$) . ما قياس زاوية الحيود المرتبة الاولى للضوء الاحمر ذي الطول الموجي (λ=640 nm) ؟ علما ان :(sin 7.5° 0.128) ؟

الحل :

$$d = \frac{w}{N} = \frac{1cm}{2000} \quad \text{ثابت المحزز } d = 0.5 \times 10^{-3} cm$$

$$d\ sin\theta = m\lambda \quad \text{بما ان :}$$

$$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{(1)(640 \times 10^{-7})cm}{(0.5 \times 10^{-3})cm} = 0.128 \Rightarrow \theta = 7.5^o$$

زاوية حيود المرتبة الاولى .

س3/ سقطت حزمة ضوئية على سطح عاكس بزوايا سقوط مختلفة القياس ، وقد تبين ان الشعاع المنعكس اصبح مستقطبا كليا عند زاوية السقوط (48°) . احسب معامل الانكسار للوسط ؟ علماً ان : (tan 48° =1.110) .

الحل: بما ان الشعاع المنعكس مستقطبا كليا . اذن زاوية السقوط هي زاوية بروستر .

$$\tan\theta_P = n \Rightarrow tan48^o = n \Rightarrow n = 1.110$$

س4/ 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=1.77) (sin34.4° =0.5) .

الحل: بما ان معامل الانكسار الكلي لوسط شفاف او (مادة شفافة) يساوي مقلوب جيب الزاوية الحرجة لذلك الوسط او (المادة الشفافة) .

$$n = \frac{1}{sin\theta_C} = \frac{1}{sin34.4^o} = \frac{1}{0.565} = 1.77 \quad \text{معامل انسكار العقيق}$$

$$\tan\theta_p = n \Rightarrow than\ \theta_p = 1.77 \Rightarrow \theta_p = 60.5$$

ملاحظة / الزاوية الحرجة : هي زاوية سقوط الضوء في الوسط الاكبر كثافة والتي تقابلها زاوية انكسار قائمة في الهواء . حيث ان : $n = \frac{1}{sin\theta_c}$ وان : θ_C الزاوية الحرجة .

حلول الأسئلة الوزارية

2013 دور اول

1- ما سبب رؤية السماء زرقاء من على سطح الارض وبلا نجوم نهارا ؟

الجواب: بسبب حدوث ظاهرة الاستطارة (تشتت الضوء) ، وبسبب وجود الغلاف الجوي .

2- هل يمكن للضوء الصادر عن المصادر غير المتشاكهة ان يتداخل؟ وهل يوجد فارق بين المصادر المتشاكهة وغير المتشاكهة؟

الجواب: نعم يحصل التداخل البناء و الاتلاف بالتعاقب و بسرعة كبيرة حدا لا تدركها العين لان كلاً من المصدرين يبعث موجات بأطوار عشوائية متغيرة بسرعة فائقة جدا فلا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور بين الموجات المتداخلة في اية نقطة من نقاط الوسط لذا تشاهد العين اضاءة مستديمة بسبب صفة دوام الابصار.

3- علام تعتمد زاوية الدوران البصري في المواد النشطة بصرياً ؟

الجواب: تعتمد على:

1– نوع المادة. 2– سمك المادة. 3 – تركيز المحلول(اذا كانت المادة سائلة) 4– طول الموجة الضوئية .

2013 دور ثاني

1- علام يعتمد التداخل في الاغشية الرقيقة.

الجواب: يعتمد على:

1– سمك الغشاء : إذ ان الموجات المنعكسة عن السطح الخلفي تقطع مساراً اضافيا يساوي ضعف سمك الغشاء.

2– انقلاب الطور: إذ ان الموجات المنعكسة عن السطح الامامي يحصل لها انقلاب بالطور مقداره $(\pi\ rad)$.

2- ما المقصود بـ (الضوء المستقطب) ؟

الجواب: الضوء المستقطب: هو الضوء الذي يقتصر تذبذب مجاله الكهربائي في مستوى واحد فقط عمودي على خط انتشار الموجة.

2014 دور اول

1- في حالة إستقطاب الضوء بالإنعكاس عند أية شروط:

a– لا يحصل إستقطاب في الضوء. **b– يحصل إستقطاب إستوائي كلي.**

الجواب: a- عندما تكون زاوية سقوط الضوء تساوي صفراً لا يحدث استقطاب.

b- عندما تكون زاوية بروستر (زاوية الاستقطاب) سكون الضوء المنعكس مستقطب استوائي كلي . وتكون الزاوية بين الشعاع المنعكس والمنكسر قائمة (90°) .

2- ماذا يحصل في عرض المنطقة المركزية المضيئة لنمط الحيود من شق واحد عندما نجعل عرض الشق يضيق اكثر . وضح ذلك ؟

الجواب: يزداد عرض الهدب المركزي المضيء ويكون اقل شدة . حسب العلاقة الاتية: $\left(\ell.sin\theta = \left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda\right)$

(تناسب عكسي) $\left(\ell \propto \frac{1}{sin\theta}\right)$

2014 دور ثاني

1- اشرح بخطوات نشاطا يوضح استقطاب الموجات الضوئية . مع الاستنتاج ؟

الجواب: راجع الملزمة صفحة 12 .

2014 دور ثالث

1- ما الشرط الذي يتوافر في الفرق بطول المسار البصري بين موجتين متشاكهتين متدخلتين في حالة:

a) التداخل البناء. b) التداخل الاتلافي.

الجواب:

a) $\Delta\ell = m\lambda$ اذ يكون فرق المسار البصر مساويا الى الصفر او لأعداد صحيحة من الاطوال الموجية.

b) $\Delta\ell = \left(m + \frac{1}{2}\lambda\right)$ اي ان فرق المسار البصري مساويا الى اعداد فردية من انصاف طول الموجة.

2- علام تعتمد زاوية الدوران البصري في الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي؟

الجواب: تعتمد على:

1– نوع المادة. 2– سمك المادة. 3 – تركيز المحلول(اذا كانت المادة سائلة) 4– طول الموجة الضوئية

2015 دور اول

1- تلون بقع الزيت الطافية على سطح الماء بألوان زاهية ؟

الجواب: بسبب التداخل بين موجات الضوء الابيض المنعكسة على السطح الأمامي والسطح الخلفي للغشاء.

2- علام يعتمد نوع التداخل في تجربة شقي يونك ؟

الجواب: يعتمد على الفرق بين طول المسار البصري بين الموجتين المتداخلتين .

2015 دور ثاني

1- اشرح نشاطا يوضح فيه الحيود في موجات الضوء ؟

الجواب: راجع الملزمة ص 10 .

2016 دور اول

1- اشرح نشاطا توضح فيه تجربة شقي يونك مبيناً كيفية حساب الطول الموجي للضوء المستعمل ؟

الجواب: راجع الملزمة ص 5 .

2016 دور ثاني

1- تعاني الموجات المنعكسة عن السطح الامامي للأغشية الرقيقة انقلابا بالطور مقداره $180°$؟

الجواب: لأن كل موجة تنعكس عن وسط معامل انكساره اكبر من الوسط الذي قدمت منه يحصل لها انقلاباً في الطور بمقدار (180°) او $(\pi\, rad)$.

2- لو اجريت تجربة يونك تحت سطح الماء، كيف يكون تاثير ذلك على طراز التداخل؟

الجواب: طول موجة الضوء في الماء تقصر عما هي الهواء حسب العلاق الاتية:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

وبما ان الحزم المضيئة والمظلمة تتناسب مواقعها مع الطول الموجي (λ)، فان الفواصل بين هدب التداخل ستقل.

حسب العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$.

2016 دور ثالث

لو اجريت تجربة يونك تحت سطح الماء، كيف يكون تاثير ذلك على طراز التداخل؟

الجواب: طول موجة الضوء في الماء تقصر عما هي الهواء حسب العلاق الاتية:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

وبما ان الحزم المضيئة والمظلمة تتناسب مواقعها مع الطول الموجي (λ)، فان الفواصل بين هدب التداخل ستقل. حسب العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$.

2017 دور اول

1– تعزى الوان فقاعات الصابون الى ظاهرة:

a) **التداخل.** b) الحيود. c) الاستقطاب. d) الاستطارة.

2 – لو اجريت تجربة يونك تحت سطح الماء، كيف يكون تاثير ذلك على طراز التداخل؟

الجواب: طول موجة الضوء في الماء تقصر عما هي الهواء حسب العلاق الاتية:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

وبما ان الحزم المضيئة والمظلمة تتناسب مواقعها مع الطول الموجي (λ)، فان الفواصل بين هدب التداخل ستقل.

حسب العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$.

2017 دور ثاني

1 - حصول الهدب المضيئة والمظلمة في تجربة يونك ؟

ج : بسبب حيود الضوء وتداخله .

2 - في حيود الضوء، فان شرط تكون الهدب المضيء الاول(غير المركزي)ان يكون عرض الشق مساويا الى:

a) $\boldsymbol{\lambda}$

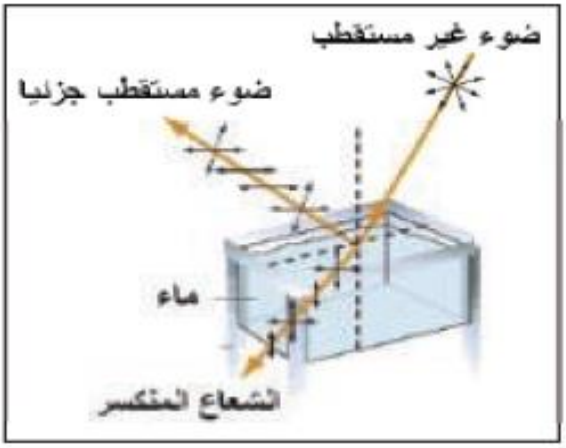
b) $\frac{\boldsymbol{\lambda}}{\boldsymbol{2sin\theta}}$

c) $\frac{\boldsymbol{3\lambda}}{\boldsymbol{2\ sin\theta}}$

d) $\frac{\boldsymbol{\lambda}}{\boldsymbol{2}}$

3 – كيف يحصل استقطاب الضوء بالانعكاس ؟ مع الرسم

ج : يحصل الاستقطاب بالانعكاس عند سقوط الضوء على سطوح عاكسة كسطح الماء في بحيره فان الضوء المنعكس يكون مستقطبا جزئيا وفي مستوي موازٍ لمستوى السطح العاكس في حين ان الضوء المنكسر يكون في مستوى سقوط الاشعة .



2017 دور ثالث

س // ظهور قرص الشمس بلون الضوء الاحمر عند شروق الشمس وعند غروبها ؟

الجواب // وذلك بسبب قلة استطارة هذا اللون وان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع اس الرابع للطول الموجي.

علي مهدي

2018 تمهيدي

1 - لو اجريت تجربة يونك تحت سطح الماء، كيف يكون تاثير ذلك على طراز التداخل؟

الجواب: طول موجة الضوء في الماء تقصر عما هي الهواء حسب العلاق الاتية:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

وبما ان الحزم المضيئة والمظلمة تتناسب مواقعها مع الطول الموجي (λ)، فان الفواصل بين هدب التداخل ستقل.

حسب العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$.

2 - علام يعتمد التداخل في الاغشية الرقيقة ؟

الجواب : 1 – سمك الغشاء . 2 – انقلاب الطور .

3 – كيف يمكن الحصول على حزمة ضوئية مستقطبة خطيا (استوائيا او كليا) من حزمة ضوئية غير مستقطبة ؟

الجواب : بوساطة طريقة الامتصاص الانتقائي باستعمال المواد النشطة بصريا .

2018 دور اول

س // ما سبب انقلاب طور الموجات المنعكسة عن السطح الامامي للغشاء الرقيق ؟

الجواب : لأن كل موجة تنعكس عن وسط معامل انكساره اكبر من الوسط الذي قدمت منه يحصل لها انقلاباً في الطور مقداره (π rad او 180^0).

2018 دور ثاني

1 – تبدو السماء بلونها الازرق الباهت عندما تكون الشمس فوق الافق نهارا ؟

الجواب :بسبب ظاهرة الاستطارة في الضوء (لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع اس الرابع للطول الموجي).

2 – كيف يتغير مقدار فاصلة الهدب في تجربة يونك بتغير كل من :

بعد الشقين عن الشاشة ، البعد بين الشقين ، الطول الموجي للضوء الاحادي المستعمل

الجواب : يزداد عندما يزداد الطول الموجي

يزداد عندما يزداد بعد الشقين عن الشاشة

يزداد عندما يقل بعد بين الشقين **حسب العلاقة الاتية** $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$

2018 دور ثالث

1 - ما طرائق الاستقطاب بالضوء ؟

الجواب : 1 – الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي . 2 – استقطاب الضوء بالانعكاس .

2 - ما الفائدة العملية من استعمال محزز الحيود ؟

الجواب : 1 – دراسة الاطياف 2 – تحليل مصادر الضوء 3 – حساب الطول الموجي للضوء .

3 – اختر الاجابة الصحيحة : أغشية الزيت الرقيقة وغشاء فقاعة صابون الماء تبدو ملونة بألوان زاهية نتيجة الانعكاس و:

(a الانعكاس. **(b التداخل.** **(c** الحيود. **(d** الاستقطاب.

2019 دور اول

1 - في تجربة يونك يحصل الهداب المضيء الاول على جانبي الهداب المركزي المضيء المتكون على الشاشة عندما يكون فرق المسار البصري مساويا الى:

$(a \quad \frac{1}{2}\lambda$

$(b \quad \lambda$

$(c \quad 2\lambda$

$(d \quad 3\lambda$

علي مهدي احمد

2 – كيف يجب ان يكون السمك البصري للغشاء الرقيق لكي نحصل على التداخل البناء؟

الجواب : اذا كان سمك الغشاء البصري مساويا لارباع فردية من طول موجة الضوء الاحادي الساقط عليه . اي ان ؛

$nt = 1 \times \frac{1}{4}\lambda , 3 \times \frac{1}{4}\lambda , 5 \times \frac{1}{4}\lambda , \ldots\ldots\ldots$ **حيث n يمثل معامل انكسار الوسط (الغشاء) الذي سمكه t**

2019 دور ثاني

س// ماذا يحصل للضوء الساقط على غشاء رقيق (مثل غشاء فقاعة الصابون ؟

الجواب : نشاهد اغشية فقاعة الصابون ملونة بألوان الطيف الشمسي ، وسبب ذلك التداخل بين موجات الضوء الابيض المنعكسة عن السطح الأمامي والسطح الخلفي للغشاء الرقيق .

2019 دور ثالث

س // ضع صح او خطا : يحصل التداخل الاتلافي اذا كان فرق المسار البصري بين الموجتين المتداخلتين يساوي صفرا أو اعداد صحيحة من طول موجة .

الجواب : خطأ . اعداد فردية من نصف طول موجة .

علي مهدي احمد