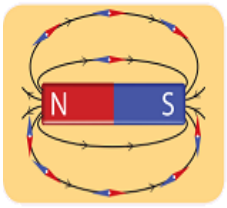
مراجعات في الفيزياء

(الكهرباء – والالكترونيات)

2026

مراجعة لنظري المغناطيسية :

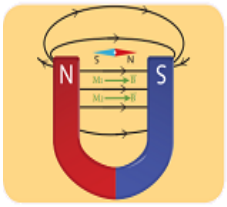


س1: نضع نواة من الحديد بين قطبي مغناطيس نضوي

Ⓐ - اشرح مايحدث مع التعليل وبماذا نستفيد من ذلك ؟

Ⓑ - اكتب العلاقة المعبرة عامل النفاذية المغناطيسي شارحا" دلالات الرموز وواحداتها .

Ⓒ -يتعلق عامل الإنفاذ المغناطيسي بعاملين ماهما ؟ الجواب:



Ⓐ- تتقارب خطوط الحقل المغناطيسي عند طرفي النواة وتتكاثف خطوط الحقل المغناطيسي داخل الحديد حيث تتمغنط نواة الحديد ويتولد منها حقل مغناطيسي $\vec{B'}$ يضاف إلى الحقل المغناطيسي الأصلي الممغنط $\vec{B}$ فيتشكل حقل مغناطيسي كلي $\vec{B}_t$. ويستفاد من ذلك يزيادة شدة الحقل المغناطيسي .

Ⓑ : $\mu = \frac{B_t}{B}$

$\mu > 1$: عامل النفاذيه المغناطيسيه لا واحده له

B : شدة الحقل المغناطيسي الممغنط (تسلا)

B_t : شدة الحقل المغناطيسي الكلي داخل الحديد(تسلا)

Ⓒ-1 طبيعة الماده من حيث قابليتها للتمغنط 2 - شدة الحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$

عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة:

① عند وضع ابرة مغناطيسية محور دورانها أفقي عند أحد القطبين المغناطيسيين فإنها تستقر بوضع شاقولي وتصنع مع الأفق زاوية قياسها تقريبا (90)درجة وعند نقل الإبرة إلى خط الاستواء يصبح قياس الزاوية مع الأفق(0) درجة .

② : يعيّن شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي بواسطة زاويتي الميل والانحراف حيث :

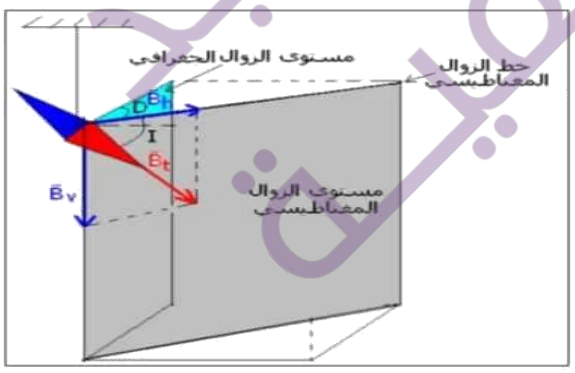
زاوية الميل: هي الزاوية المحصورة (بين منحى الإبرة وخط الأفق).

زاوية الانحراف: (هي الزاوية المحصورة بين مستوي الزوال المغناطيسي ومستوي الزوال الجغرافي للأرض) ويتغيّر مقدارها بين $(180^0 - 0^0)$

③ يمكن تحليل شعاع الحقل المغناطيسي إلى مركبتين :

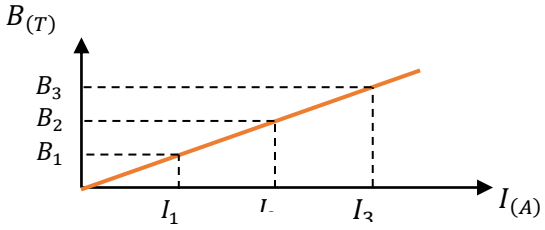
المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي : $(B_H = B.\cos i)$ المركبة الشاقولية للحقل المغناطيسي الأرضي : $(B_v = B.\sin i)$

ملاحظة هامة جداً: تأخذ الإبرة المغناطيسية لبوصلة محور دورانها شاقولي منحى (المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_H$)في مستوي الزوال المغناطيسي في حين تأخذ الإبرة المغناطيسية الحرة الحركة منحى (الحقل المغناطيسي الكلي $\vec{B}$)



س2 : نشاط يبين الجدول التالي النتائج التجريبية لقياس شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن مرور التيار الكهربائي المتواصل في دارة (سلك مستقيم في نقطة تقع على بعد معين من السلك او في مركز ملف دائري أو في مركز وشيعة) :

$I(A)$	0	I_1	$I_2=2I_1$	$I_3 = 3I_1$
$\boldsymbol{B(T)}$	**0**	$\boldsymbol{B_1}$	$B_2=2B_1$	$B_3 = 3B_1$



1-احسب ميل الخط البياني ماذا تستنتج ؟

$\frac{B_1}{I_1} = \frac{B_2}{I_2} = \frac{B_3}{I_3} = const$ (ميل المستقيم)

$\frac{B}{I} = k \Rightarrow B = k.I$

نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي تتناسب طردا" مع شدة التيار المار في الدارة .

2-بفرض ان (K) ثابت يمثل ميل المستقيم مالعاملين اللذين يتعلق بهما ؟

يتعلق K بكل من :

1 الطبيعة الهندسية للدارة : شكل الدارة وموضع النقطة بالنسبة لها k'

2 عامل النفاذية المغناطيسية في الخلاء $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\ T.m.A^{-1}$

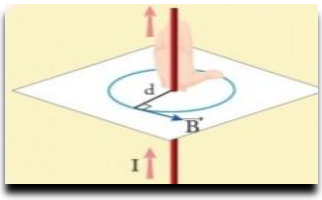
3- اكتب علاقة شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي موضحا" دلالات الرموز ؟

$B = k.I$ لكن $K = \mu_0.K`$ وبالتالي : $B = \mu_0.K`.I$

$$B = 4\pi \times 10^{-7}.K`.I$$

I : شدة التيار الكهربائي (A) , B :شدة الحقل المغناطيسي (T) و $(K`)$ ثابت يتعلق بالطبيعة الهندسية للدارة .

س3:- عدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي لتيار مستقيم طويل في نقطه a تبعد مسافه d عن محور السلك ؟



الجواب : نقطة التأثير : النقطة المعتبرة

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالسلك والنقطة المعتبرة .

الجهة: عملياً: من القطب الجنوبي الى القطب الشمالي لإبرة مغناطيسية نضعها في النقطة المعتبرة بعد استقرارها

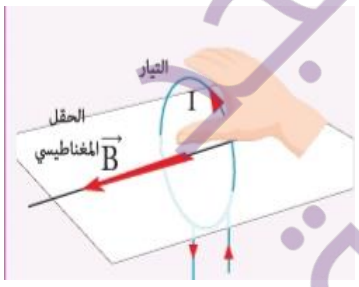
نظرياً: قاعدة اليد اليمنى : الساعد يوازي السلك -نضع اليد اليمنى فوق السلك بحيث يدخل التيار من الساعد و يخرج من الأصابع - باطن الكف باتجاه النقطة المعتبرة.

- يشير الإبهام لجهة شعاع الحقل المغناطيسي .

الشدة : $B = 4\pi \times 10^{-7}.K`.I \rightarrow k` = \frac{1}{2\pi d}$

$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$ حيث (d) بعد النقطة عن السلك

س4 : عدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن ملف دائري في مركزه؟ (العناصر)



الحامل: العمود على مستوى الملف .

الجهة: عملياً: من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لإبره مغناطيسيه نضعها في مركز الملف بعد استقرارها.

نظرياً: قاعدة اليد اليمنى : اليد اليمنى فوق الملف بحيث يدخل التيار من الساعد و يخرج من الأصابع - باطن الكف باتجاه مركز الملف .

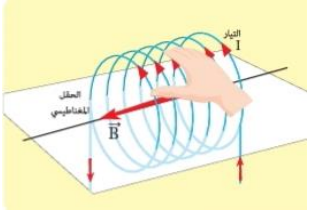
- يشير الإبهام لجهة شعاع الحقل المغناطيسي .

الشدة : $B = 4\pi \times 10^{-7}.K`.I$

$k` = \frac{N}{2r}$

$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N.I}{r}$ حيث (N) عدد لفات الملف ، (r) نصف قطر وسطي للملف

س5: عدد عناصر الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل يمر في ملف حلزوني (وشيعة)؟



الحامل: محور الوشيعة .

الجهة:

عملياً: من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لإبره مغناطيسيه نضعها في مركز الوشيعة بعد استقرارها

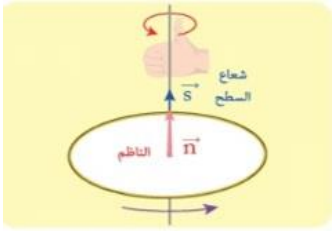
نظرياً: قاعدة اليد اليمنى : - اليد اليمنى فوق الوشيعة الأصابع توازي أحد الحلقات بحيث يدخل التيار من الساعد و يخرج من الأصابع.

- يشير الإبهام الذي يعامد الأصابع إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي

الشدة : $B = 4\pi \times 10^{-7}.K`.I$

$$k` = \frac{N}{l}$$

$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N.I}{l}$ حيث (l) طول محور الوشيعة .



س6: اكتب عبارة شعاع السطح لداره مستويه ثم عدد عناصره ؟

الجواب : $\vec{S} = S.\vec{n}$

الحامل : شعاع الناظم

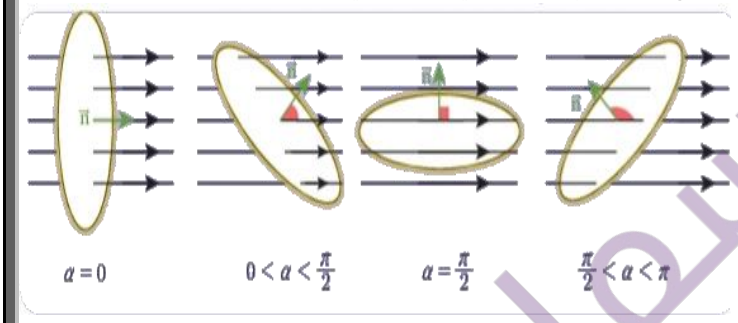
الجهة: بجهة الناظم دوما"

الشدة : (S)مساحة سطح الدارة ،واحدتها m^2

س7-عرف التدفق المغناطيسي الذي يجتاز داره كهربائية ثم بين متى يكون : معدوماً –أعظمياً؟ ومتى يكون بنصف قيمته العظمى؟

الجواب :

يعبر التدفق المغناطيسي عن عدد خطوط الحقل المغناطيسي التي تجتاز سطح دارة كهربائية مستوية مغلقة ويعطى بالعلاقة :



$$\emptyset = \vec{B}.\vec{S} = B.S.\cos\alpha$$

إذا احتوى الملف N لفه : $\overline{\emptyset} = N.B.S.\cos\alpha$

حيث (α) الزاوية بين شعاع الحقل المغناطيسي وشعاع الناظم

يكون التدفق أعظمياً :

$\emptyset_{max} = N.B.S$ عندما تكون $\cos\alpha = 1$ أي $(\alpha = 0)$

ويكون التدفق معدوم : $\emptyset = 0$ عندما $\cos\alpha = 0$ أي $\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right)$

- عندما $\alpha = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = \frac{1}{2}\Phi_{max}$

بعض القوانين الهامة لحل المسائل: الحقل المغناطيسي المتولد عن:

سلك مستقيم : $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$

ملف دائري : $B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N.I}{r}$

وشيعة : $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N.I}{l}$

N: عدد اللفات الكلي في الوشيعة و l :طول محور الوشيعة ، $\left[\text{عدد الطبقات}\right] = \frac{N}{N`}$

حيث : $N`$ وأن $l = 2r`.N`$

$N`$ : عدد اللفات في الطبقة الواحدة - $2r`$: قطر (ثخن) السلك المستخدم أو: $\grave{N} = \frac{\ell}{2r`}$

$l`$ حيث ( $l` = 2\pi r.N$: طول سلك الوشيعة أوالملف الدائري ، $2\pi r$: محيط اللفة الواحدة)

- دوران الالكترون حول النواة : يشبه مرور تيار صغير في داره مغلقه فإذا انفرد الكترون في دورانه حول النواة فإنه يكسب الذرة خصائص مغناطيسيه أما إذا دار الكترونان بجهتين متعاكستين فإن الخصائص المغناطيسية المتولدة عن أحدهما تلغي خصائص الآخر

- دوران الالكترون حول محوره : يعتبر تيار متناهي في الصغر فإذا انفرد الكترون في دورانه حول محوره فإنه يكسب الذرة خصائص مغناطيسيه أما إذا دار الكترونان بجهتين متعاكستين فإن الخصائص المغناطيسية المتولدة عن أحدهما تلغي خصائص الآخر

- حركة الشحنات داخل النواة تكسبها صفه مغناطيسيه صغيره جداً .

إذا وجدت قطعة حديد في حقل مغناطيسي خارجي تتوجه ثنائيات الأقطاب المغناطيسية داخل القطعة باتجاه الحقل المغناطيسي الخارجي أي تكون أقطابها الشمالية المغناطيسية باتجاه الحقل المغناطيسي الخارجي ،وتصبح محصلتها غير معدومة ، لذا تصبح قطعة الحديد ممغنطة .

اختر الإجابة الصحيحة لكُل مما يأتي:

1- وشيعة طولها (l) نمرر فيها تياراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $I = 5\ A$، يولّد حقلاً مغناطيسيّاً في مركزها شدّته $2\pi \times 10^{-3}\ T$، فإذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره $2\ mm$ بلفات متلاصقة، فيكون عدد طبقات الوشيعة:

A	1 طبقة	b	2 طبقة	c	5 طبقة	d	4 طبقة

2- التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة مستوية في الخلاء معدوماً عندما:

A	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = 0$	b	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = \pi/4$	c	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = \pi/2$	d	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = \pi$

3- التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة مستوية في الخلاء يساوي نصف قيمته العظمى عندما:

A	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = 0$	b	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = \pi/4$	c	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = \pi/2$	d	$(\widehat{\vec{B},\vec{n}}) = \frac{\pi}{3}$

4- تعطى شدّة المركبة الأفقيّة للحقل الأرضي B_H، بالعلاقة الرياضيّة:

a	$B_H = B_v \cos i$	b	$B_H = B \sin i$	c	$B_H = B \cos i$	d	$B_H = B_v \sin i$

5- تعطى شدّة المركبة الشاقولية للحقل الأرضي B_v، بالعلاقة الرياضيّة:

a	$B_v = B_v \cos i$	b	$B_v = B \sin i$	c	$B_v = B \cos i$	d	$B_v = B_v \sin i$

6- سلكان شاقوليان طويلان يمرّ فيهما تياران كهربائيان (I_1,I_2) بجهة واحدة، حيث $(I_1 < I_2)$ فيتولّد عنهما حقلان مغناطيسيان (B_1,B_2) على الترتيب فتكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل B لهما عند نقطة تقع بين السلكين في منتصف المسافة بينهما هي :

a	$B = B_2 - B_1$	b	$B = \frac{B_1}{B_2}$	c	$B = \frac{B_2}{B_1}$	d	$B = B_2 + B_1$

7- سلك نحاسي مستقيم طويل نمرر في سلكه تيار كهربائي شدته (I) فتكون شدة الحقل المغناطيسي (B) في نقطة تبعد عنه مسافة (d) نجعل شدة التيار $(I` = 2I)$ ففي نقطة تبعد عن السلك مسافة $(d` = 6d)$ تصبح شدة الحقل (B'):

a	B	b	$3B$	c	$4\ B$	d	$\frac{1}{3}B$

8-يعرف شعاع السطح $\vec{S}$ بالعلاقة :

a	$\vec{S} = S\vec{n}$	b	$\vec{S} = \vec{S}n$	c	$\vec{S} = \frac{\vec{S}}{n}$	d	$\vec{S} = \frac{\vec{n}}{S}$

9- عند وضع إبرة مغناطيسية محور دورانها أفقي على أحد القطبين المغناطيسين فإنها تستقر بوضع:

a	أفقي وتصنع مع خط الأفق زاوية 90^0	b	أفقي وتصنع مع خط الأفق زاوية 0^0	c	شاقولي وتصنع مع خط الأفق زاوية 90^0	d	شاقولي وتصنع مع خط الأفق زاوية 0^0

10- وشيعة حلقاتها متلاصقة قطر سلكها $2\ mm$ وطولها $0.5\ m$ عدد لفاتها $N = 1000$ لفة متماثلة فيكون عدد طبقاتها:

A	ثمانية طبقات	b	طبقة واحدة	c	أربع طبقات	d	طبقتين

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: نضع سلكين شاقولين طويلين في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي البعد بين منتصفهما $c_1.c_2$ يساوي $80\ cm$ ثم نضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة c الواقعة بين $c_1.c_2$ وتبعد عن c_1 مسافة $20\ cm$ نمرر في السلك الأول تيارا شدته $4\ A$ ونمرر في السلك الثاني تيار شدته $6A$ له جهة التيار في السلك الأول. **المطلوب:**

1- احسب الزاوية التي تنحرف فيها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي ... باعتبار $B_H = 2 \times 10^{-5}\ T$.

2- حدد النقطة c` بين $c_1.c_2$ التي إذا وضعت الإبرة فيها لا تنحرف (النقطة التي تكون فيها شدة الحقل الناتج عن السلكين معدومة).

الحل:

$d = 80 \times 10^{-2}m$
$d_1 = 20 \times 10^{-2}m$
$d_2 = 60 \times 10^{-2}m$
$I_1 = 4\,\text{A}, I_2 = 6\,\text{A}$

طلب 1: $B_1 = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d_1}$

$B_1 = 2 \times 10^{-7}\frac{4}{2 \times 10^{-1}}$
$B_1 = 4 \times 10^{-6}\text{T}$
$B_2 = 2 \times 10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$
$B_1 = 2 \times 10^{-7}\frac{6}{6 \times 10^{-1}}$
$B_1 = 2 \times 10^{-6}\text{T}$
$B = B_1 - B_2$
$B = (4-2)10^{-6} = 2 \times 10^{-6}\text{T}$

الإبرة تأخذ منحى $\vec{B}_H$ قبل مرور تيار ومنحى محصلة $\vec{B}_H$ و محصلة $\vec{B}$ بعد مروره.

$\tan\theta = \frac{B}{B_H}$
$\tan\theta = \frac{2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}} = 10^{-1} < 0.24$
$\theta = tan\theta = 0.1$
$\theta = 0.1rad$

طلب 2: $\boldsymbol{B = 0}$

على حامل واحد و بجهتين متعاكستين $B_1 = B_2$

$2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d`} = 2 \times 10^{-7}\frac{I_2}{d``}$
$\frac{I_1}{d`} = \frac{I_2}{d``} \Rightarrow \frac{4}{d`} = \frac{6}{d``}$
$2d`` = 3d`$
$d`` = \frac{3d`}{2}$
لكن $d` + d`` = 80 \times 10^{-2}$
$d` + \frac{3d`}{2} = 80 \times 10^{-2}$
$\frac{5d`}{2} = 80 \times 10^{-2}$
$d` = 32 \times 10^{-2}\text{m}$
$d`` = 48 \times 10^{-2}\text{m}$

المسألة الثانية: وشيعة طولها 80 cm، مؤلفة من 800 لفة، محورها الأفقي يعامد خط الزوال المغناطيسي، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة محور دورانها شاقولي، ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدّته (I)، **والمطلوب:**

1- احسب شدة التيار المار علما" بإن شدّة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة $B = 2 \times 10^{-5}T$.

2- احسب زاوية انحراف إبرة مغناطيسيّة موضوعة عند مركز الوشيعة باعتبار أن المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H =$ $2 \times 10^{-5}\,\text{T}$.

3- إذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره 2mm، احسب عدد طبقات الوشيعة.

4- نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقة دائريّة مساحتها 3cm^2، بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 30^0، احسب التدفق المغناطيسي عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

الحل:

$\ell = 80 \times 10^{-2}\text{m}$
$N = 800$لفة
$B = 2 \times 10^{-5}\text{T}$

طلب 1: $\boldsymbol{B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N\,I}{\ell}}$

$I = \frac{B.\ell}{4\pi \times 10^{-7}.N}$
$I = \frac{2 \times 10^{-5} \times 8 \times 10^{-1}}{\frac{25}{2} \times 10^{-7} \times 800}$
$I = 16 \times 10^{-3}\text{A}$

طلب 2: الإبرة تأخذ منحى $\vec{B}_H$ قبل مرور تيار ومنحى محصلة $\vec{B}_H$ و وشيعة $\vec{B}$ بعد مروره.

$\tan\theta = \frac{B}{B_H}$
$\tan\theta = 1 \rightarrow \theta = \frac{\pi}{4}\,rad$

طلب 3:

$\boldsymbol{2r` = 2 \times 10^{-3}\text{m}}$
$N` = \frac{\ell}{2r`} = \frac{80 \times 10^{-2}}{\boldsymbol{2 \times 10^{-3}}} = 400$لفة
عدد الطبقات $= \frac{N}{N`} = \frac{800}{400} = 2$ طبقة

طلب 4:

$N = 1$
$S = 3 \times 10^{-4}m^2$
$\alpha = 30^0 = \frac{\pi}{6}rad$
$\phi = N\,B\,S\cos\alpha$
$\phi = 1 \times 2 \times 10^{-5} \times 3 \times 10^{-4} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$
$\phi = 3\sqrt{3} \times 10^{-9}\,web$

المسألة الثالثة: وشيعة طولها $(l = 0.4m)$ عدد لفاتها $(N = 1000)$ لفة نصف قطر مقطعها $(r = 2\,cm)$ مؤلفة من حلقات متلاصقة من سلك نحاسي معزول قطر مقطعه $\left(2r`_{\text{سلك}} = 2mm\right)$ نمرر في سلكها تيارا" كهربائيا" متواصلا" شدته $(I = 8\,A)$ **والمطلوب:**

1. احسب شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة.
2. احسب طول سلك الوشيعة وعدد طبقاتها.

طلب 1:	طلب2:	
$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N\,I}{\ell}$ $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{10^3 \times 8}{4 \times 10^{-1}}$ $B = 8\pi \times 10^{-3}$ $B = 25 \times 10^{-3} T$	$\ell` = 2\pi r \times N$ $\ell` = 2\pi \times 2 \times 10^{-2} \times 10^3$ $\ell` = 125\ m$	$N` = \frac{\ell}{2r`} = \frac{4 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-3}} = 200$ عدد الطبقات $= \frac{N}{N`} = \frac{1000}{200}$ عدد الطبقات $= 5$ طبقات

المسألة الرابعة: ملف دائري قطره الوسطي $(10\ cm)$ يولّد عند مركزه حقل مغناطيسي قيمته تساوي قيمة الحقل المغناطيسي المتولد عن وشيعه يمر فيها التيار نفسه عدد لفاتها (100) لفة وطولها $(20\ cm)$، **المطلوب:**

1) احسب عدد لفات الملف الدائري.
2) احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الملف إذا كان فرق الكمون بين طرفي الملف $(U = 10\ V)$ ومقاومته $(R = 100\ \Omega)$.

ملف: $2r = 10 \times 10^{-2} m$ $r = 5 \times 10^{-2}\ m$ وشيعة: $N_2 = 100$ $\ell = 0.2\ m$ طلب 1: ملف وشيعة $B_1 = B_2$ $2\pi \times 10^{-7} \frac{N_1 I}{r} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N_2 I}{\ell}$ $\frac{N_1}{r} = \frac{2 \times N_2}{\ell}$	$\frac{N_1}{5 \times 10^{-2}} = \frac{2 \times 100}{2 \times 10^{-1}}$ $N_1 = 50$ لفة	طلب 2: $U = R\,I$ $I = \frac{U}{R} = \frac{10}{100} = 0.1\ A$ ملف $B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N\,I}{r}$ $= 2\pi \times 10^{-7} \frac{50 \times 0.1}{5 \times 10^{-2}}$ $B = 2\pi \times 10^{-5}\ T$

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي (الكهرطيسيه)

تجربة1 : نصل دارة إنبوب الأشعة المهبطية فتتولد حزمة الكترونيه :

1- **ما شكل مسارهذه الحزمة؟**
2- **ماذا يحدث عند عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من الأنبوب؟**
3- **ماذا يحدث إذا قربنا القطب الجنوبي للمغناطيس من الأنبوب ؟**
4- **فسرذلك باستخدام العلاقة الرياضة المناسبة؟**

الحل : 1- مسار الحزمة الالكترونية مستقيم

2- تنحرف الحزمة الالكترونية

3– تنحرف الحزمة الالكترونية باتجاه معاكس لانحرافها الأول

4- يؤثر الحقل المغناطيسي في الجسيمات المتحركة المشحونة بقوه مغناطيسيه تغير مسار الحركة : $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

وتتغير جهة هذه القوه بتغير جهة الحقل المغناطيسي المؤثر .

س1-: عدد العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية ثم:

1"- اكتب عبارتها الشعاعية وعدد عناصرها ؟ 2"- متى تكون عظمى ومتى تكون معدومة ؟

الجواب: تتناسب شدة القوة المغناطيسية طرداً مع:

1-مقدار الشحنة المتحركة q. 2- سرعة الشحنة v. 3- شدة الحقل المغناطيسي المؤثر B.

4- $sin\,\theta$ حيث θالزاوية بين شعاع سرعة الشحنة وشعاع الحقل المغناطيسي.

1"- $\vec{F} = q.\vec{v} \wedge \vec{B}$

نقطة التأثير: الشحنة المتحركة.

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بشعاع السرعة $\vec{v}$ وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$.

الجهة: تحددها قاعدة اليد اليمنى:

- الساعد يوازي $\vec{v}$ والأصابع بجهة $\vec{v}$ إذا كانت الشحنة موجبة وبعكس جهة $\vec{v}$ إذا كانت الشحنة سالبه
- يخرج شعاع الحقل المغناطيسي من راحة الكف
- ويشير الإبهام لجهة قوة لورنز المغناطيسية $\vec{F}$

الشدة: $F = q.v.B\sin\theta$ حيث θ الزاوية المحصورة بين شعاع الحقل المغناطيسي وشعاع السرعة

2" :- $F_{\text{عظمى}} = q.v.b \Rightarrow$ عندما

$$\sin\theta = 1 \Rightarrow \left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \vec{v} \perp \vec{B}$$

عندما $(F = 0 \Rightarrow \sin\theta = 0)$

$$\Rightarrow (\theta = 0) \text{او} (\theta = \pi) \Rightarrow \vec{v} \;//\; \vec{B}$$

س2- : الكترون شحنته (e) يدخل منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $(\vec{B})$ بسرعة ابتدائية $(\vec{v} \perp \vec{B})$ والمطلوب:

①- ادرس حركة الإلكترون داخل الحقل وبرهّن انها دائرية منتظمة؟

②-استنتج العلاقة المعبرة عن نصف قطر المسار الدائري لأحد الإلكترونات المتحركة ضمن الحقل؟ ③- اكتب عبارة دور حركتهُ؟

① القوى الخارجية المؤثرة: - بإهمال ثقل الالكترون

- يخضع الإلكترون فقط لتأثيرالقوة المغناطيسية: $\vec{F} = e.\vec{v} \wedge \vec{B}$

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{مغناطيسية}} = m_e.\vec{a}$$

وبالتالي: $m_e.\vec{a} = e.\vec{v} \wedge \vec{B}$

$$\vec{a} = \frac{e}{m_e}.\vec{v}\Lambda\vec{B}$$

من خواص الجداء الشعاعي $\vec{a} \perp \vec{B}$ و $\vec{a} \perp \vec{v}$

$a_t = 0$ $\quad a_c = a = \frac{v^2}{r}$

((فالحركة دائريه منتظمة))

②- $F_{\text{مغناطيسية}} = F_C$ (قوة جاذبة مركزية) $\Rightarrow$

$$e.v.B = m_e.a_c$$

$$e.v.B = m_e.\frac{v^2}{r}$$

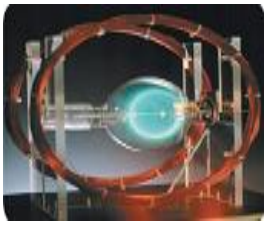
$$r = \frac{m_e.v}{e.B}$$

m_e: كتلة الالكترون , e :القيمة المطلقة لشحنة الالكترون

v :سرعة الالكترون , B :شدة شعاع الحقل المغناطيسي

ملاحظة: بما أن $\vec{v}$ محمول على المماس فإن التسارع المماسي معدوم فالتسارع ناظمي وحركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها حقل مغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

③- الدور $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi.r}{v} = \frac{2\pi.m_e}{e.B}$



تجربة : في تجربة ملفي هلمهولتز تتولد حزمه الكترونيه مسارها دائري فسر ذلك ؟

يؤثر في الحزمة الالكترونية التي تتحرك بسرعة تعامد خطوط الحقل بقوه مغناطيسيه عموديه على شعاع سرعتها فتكسبها تسارع ناظمي ثابت (جاذب) مركزي لذلك تكون الحركة دائريه منتظمة

أي يحدث تغير في حامل و جهة شعاع السرعة وليس في شدتها (قيمتها).

وعند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في الملفين تزداد شدة الحقل المغناطيسي المتولد عنهما فينقص نصف قطر المسار الدائري

اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

①- عندما يدخل الإلكترون في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بسرعة $\vec{v}$ ، تعامد خطوط الحقل المغناطيسي (بإهمال ثقل الإلكترون) فإن:

❶: فإن حركة الإلكترون داخل الحقل المغناطيسي هي:

A	دائرية متغيرة بانتظام	b	دائرية منتظمة	c	مستقيمة منتظمة	d	مستقيمة متغيرة بانتظام

❷:وإن شعاع سرعته المعامد لشعاع الحقل المغناطيسي:

a	تتغير شدّته فقط	b	تبقى شدّته ثابتة	c	يتغير حامله وشدّته	d	يتغير حامله فقط

س3: استنتج عبارة شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في سلك طوله (L) ومساحة مقطعه (S)والكثافة الحجمية للإلكترونات الحرة فيه(n)علما" ان الناقل يجتازه تيارمتواصل شدته (I)ويخضع لحقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ؟

الجواب: إن الحقل المغناطيسي يؤثر في السلك الذي يمر فيه تيار كهربائي بقوة كهرطيسية تساوي محصلة القوى المغناطيسية المؤثرة في الشحنات المتحركة داخل السلك (الإلكترونات)

بفرض ان طول السلك (L) ومساحة مقطعه (s) والكثافة الحجمية للإلكترونات الحرة فيه (n) يكون عدد الإلكترونات الحرة فيه $N = n \times s \times L$ وعند تطبيق فرق كمون بين طرفي السلك فإن الإلكترونات الحرة تتحرك بسرعة ثابتة وتخضع هذه الإلكترونات إلى تأثير القوة المغناطيسية فتكون القوة الكهرطيسية مساوية جداء عداد الإلكترونات في القوة المغناطيسية أي: $F_{\text{كهرطيسية}} = N.F_{\text{مغناطيسية}}$

$$F_{\text{كهرطيسية}} = N.e.v.\mathrm{B}.\sin\theta$$

لكن $q = N.e$ ، $v = \frac{L}{\Delta t}$

$$F = \frac{q}{\Delta t}\, L.B.\sin\theta$$

لكن $I = \frac{q}{\Delta t}$

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

$(I\vec{L}, \vec{B})$ ، $\hat{\theta} = (I\vec{L}, \vec{B})$: شعاع التيار حامله الناقل وجهته بجهة التيار

س4 -عدد العوامل التي تتعلق بها شدة القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس) ثم اكتب العلاقة التي تجمع بين هذه العوامل:

الجواب:_تبين التجربة أن شدة القوة الكهرطيسّية تتناسب طردا" مع :

1- شدة التيار الكهربائي I

2- شدة الحقل المغناطيسي المؤثّرة (B)

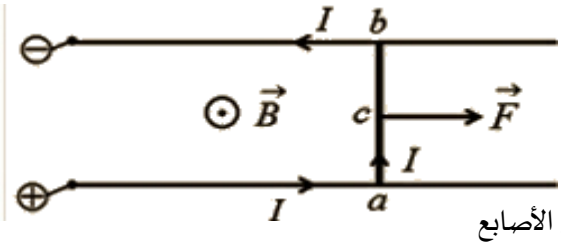
3- طول جزء الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي (L)

4- $\sin\theta$ حيث (θ)الزاويه بين الناقل وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$

علاقة شدة القوه الكهرطيسية : $(F = I.L.B.\sin\theta)$

س5- أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية ثم وضح عناصرها في تجربة السكتين الكهرطيسية مع الرسم ؟ و متى تكون عظمى ومتى تكون معدومة ؟ الجواب :

العبارة الشعاعية : $\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$

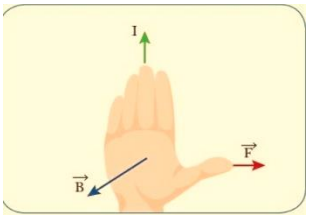


نقطة التأثير: منتصف جزء الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$

الجهة: تحقق الأشعة $\left[I\vec{L},\vec{B},\vec{F}\right]$ ثلاثية مباشره وفق قاعدة اليد اليمنى:

- نجعل اليد اليمنى فوق الناقل بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
- يخرج الحقل المغناطيسي $\vec{B}$من راحة الكف
- يشير الابهام لجهة القوة الكهرطيسية $\vec{F}$



الشدة : $F = I.L.B.\sin\theta$

ملاحظة : $F_{\text{كهرطيسية}} = I.L.B \Rightarrow \sin\theta = 1$ (عظمى)

$$\Rightarrow \left(\theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow I\vec{L} \perp \vec{B}\right)$$

$F_{\text{كهرطيسية}} = 0 \Rightarrow \sin\theta = 0$ (معدومة)

$$\Rightarrow (\theta = 0)\text{أو}(\theta = \pi) \Rightarrow I\vec{L} \,//\, \vec{B}$$

س6: اكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية المؤثرة في دولاب بارلو ثم عدد عناصرها بفرض أن نصفه السفلي يخضع لحقل مغناطيسي منتظم يعامد مستويه موضحا" اجابتك بالرسم ؟

1"- العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب: $\vec{F} = I\vec{r} \wedge \vec{B}$

2"-العناصر :

نقطة التأثير : منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

الحامل : عمود على المستوى المحدد بنصف القطر الشاقولي السفلي وشعاع الحقل المغناطيسي المنتظم $\vec{B}$

الجهة : تحقق الأشعة $\left[I\vec{r},\vec{B},\vec{F}\right]$ ثلاثية مباشره وفق قاعدة اليد اليمنى:

نجعل اليد اليمنى منبسطة على نصف القطر الشاقولي السفلي يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

- يخرج شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ من راحة الكف .
- يشير الإبهام لجهة القوة الكهرطيسية $\vec{F}$

الشدة : تعطى بالعلاقة : $(F = I.r.B.\sin\theta)$ وبما أن $\left(I\vec{r} \perp \vec{B}\right)$ أي $\theta = \frac{\pi}{2}$ فإن $\sin\theta = 1$ فإن $(F = I.r.B)$

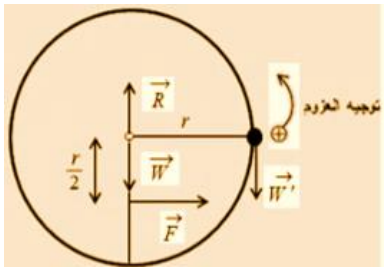
ملاحظة تجريبية هامة :عند إغلاق دارة الدَولاب فإنه يدور بتأثير عزم القوة الكهرطيسية وعندما تنعكس جهة التيار أو جهةُ الحقل المغناطيسي فإن جهة الدَّوران تنعكس أيضا".

ملاحظات للمسائل لدولاب بارلو :

1- عزم القوه الكهر طيسيه التي يخضع لها الدولاب حول محور الدوران: $\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = d.F = \frac{r}{2}.F$

2- لحساب الاستطاعة الدورانية: $\omega = 2.\pi.f = \frac{2\pi}{T}$ حيث $= \Gamma_{\vec{F}/\Delta} \times \omega$

3 - حساب الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الافقي لمنع الدولاب من الدوران :



القوى الخارجية المؤثره :

- ثقل الدولاب $\vec{W}$ ، - القوه الكهرطيسية $\vec{F}$

- رد فعل محور الدوران $\vec{R}$ ،- ثقل الكتلة المعلقة $\overrightarrow{W'}$

- شرط التوازن الدوراني: $\sum \Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 0$

$$\overline{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\overrightarrow{W'}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = 0$$

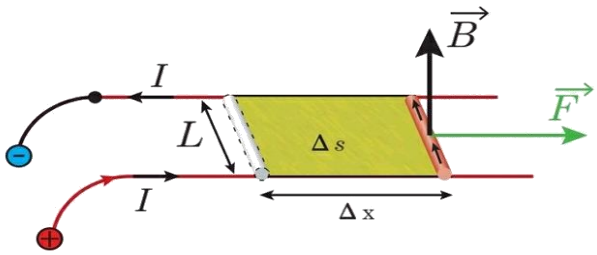
نختار جهة موجبة للدوران جهة معاكسة لدوران عقارب الساعة

عزوم $\bar{\Gamma}_{\overrightarrow{W}/\Delta} = \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$

حواملها تلاقي محور الدوران ونتابع $-r \times m`.g + \frac{r}{2} \times F = 0$

س7 : استنتج عبارة عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل) واذكر نص النظرية موضحاً اجابتك بالرسم من خلال تجربة السكتين الكهرطيسية وبفرض أن شعاع الحقل المغناطيسي يعامد مستوي السكتين ؟ الجواب:

تنتقل الساق موازيه لنفسها مسافة Δx فتمسح سطحاً قدره:



- $\Delta S = L.\Delta x$
- تنتقل نقطة تأثيرها على حاملها وبجهتها مسافة Δx
- فتقوم بعمل محرك (موجب) $(W > 0)$

$W = F.\Delta x$

$F = I.L.B.\sin\theta$ وبفرض أن $\sin\theta = 1$

$F = I.L.B$

وبالتالي

$W = I.L.B.\Delta x$ وبما أن $\Delta s = L.\Delta x$

$W = I.B.\Delta S$ وبما أن $\Delta\emptyset = B.\Delta S > 0$

$(W = I.\Delta\emptyset > 0)$

نص نظرية مكسويل : إذا انتقلت داره أو جزء من داره في منطقه يسودها حقل مغناطيسي فإن عمل القوة الكهرطيسية المسبّبة لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار في تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها .

ملاحظة للمسائل في تجربة السكتين الكهرطيسية:

أو $W = F.\Delta x$ على حسب المعطيات وتذكر أن $\Delta x = v.\Delta t$

لحساب الإستطاعة الميكانيكية : $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F.\Delta x}{\Delta t} = F.v$

تأثير الحقل المغناطيسي على إطار مستطيل يمر فيه تيار كهربائي:

تجربة:

نأخذ إطار مستطيل ونعلقه بسلك عديم الفتل بحيث يمكنه أن يدور حول محور شاقولي نؤثر فيه بحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية توازي مستوي الإطار

$$\vec{n} \perp \vec{B} \Longrightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} \Longrightarrow \cos\alpha = 0 \Longrightarrow \Phi = 0$$

نمرر في الإطار تياراً كهربائياً فنلاحظ أن الإطار يدور ويستقر في وضع تصبح فيه خطوط الحقل ناظمية على مستوي الإطار

فسر سبب دوران الإطار:

يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الإطار بمزدوجة كهرطيسية تنشأ عن قوتين كهرطيستين مؤثرتين في الضلعين الشاقولين وتعمل على تدوير الإطار حول محور دورانه من وضعه الأصلي حيث $\Phi = 0$ إلى وضع توازنه المستقر حيث يكون التدفق المغناطيسي الذي يجتازه أعظمياً.

س8: اذكر قاعدة التدفق الأعظمي ؟

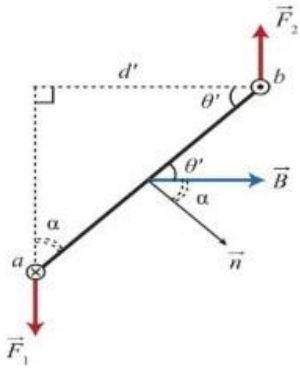
الجواب : قاعدة التدفق الأعظمي : إذا أثر حقل مغناطيسي في داره كهربائية مغلقة حرة الحركة تحركت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع يكون فيه التدفق المغناطيسي أعظميا" .

ملاحظة :(توازن مستقر $\alpha = 0$),

س 9–استنتج علاقة عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في إطار طول ضلعه الأفقي (d) والشاقولي (L)

$\Gamma_{\Delta} = d`.F$ (*)

$(d`)$ : طول ذراع المزدوجة الكهرطيسية $(d` = d.\sin\alpha)$



α : الزاوية المحصورة بين شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ والنّاظم على سطح الإطار $\vec{n}$

إن شدّة القوة الكهرطيسية من أجل (N) لفة : $F = F_1 = F_2$

وبالتالي $F = N.I.L.B.\sin\frac{\pi}{2}$

نعوض في العلاقة (*) فنجد : $F = N.I.L.B$

$$\Gamma_\Delta = N.I.L.B.d.\sin\alpha$$

وبما أن $(S = L.d)$ مساحة سطح الإطار فإن :

$$(\Gamma_\Delta = \mathrm{N.S.I.B.sin}\ \alpha)$$

حيث α الزاوية بين شعاع الحقل المغناطيسي وشعاع الناظم

ملاحظة : يمكن كتابة عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية بدلالة العزم المغناطيسي:

$\Gamma_\Delta = M.B.\sin\alpha$ حيث $M = NSI$

وتكون العلاقة المعبرة عن عوم المزدوجة شعاعيا": $\vec{\Gamma}_\Delta = \vec{M} \wedge \vec{B}$

س 10 : اكتب عبارة شعاع العزم المغناطيسي وعدد عناصره

$$\vec{M} = N.I.\vec{S}$$

جهته : بجهة إبهام يد يمنى تلتف أصابعها بجهة التيار(يخرج من الوجه الشمالي)

حامله :الناظم **شدته**: $M = N.I.S$ واحدته: $(A.m^2)$

((المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك)) : جهاز يستخدم لقياس الشدات الصغيرة للتيار والاستدلال عليها.

وصفه: يتألف من ملف على شكل إطار مربع أو مستطيل عدد لفاته (N) معلق من الأعلى والأسفل بسلكين يشكلان محور دوران شاقولي يمر من منتصف الضلعين الأفقيين إحداهما سلك فتل ، نضع الإطار في منطقة يسودها حقل مغناطيسي خطوطه توازي مستوي الإطار

مبدأ عمله: عندما يمر في سلك الإطار تيار فإنه يدور ضمن الحقل بتأثير مزدوجة كهرطيسية حول محوره فيتولد في سلك الفتل مزدوجة فتل تحاول إعادته إلى وضعه الأصلي فيتوازن الإطار بعد أن يدور زاوية $(\theta`)$ ثم يتوازن ويشير مؤشر المقياس الى قيمة التيار.

س11: في المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك , انطلاقا" من شرط توازن الإطار استنتج العلاقة بين زاوية دوران الإطار $\dot{\theta}$ والتيار المار فيه I ، كيف نزيد من حساسية المقياس ؟ الجواب :

يدور الإطار بفعل المزدوجة الكهرطيسية فتنشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل $\vec{\eta}$ تقاوم الدوران فيدور الإطار زاويه θ' ويتوازن: شرط التوازن:

$$\sum \bar{\Gamma}_\Delta = 0$$
$$\bar{\Gamma}_\Delta + \bar{\Gamma}_{\Delta/\vec{\eta}} = 0$$
$$N.S.I.B.\sin\alpha - K.\theta` = 0$$
$$\alpha + \theta` = \frac{\pi}{2} rad$$
$$\sin\alpha = \cos\theta`$$
$$N.S.I.B.\cos\theta` = k.\theta`$$

في حال $(\theta`)$ زاوية صغيرة فإن $\cos\theta` \approx 1$ وبالتالي تصبح العلاقة كما يلي:

$$N.S.I.B. = k.\theta`$$
$$\theta` = \frac{N.S.B}{K}.I$$

$\theta` = G.I$ حيث $G = \frac{N.S.B}{K}$ ثابت حساسية المقياس الغلفاني

وتزداد حساسية المقياس بزيادة G وذلك عمليا" بإستبدال سلك الفتل بسلك أرفع منه من المادة نفسها لتصغير قيمة K (من الفضة)

G: ثابت المقياس الغلفاني $(rad.A^{-1})$

اختر الإجابة الصحيحة مما يلي :

①- إطار مستطيل عدد لفاته (N) ومساحة سطحه (S) يمر فيه تيار كهربائي متواصل شدته (I) فإن شعاع العزم المغناطيسي $\vec{M}$ يعطى بالعلاقة:

$\vec{M} = N.I.\vec{S}$	d	$\vec{M} = N.S.\vec{n}$	c	$\vec{M} = N.S.\vec{I}$	b	$\vec{M} = \vec{N}.s.\vec{I}$	A

②- يعبر عن علاقة عزم المزدوجة الكهرطيسية شعاعيا" المؤثرة في إطار مساحة سطحه (s) يجتازه تيار كهربائي متواصل ويخضع لحقل مغناطيسي منتظم بالعلاقة:

$\vec{\Gamma} = q\vec{v}\Lambda\vec{B}$	d	$\vec{\Gamma} = \vec{L}\Lambda\vec{B}$	c	$\vec{\Gamma} = I.\vec{L}\Lambda\vec{B}$	b	$\vec{\Gamma} = \vec{M}\Lambda\vec{B}$	A

ملاحظة هامة : لحساب عمل المزدوجة الكهرطيسية عند دوران إطار

$$W = I\Delta\emptyset$$
$$W = I(\emptyset_2 - \emptyset_1)$$
$$W = I(NBS.\cos\alpha_2 - NBS.\cos\alpha_1)$$
$$W = NSIB(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

تذكر دائما" : عندما تكون خطوط الحقل توازي مستوي إطار فإن

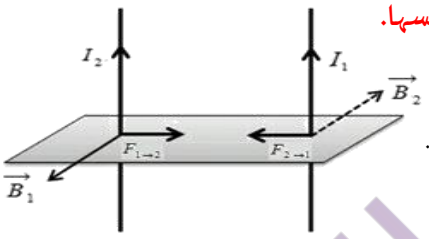
$\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right)$ (تدفق معدوم)

خطوط الحقل تعامد مستوي إطار $(\alpha = 0)$ (توازن مستقر أو تدفق أعظمي)

سؤال:

ادرس التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين يمر بهما تياران متواصلان لهما الجهة نفسها.

واستنتج عبارة القوة الكهرطيسية المؤثرة في أحد السلكين نتيجة وجود السلك الآخر.



1- مطلوب إيجاد علاقة $(F = ?)$ قوّة تأثير أحّد السلكين على طول (L) من السلك الآخر.

الحل: يولّد التيّار المستقيم I_1 حقل مغناطيسي B_1 يؤثّر في كافة نقاط الجزء L_2 شدّته:

$$B_1 = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d} \qquad (1)$$

- يؤثّر الحقل B_1 في جزء الناقل L_2 الذي يجتازه تيّار I_2 بقوى كهرطيسيّة لها محصلة شدّتها:

$$F_{1\to2} = I_2 L_2 B_1 \sin\frac{\pi}{2} \qquad (2)$$

نعوّض 1 بـ 2 فنجد: $F_{1\to2} = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1 I_2}{d} L_2$

وبدراسة مماثلة لتأثير السلك الثاني بالسلك الأول نجد: $F_{2\to1} = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1 I_2}{d} L_1$

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: إطار مستطيل الشكل يحوي 100 لفة من سلك نحاسي معزول رفيع مساحة سطحه $s = 2\pi\ cm^2$، نعلّق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم شدّته $B = 0.02\ \mathrm{T}$، خطوطه أفقيّة توازي مستوي الإطار، نمرر في الإطار تياراً كهربائيّاً شدّته $I = \frac{1}{4\pi}\ \mathrm{A}$. **المطلوب:**

1) احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار.
2) احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة عندما يدور الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر.
3) نقطع التيار السابق ونستبدل بسلك التعليق سلك فتل ثابت فتله k لنشكل مقياساً غلفانياً ونمرر في الإطار تياراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $I = 3\ \mathrm{mA}$، فيدور الإطار بزاوية $\theta` = 0.06\ \mathrm{rad}$ ويتوازن، استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك انطلاقاً من شرط التوازن الدوراني، ثمّ احسب قيمته.

الحل:

$$N = 100$$
$$S = 2\pi \times 10^{-4} m^2$$
$$B = 2 \times 10^{-2} \text{T}$$
$$\alpha = \frac{\pi}{2}\ , I = \frac{1}{4\pi}\ \text{A}$$

ط1) $\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = N\ S\ I\ B \sin\alpha$

$$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 10^2 \times 2\pi \times 10^{-4} \times \frac{1}{4\pi} \times 2 \times 10^{-2} \times 1$$
$$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 10^{-4}\ \text{m.N}$$

ط2) $W = I\ \Delta\phi$

$$= I(N\ B\ S \cos\alpha_2 - N\ B\ S \cos\alpha_1)$$
$$W = N\ S\ I\ B\ (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$
$$= 10^{-4}(1 - 0)$$
$$W = 10^{-4} J$$

ط3) $\sum \Gamma_{/\Delta} = 0$ شرط التوازن الدوراني

كهرطيسية $\Gamma_{/\Delta} + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = 0$

$$N\ S\ I\ B \sin\alpha - k\theta` = 0$$
$$\alpha + \theta` = \frac{\pi}{2}$$
$$\sin\alpha = \cos\theta`$$
$$N\ S\ I\ B \cos\theta` = k\ \theta`$$
$$\theta` < 0.24 \Longrightarrow \cos\theta` = 1$$
$$N\ S\ I\ B = k\ \theta`$$
$$k = \frac{N\ S\ I\ B}{\theta`}$$
$$K = \frac{10^2 \times 2\pi \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2}}{6 \times 10^{-2}}$$
$$K = 2\pi \times 10^{-5}\ m.N.rad^{-1}$$

المسألة الثانية: في تجربة السكتين الكهرطيسيّة تستند ساق نحاسية إلى سكتين أفقيتين، حيث يؤثّر على طول $L = 4\text{cm}$ من الجزء المتوسط منها حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدّته $B = 0.02\text{T}$.. **المطلوب:**

1. احسب شدّة القوّة الكهرطيسيّة المؤثّرة في الساق عندما يمر فيها تيار كهربائي متواصل شدّته $I = \mathbf{10\ A}$.
2. احسب قيمة العمل الذي تنجزه القوّة الكهرطيسيّة السابقة عندما تنتقل الساق مسافة $\Delta x = 8\ \text{cm}$.
3. نميل السكتين فقط عن الأفق بزاوية قدرها $(\alpha = 0.1\ rad)$ ، احسب شدّة التيار الكهربائي الواجب إمراره في الدارة لتبقى الساق ساكنة (بإهمال قوى الاحتكاك) علماً أنّ كتلتها $m = 32\ \boldsymbol{g}$. $(g = 10\ \text{m.s}^{-2})$

الحل:

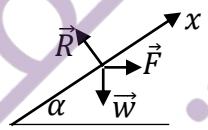
$$\ell = 4 \times 10^{-2} \text{m}$$
$$B = 2 \times 10^{-2} T$$
$$I = 10\ A\ , \theta = \frac{\pi}{2} rad$$

ط1) $F = I\ \ell\ \text{B} \sin\theta$

$$F = 10 \times 4 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 1$$
$$F = 8 \times 10^{-3}\ N$$

ط2) $W = F.\Delta x$

$$W = 8 \times 10^{-3} \times 8 \times 10^{-3}$$
$$W = 64 \times 10^{-5}\ J$$



القوى الخارجية المؤثرة في الساق:

$\vec{w}$: ثقل الساق ، $\vec{R}$: رد فعل السكتين

$\vec{F}$: القوة الكهرطيسيّة.

توازن انسحابي $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{W} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالإسقاط:

$$-W \sin\alpha + F \cos\alpha + 0 = 0$$
$$w \sin\alpha = F \cos\alpha$$
$$w \tan\alpha = F$$
$$m.g.\tan\alpha = I\ L\ B \sin\frac{\pi}{2}$$
$$I = \frac{m\ g \tan\alpha}{L\ B}$$
$$I = \frac{32 \times 10^{-3} \times 10 \times 0.1}{4 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2}}$$
$$I = 40\ \text{A}$$

المسألة الثالثة : ساق نحاسية متجانسة طولها $(10\ cm)$ وكتلتها $(m = 0.05\ kg)$ نعلقها من طرفها العلوي ونجعل أسفلها يلامس حوض فيه زئبق ونؤثر على طول $2\ \text{cm}$ منها بحقل مغناطيسي منتظم أفقي في القسم المتوسط من الساق شدته (B) ثم نمرر فيها تيار شدته 10A فتنحرف الساق عن الشاقول بزاوية $\alpha = 0.04\ rad$.ثم تتوازن، استنتج بالرموز علاقة شدة الحقل المغناطيسي واحسب قيمتها موضحاً بالرسم باعتبار $g = 10\ m.s^{-2}$

الحل:

$\ell` = 10^{-1}$ m

$m = 5 \times 10^{-2}$ kg

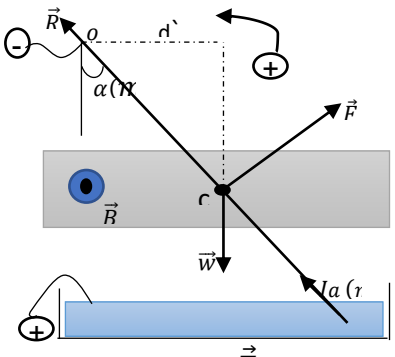
$\ell_{\text{خاضع للحقل}} = 2 \times 10^{-2}$m

$I = 10\ A$

$\alpha = 0.04\ rad$

جملة مقارنة خارجيّة

الجملة المدروسة: الساق



القوى الخارجية: $\vec{F}$: القوة الكهرطيسيّة.

$\vec{w}$: ثقل الساق ، $\vec{R}$: رد فعل محور الدوران

توزان دوراني: $\sum \Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 0$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{w}/\Delta} + \Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$

نختار جهة موجبة للدوران بجهة معاكسة لعقارب الساعة

$oc \times F - d` \times w + 0 = 0$

$\Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$ حاملها يمر من محور الدوران.

$$oc \times I\ L\ B \sin\frac{\pi}{2} = oc \times m\ g \sin\alpha$$

$$B = \frac{m\ g \sin\alpha}{I\ L\ \sin\frac{\pi}{2}} = \frac{0.05 \times 10 \times 0.04}{10 \times 0.02 \times 1}$$

$$B = 0.1\ T$$

المسألة الرابعة: في تجربة دولاب بارلو المؤلف من قرص نحاسي شاقولي نصف قطره (10cm) نخضع نصفه السفلي لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية تعامد مستوي القرص شدته (0.05 T) نمرر تيار متواصل شدته (2A). **المطلوب:**

1. احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب ثم ارسم الدولاب موضحا "عليه ب كل من $(\vec{F}, \vec{B}, I\vec{r})$
2. احسب عزم هذه القوة الكهرطيسية بالنسبة لمحور الدوران.
3. استنتج قيمة الكتلة النقطية الواجب تعليقها بأحد طرفي القطر الأفقي للدولاب لمنعه من الدوران.

$r = 0.1\ m$

$B = 0.05T$

$I = 2A$

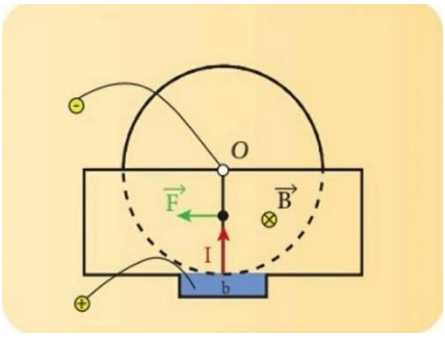
1 : $F = I.r.B.\sin\theta$

$\theta = \frac{\pi}{2}$

$F = I.r.B$

$F = 2 \times 0.1 \times 0.05$

$F = 0.01N$



2: $\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = \frac{r}{2} \times F$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = \frac{0.1}{2} \times 0.01$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 5 \times 10^{-4} m.N$

3- القوى الخارجية المؤثرة :

- ثقل الدولاب $\vec{w}$
- القوه الكهرطيسية $\vec{F}$
- رد فعل محور الدوران $\vec{R}$
- ثقل الكتلة المعلقة $\overrightarrow{W`}$
- شرط التوازن الدوراني

$\sum \Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 0$

$\bar{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\overrightarrow{W`}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = 0$

نختار جهة موجبة للدوران جهة معاكسة لدوران عقارب الساعة

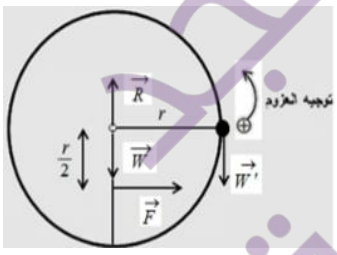
عزوم $\bar{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} = \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ حواملها تلاقي محور الدوران

$-r \times m`.g + \frac{r}{2} \times F = 0$

$r \times m`.g = \frac{r}{2} F$

$m` = \frac{F}{2g}$

$m` = \frac{0.01}{20} = 5 \times 10^{-4} kg$



المسألة الخامسة:

إطار مربع الشكل مساحة سطحه $S = 16\ Cm^2$ يحوي (100) لفة نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه افقية شدته $B = 10^{-2}T$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل قبل امرار التيار نمرر تياراً شدته $I = 4A$ في الإطار **والمطلوب:**

1) حساب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة مرور التيار.
2) حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الاطار السابق لحظة امرار التيار .
3) حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الاطار من وضعه السابق الى وضع يصنع فيه مستوي الاطار زاوية $\frac{\pi}{6} rad$ مع خطوط الحقل .

المسألة السادسة:

نخضع إلكتروناً يتحرك بسرعة $8 \times 10^3 Km.s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع سرعته شدته $B = 5 \times 10^{-3}$ T المطلوب:

1. برهن أن حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة، ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف قطر المسار الدائري، واحسب قيمته.

2. احسب دور الحركة. $(e = 1.6 \times 10^{-19} C \ , m_e = 9 \times 10^{-31} kg, g = 10 m.s^{-2})$

الحل:

$$v = 8 \times 10^3 km.s^{-1} = 8 \times 10^6 m.s^{-1}$$

1) القوى الخارجية: $\vec{F}$ قوة لورنز

$$\vec{F} = e\,\vec{v} \wedge \vec{B}$$ حيث

بإهمال ثقل الالكترون:

$$\sum \vec{F} = m_e \vec{a}$$

$$\vec{F} = m_e \vec{a}$$

$$e\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$\vec{a} \perp \vec{v} \implies a = a_c = \frac{v^2}{r}$$ حسب خواص الجداء الشعاعي

$$evB \sin\theta = m_e a_c$$

$$evB = m_e \frac{v^2}{r} \implies eB = m_e \frac{v}{r} \implies r = \frac{m_e v}{eB} = const$$

$$r = \frac{m_e v}{eB}$$ بما أن فعلاقة نصف القطر: $\begin{bmatrix} r = const \\ a = a_c \end{bmatrix} \implies$ الحركة دائرية منتظمة]

$$r = \frac{mv}{eB} = \frac{9 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^6}{16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^{-3}} = 9 \times 10^{-3} m$$

2)

$$T = \frac{2\pi\, m_e}{eB}$$

$$= \frac{2\pi \times 9 \times 10^{-31}}{16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^{-3}} = \frac{18\pi \times 10^{-31}}{80 \times 1^{-23}}$$

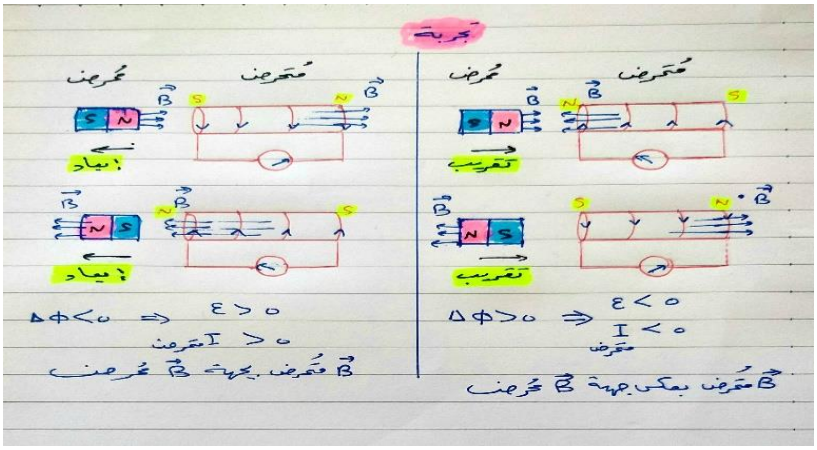
$$T = \frac{18\pi}{80} \times 10^{-8}$$

$$T = \frac{18\pi}{8} \times 10^{-9}\ (s)$$

التحريض الكهرطيسي:

س1 : تجربة نشكل دارة مغلقة مؤلفة من وشيعة موصولة على التسلسل مع مقياس ميكرو أمبير المطلوب:

-تجربة: (نقرب أو نبعد) من الوشيعة وفق محورها قطب لمغناطيس مستقيم ، ما هو الوجه المقابل للمغناطيس الناتج في كل حالة :



1- تقريب القطب الشمالي للمغناطيس من الوشيعة :

يتولد في الوشيعة قطب شمالي.

2- إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس من الوشيعة :

يتولد في الوشيعة قطب جنوبي.

3 -تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس من الوشيعة :

يتولد في الوشيعة قطب جنوبي.

4- إبعاد القطب الجنوبي للمغناطيس من الوشيعة :

يتولد في الوشيعة قطب شمالي.

نستنتج:

1. إن تقريب القطب الشمالي من أحد وجهي الوشيعة يولد فيها تياراً كهربائياً متحرضاً فيولد بدوره حقلاً مغناطيسياً متحرضاً ، جهته بعكس جهة الحقل الناجم عن المغناطيس المحرض الذي قربناه من وجه الوشيعة، وكذلك الأمر بالنسبة إلى تقريب القطب الجنوبي.
2. إن إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس المحرض عن أحد وجهي الوشيعة يؤدي إلى تولد تيار متحرض في الوشيعة يولد بدوره حقلاً مغناطيسياً متحرضاً تتفق جهته مع جهة الحقل الناجم عن المغناطيس المحرض، وكذلك الأمر بالنسبة إلى إبعاد القطب الجنوبي.
3. إن التيار المتحرض يظهر أفعالاً تعاكس سبب حدوثه، فالوشيعة تسعى لإنقاص التدفق المغناطيسي الذي يجتازها في حال تزايد التدفق المغناطيس، و تسعى لزيادة التدفق المغناطيسي الذي يجتازها في حالة إنقاص التدفق المغناطيسي المحرض الناجم عن إبعاد المغناطيس.

س2- اكتب نص قانوني فاراداي ولنز :

قانون فاراداي: يتولد تيار كهربائي متحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم هذا التيار بدوام تغير التدفق لينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسي المحرض.

قانون لنز: تكون جهة التيار المتحرض في الدارة المغلقة بحيث ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى لحدوثه.

س3 : عدد العوامل التي تتعلق بها القوة المحركة الكهربائية المتحرِّضة (ε) واكتب العلاقة المعبرة عنها مع دلالات الرموز –اكتب العلاقة المعبرة عن شدة التيار المتحرض – وضح متى تنعدم بالعلاقات الرياضية؟

1- تتناسب طرداً مع تغير التدفق المغناطيسي $\Delta\Phi$.

2- تتناسب عكساً مع زمن تغير التدفق المغناطيسي Δt.

فتكون العلاقة المعبرة عن قانون فاراداي رياضيا" : $\overline{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

حيث : تغير التدفق المغناطيسي $\Delta\Phi$ واحدته $(weber)$

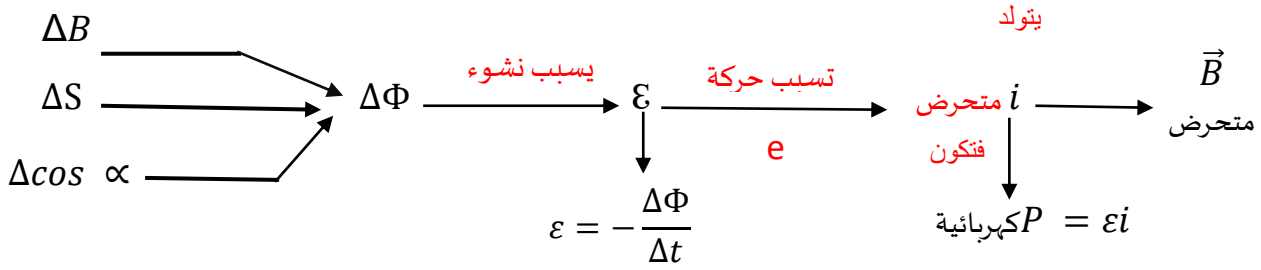
زمن تغير التدفق المغناطيسي Δt واحدته (S)

القوة المحركة الكهربائية المتحرِّضة (ε) واحدتها (V)

$$i_{\text{متحرض}} = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\Delta\Phi}{R.\Delta t}$$

تنعدم شدة التيار المتحرض عند ثبات التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الدارة

$$\Phi = const \Rightarrow \Delta\Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0 \Rightarrow i = 0$$



ملاحظة: يعطى التدفق المغناطيسي بالعلاقة: $\overline{\Phi} = N.B.S.\cos\alpha$

فيكون تغير التدفق المغناطيسي: $\overline{\Delta\Phi} = \Phi_2 - \Phi_1$

① : $\overline{\Delta\Phi} = N.\Delta B.S.\cos\alpha$ عندما يتغير الحقل المحرض

② : $\overline{\Delta\Phi} = N.B.S.(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$ **في حال دوران ملف أووشيعة تتغير الزاوية بين شعاع الحقل وشعاع الناظم**

③ : $\Delta\Phi = B.\Delta S.\cos\alpha$ وذلك عند تغير السطح (مثل تجربة السكتين).

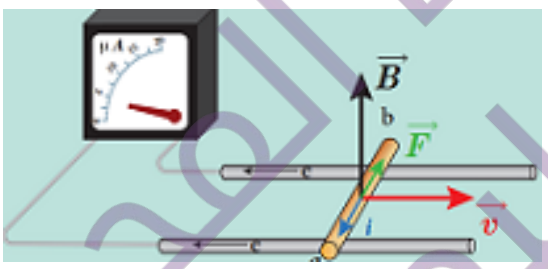
في حال شعاع الحقل ناظمي (عامودي) على مستوي السكتين تكون $\alpha = 0 \implies \cos\alpha = 1$

وعندما نميل السكتين عن الأفق زاوية (α) ويبقى الحقل المغناطيسي شاقولي فإن الزاوية (α) نفسها بين الناظم على السكتين وشعاع الحقل المغناطيسي

س4 : ساق نحاسيه تستند على سكتين أفقيتين متوازيتين المسافة بينهما (L)في منطقه يسودها حقل مغناطيسي منتظم $(\vec{B})$ ونغلق الداره بمقياس غلفاني نحرك الساق على تماس مع السكتين والمطلوب : علل انحراف مؤشر المقياس الغلفاني(مرور التيار) بين جهته؟

الجواب:- ينحرف مؤشر المقياس الميكرو أمبير دالاً على مرور تيار كهربائي متحرض **والسبب**:

عند تحريك الساق بسرعة وسطية $\vec{v}$ عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإن الالكترونات الحرة في الساق تتحرك بالسرعة $\vec{v}$ وسطياً ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنها تخضع لقوة مغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ وتتحرك بتأثيرها الإلكترونات الحرة في الساق فتتولد قوة محركة كهربائية تحريضية تسبب مرور تيار متحرض في الدارة المغلقة جهته بعكس جهة حركة الالكترونات أي بعكس جهة القوة المغناطيسية.

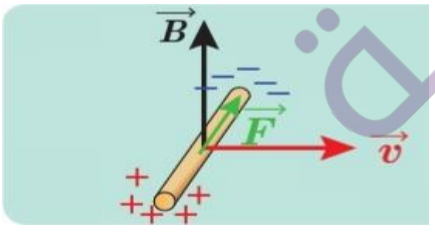


ملاحظة: يُطلب مع الرسم

س5 - في تجربة الساق المتحركة بوجود الحقل المغناطيسي المنتظم في دارة مفتوحة، المطلوب:

فسر نشوء القوة المحركة الكهربائية التحريضية بين طرفي الساق موضحا" بالرسم الأشعة $\left(\vec{B}, \vec{v}, \vec{F}_{\text{مغناطيسية}}\right)$

الجواب: عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ على سكتين معزولتين في منطقة يسودها حقل مغناطيسي تنشأ القوة المغناطيسية وبتأثير هذه القوة تنتقل الإلكترونات الحرة من أحد طرفي الساق الذي يكتسب شحنة كهربائيةموجبة و تتراكم في الطرف الآخر الذي يكتسب شحنة كهربائية سالبة فينشأ بين طرفي الساق فرقاً في الكمون يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\varepsilon = U_{ab}$

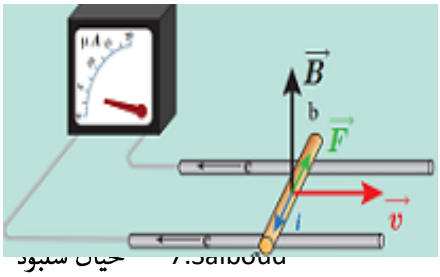


س6-ادرس تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية (مبدأ المولد)؟

عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $(\vec{v})$ عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم $(\vec{B})$ خلال فاصل زمني (Δt)

تنتقل الساق مسافة: $\Delta x = v.\Delta t$

فيتغير السطح بمقدار: $\Delta s = L.\Delta x = L.v.\Delta t$



ويتغير التدفق المغناطيسي: $\Delta\emptyset = B.\Delta x = B.L.v.\Delta t$

فتتولد قوه محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة: $\varepsilon = \left|\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t}\right|$

$$\varepsilon = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = B.L.v$$

ولأن الدارة مغلقة يمر التيار المتحرض شدته:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \quad \Rightarrow \quad i = \frac{B.L.v}{R}$$

فتكون الاستطاعة الكهربائية الناتجة: $P = \varepsilon.i$

$$P = B.L.v.\frac{B.L.v}{R} \quad \Rightarrow \quad P = \frac{B^2.L^2.v^2}{R}$$

ملاحظة: إذا كان المطلوب: استنتج علاقة الاستطاعة الكهربائية الناتجة نصل إلى العلاقة السابقة

* عند تحريك الساق بسرعة v تنشأ فيها قوة كهرطيسية جهتها تعاكس جهة حركة الساق ولاستمرار تولد التيار المتحرض يجب التغلب عليها بصرف استطاعة ميكانيكية: $P` = F.v$

لكن: $F = i.L.B$ أي $F = i.L.B.\sin\frac{\pi}{2}$

وبما أن: $i = \frac{B.L.v}{R} \Leftarrow$ فإن: $F = \frac{B.L.v}{R}.L.B$ أي $F = \frac{B^2.L^2.v}{R}$

$$P` = \frac{B^2.L^2.v^2}{R}$$

بالموازنة نجد: $P` = P$ (إذاً تحولت الطاقة الميكانيكية إلى طاقه كهربائية) .

س7-ادرس تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (مبدأ المحرك)؟

السؤال بطريقة ثانية: في تجربة السكتين الكهرطيسية عند مرور تيار كهربائي متواصل شدته (I) في ساق طولها (L) خاضعة لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شدته (B) فإنها تتأثر بقوة كهرطيسية وتتحرك بسرعة ثابتة (v) ، المطلوب:

a) استنتج علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة العكسية المتولدة في الساق.

b) استنتج عبارة الاستطاعة الكهربائية المقدمة.

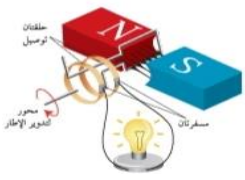
*عند مرور التيار الكهربائي في الساق الخاضعة لحقل مغناطيسي تتحرك بتأثير قوة كهرطيسيّة شدتها: $F = I.L.B$ تعمل هذه القوة على تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ وتكون الاستطاعة الميكانيكية الناتجة: $p` = F.v$ أي $p` = ILBv$ لكن عند انتقال الساق مسافة Δx تمسح سطحا" Δx فإن التدفق المغناطيسي يتغير بمقدار: $\Delta\Phi = BLv\Delta t$ فتتولد قوه محركه كهربائية متحرضة عكسية تعاكس مرور تيار المولد فيها فبحسب لنز تعطى قيمتها المطلقة بالعلاقة:

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow \varepsilon = BLv$$

ولاستمرار مرور التيار نقدم الاستطاعة الكهربائية: $P = \varepsilon.I \Leftarrow P = BLv.I$

بالموازنة نجد: $P` = P$ (إذاً تحولت الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية).

س8: مولد للتيار المتناوب الجيبي (Ac أحادي الطور) يدور فيه ملف حول محوره بحركة دائرية بسرعة زاوية (ω) ثابتة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$.



Ⓐ استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المتحرّضة.

Ⓑ ارسم المنحني البياني لتغيرات $\varepsilon = f(\omega t)$ خلال دور واحد؟

Ⓐ التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الإطار في لحظة ما أثناء الدوران:

$\Phi = N.B.S.\cos\alpha$ حيث $\hat{\alpha}$ الزاوية بين شعاع الحقل والناظم على السطح

إذا كانت السرعة الزاوية لدوران الإطار ثابتة ω حيث $\alpha = \omega.t$

التدفق المغناطيسي بدلالة الزمن $\Phi = N.B.S.\cos\omega t$

وتكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة: $\varepsilon = -(\Phi)'_t$

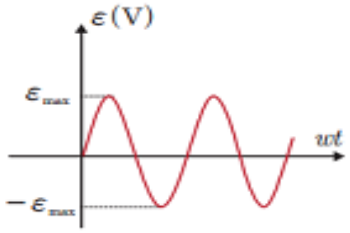
$\varepsilon = \omega.N.B.S.\sin\omega t$

تكون $\varepsilon = \varepsilon_{max}$ عندما $\sin\omega t = 1$

$\varepsilon_{max} = N.S.B.\omega$

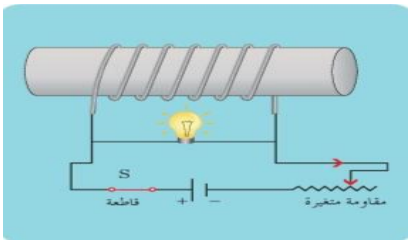
نعوض:

$\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t$ فالتيار متناوب جيبي لإن القوة المحركة الكهربائية المتناوبة جيبية .



: Ⓑ

ملاحظة هامة: تابع الشدة $\bar{\imath} = \frac{\varepsilon_{max}.\sin\omega t}{R}$ حيث $\omega = 2\pi f$



س9- في تجربة التحريض الذاتي كانت إضاءة المصباح خافتة:

1- ماذا يطرأ على إضاءة المصباح عند فتح القاطعة, فسر ذلك ؟

2-نغلق القاطعة من جديد و ماذا يطرأ على إضاءة المصباح, فسر ذلك؟

1- يتوهج المصباح بشده قبل أن ينطفئ.

فتح القاطعة يؤدي إلى تناقص شدة التيار في الوشيعة فيتناقص التدفق المغناطيسي المتولد عن الوشيعة خلال الوشيعة ذاتها , تتولد قوة محركة كهربائية متحرضة في الوشيعة أكبر من القوة المحركة الكهربائية للمولد, تكون قيمة $\frac{di}{dt}$ أكبر ما يمكن لحظة فتح القاطعة فيتوهج المصباح بشده لأن زمن تناقص التيار متناهي في الصغر.

2- يتوهج المصباح نسبياً قبل أن يخبو إلى ضوئه الخافت.

- إغلاق القاطعة يؤدي إلى تزايد شدة التيار في الوشيعة فيزداد التدفق المغناطيسي المتولد عن الوشيعة خلال الوشيعة ذاتها , تتولد قوه محركه كهربائية متحرضه عكسية في الوشيعة تمانع مرور التيار في الوشيعة فيمر في المصباح فقط فيتوهج بشدة قبل أن يخبو إلى ضوئه الخافت بسبب تناقص $\frac{di}{dt}$ وازدياد مرور التيار في الوشيعة تدريجياً حتى ثبات الشدة فتنعدم القوة المحركة الكهربائية المتحرضة في الوشيعة.

س10– وشيعة يمر فيها تيار كهربائي متغيّر شدته (i) المطلوب: - اكتب عبارة شدّة الحقل المغناطيسي المتولد داخلها نتيجة مرور التيار

- **اكتب عبارة التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي. - استنتج عبارة ذاتية الوشيعة – عرف الهنري**
- **استنتج العلاقة المحدّدة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الذاتية المتحرضة فيها وضح متى تنعدم (ε) ؟**

الحقل المغناطيسي المتولد في الوشيعة: $B = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{N.i}{l}$

تدفق الحقل المتولد عن الوشيعة من خلال الوشيعة ذاتها: $\Phi = N.B.S$

$$\Phi = N \times 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{N.i}{l}\ S$$

$\Phi = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{N^2S}{l}\ i$ ، بفرض أن $L = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{N^2S}{l}$ ، نجد أن: $\Phi = L.i$

ذاتية الوشيعة واحدتها الهنري (H): ذاتية داره مغلقه يجتازها تدفق مغناطيسي قدره ويبر واحد عندما يمر فيها تيار شدته أمبير واحد .

القوه المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية :

$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -(L.i)'_t$ وبالتالي: $\varepsilon = -L(i)'_t$ أو بالشكل التالي: $\varepsilon = -L\ \frac{di}{dt}$

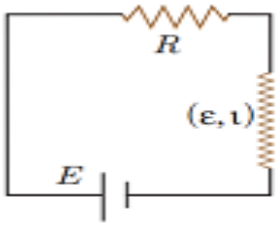
عندما $i = const \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0$

س11- استنتج العلاقة المعبرة عن الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعه ذاتيتها (L) عندما تتزايد شدة التيار من $(0 \leftarrow i)$ ؟

نربط على التسلسل وشيعة ذاتيتها (L) مع مقاومة أومية (R) ومولد قوته المحركة الكهربائية (E) ،

حسب قانون كيرشوف

$$\sum E = R.i$$
$$E + \varepsilon = R.i$$
$$E - L\frac{di}{dt} = Ri$$



نضرب طرفي العلاقة ب $i.dt$:

$$E.i.dt - L\frac{di}{dt}.i.dt = Ri^2.dt$$
$$E.i.dt = Li.di + Ri^2.dt$$

حيث:

$E.i.dt$: الطاقه التي يقدمها المولد.

$R.i^2.dt$: طاقة ضائعة حرارياً بفعل جول.

$L.i.di$: الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة خلال زمن dt

الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعه ذاتيتها (L)عندما تتزايد شدة التيار من $(0 \leftarrow i)$:

$$E_L = \int_0^I L.i.di$$

ويمكن ان تكتب بالشكل التالي: $E_L = \frac{1}{2}L.I^2$

$$\Phi = L.I \Rightarrow L = \frac{\Phi}{I} \Rightarrow E_L = \frac{1}{2}\Phi I$$

ملاحظة: يمكن حساب ذاتية وشيعة بدلالة طول محورها (l) وطول سلكها (l'):

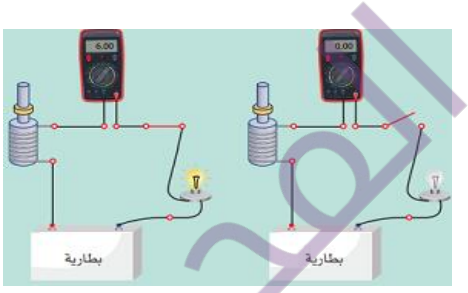
$$L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2.S}{l}$$

$$s = \pi r^2 \text{ ، } N = \frac{l'}{2\pi r}$$

$$L = 4\pi.10^{-7}\frac{\frac{l'^2}{4.\pi^2 r^2}.\pi r^2}{l}$$

$$L = 10^{-7}\frac{l'^2}{l}$$

تجارب: 1 تجربة مبدأ المحرك



- نصل الدارة الموضحة بالشكل:

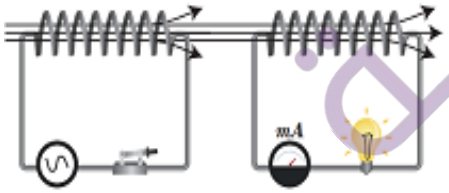
1- أغلق الدارة وأمنع المحرك من الدوران ماذا تلاحظ؟

1- أسمح للمحرك بالدوران ماذا تلاحظ فسر ذلك؟

1- يتوهج المصباح ويدل المقياس على مرور تيار له شده معينة

2- يقل توهج المصباح ويدل المقياس على مرور تيار شدته أصغر من السابق.

- تتولد في المحرك (الذي يحوي وشيعه تدور) قوة محركة كهربائية تحريضية عكسية تعاكس القوة المطبقة بين قطبي المولد تزداد بازدياد سرعة دوران الوشيعة .



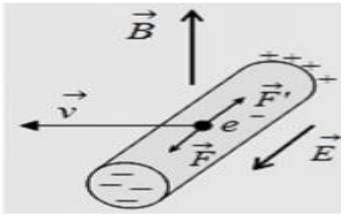
2- وشيعتان لهما المحور ذاته نصل الأولى إلى مولد تيار متناوب والثانية إلى مصبح ومقياس ميلي أمبير:

1- نغلق القاطعة في الدارة الأولى فنلاحظ توهج المصباح في الدارة الثانية فسر ذلك؟

- يتوهج المصباح في الدارة الثانية على الرغم من عدم وجود مولد فيها وذلك بسبب التحريض الكهرطيسي حيث أن الوشيعة الأولى تولد حقل مغناطيسي متناوب جيبي تتدفق خطوطه عبر الوشيعة الثانية فيجتازها تدفق مغناطيسي متغير فتتولد فيها قوة محركة كهربائية متحرضة تسبب مرور تيار كهربائي متحرض.

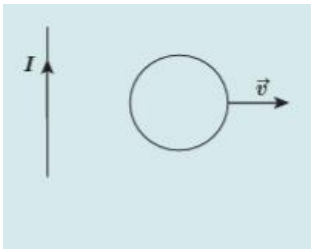
ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

①في تجربة الساق المتحركة بوجود الحقل المغناطيسي المنتظم في دارة مفتوحة تتراكم الشحنات الموجبة في طرف والسالبة في الطرف الآخر ويستمر التراكم إلى أن يصل لقيمة حدية يتوقف عندها فسر ذلك.



إن تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق يولد حقلاً كهربائياً $\overrightarrow{(E)}$ يتجه من الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية موجبة إلى الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية سالبة يؤثر هذا الحقل الكهربائي في الإلكترون الحر بقوة كهربائية $\vec{F}$ المؤثرة في هذا الإلكترون وتزداد شدة الحقل الكهربائي بزيادة تراكم الشحنات الكهربائية مما يزيد من شدة هذه القوة الكهربائية لتصبح مساوية لشدة القوة المغناطيسية فتتوقف حركة الإلكترونات.

②في الشكل المجاور ملف دائري نحركه بسرعة ثابته $\vec{v}$ عمودية على السلك المستقيم: المطلوب:

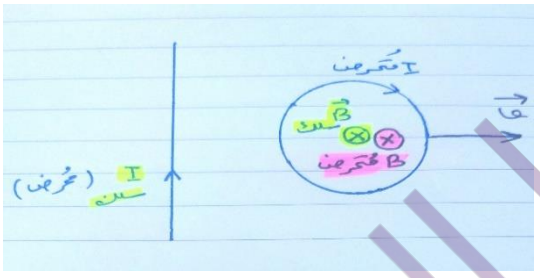


a. حدد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن مرور التيار الكهربائي في السلك المستقيم عند مركز الملف الدائري.

b. حدد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المتحرض المتولد في الملف، وجهة التيار الكهربائي المتحرض.

c. صف ما يحدث إذا أوقفنا الملف عن الحركة، معللاً إجابتك؟

a. بما أن الملف يبتعد عن السلك فإن الحقل المغناطيسي المحرض المؤثر في الملف متناقص فتكون جهة الحقل المغناطيسي المتحرض بجهة الحقل المغناطيسي المحرض



b. وتكون جهة التيار الكهربائي المتحرض بجهة التفاف أصابع يد يمنى إبهامها بجهة الحقل المغناطيسي المتحرض

c. عند إيقاف الملف يصبح الحقل المغناطيسي المحرض المؤثر فيه ثابت وبالتالي التدفق المغناطيسي الذي يجتازه ثابت أي:

$$\emptyset = const \Rightarrow \Delta\emptyset = 0 \Rightarrow \varepsilon = -\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t} = 0$$

$i = \frac{\varepsilon}{R} = 0$ فتنعدم شدة التيار المتحرض .

أختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

1- يوضح الشكل المجاور حلقة نحاسية وسلك مستقيم يقعان بنفس المستوي نمرر في السلك تيار كهربائي ثابت فيتولد تيار كهربائي متحرض في الحلقة جهته مع عقارب الساعة فإن الحلقة:

a	تقترب من السلك	b	تبتعد عن السلك	c	تتحرك موازية للسلك نحو الأعلى	d	تتحرك موازية للسلك نحو الأسفل

2- عند تقريب القطب الشمالي من أحد وجهي وشيعة يتصل طرفاها ببعضهما البعض تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة بسبب:

a	زيادة التدفق الكهربائي	b	تناقص التدفق الكهربائي	c	زيادة التدفق المغناطيسي	d	تناقص التدفق المغناطيسي

3- عند إبعاد القطب الجنوبي من أحد وجهي حلقة معدنية دارتها مغلقة ينشأ التيار كهربائي متحرض من تناقص التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الحلقة حسب قانون لنز فإن هذا التيار المتحرض يسعى إلى:

a	زيادة التدفق الكهربائي	b	تناقص التدفق الكهربائي	c	زيادة التدفق المغناطيسي	d	تناقص التدفق المغناطيسي

4- نحرّك مغناطيس مستقيم أمام حلقة دائرية مغلقة، فيمرّ فيها تيار كهربائي متحرّض بجهة دوران عقارب الساعة، ويتحقق ذلك عند:

A	تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس وفق محور الملف	**B**	تقريب القطب الشمالي للمغناطيس وفق محور الملف	**C**	تحريك المغناطيس حركة اهتزازية أمام وجه الحلقة	**D**	تدوير المغناطيس أمام الحلقة

5- عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي وشيعة وفق محورها، طرفاها موصولان بمقياس غلفاني، فإنّ وجه الوشيعة المقابل للقطب المقرّب يكون وجهاً:

A	شمالياً	B	جنوبياً	C	سالباً	D	موجباً

6- عند إبعاد القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي وشيعة وفق محورها، طرفاها موصولان بمقياس غلفاني، فإنّ جهة الحقل المغناطيسي المتحرض فيها تكون:

A	بجهة الحقل المحرّض	B	بعكس جهة الحقل المحرّض	C	تعامد الحقل المحرّض	D	لا تتعلق بجهة الحقل المحرّض

7- في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مغلقة يمرّ تيار كهربائي متحرّض تعطى شدّته بالعلاقة

A	$i = BL\nu$	B	$i = \frac{BLv}{R}$	C	$i = 0$	D	$i = -\frac{BLv}{R}$

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

وشيعة طولها ℓ، عدد لفاتها $N = 1000$ لفة متماثلة بطبقة واحدة، مساحة مقطعها $s = 10\text{cm}^2$، ذاتيتها $L = 8\pi \times 10^{-4}$ H يمر فيها تيّار كهربائي تُعطى شدّته اللحظيّة بالعلاقة $i = 10 - 5t$. **المطلوب حساب:**

1- طول هذه الوشيعة.

2- القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة الذاتيّة المتحرضة فيها.

3- الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة فيها في اللحظة $t = 0$.

4- قيمة التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة الذي يجتازها في اللحظة $t = 1\ s$ (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل:

-1 $N = 1000\ , L = 8\pi \times 10^{-4}$ H $s = 10 \times 10^{-4}\text{m}^2$ $L = 4\pi \times 10^{-7}.\frac{N^2S}{\ell}$ $\ell = 4\pi \times 10^{-7}.\frac{N^2S}{L}$ $= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10^6 \times 10^{-3}}{8\pi \times 10^{-4}}$ $\ell = 0.5$ m	-2 $\varepsilon = -L(i)'_t$ $\varepsilon = -L\,(10 - 5t)'_t$ $\varepsilon = -8\pi \times 10^{-4} \times -5$ $\varepsilon = 4\pi \times 10^{-3}\ V$ -3 $i = 10\ A$ $E_L = \frac{1}{2}L.i^2$ $E_L = \frac{1}{2} \times 8\pi \times 10^{-4} \times 100$	$E_L = 4\pi \times 10^{-2}\ J$ -4 $\emptyset = L.I$ $i = 5\ A$ $\emptyset = 8\pi \times 10^{-4} \times 5$ $\emptyset = 4\pi \times 10^{-2}\ web$

المسألة الثانية:

في تجربة السكتين الكهرطيسية يبلغ طول الساق النحاسية المستندة عموديا السكتين الأفقيتين (20cm) وتخضع بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته $(0.05\ T)$. **المطلوب:**

1) احسب شدة التيار الكهربائي المتواصل الواجب إمراره لتكون شدة القوة الكهرطيسية التي تخضع لها الساق مساوية $(0.2\ N)$

2) احسب عمل القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق إذا تدحرجت بسرعة ثابتة قدرها (0.1m.s^{-1}) لمدة ثانيتين.

3) نرفع المولد من الدارة السابقة ونستبدله بمقياس غلفاني وندحرج الساق بسرعة وسطية ثابتة ($4\ \text{m.s}^{-1}$) ضمن الحقل السابق..
استنتج عبارة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ثم احسب قيمتها واحسب شدة التيار المتحرض بافتراض أن المقاومة الكلية للدارة ثابتة وتساوي ($4\ \Omega$) ثم ارسم شكل توضيحي لكل من $(\vec{v}, \vec{B})$ وجهة التيار المتحرض.

4) احسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة ثم احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق في أثناء تدحرجها.
(نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل:

ط1:

$$F = I\,\ell\,B\,sin\,\theta$$

$$I = \frac{F}{\ell\,B\,sin\,\theta} = \frac{0.2}{0.2 \times 0.05 \times 1}$$

$$I = 20\ A$$

ط2:

$$W = F.\Delta x = F.v.\Delta t$$

$$W = 0.2 \times 0.1 \times 2$$

$$W = 4 \times 10^{-2}\ J$$

ط3:

تنتقل الساق مسافه: $\Delta x = v.\Delta t$

فيتغير السطح بمقدار :

$$\Delta s = L.\Delta x = L.v.\Delta t$$

ويتغير التدفق المغناطيسي :

$$\Delta\emptyset = B.\Delta s = B.L.v.\Delta t$$

فتتولد قوه محركه كهربائية متحرضه قيمتها المطلقة :

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t}\right|$$

$$\varepsilon = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = B.L.v$$

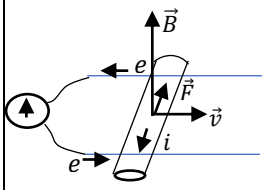
$$\varepsilon = 0.05 \times 0.2 \times 4$$

$$\varepsilon = 0.04\ V$$

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

$$i = \frac{0.04}{4} = 0.01A$$

الرسم :



ط4: $P = \varepsilon\, i = 0.04 \times 0.01$

$$P = 4 \times 10^{-4} watt$$

$$F = i\,\ell\,B\sin\theta$$

$$F = 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times 5 \times 10^{-2} \times 1$$

$$F = 10^{-4}\ N$$

ملاحظة: عند امالة السكتين ويطلب i متحرض أو ε متحرضة تصبح

$$\Delta\Phi = B.L.v\cos\propto$$

$$\varepsilon = B.L.v\cos\propto$$

المسألة الثالثة :

إطار مربع الشكل طول ضلعه $(4\ cm)$ يحوي (100) لفة من سلك نحاسي رفيع . نعلقه من منتصف أحد أضلاعه بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم يوازي مستوي الإطار شدته $(0.05\ T)$ ، نمرر في سلك الإطار تيار كهربائي شدته $(0.5\ A)$

والمطلوب: 1) احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة مرور التيار

2)احسب عمل تلك المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق ليصبح في وضع التوازن المستقر.

3) نستبدل سلك التعليق بمحور دوران شاقولي مار من مركزه ومن منتصف ضلعين أفقيين متقابلين ونجعله يدور بحركة دائرية منتظمة تقابل $\left(\frac{5}{\pi}HZ\right)$ خطوطه ناظمية على سطح الإطار قبل الدوران **والمطلوب:**

a)اكتب التابع الزمني لكل من القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية الناشئة في الإطار والتابع الزمني للتيار الكهربائي المتحرض اللحظي المار في الإطار. **B**) عين اللحظتين الأولى والثانية التي تكون فيها القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الناشئة معدومة. **C**) احسب طول سلك الإطار.

الحل:

$$\ell = 4 \times 10^{-2}\ \text{m}\ ,s = \ell^2$$

$$s = 16 \times 10^{-4} m^2$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} rad\ ,N = 100\text{لفة}$$

$$I = 0.5\ A\ ,B = 5 \times 10^{-2} T$$

-1

$$\Gamma_{/\Delta} = N\,S\,I\,B\sin\alpha$$

$$= 10^2 \times 16 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-2} \times 1$$

$$\Gamma_{/\Delta} = 4 \times 10^{-3}\ m.N$$

-2

$$W = I\,\Delta\phi$$

$$W = N\,S\,I\,B\,(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

$$W = 4 \times 10^{-3}(1-0)$$

$$W = 4 \times 10^{-3}\ J$$

-a $f = \frac{5}{\pi}HZ\ ,\omega = 2\pi f = 2\pi\frac{5}{\pi}$

$$\omega = 10\ rad.s^{-1}$$

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

$$\varepsilon_{max} = \omega\,N\,B\,S$$

$$= 10 \times 10^2 \times 5 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{max} = 8 \times 10^{-2}\ V$$

$$\varepsilon = 8 \times 10^{-2}\sin 10t \quad V$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{max}\sin\omega t}{R}$$

$$i = \frac{8 \times 10^{-2}\sin 10t}{4}$$

$$i = 2 \times 10^{-2}\sin 10t\ \ A$$

(b

$$\varepsilon = 0$$

$$\sin 10t = 0$$

$$10t = \pi \times k$$

$$t = \frac{\pi k}{10}$$

لحظة انعدام أولى

$$k = 0 \ \rightarrow t = 0$$

لحظة انعدام ثانية

$$k = 1 \ \Longrightarrow t = \frac{\pi}{10}\ s$$

المسألة الرابعة :

ملف دائري يتألف من 100 لفة متماثلة نصف قطره الوسطي $4cm$ نصل طرفيه بمقياس ميلي أمبير موصولاً على التسلسل مع مقاومة أومية قيمتها $20\ \Omega$ نقرب من أحد وجهي الملف القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم وفق محوره فتزداد شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الملف الدائري بانتظام من الصفر إلى 0.08 T خلال 2s. **المطلوب:**

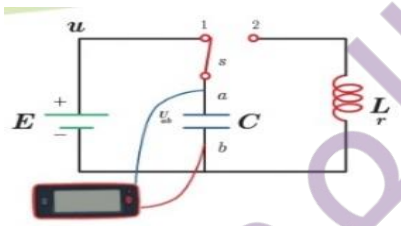
1. احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة في الملف الدائري محدداً جهة التيار الكهربائي المتحرض.
2. ما نوع الوجه المقابل للقطب الشمالي؟
3. احسب شدة التيار المار في الملف.
4. احسب الاستطاعة الكهربائية المتولدة عن الملف الدائري ثم الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية ماذا تستنتج؟ (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

المسألة الخامسة:- وشيعة ذاتيتها $L = 10^{-4}\ H$ فيمر فيها تيار شدته اللحظية $i = 6 + 2t$ **والمطلوب :**

1. احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية في الوشيعة
2. أحسب مقدار تغير التدفق الذاتي لحقل الوشيعة بين اللحظتين $t_1 = 1\ s$ و $t_2 = 2\ s$
3. نقطع التيار السابق ونمرر في الوشيعة تياراً تتزايد شدته من الصفر إلى 10 A خلال $\frac{1}{2}(s)$ احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة.

دارة الاهتزاز الكهربائي:

س 1 - نشكل دارة من مولد قوته المحركة الكهربائية (E)، ومكثفة سعتها (C) ، ووشيعة ذاتيتها (L) مقاومتها (r) صغيرة ، وقاطعة دوارة S، كما في الشكل ، ونصل لبوسي المكثفة براسم اهتزاز مهبطي.



1. **أفسر ماذا يحدث للمكثفة عندما نصل القاطعة الدوارة إلى الوضع (1)؟**
2. **أفسر ماذا يحدث للمكثفة عندما نصل القاطعة الدوارة إلى الوضع (2)؟**
3. **نصل مع الوشيعة وعلى التسلسل مقاومة متغيرة ، ونزيد تدريجياً قيمة المقاومة ، ماذا يظهر على الشاشة ؟ ولماذا؟ وضح ذلك بالرسوم البيانية المناسبة مع الشرح**

(الرسوم ص127)

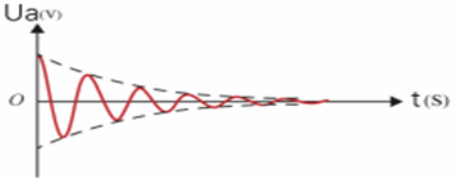
ج1: تشحن المكثفة عندما تلامس القاطعة الوضع (1) فتختزن طاقة كهربائية

ج2 :تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة عندما تلامس القاطعة الوضع (2)

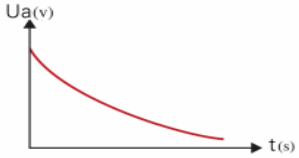
ج3: يظهر على شاشة راسم الاهتزاز المنحني البياني للتوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن في أثناء تفريغ شحنتها ونلاحظ

*عندما تكون المقاومة مهملة يكون التفريغ متناوب جيبي سعة الاهتزاز فيه ثابتة ودوره الخاص T_O وهي حالة مثالية

**عندما تكون المقاومة صغيرة يكون التفريغ متناوب دوري متخامد بالاتجاهين تتناقص فيه سعة الاهتزاز حتى تبلغ الصفر بسبب ضياع الطاقة في المقاومة على شكل حرارة بفعل جول وزمن التفريغ هو شبه الدور $T`_0$



*** المقاومة كبيرة بشكل كاف يكون التفريغ لا دوري متخامد باتجاه واحد بسبب تبدد طاقة المكثفة بالكامل دفعة واحدة في أثناء التفريغ في المقاومة بفعل جول



س 2: انطلاقاً من المعادلة التفاضلية في الدارة المهتزة التي تحتوي على مكثفة مشحونة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L: $L(\bar{q})''_t + \frac{1}{C}\bar{q} = 0$

1- استنتج العلاقة المحددة للدور الخاص للتفريغ المهتز للمكثفة في الوشيعة.

كيف تتحول الطاقة عندما: a- تتفرغ المكثفة. b- تنشحن المكثفة .

$$(q)''_t = -\frac{1}{LC} \quad .....(1)$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية بالنسبة لـ q تقبل حلاً جيبياً من الشكل: $q = q_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$

نشتق المعادلة السابقة مرتين بالنسبة للزمن نجد: $(q)'_t = -\omega_0 q_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$

$$(q)''_t = -\omega_0^2 q_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(q)''_t = -\omega_0^2 q \quad ..... \quad (2)$$

بالموازنة بين (1) و(2)

نجد: $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} > 0$ وهذا محقق لأن كلاً من $(L \ ، C)$.

استنتاج الدور الخاص:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

- **عندما تتفرغ المكثفة:** تتحول الطاقة من كهربائية في المكثفة إلى كهرطيسية في الوشيعة.
- **عندما تنشحن المكثفة:** تتحول الطاقة من كهرطيسية في الوشيعة إلى كهربائية في المكثفة.

س 3: تتألف دارة مهتزة من مكثفة مشحونة ووشيعة مهملة المقاومة ، نغلق الدارة والمطلوب:

1- اكتب التابع الزمني للشحنة بشكله العام ، كيف يصبح هذا التابع باعتبار مبدأ الزمن لحظة إغلاق القاطعة (المكثفة مشحونة بشحنتها العظمى).

2- استنتج التابع الزمني للشدة اللحظية للتيار.

3- ما العلاقة بين تابع الشدة وتابع الشحنة.

يعطى تابع الشحنة بالعلاقة: $\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

باعتبار:

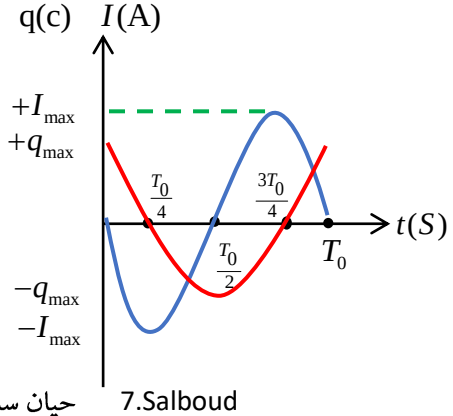
$$\begin{cases} t = 0 \\ q = q_{max} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_{max} = q_{max}\cos(0 + \bar{\varphi}) \\ \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \varphi = 0rad \end{cases}$$

فيصبح تابع الشحنة بشكله المختزل: $\bar{q} = q_{max}\cos\omega_0 t$

إنّ تابع الشدّة هو مشتق تابع الشحنة بالنسبة للزمن، أي:

$$\bar{i} = (\bar{q})'_t \Rightarrow \bar{i} = -\omega_0 q_{max}\sin\omega_0 t$$

$$\bar{i} = \omega_0 q_{max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$



$$\bar{i} = I_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

وهو تابع شدّة التيار.

بمقارنة تابع الشدة مع تابع الشحنة نلاحظ أنّه على **تر ابع متقدم بالطور على تابع الشحنة.**

س 4: تتألف دارة مهتزة من مكثفة مشحونة ووشيعة مهملة المقاومة ، نغلق الدارة ثم نرسم الخط البياني لكل من الشحنة و التيار بدلالة الزمن ، فيكون كما في الشكل المجاور، المطلوب:

1- ما قيمة كلاً من شحنة المكثفة وشدة التيار في كل من اللحظتين الآتيتين $t = 0 , t = \frac{T_0}{4}$

2- اكتب التابع الزمني لكل من الشحنة وشدة التيار.

3- ما العلاقة بين شدة التيار والشحنة.

$$t = 0 \quad \Rightarrow q = +q_{max} \ , i = 0$$

$$t = \frac{T_0}{4} \quad \Rightarrow q = 0 \ , i = -I_{max}$$

$$\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\begin{cases} t = 0 \\ q = +q_{max} \end{cases} \Rightarrow \bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t)$$

$$i = (q)'_t \Rightarrow i = I_{max} \sin(\omega_0 t)$$

$$i = I_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

تابع الشدة على **تر ابع متقدم بالطور** مع تابع الشحنة.

س 5: استنتج العلاقة المحددة للطاقة الكلية في الدارة المهتزة التي تحوي على مكثفة مشحونة موصولة على التسلسل مع وشيعة مقاومتها الأومية مهملة، ثم اكتب العلاقة المحددة للطاقة بدلالة I_{max} .

$$E_t = E_c + E_L \ldots\ldots\ldots\ldots(*)$$

E_C: الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة.

E_L: الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.

استنتاج E_C:

$$E_c = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

ولكن: $\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t)$ نعوض نجد: $E_c = \frac{q^2_{max}}{2C} \cos^2(\omega_0 t) \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$

استنتاج E_L:

$E_L = \frac{1}{2} L i^2$ ولكن: $\bar{i} = -\omega_0 q_{max} \sin(\omega_0 t)$ **نعوض:**

$$E_L = \frac{1}{2} L \omega_0^2 q^2_{max} \sin^2(\omega_0 t)$$

لكن: $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

بالتعويض والاختصار نجد: $E_L = \frac{q^2_{max}}{2c} \sin^2(\omega_0 t) \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$

نعوض (1) و (2) في (*)

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}(\cos^2(\omega_0 t)+\sin^2(\omega_0 t))$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C} = const$$

بدلالة $L I_{max}$: لدينا: $I_{max} = \omega_0 q_{max} \Leftarrow E = \frac{1}{2} L I_{max}^2$

س6: اشرح تبادل الطاقة بين المكثفة و الوشيعة في الدارة المهتزة .

ج) تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيزداد تيار الوشيعة ببطء حتى يصل إلى قيمة عظمى نهاية ربع الدور الأول من التفريغ عندما تفقد المكثفة كامل شحنتها فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية عظمى $E_L = \frac{1}{2}LI_{max}^2$. ثم يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبح تيارها معدوماً، و تصبح شحنة المكثفة عظمى، فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$، وهذا يتحقق في نهاية نصف الدور الأول.

• أما في نصف الدور الثاني : تتكرر عمليتا الشحن و التفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغير شحنة اللبوسين، وهكذا يتم تبادل الطاقة بين المكثفة و الوشيعة.

•عندما تكون مقاومة الوشيعة صغيرة فإن الطاقة تتبدد تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول مما يؤدي إلى تخامد الاهتزاز.

• عند وجود مقاومة كبيرة في الدارة فإن الطاقة التي تعطيها المكثفة للوشيعة والمقاومة تتحول إلى حرارة بفعل جول في المقاومة ويصبح التفريغ لا دوري حيث تتبدد طاقة المكثفة بالكامل دفعه واحدة.

اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

1- تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التوتر أو (تبدي الوشيعة ممانعة صغيرة للتيارات صغيرة التوتر)

تُعطى العلاقة التي تمثل ممانعة الوشيعة بالشكل: $Z_L = \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}$

فإذا كانت r مهملة تؤول الممانعة إلى ردّية الوشيعة: $X_L = \omega L = 2\pi f\ L$

إنّ الممانعة تتناسبُ طرداً مع تواتر التيار، وفي حالة التيّارات عالية التواتر فإنّ ممانعة الوشيعة تكون كبيرة جداً وبالعكس

2- تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التوتر أو (تبدي المكثفة ممانعة كبيرة للتيارات منخفضة التوتر)

تُعطى العلاقة التي تمثل ممانعة المكثفة (الاتساعية) بالشكل:

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

إنّ الممانعة تتناسب عكساً مع تواتر التيار فهي صغيرة جداً في التيّارات عالية التواتر لذلك تُبدي المكثفة سهولة لمرور هذه التيّارات.

* - اقترح جهاز لفصل التيار عالي التواتر عن التيار منخفض التواتر

نستخدم دارة تحوي على التفرع مكثفة ووشيعة مهملة المقاومة حيث يمر في فرع الوشيعة تيار منخفض التواتر لأن ممانعتها تتناسب طردا" مع التواتر $X_L = \omega.L = 2\pi.f$

بينما يمر في فرع المكثفة تيار عالي التواتر لأن إتساعيتها تتناسب عكسا" مع التواتر $X_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{2\pi.f.C}$

اختر الإجابة الصحيحة لكُل مما يأتي:

1- تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ووشيعة ذاتيتها L نبضها الخاص ω_0، استبدلنا المكثفة C بمكثفة سعتها $C` = 2C$، فيصبح نبضها الخاص $\omega_0`$ هو:

A	$\omega_0` = \sqrt{2}\,\omega_0$	b	$\omega_0` = \frac{\omega_0}{2}$	c	$\omega_0` = \frac{\omega_0}{\sqrt{2}}$	d	$\omega_0` = \frac{\sqrt{2}}{\omega_0}$

2- دارة مهتزة زادت سعة المكثفة إلى مثلي ما كانت عليه ونقصت ذاتيتها إلى ثمن ما كانت عليه، فيكون تواتر الاهتزاز الكهربائي مساوياً:

A	يقل إلى النصف	b	يزداد إلى مثلين	c	يصبح ربع ما كان عليه	d	يصبح أربعة أمثال ما كان عليه

3- دارة مهتزة تحوي وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C دورها الخاص T_0، إذا أصبحت ذاتيّة الوشيعة $L` = 2\ L$ يصبح الدور الخاص $T_0`$:

$T_0` = \frac{1}{\sqrt{2}} T_0$	d	$T_0` = \sqrt{2} T_0$	c	$T_0` = \frac{1}{2} T_0$	b	$T_0` = 2T_0$	A

4- دارة مهتزّة تحوي مكثفة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L نبضها الخاص ω_0، استبدلنا بالوشيعة وشيعة أخرى ذاتيتها $L` = 4\ L$، فيصبح نبضها الخاص $\omega_0`$ هو:

$\omega_0` = 4\ \omega_0$	d	$\omega_0` = 2\ \omega_0$	c	$\omega_0` = \frac{\omega_0}{4}$	b	$\omega_0` = \frac{\omega_0}{2}$	A

5- وشيعة قيمة ذاتيتها $L = 10^{-4}\text{H}$، وطولها $\ell = 40\ \text{cm}$، فيكون طول سلكها $\ell`$ مساوياً.

20 m	d	0.2 m	c	200 m	B	40 m	A

المسألة الأولى :تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها c والقيمة العظمى لشحنتها $10^{-6}c$ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $10^{-3}\ H$فيكون النبض الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة $\omega_0 = 10^5\ rad.s^{-1}$. **المطلوب حساب:**

1- الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة في هذه الدارة. 2- سعة المكثفة. 3- شدة التيار الأعظمي في هذه الدارة

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{10}$ $T_0 = 2\pi \times 10^{-5}\text{s}$	-2 $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ $T_0^2 = 40 \times L \times C$ $C = \frac{40 \times 10^{-10}}{40 \times 10^{-3}} = 10^{-7}F$	-3 $I_{max} = \omega_0 q_{max}$ $I_{max} = 10^5 \times 10^{-6} = 10^{-1}\ A$

المسألة الثانية: نشحن مكثفة سعتها $(C = 1\mu F)$ تحت توتر كهربائي $(U_{max} = 100V)$ ، ثم نصلها في اللحظة $(t = 0)$ بين طرفي وشيعة ذاتيتها $(L = 10^{-4}H)$ ومقاومتها مهملة **والمطلوب**:

1– أحسب الشحنة الكهربائية للمكثفة والطاقة الكهربائية المختزنة فيها في اللحظة $t = 0$

2 – تواتر الاهتزازات الكهربائية المارة فيها .

3 – اكتب التابع الزمني لكلّ من الشحنة وشدة التيار بدءا" من الشكل العام معتبرا" مبدأ الزمن لحظة وصل المكثفة المشحونة بالوشيعة ..

$\omega_0 = 10^5\ rad.s^{-1}$ $q = q_{max}\cos(\omega_0 + \varphi)$ $t = 0, q = q_{max}$: شروط البدء $\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ $q = q_{max}.\cos\omega_0 t = 10^{-4}\cos 10^5 t$ $i = \omega_0 q_{max}\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$ $i = 10\cos(10^5 t + \frac{\pi}{2})$ A	$E_c = \frac{1}{2}\frac{10^{-8}}{10^{-6}} = 5 \times 10^{-3}\text{J}$ $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}$ -② $f_0 = \frac{1}{2\pi \times 10^{-5}} = \frac{1}{2\pi} \times 10^5 Hz$ $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \times \frac{1}{2\pi} \times 10^5$	$, U_{max} = 100V C = 1 \times 10^{-6}F$ $L = 10^{-4}H$ $q_{max} = C\,.U_{max}$ $= 10^{-6} \times 100$ $q_{max} = 10^{-4}\ C$ $E_c = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$

التيّار المتناوب الجيبي

س 1 :فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب الجيبي و اكتب شرطي تطبيق قوانين التيار المتواصل على دارة يجتازها تيار متناوب

الجواب: **ينشأ التيار المتناوب من**

1-الحركة الاهتزازية للإلكترونات الحرة . 2 حول مواضع وسطية 3-بسعة صغيرة من مرتبة الميكرومتر 4- و يكون تواتر هذه الحركة مساو لتواتر التيار 5- و تنتج الحركة الاهتزازية للإلكترونات عن الحقل الكهربائي المتغير بالقيمة و الاتجاه و الذي ينتشر بسرعة الضوء بجوار الناقل، و ينتج هذا التغير في الحقل الكهربائي، من تغير قيمة و إشارة التوتر (فرق الكمون) بين قطبي المنبع الكهربائي.

*يمكن تطبيق قوانين أوم في التيار المتواصل على دارة التيار المتناوب في كل لحظة عندما يتحقق الشرطان الآتيان:

1) الدارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة. 2) تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير.

س 2: دارة تيار متناوب جيبي تحوي مقاومة أومية فقط تعطى الشدة اللحظية للتيار المار في الدارة بالعلاقة : $\bar{i} = I_{max}\cos(\omega t)$ ، المطلوب:

1. استنتج العلاقة المحددة للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة .
2. استنتج العلاقة التي تربط بين القيم المنتجة .
3. ناقش علاقة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة.(فسر تصرف الاستطاعة الكهربائية في المقاومة الأومية حرارياً بفعل جول)

$$\bar{u} = R\bar{i} = \bar{u} = R I_{max}\cos\omega t$$

تدعى المقدار: $X_R = R$ بممانعة المقاومة الأومية، نعوض: $\bar{u} = X_R I_{max}\cos\omega t$

شكله العام: $\bar{u} = U_{max}\cos(\omega t + \varphi)$ بالمطابقة نجد: $U_{max} = X_R I_{max} = R I_{max}$

$$\varphi = 0$$

فيصبح تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة أومية: $\bar{u} = U_{max}\cos\omega t$ لدينا: $U_{max} = X_R I_{max}$

للحصول على القيم المنتجة نقسّم طرفي العلاقة (1) على $\sqrt{2}$:

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_R \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = X_R I_{eff}$$

تعطى الاستطاعة المتوسطة المستهلكة بالعلاقة: $P_{avg} = U_{eff} I_{eff}\cos\varphi$

لكن في حالة المقاومة الصرف: $\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1$

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff}$$

لكن: $U_{eff} = X_R I_{eff}$ $U_{eff} = R I_{eff}$ نعوّض فنجد: $P_{avg} = R I_{eff} I_{eff} \Rightarrow P_{avg} = R I_{eff}^2$

تصرف الطاقة الكهربائية في المقاومة الأومية حرارياً بفعل جول.

س 3: دارة تيار متناوب جيبي تحوي مقاومة وشيعة مهملة المقاومة فقط تعطى الشدة اللحظية للتيار المار في الدارة بالعلاقة :

$\bar{i} = I_{max}\cos(\omega t)$، المطلوب:

1) استنتج العلاقة المحددة للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة .
2) استنتج العلاقة التي تربط بين القيم المنتجة .
3) ناقش علاقة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة (فسر الذاتية لا تستهلك طاقة)

نسمي المقدار $X_L = \omega L$ بردية الوشيعة

$$\frac{d\bar{i}}{dt} = (i)' = -I_{max}\omega\sin\omega t \; \bar{u} = L\frac{d\bar{i}}{dt}$$

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

$$\bar{u} = \omega L I_{max}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

*

تصبح العلاقة بالشكل: $\overline{u_L} = X_L I_{max}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

شكله العام: $\overline{u_L} = U_{max}\cos(\omega t + \varphi)$

$$U_{max} = X_L I_{max} = \omega L I_{max}$$

بالمطابقة نجد:

$$\varphi = \frac{\pi}{2} rad$$

فيصبح التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي ذاتية صرفه: $\overline{u_L} = U_{max}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$$U_{max} = X_L I_{max}$$

للحصول على القيم المنتجة نقسّم طرفي على $\sqrt{2}$:

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_L \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$U_{eff} = X_L I_{eff}$$

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة: $P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos\varphi$

لكن في حالة الوشيعة مهملة المقاومة تكون: $\varphi = \frac{\pi}{2} \text{rad} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$

نتيجة: أي أنّ الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الوشيعة مهملة المقاومة معدومة، فالوشيعة مهملة المقاومة تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع دور لتعيدها كهربائياً إلى الدارة خلال ربع الدور الذي يليه، أي أنّ الوشيعة لا تستهلك طاقة.

س 4: نطبق توتر لحظي $\bar{u}$ على مكثفة غير مشحونة C فيمر تيار تابع شدّته اللحظية $i = I_{max} \cos \omega t$ المطلوب:

1- استنتج تابع التوتر اللحظي بين طرفي المكثفة.

2- استنتج العلاقة التي تربط بين القيم المنتجة.

3- ناقش علاقة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة أو فسر علمياً المكثفة لا تستهلك طاقة.

4- فسر علمياً لا تمر المكثفة التيار المتواصل عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل.

1) التوتر اللحظي بين لبوسي المكثفة يُعطى بالعلاقة:

$$\bar{u} = \frac{\bar{q}}{C} \quad .....*$$

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = i\, dt$$

$$\int dq = \int i\, dt$$

نكامل الطرفين: $q = \int I_{max} \cos(\omega t)\, dt$

$$q = I_{max} \int \cos(\omega t)\, dt$$

$$q = \frac{1}{\omega} I_{max} \sin \omega t$$

نعوّض في * نجد: $\bar{u} = \frac{1}{\omega C} I_{max} \sin \omega t$

$$\bar{u} = \frac{1}{\omega C} I_{max} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

ندعو المقدار $X_C = \frac{1}{\omega C}$ بممانعة المكثفة أو الممانعة السعوية للمكثفة أو اتساعية المكثفة.

$$u = X_C I_{max} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

شكله العام: $\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t + \varphi)$

بالمطابقة نجد: $U_{max} = X_C I_{max} = \frac{1}{\omega C} I_{max}$

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} rad$$

فيصبح التابع الزمني للتوتر اللحظي بين لبوسي مكثفة: $u = U_{max} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

2) لدينا: $U_{max} = X_C I_{max}$

للحصول على القيم المنتجة (الفعّالة) نقسّم طرفي العلاقة على $\sqrt{2}$ نجد:

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_C \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$
$$U_{eff} = X_C I_{eff}$$

وهذا هو قانون أوم في دارة المكثفة. $\varphi = -\frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \cos\varphi = 0$

3) تعطى الاستطاعة المصروفة بالعلاقة: $P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos\overline{\varphi}$

$$\overline{\varphi} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$$

نتيجة: الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في المكثفة معدومة، فالمكثفة لا تستهلك أية طاقة لأنّها تختزن الطاقة كهربائياً خلال ربع دور وتعيدها نفسها كهربائياً في ربع الدور الذي يليه.

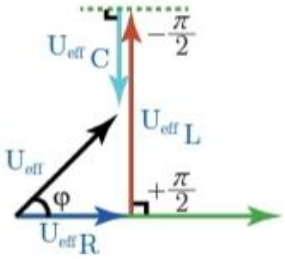
4) بسبب وجود العازل بين لبوسيها الذي يسبب انقطاع في الدارة.

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

(التيار متواصل تواتره معدوم)

$$f = 0 \Rightarrow X_C = \infty$$

س 5: باستخدام إنشاء فرينل لدارة كهربائية تحوي (C , L , R) يمر فيها تيار متناوب جيبي استنتج قانون أوم $(U_{eff} = Z.I_{eff})$ وأستنتج العلاقة المعبرة عن عامل استطاعة الدارة ؟



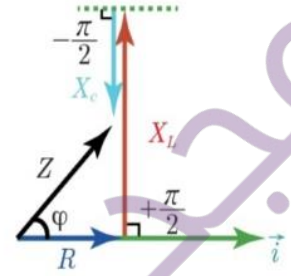
الجواب : توابع االتوترات اللحظية الجزئية مختلفة في الطورأي :

$$\overline{u} = \overline{u}_R + \overline{u}_L + \overline{u}_C$$

بينما التوترات المنتجة تجمع هندسياً: $\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{eff_R} + \vec{U}_{eff_L} + \vec{U}_{eff_C}$

$$\phi_R = 0, \phi_L = +\frac{\pi}{2}, \phi_C = -\frac{\pi}{2}$$

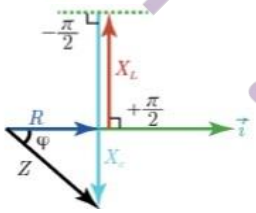
بفرض أن $U_{eff_L} > U_{eff_C}$:



$$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2$$
$$U_{eff}^2 = R^2.I_{eff}^2 + (X_L - X_C)^2.I_{eff}^2$$
$$U_{eff} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}.I_{eff}$$
$$U_{eff} = Z.I_{eff}$$
$$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (X_L. - X_C)^2}$$

وهي الممانعة الكلية للدارة .

لحساب ϕ من الشكل : $cos\ \varphi = \frac{U_{effR}}{U_{eff}} = \frac{R.I_{eff}}{Z.I_{eff}} = \frac{R}{Z}$



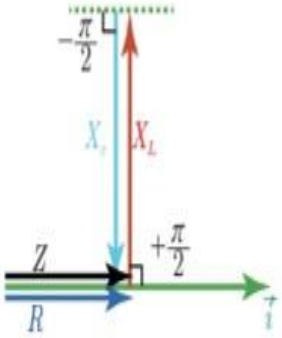
مناقشة :

***-عندما تكون رديّة الوشيعة X_L أكبر من اتساعية المكثفة X_C يكون التوتر متقدما" بالطور على الشدّة وتكون الدارة ذات ممانعة ذاتية .**

****- عندما تكون رديّة الوشيعة X_L أصغر من اتساعيّة المكثفة X_C يكون التوتر متأخر بالطور عن الشدّة وتكون الدارة ذات ممانعة سعوية**

*****- عندما تكون رديّة الوشيعة X_L تساوي اتساعيّة المكثفة X_C يكون التوتر متفقا" بالطور مع الشدّة ،**

وتسمى حالة طنين كهربائي (تجاوب كهربائي)



س 6: مأخذ لتيار متناوب جيبي نصل بين طرفيه على التسلسل مقاومة , وشيعة مهملة المقاومة ، مكثفة ، المطلوب:

1. اكتب علاقة ردية وشيعة و اتساعيه المكثفة .
2. متى يحدث التجاوب الكهربائي في الدارة السابقة .
3. استنتج العلاقة المحددة للنبض الذاتي والدور الذاتي والتواتر الذاتي.
4. اكتب علاقة الممانعة ، وعلاقة عامل الاستطاعة وكم تبلغ قيمة فرق الطور بين التوتر والتيار.

- ردية الوشيعة: $X_L = \omega L$

اتساعية المكثفة: $X_c = \dfrac{1}{\omega c}$

- تحدث حالة التجاوب الكهربائي (الطنين الكهربائي) في دارة تحوي على التسلسل مقاومة R ، وشيعة ذاتيتها L ، ومكثفة سعتها C إذا كان النبض الخاص لاهتزاز الإلكترونات الحرّة ω_0 يساوي النبض القسري ω الذي يفرضه المولد، ويسمى نبض الطنين ω_r
- استنتاج دور وتواتر الرنين:

في حالة الطنين الكهربائي:

$$X_L = X_C$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \Rightarrow \omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

$$/$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T_r}$$

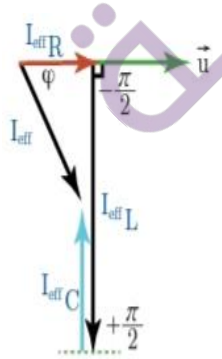
$$T_r = 2\pi\sqrt{LC}$$

فيكون التواتر الذاتي: $f_r = \dfrac{1}{T_r} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

- ممانعة الدارة أصغر ما يمكن $Z = R$ ،
- التوتر المطبّق على توافق بالطور مع الشدّة $(\varphi = 0\,\text{rad})$ بالتالي عامل استطاعة الدارة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$

« التيارات الفرعية »

س 7: نطبق توتراً متناوباً جيبياً $(\bar{u} = U_{max}\cos\omega t)$ ، بين طرفي دارةٍ تحوي على التفرع مقاومة (R) ، ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها (L) ، ومكثفة سعتها (C) ، فيمر في الدارة تيار متناوب جيبي المطلوب : أكتب تابع الشدة اللحظية في الدارة ، و أستنتج العلاقات اللازمة لحساب $\bar{\varphi}$, I_{eff} بإستخدام إنشاء فرينل بفرض أن $I_{eff_L} > I_{eff_C}$



الجواب : تابع الشده اللحظية للتيار في الدارة الكلية : $i = I_{max}\,cos($

الشدات اللحظية تجمع جبرياً : $\bar{\imath} = \bar{\imath}_R + \bar{\imath}_L + \bar{\imath}_C$

في فرع المقاومة الشده على توافق بالطور مع التوتر المطبق $\phi_R = 0$

في فرع الوشيعة الشده على ترابع متأخر بالطور عن التوتر $\phi_L = -\frac{\pi}{2}$

في فرع المكثفة الشده على ترابع متقدم بالطور عن التوتر $\phi_C = +\frac{\pi}{2}$

الشده المنتجة تجمع هندسياً : $\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$

بإنشاء فرينل وبفرض $\vec{I}_{eff_L} > \vec{I}_{eff_C}$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + (I_{eff_L} - I_{eff_C})^2$$

$$I_{eff} = \sqrt{I_{eff_R}^2 + \left(I_{eff_L} - I_{eff_c}\right)^2}$$

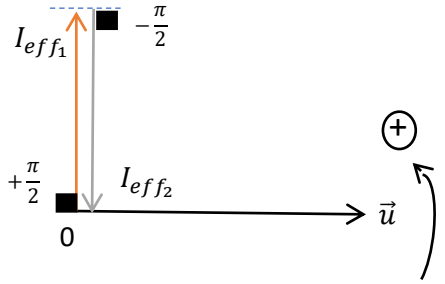
لحساب ϕ من الشكل : $\cos\phi = \frac{I_{effR}}{I_{eff}}$

س 8: دارة تيار متناوب جيبي تحوي مكثفة في فرع ووشيعة مهملة المقاومة في فرع، المطلوب:

1- اكتب عبارة الشدة المنتجة المارة في فرع المكثفة. $I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{X_C}$

2- اكتب عبارة الشدة المنتجة المارة في فرع الوشيعة. $I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{X_L}$

3- ارسم شعاع فرنيل للدارة عندما $X_L = X_C$ ، ماذا تسمى الدارة في هذه الحالة.



$X_C = X_L \Leftarrow I_{eff_1} = I_{eff_2}$

$I_{eff} = 0$

تنعدم شدة التيار المار في الدارة الخارجية وتدعى هذه الدارة بالدارة الخانقة للتيار.

4- استنتج العلاقة المحددة لكل من النبض الذاتي والدور الذاتي والتواتر الذاتي في الدارة الخانقة للتيار

$$X_L = X_C$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Leftarrow \omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

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

ويكون الدور الذاتي: $T_r = 2\pi\sqrt{LC}$

هام جداً حل مسائل التيار المتناوب:

ملاحظات مسائل للدارات التسلسلية:

① تابع الشدة اللحظية: $i = I_{max}\cos(\omega t)$ $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ ② حساب الشدة المنتجة I_{eff}

$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{U_{eff\ جزء}}{Z_{جزء\ نفسه}}$ لأن الشدة نفسها في جميع الأجهزة

③ حساب التوتر المنتج: U_{eff} $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ $U_{eff} = ZI_{eff}$ أو حسب إنشاء فرينل ويحسب هندسياً

④ حساب الممانعة Z $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$ $Z = \frac{R}{\cos\varphi}$

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

⑤ حساب عامل الاستطاعة: $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ إنشاء فرينل $\cos\varphi = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}}$ $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff}.I_{eff}}$

⑥ الاستطاعة المستهلكة في الدارة: $P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}.\cos\varphi$ أو: $P_{avg\ للدارة} = P_{avg\ جزء(1)} + P_{avg\ جزء(2)} + \cdots\cdots\cdots$

⑦ - تتحقق حالة التجاوب الكهربائي في دارة تسلسلية تحوي (R,L,C) [شرط لازم وغير كافي] :

عندما يُذكر في نص المسالة أحد الجمل التالية:

1- الشدة المنتجة بأعظم قيمة لها. 2- الممانعة بأصغر قيمة لها. 3- عامل الاستطاعة يساوي الواحد. 4 - التوتر على توافق مع الشدة.

ويكون المطلوب دوماً:

أما سعة المكثفة [C] أو ذاتية [L] وتحسب من القانون

$$X_L = X_C \qquad \boldsymbol{L\omega = \frac{1}{\omega C}}$$

- أو: حساب الشدة المنتجة $\boldsymbol{\grave{I}_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}}$

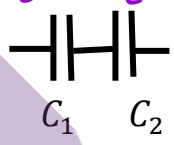
لأن: $Z = R$

- وحساب $P_{avg} = U_{eff}.\grave{I}_{eff}$

حيث يكون: $\cos\varphi = 1$ في حالة التجاوب

⑧ ضم المكثفات

على التسلسل $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ سعة المكثفة ، المكافئة أصغر من سعة أي مكثفة وإذا كانت متماثلة السعة وعددها n: $\boldsymbol{C_{eq} = \frac{C_1}{n}}$



على التفرع $C_{eq} = C_1 + C_2$ $C_{eq} > C_1$ وإذا كانت متماثلة وعددها n : $\boldsymbol{C_{eq} = nC_1}$

- عندما تتحقق حالة التجاوب بوجود مكثفتين:

نحسب السعة المكافئة من: $X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C_{eq}}$

نميز حالتين: الضم على التسلسل 1- $C_{eq} < C \Rightarrow$

2- $C_{eq} > C \Rightarrow$ الضم على التفرع

ولا تنسَ حساب $\grave{I}_{eff}$ الجديد من $\grave{I}_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ لأنها حالة تجاوب حيث : $Z = R$

المسألة الأولى:

يعطى تابع التواتر اللحظي بين نقطتين a و b بالعلاقة $\bar{u} = 130\sqrt{2}cos100\pi t(Volt)$ المطلوب:

1. احسب التوتر المنتج للتيار وتواتره.

2. نصل بين النقطتين a و b وشيعة مقاومتها r=25Ω وذاتيتها $L = \frac{3}{5\pi}H$ احسب الشدة المنتجة وعامل استطاعة الدارة والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها.

3. نرفع الوشيعة ثم نصل النقطتين a و b بمقاومة $R = 30\Omega$ موصولة على التسلسل مع مكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi}F$ ووشيعة ذاتيتها L مقاومتها مهملة فتصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة ممكنة لها احسب قيمة ذاتية الوشيعة والشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة.

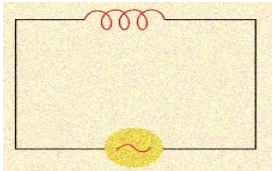
الحل:

$$u = 130\sqrt{2}\cos(100\pi t)$$

1. $U_{max} = 130\sqrt{2}\,V$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50Hz \qquad U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 130\,V$$

2. $L = \frac{3}{5\pi}H$ ، $r = 25\Omega$



$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z}$$

نحسب Z :

$$X_L = L\omega = \frac{3}{5\pi} \times 100\pi = 60\Omega \quad : \quad Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

$$\Rightarrow \quad Z = \sqrt{625 + 3600} = \sqrt{4225} = 65\Omega$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{130}{65} = 2\ A$$
$$cos\varphi = \frac{r}{Z} = \frac{25}{65} = \frac{5}{13}$$
$$P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}.cos\varphi$$
$$= 130 \times 2 \times \frac{5}{13} = 100watt$$

3. حالة تجاوب كهربائي:

$$L\omega = \frac{1}{\omega C} \quad \Longrightarrow X_L = X_C$$
$$L\omega = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{4000\pi}} = 40\Omega$$
$$L = \frac{40}{100\pi} = \frac{2}{5\pi} H$$

في حالة التجاوب: $Z = R$

$$\Longrightarrow \grave{I}_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{130}{3} = \frac{13}{3}\ A$$

المسألة الثانية:

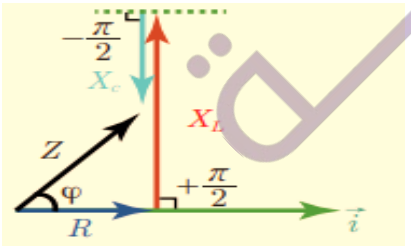
مأخذ تيار متناوب جيبي تواتره 50Hz نربط بين طرفيه الأجهزة الآتية على التسلسل مقاومة أومية R وشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها L مكثفة سعتها $C = \frac{1}{2000\pi} F$ فيكون التوتر المنتج بين طرفي كل من أجزاء الدارة هو على الترتيب:

$U_{eff_R} = 30V\ , U_{eff_L} = 80V\ , U_{eff_C} = 40V$ **المطلوب:**

1. استنتج قيمة التوتر المنتج الكلي بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فرينل.
2. احسب قيمة الشدة المنتجة المارة في الدارة ثم اكتب التابع الزمني لتلك الشدة.
3. احسب الممانعة الكلية للدرة.
4. احسب ذاتية الوشيعة واكتب التابع الزمني للتوتر بين طرفيها.
5. احسب عامل استطاعة الدارة.
6. نضيف إلى المكثفة في الدارة السابقة مكثفة $\grave{C}$ مناسبة فتصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة لها **المطلوب:**
   a. حدد الطريقة التي يتم بها ضم المكثفتين.
   b. احسب سعة المكثفة المضمومة $\grave{C}$
   c. احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة في هذه الحالة.

الحل:

1. $\overrightarrow{U_{eff}} = \overrightarrow{U_{eff_R}} + \overrightarrow{U_{eff_L}} + \overrightarrow{U_{eff_C}}$



حسب فيثاغورث:

$$U_{eff} = \sqrt{U_{eff_r}^2 + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2}$$
$$= \sqrt{900 + 1600}$$
$$= \sqrt{2500} = 50V$$

2.
$$I_{eff} = \frac{U_{eff_C}}{X_C}$$

نحسب
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{2000\pi}}$$
$$X_C = 20\Omega$$

$$\Rightarrow I_{eff} = \frac{40}{20} = 2A$$

$$i = I_{max}\cos(\omega t)$$

$$i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t)$$

3. $$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$$

$$Z = 25\Omega$$

4. $$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{80}{2} = 40\Omega$$

$$L\omega = 40 \Rightarrow L = \frac{40}{100\pi} = \frac{2}{5\pi}H$$

$$u_L = U_{max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$$

$$u_L = 80\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$$

5. $$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

نحسب R: $$R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff}} = \frac{30}{2} = 15\Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{15}{25} = \frac{3}{5}$$

6. a. الشدة المنتجة بأعظم قيمة:

$\Leftarrow$ حالة تجاوب كهربائي:

$$X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C_{eq}}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{40\times100\pi} = \frac{1}{4000\pi}F \quad ، \quad C_{eq} < C$$ الضم على التسلسل

b. حساب 'C:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{\acute{C}} \Rightarrow \frac{1}{\frac{1}{4000\pi}} = \frac{1}{\frac{1}{2000\pi}} + \frac{1}{\acute{C}} \Rightarrow \frac{1}{\acute{C}} = 4000\pi - 2000\pi = 2000\pi\ F$$

$$\Rightarrow \acute{C} = \frac{1}{2000\pi}F$$

c. $$P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}.cos\varphi$$

في حالة التجاوب الكهربائي: $cos\varphi = 1$

نحسب $\acute{I}_{eff}$: $$\acute{I}_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3}\ A$$

$$P_{avg} = 50 \times \frac{10}{3} \times 1 = \frac{500}{3}watt$$

حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: مأخذ تيار متناوب جيبي تواتره $f = 50\ Hz$، نربط لبن طرفيه على التسلسل مقاومة أوميّة $R = 20\ \Omega$، ومكثفة اتساعيتها X_C فيكون التوتر المنتج بين طرفي كل جزء على الترتيب $U_{eff_R} = 40\ V$، $U_{eff_C} = 30\ V$. **المطلوب:**

1- استنتج قيمة التوتر المنتج الكلي بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فرينل. 2- احسب قيمة الشدّة المنتجة للتيار المارّ في الدارة.

3- احسب اتساعية المكثفة X_C ، ثم اكتب التابع الزمني للتوتر اللحظي بين لبوسيها.

4- احسب الممانعة الكليّة للدارة Z. 5- احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في هذه الدارة.

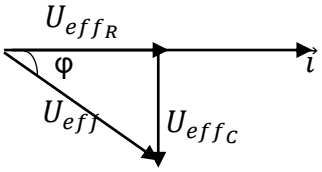
6- نضيف إلى الدارة السابقة على التسلسل وشيعة مقاومتها الأومية مهملة، ذاتيتها L فتبقى الشدّة المنتجة للتيار بالقيمة نفسها، احسب قيمة ذاتية الوشيعة المضافة.

الحل:

$f = 50\ Hz\ , R = 20\ \Omega$

$\omega = 2\pi f = 100\pi\ rad.s^{-1}$

$U_{eff_R} = 40\ V\ \ , U_{eff_C} = 30\ V$



$\overrightarrow{U_{eff}} = \overrightarrow{U_{eff_R}} + \overrightarrow{U_{eff_C}}$

$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + U_{eff_C}^2$

$U_{eff}^2 = 1600 + 900 = 2500$

$U_{eff} = 50\ V$

-2 $U_{eff_R} = R\ I_{eff}$

$I_{eff} = \frac{40}{20} = 2\ A$

-3 $U_{eff_C} = X_C\ I_{eff}$

$X_C = \frac{30}{2} = 15\Omega$

$U_C = U_{max_C} \cos(\omega t + \varphi_C)$

$U_{max_C} = U_{eff_C}\sqrt{2} = 30\sqrt{2}\ V$

$\varphi_C = -\frac{\pi}{2}\ rad$

$U_C = 30\sqrt{2}\ \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$

-4 $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{50}{2} = 25\ \Omega$

-5 $P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_C}$

$= RI_{eff}^2 + 0$

$= 20 \times 4 = 80\ \text{W}$

-6 $I_{eff} = I_{eff}`$

$\frac{U_{eff}}{Z} = \frac{U_{eff}}{Z`} \rightarrow Z = Z`$

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

$X_C^2 = X_L - X_C$

إما $-X_C = X_L - X_C \rightarrow X_L = 0$

مرفوض $\omega L = 0$

أو $+X_C = X_L - X_C \rightarrow X_L = 2X_C$

$\omega L = 2 \times 15 = 30$

$L = \frac{30}{100\pi} = \frac{3}{10\pi} H$

المسألة الثانية: مأخذ تيار متناوب جيبي نطبّق بين طرفيه توتراً لحظيّاً يعطى بالعلاقة: $\bar{u} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (voult)

نصل بين طرفي المأخذ السابق دارة تحوي على فرعين الفرع الأول يحوي مقاومة صرفة $R = 50\ \Omega$، ويحوي الفرع الثاني وشيعة عامل استطاعتها 0.2 ومقاومتها $r = 8\ \Omega$. **المطلوب حساب:**

1) التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار.
2) قيمة الشدّة المنتجة للتيار المار في فرع المقاومة.
3) ممانعة الوشيعة والشدّة المنتجة للتيار المار فيها.
4) الشدّة المنتجة للتيار المار في الدارة الخارجيّة باستخدام إنشاء فرينل.
5) الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين، وعامل استطاعة الدارة.

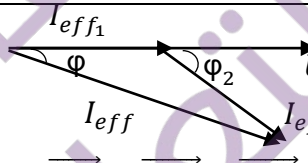
-1 $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 200V$

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

-2 $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{200}{50} = 4\ A$

-3 $\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_L} \rightarrow Z_L = \frac{8}{0.2} = 40\Omega$

$I_{eff2} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{200}{40} = 5\ A$



$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$

$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$= 16 + 25 + 2(4)(5) \times 0.2 = 49$

$I_{eff} = 7\ \text{A}$

$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$

$= RI_{eff1}^2 + rI_{eff2}^2$

$50 \times 16 + 8 \times 25 = 1000\ watt$

$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff}I_{eff}} = \frac{1000}{200 \times 7}$

$\cos\varphi = \frac{5}{7}$

المسألة الثالثة:

A) مأخذ تيار متناوب جيبي تواتره 50 Hz نربط بين طرفيه على التسلسل مقاومة أومية قيمتها 20 Ω ومكثفة سعتها $F\ \frac{1}{1500\pi}$ فيمر في الدارة تيار قيمة شدته المنتجة 2 A. **المطلوب حساب:**

-1 قيمة التوتر المنتج بين طرفي المقاومة.

-2 قيمة التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة ثم اكتب التابع الزمني للتوتر اللحظي المطبق بين لبوسيها.

-3 قيمة التوتر المنتج الكلي بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فرينل.

B) نضيف إلى الدارة السابقة على التسلسل وشيعة مناسبة مقاومتها الأومية مهملة تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر المطبق.

المطلوب:

1) ماذا يقال عن الدارة في هذه الحالة.
2) احسب ذاتية الوشيعة المضافة.
3) احسب قيمة الشدة المنتجة والاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة في هذه الحالة.

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

$\omega = 2\pi f = 100\pi\ rad.s^{-1}$

1- $U_{eff_R} = R\ I_{eff} = 20 \times 2 = 40\ V$

2- $U_{eff_c} = X_c\ I_{eff}$

$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1500\pi}{100\pi \times 1} = 15\Omega$

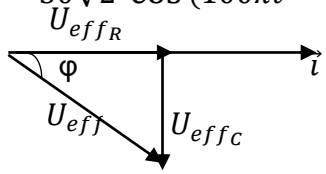
$U_{eff_c} = 15 \times 2 = 30\ V$

$U_c = U_{max_c} \cos(\omega t + \varphi_c)$

$U_{max_c} = U_{eff_c}\sqrt{2} = 30\sqrt{2}\ V$

$\varphi_c = -\frac{\pi}{2}\ rad$

3- $U_c = 30\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$



$\overrightarrow{U_{eff}} = \overrightarrow{U_{eff_R}} + \overrightarrow{U_{eff_C}}$

$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + U_{eff_C}^2$

$U_{eff}^2 = 1600 + 900 = 2500$

$U_{eff} = 50\ V$

A) -1 حالة طنين كهربائي

$X_L = X_C \rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C}$ -2

$100\pi\ L = 15 \rightarrow L = \frac{3}{20\pi}\ H$

3- عند الطنين

$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{50}{20} = 2.5\ A$

$P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff} \cos\varphi$

$= 50 \times 2.5 \times 1$

$P_{avg} = 125\ watt$

المسألة الرابعة: طبق بين طرفي وشيعة فرق كمون متواصل قيمته $(U = 12V)$ فيمر فيها تيار شدته $1A$ وعندما نطبق بين طرفيها فرق كمون متناوب جيبي توتره اللحظي: $u = 130\sqrt{2}\cos 100\pi t$ فولط يمر فيها تيار شدته المنتجة $10A$. **المطلوب:**

1. احسب مقاومة الوشيعة وذاتيتها.
2. ما سعة المكثفة الواجب أضافتها على التسلسل مع وشيعة بحيث إذا طبقنا على طرفي الدارة فرق الكمون المتناوب السابق بقيت الشدة المنتجة للتيار نفسها $10A$.
3. نربط مع المكثفة السابقة في الدارة الأخيرة مكثفة ثانية فيصبح عامل استطاعة الدارة مساويا للواحد:
   - a- احسب السعة المكافئة للمكثفتين.
   - b- حدد نوع الربط واحسب سعة المكثفة الثانية المضافة.

الحل:

$U = 12V\ ,I = 1\ A$

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 130\ V$

$I_{eff} = 10\ A$

-1 $r = \frac{U}{I} = \frac{12}{1} = 12\ \Omega$

$Z_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{130}{10} = 13\ \Omega$

$Z_L = \sqrt{r^2 + X_l^2}$

$X_l^2 = Z_L^2 - r^2 = 169 - 144$

$= 25$

$X_L = 5\Omega$

$\omega L = 5 \rightarrow L = \frac{5}{100\pi} = \frac{1}{20\pi}\ H$

$I_{eff} = I_{eff}`$

$\frac{U_{eff}}{Z} = \frac{U_{eff}}{Z`} \rightarrow Z = Z`$

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

$X_L^2 = X_L - X_C$

إما $-X_L = X_L - X_C \rightarrow X_C = 0$

مرفوض $1/\omega C = 0$

أو $+X_c = X_L - X_C \rightarrow X_C = 2X_L$

$1/\omega C = 10 \rightarrow C = \frac{1}{1000\pi}\ F$

3- حالة طنين كهربائي: a)

$X_L = X_C \rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C_{eq}} \rightarrow$

$5 = \frac{1}{100\pi C_{eq}}$

$C_{eq} = \frac{1}{500\pi}\ F > C$

b)

$C_{eq} = C + C`$

$C` = \frac{1}{500\pi} - \frac{1}{1000\pi}$

$C` = \frac{1}{1000\pi}\ F$

المسألة الخامسة:

①نطبق بين نقطتين (a,b) من دارة كهربائية فرقا في الكمون متناوب جيبي قيمته المنتجة 100 V تواتره 50 Hz ونربط بين هاتين النقطتين على التسلسل مقاومة صرفة قيمتها 40Ω ووشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها $(\frac{2}{5\pi}\ \text{H})$ ومكثفة سعتها $(\frac{1}{\pi} \times 10^{-3}\ \text{F})$. **المطلوب حساب:**

1- ردية الوشيعة واتساعية المكثفة والممانعة الكلية للدارة.

2- الشدة المنتجة للتيار في الدارة.

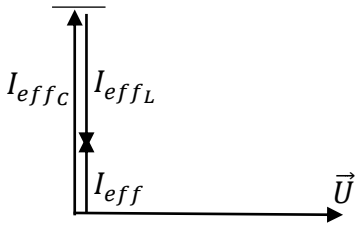
②تحذف المقاومة الصرف من الدارة ويعاد ربط المكثفة على التفرع مع الوشيعة بين النقطتين (a,b) السابقتين. **المطلوب حساب:**

1) قيمة الشدة المنتجة في فرع الوشيعة.

2) قيمة الشدة المنتجة في فرع المكثفة.

3) قيمة الشدة المنتجة الكلية للدارة باستخدام إنشاء فرينل.

s



$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{100}{50} = 2\ A$ -2

$I_{eff_L} = \frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{100}{40} = 2.5\ A$ -1 ②

$I_{eff_C} = \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{100}{10} = 10\ A$ -2

-3

$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_C}} + \overrightarrow{I_{eff_L}}$

$I_{eff} = I_{eff_C} - I_{eff_L}$

$= 10 - 2.5 = 7.5\ A$

$f = 50$ Hz

$\omega = 2\pi f = 100\pi\ rad.s^{-1}$ -1 ①

$X_L = \omega L = 100\pi \times \frac{2}{5\pi} = 40\Omega$

$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1000\pi}{100\pi} = 10\Omega$

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

$= \sqrt{40^2 + (30)^2} = 50\Omega$

المسألة السادسة : يعطى فرق الكمون بين نقطتين (a, b) بالعلاقة: $\bar{u} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)\ \ (Volt)$

1) احسب فرق الكمون المنتج بين النقطتين وتواتر التيار.

2) نصل (a, b) بمقاومة صرف (50Ω) اكتب تابع شدة التيار في هذه المقاومة.

3) نصل (a, b) في فرع آخر يحتوي على التسلسل مقاومة صرف (50Ω) مع مكثفة سعتها C فيمر تيار قيمة شدّته المنتجة $\sqrt{2}\ A$، اكتب التابع الزمني للتيار المار فيه واحسب سعة المكثفة C.

4) احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية باستخدام انشاء فرينل.

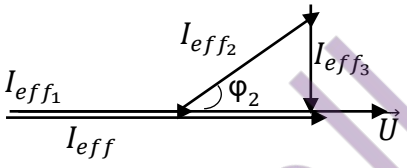
5) احسب ذاتية الوشيعة المهملة المقاومة الواجب ربطها على التفرع بين نقطتين (a, b) لتصبح شدة التيار الأصلية على وفاق بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الفروع الثلاثة معا ثمّ احسب قيمة الشدة المنتجة الأصلية للتيار.

$+2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$= 4 + 2 + 2(2)(\sqrt{2}) \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 10$

$I_{eff} = \sqrt{10}\ A$

-5



$\sin\varphi_2 = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{I_{eff_3}}{\sqrt{2}}$

$I_{eff_3} = 1\ A$

$U_{eff} = \omega\ L\ .\ I_{eff_3}$

$L = \frac{100}{100\pi \times 1} = \frac{1}{\pi}\ H$

$I_{eff} = I_{eff1} + I_{eff2}\cos\varphi_2$

$= 2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 3\ A$

$\cos(\varphi_2) = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\varphi_2 = \frac{\pi}{4} rad$

$I_{max2} = I_{eff2}\sqrt{2} = \sqrt{2}\sqrt{2} = 2\ A$

$i_2 = 2\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\ \ A$

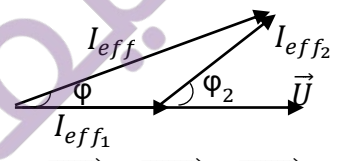
$Z_2 = \sqrt{R`^2 + X_C^2}$

$X_C^2 = Z_2^2 - R`^2 = 5000 - 2500$

$X_C^2 = 2500 \rightarrow X_c = 50\ \Omega$

$\frac{1}{\omega C} = 50 \rightarrow C = \frac{1}{5000\pi}\ F$

-4



$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$

$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2$

-1

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100\ V$

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

-2

$i_R = I_{max_R}\cos(\omega t)$

$I_{eff1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{100}{50} = 2A$

$I_{max1} = I_{eff1}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}A$

$i_R = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

$R` = 50\ \Omega$ -3

$I_{eff2} = \sqrt{2}\ A$

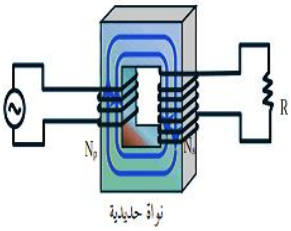
$i_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \varphi_2)$

$\cos(\varphi_2) = \frac{R`}{Z_2}$

$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2}\ \Omega$

المحولات الكهربائية

س1- صف المحولة الكهربائية ثم عرفها ؟



وصف المحولة :

وشيعتين مصنوعتين من سلك ناقل مغلف بعازل ملفوفتين حول نواةٍ مغلقةٍ من الحديد اللين.

- دارة الوشيعة التي تتلقى التيار المتناوب بالوشيعة الأولية ، و يرمز لعدد لفاتها N_P

و للتوتر المنتج المطبق بين طرفيها U_{eff_p}، و للشدة المنتجة المارة فيها I_{eff_p}.

- دارة الوشيعة التي نتلقى منها التيار المتناوب (التي تطبق عليها الحمولة) بالثانوية، و يرمز لعدد لفاتها N_s،و للتوتر المنتج بين طرفيها U_{eff_s}، و للشدة المنتجة المارة فيها I_{eff_s}.

- يختلف دائماً عدد اللفات بين الوشيعتين الأولية و الثانوية للمحولة، حيث تصنع الوشيعة ذات عدد اللفات الأقل من سلك ذي مقطع أكبر من مقطع سلك الوشيعة الأخرى .

تعريف المحولة : هي جهاز كهربائي يعتمد على حادثة التحريض الكهرطيسي ، يعمل على تغيير التوتر المنتج ، و الشدة المنتجة للتيار المتناوب ،دون أن يغير تقريباً من الاستطاعة المنقولة ، أو من تواتر التيار ، أو شكل اهتزاز التيار.

س2 : اكتب العلاقة المعبرة عن نسبة التحويل بدلالة عدد اللفات والتوتر المنتج والشدة المنتجة ثم ناقش ذلك وعدد استخدامات المحولة الخافضة للتوتر؟

نسبة التحويل : $\mu = \frac{N_S}{N_P} = \frac{U_{effS}}{U_{effP}} = \frac{I_{effP}}{I_{effS}}$

رافعه للتوتر خافضه للتيار $\mu > 1 \Rightarrow N_S > N_P, U_{effS} > U_{effP}, I_{effS} < I_{effP}$

خافضه للتوتر رافعه للتيار $\mu < 1 \Rightarrow N_S < N_P, U_{effS} < U_{effP}, I_{effS} > I_{effP}$

س3 : اشرح عمل المحوله الكهربائيه عند تطبيق توتر متناوب جيبي بين طرفي الدارة الأولية ؟

- عند تطبيق توتر متناوب جيبي بين طرفي الدارة الأولية يمر فيها تيار متناوب جيبي
- فيتولد داخل الوشيعة الأولية حقل مغناطيسي متناوب ،
- تعمل النواة الحديدية على تمرير كامل تدفقه إلى الدارة الثانوية تقريباً،
- فتتولد فيها قوة محركة كهربائية تساوي التوتر المتناوب الجيبي بين طرفيها بإهمال مقاومة أسلاك الوشائع في المحولة ،
- فيمر فيها تيار كهربائي متناوب له تواتر التيار المار في الأولية.

س4 : ((مردود نقل الطاقة الكهربائية))عرف مردود المحولة واستنتج العلاقة المعبرة عنها ثم وضح كيف نجعل المردود يقترب من الواحد ؟

هو نسبة الاستطاعة الكهربائية المفيدة التي تحصل عليها من الدارة الثانوية إلى الاستطاعة الكهربائية الداخلة إلى الدارة الأولية.

يعطى مردود النقل بالعلاقة: $\eta = \frac{P-P'}{P} = 1 - \frac{P'}{P}$

حيث : P الاستطاعة المتولدة من منبع التيار المتناوب . P' الاستطاعة الضائعة حرارياً في أسلاك النقل بفعل جول.

و باعتبار عامل الاستطاعة قريباً جداً من الواحد فإن: $P = U_{eff}.I_{eff}$, $P' = R.I_{eff}{}^2$

U_{eff} التوتر المنتج بين طرفي المنبع. R مقاومة أسلاك النقل.

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{R\ .Ieff^2}{Ueff\ .Ieff} = 1 - \frac{R\ .Ieff}{Ueff}$$

لكي يقترب المردود من الواحد ينبغي تصغير مقاومة أسلاك النقل R أو تكبير U_{eff}، يتم ذلك باستعمال محولات رافعة للتوتر عند مركز توليد التيار ثم خفضه على مراحل عند الاستخدام.

اختر الإجابة الصحيحة لكُل مما يأتي:

1- محوّلة كهربائيّة نسبة تحويلها $\mu = 2$، وقيمة الشدّة المنتجة للتيّار المارّ في دارتها الأوليّة $I_{eff_p} = 20\ A$، فإنّ قيمة الشدّة المنتجة للتيار المار في دارتها الثانويّة I_{eff_s} تساوي:

40 A	d	10 A	c	2 A	b	20 A	A

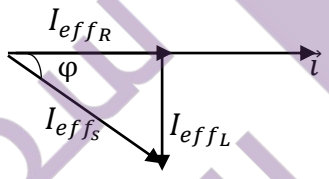
2-المحولة الكهربائية جهاز كهربائي يعتمد على حادثة التحريض الكهرطيسي يعمل تغيير :

التوتر المنتج والشدّة المنتجة	d	تواتر التيار	c	التوتر المنتج فقط	b	الشدّة المنتجة فقط	A

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: يبلغ عدد لفات الدارة الأوليّة لمحولة كهربائيّة $N_p = 250$ لفة وعدد لفات دارتها الثانوية $N_s = 750$ لفة والتوتر اللحظي بين طرفي دارتها الثانوية يعطى بالعلاقة $\bar{u}_s = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$. **المطلوب:**

1) احسب نسبة التحويل، وحدد نوع المحولة إن كانت رافعة للتوتر أم خافضة له.
2) احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي الثانويّة U_{eff_s}.
3) نصل طرفي الثانوية بمقاومة صرفة فيمر بها تيار شدّته $I_{eff_R} = 4\text{A}$ ، احسب قيمة المقاومة R والشدّة المنتجة في الدارة الأوليّة I_{eff_P}.
4) نصل بين طرفي الثانويّة فرع ثاني يحوي وشيعة مهملة المقاومة فتصبح الشدّة المنتجة الكلية في الدارة الثانويّة $I_{eff_s} = 5\text{ A}$، احسب الشدّة المنتجة للتيار المار في فرع الوشيعة I_{eff_L} باستخدام إنشاء فرينل، ثمّ اكتب تابع الشدّة اللحظيّة للتيار المار في فرع الوشيعة.
5) احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين، وعامل استطاعة الدارة.

-1 رافعة للتوتر $\mu = \frac{N_S}{N_p} \rightarrow \mu = \frac{750}{250} = 3 > 1$ -2 $U_{eff_s} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{240\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 240V$ -3 $U_{eff_s} = R\, I_{eff_R}$ $R = \frac{240}{4} = 60\Omega$	$I_{eff_R} = I_{eff_s} = 4\ A$ $\mu = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_s}}$ $I_{eff_R} = 3 \times 4 = 12\ A$ -4  	$\overrightarrow{I_{eff_s}} = \overrightarrow{I_{eff_R}} + \overrightarrow{I_{eff_L}}$ $I^2_{eff_s} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L}$ $I^2_{eff_L} = 25 - 16 = 9$ $I_{eff_L} = 3\text{ A}$ $i_L = I_{max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$ $I_{max_L} = I_{eff}\sqrt{2} = 3\sqrt{2}\ \text{A}$ $i_L = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\ A$ $P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L}$ $= RI^2_{eff_R} + U_{eff_s}I_{eff_L}\cos -\frac{\pi}{2}$ $= 60 \times 16 + 0 = 960\ watt$ $\cos\varphi = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff_s}} = \frac{4}{5}$

المسألة الثانية: محولة كهربائية نسبة تحويلها 2 والشدة المنتجة في دارتها الثانوية 5A والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يعطى وفق التابع: $u_S = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ **المطلوب حساب:**

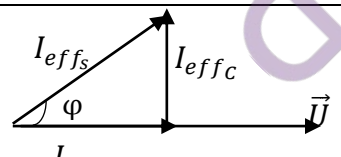
1- قيمة التوتر المنتج بين طرفي الثانوية وتواتر التيار. 2- قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأولية.

A) نربط بين طرفي الدارة الثانوية فرعين الأول يحوي مقاومة R ويمر فيه تيار شدته المنتجة 4A والثاني يحوي مكثفة سعتها $(\frac{1}{4000\pi})$.

المطلوب حساب:

1- قيمة المقاومة في الفرع الأول والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها. 2- اتساعية المكثفة.

3- الشدة المنتجة المارة في فرع المكثفة باستخدام انشاء فرينل واكتب التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع.

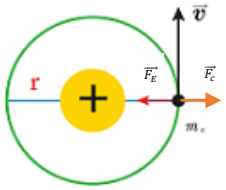
$U_{eff_s} = \frac{U_{max_S}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$ -1 (A $U_{eff_s} = 120\ V$ $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\text{ Hz}$ -2 $\mu = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_s}} \rightarrow I_{eff_P} = 2 \times 5 = 10A$ $I_{eff_R} = 4\ A$	$U_{eff_s} = R\, I_{eff_s}$ -1 (B $R = \frac{120}{4} = 30\ \Omega$ $P_{avg_R} = R\, I^2_{eff_R} = 30 \times 16$ $P_{avg_R} = 480\ watt$ $X_C = \frac{1}{\omega_c} = \frac{4000}{100\pi} = 40\ \Omega$ -2 $\overrightarrow{I_{eff_s}} = \overrightarrow{I_{eff_R}} + \overrightarrow{I_{eff_L}}$ -3 $I^2_{eff_s} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L}$ $I^2_{eff_L} = 25 - 16 = 9$ $I_{eff_L} = 3\text{ A}$	 I_{eff_R} $i_c = I_{max_c}\cos(\omega t + \varphi_c)$ $\varphi_c = \frac{\pi}{2}rad$ $I_{max_c} = I_{eff_c}\sqrt{2} = 3\sqrt{2}\ A$ $i_c = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})\ \ A$

الالكترونيات:

س1: ماهي القوى التي يخضع الالكترون على مساره في ذرة الهيدروجين باعتبار حركته حول النواة دائرية منتظمة؟

- تهمل قوى التجاذب الكتلي بين الالكترون والبروتون لصغرها.

1- قوه كهربائية ($\vec{F}_E$): ناجمه عن جذب النواة الموجبة (البروتون) للإلكترون :



$$F_E = K.\frac{e^2}{r^2}$$

ثابت الجذب الكهربائي $K = \frac{1}{4\pi.\varepsilon_0}$:سماحية الخلاء الكهربائية ε_0, K

2- قوة العطالة النابذة $\vec{F}_C$: سببها دوران الالكترون المستمر حول النواة بسرعه ثابته $\vec{v}$:

$$F_C = m_e.a_c = m_e.\frac{v^2}{r}$$

m_e: كتلة الالكترون، e: شحنة الالكترون المطلقة، r نصف قطر المسار.

س2: استنتج علاقة الطاقة الميكانيكية لإلكترون ذرة الهيدروجين في مداره انطلاقاً من فرضية بور الأولى؟

$$F_E = F_C \Rightarrow K.\frac{e^2}{r^2} = m_e.\frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{K.e^2}{m_e.r}$$

الطاقة الميكانيكية مجموع الطاقتين الحركية والكامنة $E = E_K + E_P$

$$E_K = \frac{1}{2}m_e.v^2 = \frac{1}{2}m_e.\frac{K.e^2}{m_e.r} = \frac{1}{2}.K.\frac{e^2}{r}$$

لكن: $E_P = -K.\frac{e^2}{r}$

$$E = \frac{1}{2}K.\frac{e^2}{r} - K.\frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2}.K.\frac{e^2}{r}$$

سالبة طالما الالكترون مرتبط بالنواة وتنعدم في اللانهاية (عدم الارتباط)

س 3- إن الطاقة الكلية للإلكترون تتألف من قسمين ما هما ، ثم اكتب العلاقة الرياضية المعبرة عن هذه الطاقة موضحاً متى تزداد ومتى تنعدم ؟

طاقة كامنة كهربائية E_p ناتجة عن الحقل الكهربائي الناتج عن الشحنة الموجبة للنواة وتمثل القسم السالب والأكبر من الطاقة.

طاقة حركية E_k ناتجة عن دوران الإلكترون حول النواة وتمثل القسم الموجب والأصغر من الطاقة.

العبارة الرياضية للطاقة الكلية: $E = E_p + E_k = -\frac{13.6}{n^2}$

- إن الطاقة الكلية هي طاقة سالبة لأنها طاقة ارتباط
- تتناسب القيمة المطلقة للطاقة الكلية عكساً مع مربع رتبة المدار n
- تزداد طاقة الإلكترون على مداره بازدياد رتبة المدار n وتنعدم في اللانهاية ويتحول الإلكترون إلى إلكترون حر.

س 4- استنتج العلاقة المحددة لطاقة انتزاع الالكترون الحر من سطح معدن.

- لانتزاع الكترون من سطح معدن يحتاج إلى صرف طاقة، تسمى الطاقة الدنيا اللازمة لانتزاع الالكترون من سطح المعدن بطاقة الانتزاع لهذا المعدن ويرمز لها بالرمز W_s
- لانتزاع الكترون من سطح معدن ونقله مسافة صغيرة خارج المعدن يجب تقديم طاقة أكبر من عمل القوة الكهربائية التي تجذب الإلكترون نحو داخل المعدن.

وبالتالي: $w_s = F.dL$

لكن: $F = eE$ نعوض: $W_s = eE.dL$

لكن: $E = \frac{U_S}{dL} \Rightarrow U_S = E.dL$

نعوض: $E_S = W_S = e.U_S$

حيث أن:

E_S: طاقة الانتزاع

W_S: عمل الانتزاع

U_S: فرق كمون الانتزاع بين سطح المعدن والسطح الخارجي

E: الحقل الكهربائي المتولد عن الأيونات الموجبة عند سطح المعدن.

س 5- عدد طرق انتزاع الالكترون من سطح معدن مع شرح بسيط.

الفعل الكهرضوئي: تقدم الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون من سطح المعدن على شكل طاقة ضوئية تواترها كافٍ وتعطى بالعلاقة: $E = hf$

الفعل الكهرحراري: تقدم الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون على شكل طاقة حرارية حيث يسخن المعدن فتكتسب بعض إلكتروناته السطحية قدراً كافياً من الطاقة تزيد من سرعتها وحركتها وتنبعث خارج المعدن.

مفعول الحت: قذف المعدن بحزمة من الجسميات ذات الطاقة الكافية فيساعد اصطدامها بسطح المعدن على انتزاع بعض إلكتروناته السطحية.

س 6- مكثفة مستوية لبوساها شاقوليان نطبق بين لبوسيها توتراً كهربائياً، ندخل الكتروناً ساكنا من فتحة من اللبوس السالب ، استنتج بالرموز العلاقة المحددة لسرعة خروج الالكترون من نافذة مقابلة في اللبوس الموجب بإهمال ثقل الإلكترون.

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي بإهمال ثقله

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{F}$: القوة الكهربائية حيث $\vec{F} = e.\vec{E}$

لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة وشدتها ثابتة $F = eE$

لكن: $E = \frac{U}{d}$ نعوض: $F = e\frac{U}{d}$ (1)

حسب العلاقة الأساسية في التحريك: $F = m_e a$ (2)

من (1) و(2):

$$m_e a = \frac{eU}{d} \Rightarrow a = \frac{eU}{m_e.d} = const$$

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت ⇐ الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام

* عند وصول الإلكترون إلى نافذة اللبوس الموجب فإن: $x = d$

* $v^2 - v_o^2 = 2ax$

$$v^2 - 0 = 2\frac{eU}{m_e d}d \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$$

س 7- ما هما شرطي توليد الأشعة المهبطية ؟ بين كيف يكون شكل الحزمة إذا كان سطح المهبط (مقعراً - محدباً - مستوياً) ؟

شرطي توليد الأشعة المهبطية.

- فراغ كبير في الأنبوب يتراوح الضغط فيه $(0.01 - 0.001)\text{mmHg}$

توتر كبير نسبياً بين قطبي الأنبوب يولد حقلاً كهربائياً شديداً بجوار المهبط.

- **متوازية** إذا كان مستوياً **ومتقاربة** إذا كان مقعراً **ومتباعدة** إذا كان محدباً.

س 8- مما تتكون الأشعة المهبطية؟ كيف يتم الكشف عن طبيعتها؟

طبيعتها: تتكون الأشعة المهبطية من إلكترونات منتزعة من مادة المهبط ومن إلكترونات تأين الذرات الغازية بجوار المهبط.

الكشف عن طبيعتها: تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة مما يدل على أنها مشحونة بكهربائية سالبة.

س 9- اذكر أربعة خواص فقط من خواص الأشعة المهبطية.

- تتأثر بالحقل الكهربائي: تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة مما يدل على أنها مشحونة بكهربائية سالبة.
- تتأثر بالحقل المغناطيسي: تنحرف بتأثير قوة لورنز المغناطيسية عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي الذي يؤثر فيها.
- تنتج أشعة سينية X: عند اصطدام الأشعة المهبطية بالمواد الصلبة ذات الأعداد الذرية الكبيرة مثل التنغستين.
- تؤين الغازات التي تمر فيها.
- تؤثر في أفلام التصوير.

س 10- تنتزع الالكترونات الحرة من سطح معدن بتسخينه لدرجة حرارة مناسبة فيتشكل حوله سحابة الكترونية كثافتها ثابتة

a- فسر ذلك؟ b- عرف الفعل الكهرحراري ثم بين كيف يمكن زيادة عدد الالكترونات المنتزعة في الثانية الواحدة؟

- عند تسخين المعادن تكتسب الإلكترونات الحرة قدراً كافياً من الطاقة تزيد من سرعتها وحركتها العشوائية.
- وإذا ازداد التسخين اكتسبت بعض الإلكترونات الحرة طاقة تسمح لها بالانطلاق من الذرة ويكتسب المعدن شحنة موجبة تزداد تدريجياً مما يزيد من قدرتها على جذب الإلكترونات المنتزعة.
- يستمر ذلك حتى يتساوى عدد الإلكترونات المنتزعة من سطح المعدن في كل لحظة مع عدد الإلكترونات العائدة إليه.

الفعل الكهرحراري.

هو انتزاع إلكترونات حرة من سطح المعدن بتسخينه إلى درجة حرارة مناسبة، ويزداد عدد الإلكترونات المنتزعة في الثانية:

1- كلما قلّ الضغط المحيط بسطحه. 2- كلما ارتفعت درجة حرارة.

س 11- يتألف راسم الاهتزاز من ثلاثة أقسام أحدهما المدفع الالكتروني. ما هما القسمان الآخران ومما يتألف المدفع الالكتروني

القسمان الآخران هما: الجملة الحارفة ، الشاشة المتألقة.

يتألف المدفع الالكتروني من :

- **مهبط:** موصول بتوتر سالب، يصدر الإلكترونات بالفعل الكهرحراري بتسخينه تسخيناً غير مباشر.
- **شبكة وهنلت وظيفتها:** لضبط الحزمة الإلكترونية
- **المصعدان وظيفتهما:** تسريع الحزمة الالكترونية

س 12- اشرح الدور المزدوج لشبكة وهنلت

a- تجميع الالكترونات الصادرة عن المهبط في نقطة تقع على محور الأنبوب.

b- التحكم بعدد الالكترونات النافذة من ثقبها من خلال تغيير التوتر السالب المطبق على الشبكة مما يغير من شدة إضاءة الشاشة.

تتألف الجملة الحارفة من:

- مكثفة لبوساها شاقوليان حقلها أفقي تحرف الحزمة أفقياً.
- مكثفة لبوساها أفقيان حقلها شاقولي تحرف الحزمة شاقولياً.

الشاشة المتألقة: تتألف من:

- طبقة سميكة من الزجاج.
- طبقة ناقلة من الغرافيت تعمل دور الواقي للحزمة من الحقول الخارجية كما انها تعيد الالكترونات التي سببت التألق إلى المصعد وتغلق الدارة.
- طبقة من مادة متألقة (كبريت الزنك ZnS).
- تغطى الشاشة من الداخل بطبقة رقيقة من الألمنيوم.

س13- نأخذ صفيحة نظيفة من التوتياء ونضعها فوق قرص كاشف كهربائي ونشحن الصفيحة بشحنة سالبة فتنفرج وريقتا الكاشف ثم نضيء الصفيحة بضوء صادر عن مصباح بخار الزئبق فنجد أن الوريقتين تتقاربا حتى تنطبقا علل ذلك.

عند تعريض صفيحة التوتياء لأشعة المصباح يجري انتزاع بعض الإلكترونات الحرة من الصفيحة بالفعل الكهرضوئي، تتنافر الإلكترونات المنتزعة مع الشحنة السالبة لصفيحة التوتياء فتبتعد عنها مما يؤدي إلى فقدانها تدريجياً لشحنتها السالبة حتى تتعادل فتنطبق الوريقتان.

س14- نأخذ صفيحة نظيفة من التوتياء ونضعها فوق قرص كاشف كهربائي ونشحن الصفيحة بشحنة سالبة فتنفرج وريقتا الكاشف ثم نضيء الصفيحة بضوء صادر عن مصباح بخار الزئبق بعد أن نضع لوح زجاج بين الصفيحة والمصباح ماذا يطرأ على انفراج الوريقتين علل ذلك.

لا يتغير انفراج الوريقتين

التعليل: الزجاج منع وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الصفيحة وسمح فقط بمرور الأشعة المرئية وتحت الحمراء والتي لا تملك طاقة كافيه لانتزاع الالكترونات فلم تتغير شحنة الصفيحة.

س15- عندما يسقط فوتون على معدن، يمكن أن يصادف إلكتروناً ويقدم له طاقته وفق ثلاثة احتمالات، ما هي؟

1- إذا كانت طاقة الفوتون مساوية لطاقة الانتزاع: $E = E_S = hf$ فإن ذلك يؤدي إلى انتزاع الإلكترون ولكن بطاقة حركية معدومة

2- $E > E_S$ إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من طاقة الانتزاع، فإنّه يجري انتزاع الإلكترون من المعدن باستهلاك جزء من طاقة الفوتون يساوي E_s والجزء الآخر يبقى مع الإلكترون على شكل طاقة حركية

3- $E < E_S$ يكتسب الالكترون طاقة حركية ويبقى الإلكترون مرتبطاً بالمعدن.

س16- عندما يسقط فوتون على معدن، يمكن أن يصادف إلكتروناً ويقدم له طاقته:

a- ما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء الوارد ليتحقق الفعل الكهرضوئي؟

b- استنتج العلاقة الرياضية المعبرة عن معادلة أينشتاين في الفعل الكهرضوئي.

$$\lambda < \lambda_s$$
$$E_k = hf - E_s$$
$$E_k = hf - hf_s$$
$$E_k = \mathrm{hc}\left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s}\right]$$

س 17- ما هي خواص الفوتون؟

- جسيم يواكب موجة كهرطيسية تواترها f
- شحنته الكهربائية معدومة.
- يتحرك بسرعة تساوي سرعة الضوء في الخلاء.
- طاقته تساوي $E = hf = mc^2$

س18-ما هو تأثير استطاعة الحزمة الضوئية على تيار الحجيرة؟

$P = N.h.f$ حيث N: عدد الفوتونات التي يتلقاها السطح

تزداد شدة تيار الحجيرة بزيادة استطاعة الحزمة الضوئية أي بزيادة عدد فوتوناتها بسبب تحرر المزيد من الالكترونات ونصل إلى تيار إشباع أعلى من سابقه.

س19- استنتج علاقة طول أقصر موجه (λ_{min}) لفوتونات الأشعة السينية الصادرة و أكبر تواتر مقابل لها؟

نحصل على أعظم طاقة لفوتونات الأشعة السينية إذا تحولت الطاقة الحركية للإلكترونات المسرعة إلى طاقة فوتون:

$$E_K = E_{\text{فوتون}} \Rightarrow eU = h.f_{max} \Rightarrow f_{max} = \frac{eU}{h}$$
$$\frac{c}{\lambda_{min}} = \frac{eU}{h} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{h.c}{eU}$$

f_{max}: التواتر الأعظمي للأشعة السينية

λ_{min}: أقصر طول لأمواج الأشعة السينية ويتوقف على U_{AC} التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الأنبوب.

س20- ما طبيعة الأشعة السينية؟

الأشعة السينية: أمواج كهرطيسية عالية الطاقة ذات أطوال موجية أقصر بكثير من أطوال الأمواج الضوئية تنتشر بسرعة الضوء وتصدر عن ذرات العناصر الثقيلة (ذات العدد الذري الكبير نسبياً) بعد إثارتها بطريقة مناسبة.

س 21- ما خواص الأشعة السينية؟

1 - ذات طبيعة موجيه: أمواج كهر طيسيه أطوال موجتها قصيره لذلك تكون طاقتها عالية.

2-نفوذيتها عالية: بسبب قصر طول موجتها.

3-تشبه الضوء المرئي من حيث الانتشار المستقيم والانعكاس والانكسار والتداخل والانعراج وسرعتها تساوي سرعة الضوء.

4- لا تمتلك شحنه كهربائية لذلك لا تتأثر بالحقلين الكهربائي والمغناطيسي.

5-تسبب تألق بعض المواد عندما تسقط عليها بسبب قدرتها على إثارة ذرات هذه المواد عندما تسقط عليها.

6-تسبب تأين الغازات لأن فوتوناتها ذات طاقة كبيرة نسبياً تكفي لتأين ذرات الغاز الذي تمر فيه.

7-تؤثر في الأنسجة الحية: حيث تسبب تخريب الخلايا عند تعرضها المستمر لها بشكل حروق عميقة / ألبسة الرصاص تقي منها.

8- لا يمكن أن تصدر إلا من ذرات العناصر الثقيلة نسبياً.

س22- ما هي العوامل التي تتوقف عليها قابلية المواد لامتصاصها للأشعة السينية و إنفاذها؟

- تزداد امتصاصية المادة لأشعة (x) وتقل نسبة النفاذ:

1- بزيادة ثخن المادة.

2- بزيادة كثافة المادة كالرصاص والذهب والعظام لذلك تستخدم في تشخيص الكسور عند الإنسان.

3- بنقصان طاقة الأشعة السينية: نميز نوعين من الأشعة:

4- قارن بين الأشعة اللينة والأشعة القاسية؟

	الأشعة اللينة	الأشعة القاسية
الطاقة	منخفضة	عالية
الامتصاص	كبير	قليل
النفوذ	قليل	كبير

س 23- قارن بين الإصدار التلقائي والإصدار المحثوث، ما هو شرط أن يكون الوسط الفعال صالحاً لتوليد ليزر.

1) الإصدار التلقائي يحدث سواء أكان هناك حزمة ضوئية واردة على الذرات المثارة أم لا يكن، بينما لا يحدث الإصدار المحثوث إلا بوجود حزمة ضوئية، يحقق تواترها العلاقة: $\Delta E = hf$ حيث ΔE فرق الطاقة بين السوية المثارة والسوية الأساسية.

2) الإصدار التلقائي يحدث في جميع الاتجاهات وطور الفوتون الصادر يمكن أن يأخذ أي قيمة بينما جهة الفوتون الصادر في الإصدار المحثوث محددة بجهة الفوتون المسبب للإصدار وطور الفوتون الصادر يطابق طور الفوتون المسبب للإصدار.

يكون الوسط صالحاً لتوليد ليزر:

عندما يكون عدد الفوتونات الناتجة عن طريق الإصدار المحثوث أكبر من عدد الفوتونات التي جرى امتصاصها وتزداد شدة الحزمة بعد عبورها الوسط ونقول عن الوسط أنّه وسط مضخّم ويصلح لتوليد الليزر.

س24-ما هي خواص الحزمة الليزرية؟

- وحيدة اللون أي تتمتع بالتواتر نفسه.
- مترابطة بالطور: إنَّ فوتونات الناجمة عن الإصدار المحثوث تتمتع بطور الفوتون الذي حثها.
- انفراج حزمة الليزر صغير، أي لا يتوسع مقطع الحزمة عند الابتعاد عن المنبع

اختيار متعدد الالكترونيات:

1- عندما ينتقل الالكترون من سوية طاقيه أقرب للنواة إلى سوية طاقيه أبعد عنها فإنه:

a- يمتص طاقة b- يصدر طاقة. C- يحافظ على طاقته d- تنعدم طاقته

2- عندما ينتقل الالكترون من سوية طاقيه ما في الذرة إلى اللانهاية فإنه:

a- يقترب من النواة b- يصدر طاقة c- يحافظ على طاقته d- يصبح ذو طاقه معدومة

3- بابتعاد الالكترون عن النواة فإن طاقته:

a-تزداد b- تنقص c- لا تتغير d- تنقص ثم تنعدم

4- تنشأ الطيوف الذرية نتيجة انتقال:

a- الإلكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أخفض. b- الالكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أعلى.

c- البروتون خارج الذرة. d- الالكترون خارج النواة.

5- نقدم طاقة للذرة على شكل إشعاع متواصل فتثار الذرة لإنها:

a- تمتص كامل الطاقة المقدمة. b- لا تمتص أي طاقة.

c- تمتص جزء من طاقة الإشعاع مطابق لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين. d- تمتص جزء من طاقة الاشعاع.

6- طبيعة الأشعة المهبطية: (1-2015)

a	أمواج كهرطيسية	b	الكترونات	c	بروتونات	d	نيوترونات

7- تتولد الأشعة المهبطية في أنبوب الإنفراغ الكهربائي عندما نطبق بين قطبيه توتراً كبيراً مناسباً وتكون قيمة الضغط فيه مقدرة بواحدة $(mm.Hg)$ مساوية: (1-2019)

a	$1-10$	b	$0.01-0.001$	c	100	d	1

8- الحزمة الضوئية حزمة من الجسيمات غير المرئية تسمى:

a- نترونات b- فوتونات c - إلكترونات d- بروتونات

9- يزداد عدد الالكترونات المقتلعة من مهبط الحجيرة الكهرضوئية بازدياد:

a-تواتر الضوء الوارد. b- شدة الضوء الوارد. c- كتلة صفيحة مهبط الحجيرة. d- تواتر العتبة.

10- تزداد الطاقة الحركية للإلكترون لحظة مغادرته مهبط الحجيرة الكهرضوئية بازدياد:

a- تواتر الضوء الوارد. b- شدة الضوء الوارد. c- سماكة صفيحة مهبط الحجيرة. d- تواتر العتبة.

11- يحدث الفعل الكهرضوئي بإشعاع ضوئي وحيد اللون تواتره:

a- $f=0$ b- $f<f_s$ c- $f=f_s$ d- $f>f_s$

12- يجري انتزاع الإلكترون من سطح معدن ما إذا كانت طاقة الفوتون:

a- معدومة b- تساوي طاقة الانتزاع. C- أكبر من طاقة الانتزاع. d- أصغر من طاقة الانتزاع.

13- من خواص الفوتون: (1- 2017)

a	شحنته موجبة	b	لا يمتلك كمية حركة	c	شحنته سالبة	d	شحنته معدومة

14- تعطى كمية حركة الفوتون بالعلاقة: (1-2016)

a	$p=h.\lambda$	b	$p=h.f$	c	$p=\frac{f}{\lambda}$	d	$p=\frac{h}{\lambda}$

15- العلاقة المعبرة عن استطاعة حزمة فوتونات في الثانية تعطى بالعلاقة:

a	$p=N.h.f$	b	$p=h.c.f$	c	$p=\frac{f}{\lambda}$	d	$p=\frac{h}{\lambda}$

16- تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنتزع من مهبط الحجرة الكهرضوئية:

a	بزيادة شدة الضوء الوارد	b	بزيادة تواتر الضوء الوارد	c	بزيادة سماكة صفيحة مهبط الحجيرة	d	بزيادة تواتر العتبة

17- في أنبوب الأشعة السينية يمكن تسريع الإلكترونات بين المهبط والمصعد:

a- بزيادة درجة حرارة سلك التسخين. b- بزيادة التوتر المطبق على دارة تسخين السلك.

c-بزيادة التوتر المطبق بين المصعد والمهبط.

18- يزداد امتصاص المادة للأشعة السينية:

a-بزيادة طاقة الأشعة السينية. b- بزيادة كثافة المادة. C-بنقصان كثافة المادة. d- بنقصان ثخانة المادة.

19- الأشعة السينية أمواج كهرطيسية:

a-أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها صغيرة. b- أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها كبيرة

c- أطوال موجاتها كبيرة وطاقتها كبيرة. d- أطوال موجاتها كبيرة وطاقتها صغيرة.

20- تصدر الأشعة السينية عن ذرات:

a-الهيدروجين. b- الكربون. C-الهيليوم. d-العناصر الثقيلة.

حل المسائل التالية

المسألة الأولى:

تبلغ شدة التيار في انبوب لتوليد الأشعة المهبطية $8\ mA$، **المطلوب حساب:**

1- عدد الالكترونات التي تصل الصفيحة المعدنية في الثانية الواحدة.

2- الطاقة الحركية لأحد الالكترونات لحظة وصوله للمصعد باعتبار أنه ترك المهبط بدون سرعة ابتدائية وأن التوتر الكهربائي بين المهبط والمصعد $90\ V$ ، ثم احسب سرعته عندئذ.

المسألة الثانية:

نطبق توتراً كهربائياً قدره $90V$ بين لبوسي مكثفة لبوساها شاقوليان البعد بينهما $2\ cm$ ، ندخل الكتروناً ساكناً من فتحة من اللبوس السالب ليخرج الإلكترون من نافذة مقابلة في اللبوس الموجب **المطلوب:**

1- احسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوسي المكثفة.

2- احسب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها الالكترون.

3- استنتج العلاقة المحددة لسرعة خروج الالكترون من نافذة اللبوس الموجب، بإهمال ثقل الالكترون

4- اقترح طريقة لزيادة سرعة خروج الإلكترون من نافذة اللبوس الموجب.

المسألة الثالثة:

إذا كان أكبر طول موجة يلزم لانتزاع الإلكترون من سطح مهبط حجيرة كهرضوئية يساوي $66 \times 10^{-8} m$ **والمطلوب حساب:**

1- طاقة انتزاع الإلكترون من مادة المهبط

2- كمية حركة الفوتون الوارد عندما يضاء سطح صفيحة المهبط بضوء وحيد اللون طول موجته $44 \times 10^{-8} m$

3- الطاقة الحركية للإلكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة الكهرضوئية.

4- قيمة كمون الإيقاف

المسألة الرابعة:

يعمل أنبوب الأشعة السينيّة بتوتر $8 \times 10^{4} V$ حيث يصدر عن المهبط إلكترون سرعته معدومة عملياً. **المطلوب:**

1- احسب الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف) .

2- احسب سرعة الإلكترون لحظة اصدمه بالهدف.

3- احسب أقصر طول موجة للأشعة السينية.