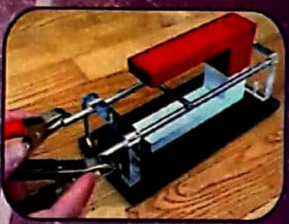
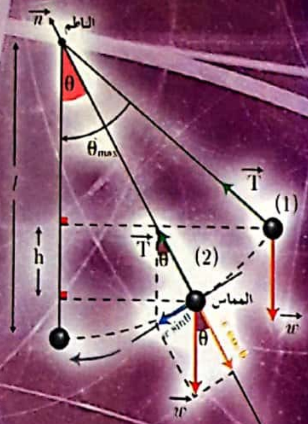
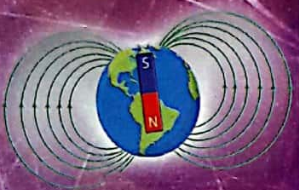
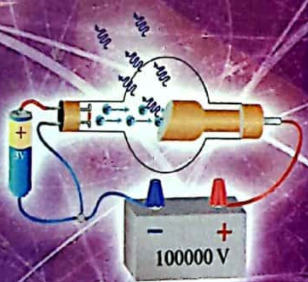


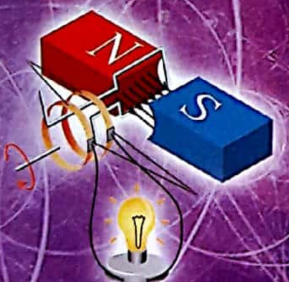
الفيزياء

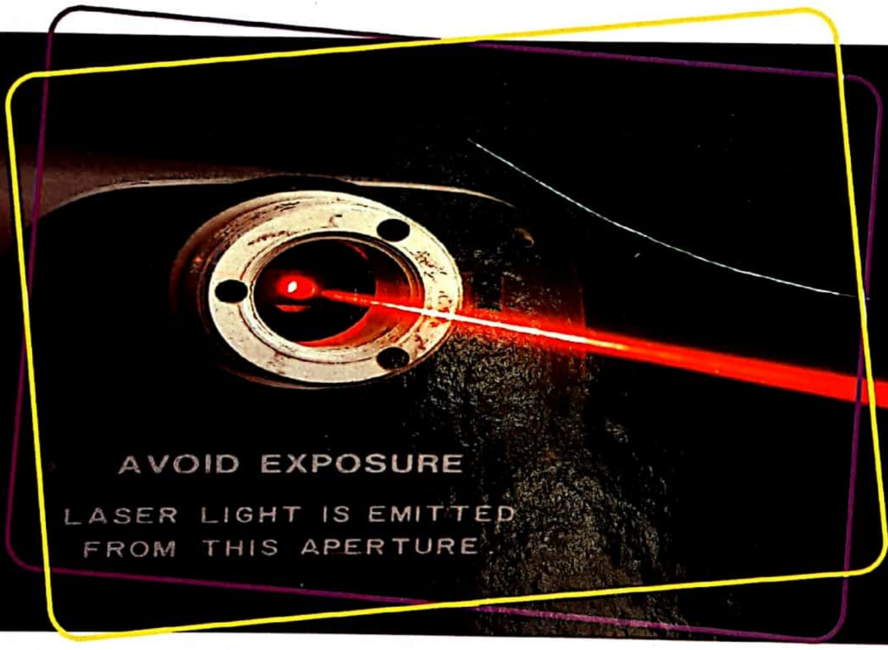
لطلاب الصف الثالث الثانوي العلمي











إعداد المدرّس:
عمر عاتكة
0944206840

وفق المنهاج الحديث

« المسائل العامة »

المسألة الأولى: فشكل هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صلابته $(K = 10\,N \cdot m^{-1})$ مثبت من إحدى نهايتيه إلى نقطة ثابتة، ويحمل في نهايته الثانية جسماً كتلته $(m = 0.1\,Kg)$ فإذا علمت أنه مبدأ الزمن لحظة مرور الجسم في مركز التوازن، وهو يتحرك بالاتجاه السالب بسرعة $(v = -3\,m \cdot s^{-1})$. المطلوب: 1- احسب نبض الحركة.
2- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة 3- احسب شدة قوة الارجاع في نقطة مطالها $(3\,cm)$

الحل: 1- $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} \Leftarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{10}{0.1}} \Leftarrow \boxed{\omega = 10\,rad \cdot s^{-1}}$

2- التابع الزمني للمطال $\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

حساب (X_{max}): واضح من شروط البدء وهي $(t = 0 \,،\, x = 0 \,،\, v = -3\,m \cdot s^{-1})$

أنه في وضع التوازن تكون السرعة $\bar{v} = \bar{v}_{max} = \mp \omega_0 X_{max}$

ولأن الجسم يتحرك بالاتجاه السالب فإن $\bar{v} = -\omega_0 X_{max} \Rightarrow -3 = -10 X_{max} \Rightarrow \boxed{X_{max} = 0.3\,m}$

حساب $(\bar{\varphi})$: نعوض شروط البدء وهي $(t = 0 \,،\, \bar{x} = 0)$ في التابع الزمني للمطال:

$0 = X_{max} \cos(0 + \bar{\varphi})$ ولأن $X_{max} \neq 0 \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 0 \Rightarrow \bar{\varphi} = \frac{\pi}{2}$ أو $\bar{\varphi} = 3\frac{\pi}{2}$

ولأنه يتحرك بالاتجاه السالب فإن $\boxed{\bar{\varphi} = \frac{\pi}{2}\,rad}$

- وكان يمكنه حساب $(X_{max} \,،\, \bar{\varphi})$ من شروط البدء وهي $(t = 0 \,،\, \bar{x} = 0 \,،\, \bar{v} = -3\,m \cdot s^{-1})$

حيث نعوض أولاً $(t = 0 \,،\, \bar{x} = 0)$ في التابع الزمني للمطال $0 = X_{max} \cos(0 + \bar{\varphi})$

ولأن $X_{max} \neq 0$ فإن $\cos\bar{\varphi} = 0 \Rightarrow \bar{\varphi} = \frac{\pi}{2}$ أو $\bar{\varphi} = 3\frac{\pi}{2}$ ولأنه يتحرك بالاتجاه السالب $\bar{\varphi} = \frac{\pi}{2}\,rad$

ثم نعوض $(t = 0 \,،\, \bar{v} = -3\,m \cdot s^{-1})$ في التابع الزمني للسرعة وهو $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

فنجد $-3 = -\omega_0 X_{max} \sin(0 + \bar{\varphi}) \Rightarrow -3 = -10 X_{max} \sin\frac{\pi}{2} \Rightarrow X_{max} = 0.3\,m$

ويصبح التابع $\boxed{\bar{x} = 0.3 \cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)}$

3- $\bar{F} = -K\bar{x} \Rightarrow \bar{F} = -10(3 \times 10^{-2}) \Rightarrow \bar{F} = -0.3\,N$ وشدتها $\boxed{F = 0.3\,N}$

المسألة الثانية: تهتز نقطة مادية كتلتها $(0.5\,Kg)$ بحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة، حلقاته متباعدة شاقولي وبدور $(4s)$ وبسعة اهتزاز $(X_{max} = 8\,cm)$ فإذا علمت أن النقطة كانت في موضع مطاله $\left(\frac{X_{max}}{2}\right)$ في بدء الزمن وهي متحركة بالاتجاه السالب. المطلوب:

1- استنتج التابع الزمني لمطال حركة هذه النقطة 2- عيّن لحظتي المرور الأول والثالث في وضع التوازن
3- عيّن المواضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى، واحسب قيمتها ثم حدد موضعاً تنعدم فيه شدة هذه المحصلة
4- احسب قيمة ثابت صلابة النابض، وهل تتغير هذه القيمة باستبدال الكتلة المعلقة.
5- احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص $(1\,s)$.

الحل: 1- الشكل العام للتابع الزمني للمطال $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

حيث $X_{max} = 8\times10^{-2}\,m$ وكذلك $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Leftarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{4} \Leftarrow$ $\boxed{\omega_0 = \frac{\pi}{2}\,rad.s^{-1}}$

حساب ($\bar{\varphi}$): نحسب من شروط البدء وهي ($t=0$ ، $\bar{x} = +\frac{X_{max}}{2}$) حيث نعوض هذه الشروط

في التابع الزمني للمطال: $+\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(0+\bar{\varphi}) \Leftarrow \frac{1}{2} = \cos\bar{\varphi}$

$\Leftarrow \bar{\varphi} = \mp\frac{\pi}{3}$. لنرى أياً من هاتين القيمتين تجعل ($\bar{v}<0$ في اللحظة $t=0$) (لأن النقطة تتحرك بالاتجاه السالب) . وذلك بتعويضهما في التابع الزمني للسرعة وهو $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

أ) $\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{3}$: $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(0+\frac{\pi}{3}) \Leftarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max}(\frac{\sqrt{3}}{2}) < 0$ مقبولة

ب) $\bar{\varphi} = -\frac{\pi}{3}$: $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(0-\frac{\pi}{3}) \Leftarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max}(-\frac{\sqrt{3}}{2}) > 0$ مرفوضة

ويصبح التابع الزمني للمطال: $\boxed{\bar{x} = 8\times10^{-2}\cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3})}$

2- عندما يمر المتحرك من وضع التوازن يكون $\bar{x} = 0$ نعوض في التابع السابق $0 = 8\times10^{-2}\cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3})$

ولأن $8\times10^{-2} \neq 0 \Leftarrow \cos(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{3}) = 0 \Leftarrow \frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + \pi K$

ومن أجل المرور الأول فإن $K=0 \Leftarrow \frac{\pi}{2}t_1 + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} \Leftarrow \frac{\pi}{2}t_1 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} \Leftarrow \frac{\pi}{2}t_1 = \frac{\pi}{6} \Leftarrow$ $\boxed{t_1 = \frac{1}{3}s}$

ومن أجل المرور الثالث فإن $K=2 \Leftarrow \frac{\pi}{2}t_3 + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + 2\pi \Leftarrow \frac{\pi}{2}t_3 = \frac{\pi}{2} + 2\pi - \frac{\pi}{3} \Leftarrow \frac{\pi}{2}t_3 = \frac{13\pi}{6} \Leftarrow$ $\boxed{t_3 = \frac{13}{3}s}$

أو : $t_3 = t_1 + T_0 = \frac{1}{3} + 4 \Leftarrow t_3 = \frac{13}{3}s$

3- محصلة القوى هي $\bar{F} = -K\bar{x}$ أو $\bar{F} = m\bar{a} = m(-\omega_0^2\bar{x}) = -m\omega_0^2\bar{x} = -K\bar{x}$

أ) وتكون هذه المحصلة عظمى عندما $\bar{x} = \mp X_{max}$ (في الوضعين المتطرفين) نعوض $\bar{F}_{max} = \pm K X_{max}$

وشدة (طويلة) هذه المحصلة $F_{max} = K X_{max}$ حيث $\omega_0^2 = \frac{K}{m} \Leftarrow K = \omega_0^2 . m$ نعوض

$F_{max} = \omega_0^2 . m . X_{max} \Leftarrow F_{max} = (\frac{\pi}{2})^2 \times 0.5 \times 8\times10^{-2} \Leftarrow$ $\boxed{F_{max} = 0.1\,N}$

ب) وتكون هذه المحصلة معدومة عندما $\bar{x} = 0$ (في وضع التوازن)

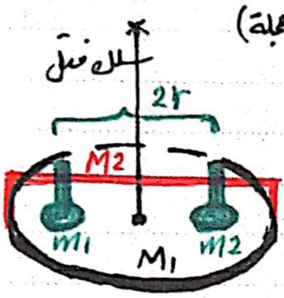
4- $K = m.\omega_0^2 \Leftarrow K = 0.5(\frac{\pi}{2})^2 \Leftarrow$ $\boxed{K = 1.25\,N.m^{-1}}$ وكان يمكن حساب K من دستور الدور

لا تتغير قيمة K بتغير قيمة m لأن K تتعلق فقط ببرونة النابض فهي تختلف من نابض لآخر

5- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{K}} \Leftarrow 1 = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{1.25}}$ نربع $1 = 4\pi^2\frac{m'}{1.25} \Leftarrow$ $\boxed{m' = \frac{1}{32} = 0.03125\,Kg}$

المسألة الثالثة: تتألف مقياتية من قرص نحاسي كتلته $(M_1 = 0.12\,Kg)$ نصف قطره $(R = 0.05\,m)$ ثبت عليه ساق كتلتها $(M_2 = 0.012\,Kg)$ طولها $(L = 0.1\,m)$ تحمل في طرفيها كتلتين نعدّهما نقطيتين $(m_1 = m_2 = 0.05\,Kg)$ تبعدان عن بعضهما مسافة قدرها $(2r = 0.04\,m)$ يمكنه تغييرها بوساطة بزال نعلق جملة القرص وما عليه من مركز عطالتها إلى سلك فتل شاقولي ثابت فتله $(K = 8\times10^{-4}\,m.N.rad^{-1})$. المطلوب:

1- احسب دور المقياتية 2- إذا أردنا للدور أن يزداد بمقدار $(0.86\,s)$ وذلك بزيادة البعد بين الكتلتين، فما البعد الجديد الذي يجب أن يصبح بينهما ($I_{1\Delta} = \frac{1}{2}M_1R^2$ للقرص، $I_{2\Delta} = \frac{1}{12}M_2L^2$ للساق)



الحل: 1- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}}$ ولكن $I_\Delta = \underset{\text{قرص}}{I_{1\Delta}} + \underset{\text{ساق}}{I_{2\Delta}} + \underset{m_1\text{ كتلة}}{I_{3\Delta}} + \underset{m_2\text{ كتلة}}{I_{4\Delta}}$ (جملة)

$$I_\Delta = \frac{1}{2}M_1R^2 + \frac{1}{12}M_2L^2 + \underbrace{m_1r_1^2 + m_2r_2^2}_{2m_1r_1^2}$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}\times0.12(0.05)^2 + \frac{1}{12}\times0.012(0.1)^2 + 2\times0.05(0.02)^2$$

$$I_\Delta = 0.06\times0.0025 + 0.001\times0.01 + 0.1\times0.0004$$

$$I_\Delta = 0.0002\,Kg.m^2 \Leftarrow I_\Delta = 0.00015 + 0.00001 + 0.00004$$

نعوض في دستور الدور: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.0002}{8\times10^{-4}}} \Rightarrow \boxed{T_0 = \pi = 3.14\,s}$

2- $T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{K}}$ حيث $T_0' = 3.14 + 0.86 \Rightarrow T_0' = 4\,s$ وكذلك:

$$I'_\Delta = \frac{1}{2}M_1R^2 + \frac{1}{12}M_2L^2 + \underbrace{m_1r_1'^2 + m_2r_2'^2}_{2m_1r_1'^2} \Rightarrow I'_\Delta = 0.00015 + 0.00001 + 2\times0.05(0.02+x)^2$$

$$= 0.00016 + 0.1(0.02+x)^2$$

نعوض في علاقة الدور الجديد: $\cancel{4}^{2} = 2\pi\sqrt{\frac{0.00016 + 0.1(0.02+x)^2}{8\times10^{-4}}}$ نربع الطرفين

$$4 = 10\,\frac{0.00016 + 0.1(0.02+x)^2}{8\times10^{-4}} \Rightarrow 32\times10^{-5} = 0.00016 + 0.1(0.02+x)^2$$

$$16\times10^{-5} = 0.1(0.02+x)^2 \Rightarrow 16\times10^{-4} = (0.02+x)^2 \text{ بالجذر}$$

$$4\times10^{-2} = 0.02 + x \Rightarrow x = 0.02\,m$$

وبالتالي البعد الجديد بين الكتلتين $d = 2r + 2x \Rightarrow d = 0.04 + 2\times0.02 \Rightarrow \boxed{d = 0.08\,m}$

المسألة الرابعة: نعلق حلقة معدنية نصف قطرها $(R = 12.5\,cm)$ كتلتها $(M = 0.05\,Kg)$ بمحور أفقي ثابت. المطلوب: 1- احسب الدور الخاص لاهتزاز هذا النواس من أجل السعات الزاوية الصغيرة إذا علمت أن $(I_\Delta = MR^2$ للحلقة$)$ 2- احسب طول النواس البسيط الموافق

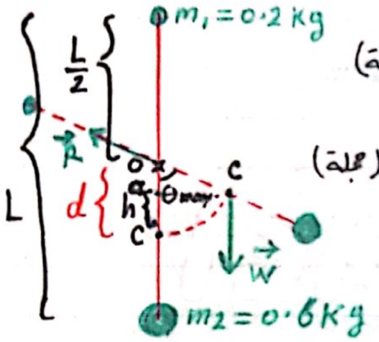
الحل: 1- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ حيث $I_\Delta = \underbrace{MR^2 + M.d^2}_{\text{حسب هايغنز}}$

$I_\Delta = MR^2 + MR^2 = 2MR^2$ وكذلك $m = M$ و $d = oc = R$

نعوض $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2MR^2}{MgR}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}} \Rightarrow T_0 = \cancel{2\pi}\sqrt{\frac{2\times12.5\times10^{-2}}{\cancel{10}}} \Rightarrow \boxed{T_0 = 1\,s}$

-2 $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ [بواقته أي يساويه بالدور] ⇐ $1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{10}}$ ⇐ $\boxed{l = \frac{1}{4}\ m}$

المسألة الخامسة : تتألف نواس ثقلي من ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها ($1m$) تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية ($m_1 = 0.2\ Kg$) وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية ($m_2 = 0.6\ Kg$) تهتز هذه الساق حول محور أفقي مار من منتصفها . المطلوب : 1- احسب دور النواس في حالة السعات الصغيرة
2- احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس 3- احسب دور النواس لو نوّاس بسعة زاوية ($\theta_{max} = 0.4\ rad$)
4- نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية ($\theta_{max} = 60°$) ونتركها دون سرعة ابتدائية
a - استنتج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس لحظة مرورها بالشاقول محور التعليق ثم احسب قيمتها عندئذ
b - احسب السرعة الخطية لمركز عطالة جملة النواس لحظة المرور بالشاقول .
5- نستبدل بالكتلة m_2 كتلة ($m_1 = 0.2Kg$) ونعلق الساق من منتصفها بسلك فتل شاقولي لنشكل بذلك نواساً للفتل ، نزيح الساق الأفقية عن وضع توازنها بزاوية θ_{max} ونتركها دون سرعة ابتدائية فتهتز بدور ($T_0 = 2\pi\ s$) . احسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق .
6- احسب قيمة التسارع الزاوي لنواس الفتل عند المرور بوضع $\theta = 0.5\ rad$



الحل : 1- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ حيث $I_\Delta\ (\text{جملة}) = I_{1\Delta} + I_{2\Delta} + I_\Delta$
للساق للكتلة m_2 للكتلة m_1

$I_\Delta\ (\text{جملة}) = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + 0 = m_1(\frac{L}{2})^2 + m_2(\frac{L}{2})^2 = (\frac{L}{2})^2(m_1 + m_2)$
الساق مهملة الكتلة

$I_\Delta = (\frac{1}{2})^2(0.2 + 0.6)$ ⇐ $I_\Delta = 0.2\ Kg \cdot m^2$

كذلك : $m\ (\text{جملة}) = m_1 + m_2 + m_{\text{ساق}}$ ⇐ $m = 0.2 + 0.6 + 0$ ⇐ $m = 0.8\ Kg$

وكذلك : $d = oc = \frac{\sum m_i \bar{r}_i}{\sum m_i}$ (بعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران) ⇐ $d = \frac{m_1 \bar{r}_1 + m_2 \bar{r}_2}{m_1 + m_2}$

⇐ $d = \frac{m_1(-\frac{L}{2}) + m_2(+\frac{L}{2})}{m_1 + m_2}$ ⇐ $d = \frac{0.2(-\frac{1}{2}) + 0.6(+\frac{1}{2})}{0.2 + 0.6}$ ⇐ $d = \frac{-0.1 + 0.3}{0.8}$ ⇐ $d = \frac{1}{4}\ m$

نعوض في دستور الدور فنجد $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{0.8 \times 10 \times \frac{1}{4}}}$ ⇐ $\boxed{T_0 = 2\ s}$

-2 $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ⇐ [لمواقته أي يساويه بالدور] ⇐ $2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{10}}$ ⇐ $\boxed{l = 1m}$

-3 $T_0' = T_0(1 + \frac{\theta_{max}^2}{16})$ ⇐ $T_0' = 2(1 + \frac{(0.4)^2}{16})$ ⇐ $T_0' = 2(1 + 0.01)$ ⇐ $\boxed{T_0' = 2.02\ s}$

4 - a - لنطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين . الأول : تصنع فيه الساق مع الشاقول زاوية θ_{max}
الثاني : عند مرور الساق بوضع الشاقول .

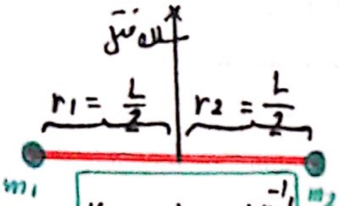
$\Delta E_K = E_{K_2} - E_{K_1} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1 \to 2)}$ ⇐ $\frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 - 0 = \overline{W}_{\vec{w}} + \overline{W}_{\vec{R}}$ ⇐ $\frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 = mgh + 0$
لأن نقطة تأثير $\vec{R}$ لا تنتقل

⇐ $\omega = \sqrt{\frac{2mgh}{I_\Delta}}$ وواضح من الشكل أنه: $h = ac = oc - oa = oc - oc\cos\theta_{max} = d(1-\cos\theta_{max})$

نعوض $\boxed{\omega = \sqrt{\frac{2mgd(1-\cos\theta_{max})}{I_\Delta}}}$ ⇐ $\omega = \sqrt{\frac{2\times0.8\times10\times\frac{1}{4}(1-\frac{1}{2})}{0.2}}$ ⇐ $\boxed{\omega = \sqrt{10}\ rad\cdot s^{-1}}$

b- $v_c = \omega\cdot r$ حيث $r = oc = d$ (نصف قطر الدائرة التي ترسمها c) ⇐ $v_c = \sqrt{10}\times\frac{1}{4}$ ⇐ $\boxed{v_c = \frac{\sqrt{10}}{4}\ m\cdot s^{-1}}$

5- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}}$ حيث $I_\Delta = I_{\Delta_1} + I_{\Delta_2} + \underbrace{I_\Delta}_{\text{للساق}}$ جملة



$I_\Delta = m_1(\frac{L}{2})^2 + m_2(\frac{L}{2})^2 + \underbrace{0}_{\text{الساق مهملة الكتلة}} = 2m_1(\frac{L}{2})^2 = m_1\frac{L^2}{2} = 0.2\frac{(1)^2}{2} = 0.1\ Kg\cdot m^2$

نعوض $2\pi = 2\pi\sqrt{\frac{0.1}{K}}$ ⇐ $1 = \sqrt{\frac{0.1}{K}}$ نربع $1 = \frac{0.1}{K}$ ⇐ $\boxed{K = 0.1\ m\cdot N\cdot rad^{-1}}$

6- $\bar{\alpha} = (\bar{\omega})'_t = (\bar{\theta})''_t = -\omega_0^2\cdot\bar{\theta}$ ونحسب $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1\ rad\cdot s^{-1}$ نعوض $\bar{\alpha} = -(1)^2\times0.5$ ⇐ $\boxed{\bar{\alpha} = -0.5\ rad\cdot s^{-2}}$

المسألة السادسة:

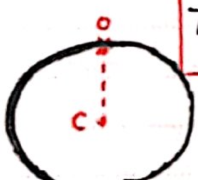
يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته (m) ونصف قطره ($r = \frac{2}{3}\ m$) يمكنه أن يهتز في مستوٍ شاقولي حول محور أفقي مار من نقطة على محيطه. المطلوب:

1- انطلاقاً من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب، استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص في حالة السعات الصغيرة، ثم احسب قيمته. 2- احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس المركب

3- نثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية (m') تساوي كتلة القرص (m) ونجعله يهتز حول محور أفقي مار من مركز القرص، احسب دوره في هذه الحالة من أجل السعات الزاوية الصغيرة.

4- نزيح القرص من جديد عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية للكتلة النقطية m' لحظة المرور بالشاقول ($\frac{2\pi}{3}\ m\cdot s^{-1}$) احسب قيمة θ_{max} $[I_{\Delta/c}(\text{القرص}) = \frac{1}{2}mr^2]$

الحل: 1- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ حيث $I_\Delta = \underbrace{I_{\Delta/c} + md^2}_{\text{حسب هايغنز}}$ ⇐ $I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2 + mr^2$ ⇐ $I_\Delta = \frac{3}{2}mr^2$



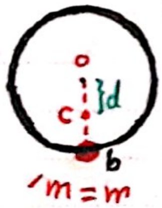
وكذلك $d = oc = r$ نعوض $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{mgr}}$ ⇐ $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}}$

⇐ $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3\times\frac{2}{3}}{2\times10}}$ ⇐ $\boxed{T_0 = 2s}$

2- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ⇐ [لمواقته أي يساويه بالدور] $2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{10}}$ ⇐ $\boxed{\ell = 1m}$

3- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ حيث $I_\Delta = \underbrace{I_\Delta}_{\text{للقرص}} + \underbrace{I'_\Delta}_{\text{للكتلة } m'} = \frac{1}{2}mr^2 + m'r^2 = \frac{3}{2}m\cdot r^2$ جملة

لم نطبق نظرية هايغنز لأن المحور يمر من مركز القرص

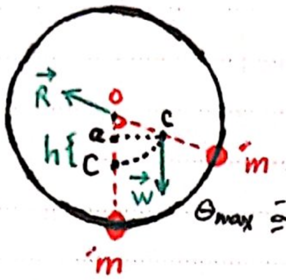


بما أن كتلة القرص (m) تعتبر متوضعة في مركزه، ولأن $m' = m$ لذلك مركز عطالة الجملة c يقع في منتصف نصف قطر القرص السفلي (منتصف ob) وبالتالي $d = oc = \frac{r}{2}$

وكذلك $m = \underset{قرص}{m} + m' = 2m$ (جملة) نعوض $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{2m\cdot g\cdot\frac{r}{2}}}$ ⇐ $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}}$

⇐ $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3\times\frac{2}{3}}{2\times10}}$ ⇐ $\boxed{T_0 = 2\,s}$ ملاحظة : كان يمكنه حساب d من $d = \frac{\sum m_i \bar r_i}{\sum m_i} = \frac{m\cdot\bar r + m'\bar r'}{m+m'}$

ولأن كتلة القرص m متوضعه في مركزه ، والمحور مار من المركز ⇐ $m\cdot\bar r = 0$ ⇐ $d = \frac{0 + m'r}{2m} = \frac{r}{2}$



4- $v_{m'} = \omega\cdot r$ حيث r : نصف قطر الدائرة التي ترسمها m' = نصف قطر القرص

$\frac{2\pi}{3} = \omega\cdot\frac{2}{3}$ ⇐ $\boxed{\omega = \pi = \sqrt{10}\ rad\cdot s^{-1}}$

لنطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين . الأول : يصنع القرص فيه مع وضع توازنه زاوية θ_{max}

الثاني : وضع الشاقول .

$\overline{\Delta E_K} = E_{K_2} - E_{K_1} = \sum \overline{W}_{\vec F (1\to2)}$ ⇐ $\frac12 I_\Delta \omega^2 - 0 = \overline{W}_{\vec w} + \overline{W}_{\vec R}$ ⇐ $\frac12 I_\Delta\omega^2 = mgh + 0$

لأن نقطة تأثير $\vec R$ لا تنتقل

حيث m (جملة) = 2m

⇐ $\omega = \sqrt{\frac{2(2m)gh}{I_\Delta}}$ وواضح من الشكل

$h = ac = oc - oa = oc - oc\cos\theta_{max} = d(1-\cos\theta_{max})$

$h = \frac{r}{2}(1-\cos\theta_{max})$

نعوض $\omega = \sqrt{\frac{4mg\frac{r}{2}(1-\cos\theta_{max})}{\frac32 mr^2}}$ ⇐ $\omega = \sqrt{\frac{4g(1-\cos\theta_{max})}{3r}}$ ⇐ $\pi = \sqrt{\frac{4\times10(1-\cos\theta_{max})}{3\times\frac23}}$

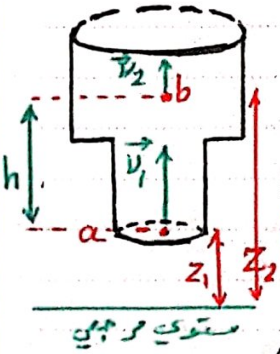
نربع $10 = 20(1-\cos\theta_{max})$ ⇐ $\frac12 = 1-\cos\theta_{max}$ ⇐ $\cos\theta_{max} = \frac12$ ⇐ $\boxed{\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\,rad = 60^\circ}$

المسألة السابعة : يجري الماء داخل الأنابيب (الموضحة في الشكل) من (a) إلى (b) حيث نصف قطر الأنبوب عند (a) ($r_1 = 5\,cm$) ونصف قطر الأنبوب عند النقطة (b) ($r_2 = 10\,cm$) والمسافة الشاقولية بين (a) و(b) ($h = 50\,cm$) . المطلوب : 1- احسب سرعة جريان الماء عند (b) علماً أن سرعة جريانه عند (a) ($v_1 = 4\,m\cdot s^{-1}$)

2- احسب قيمة فرق الضغط ($P_a - P_b$) ($\rho = 1000\,kg\cdot m^{-3}$ للماء)

الحل : 1- حسب معادلة الاستمرارية : $\underbrace{s_1\cdot v_1}_{a} = \underbrace{s_2\cdot v_2}_{b}$ ⇐ $\cancel{\pi} r_1^2\cdot v_1 = \cancel{\pi} r_2^2\cdot v_2$

⇐ $(5\times10^{-2})^2\times4 = (10\times10^{-2})^2 v_2$ ⇐ $\boxed{v_2 = 1\ m\cdot s^{-1}}$



2- حسب معادلة برنولي : $\underbrace{P_1 + \frac12\rho v_1^2 + \rho g z_1}_{a} = \underbrace{P_2 + \frac12 \rho v_2^2 + \rho g z_2}_{b}$

$P_1 - P_2 = \frac12\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g \underbrace{(z_2 - z_1)}_{h}$

⇐ $P_1 - P_2 = \frac12\times1000[(1)^2 - (4)^2] + 1000\times10\times0.5$ ⇐ $\boxed{P_1 - P_2 = -2500\ Pa}$

المسألة الثامنة : تخيل أن مركبة فضاء لها شكل مستطيل تقوم برحلة إلى نجم (الشعرى) وفق مسار مستقيم بحيث يكون شعاع سرعة المركبة دوماً موازياً لطول المركبة .

فتسجل أجهزة المركبة المسافرة القياسات الآتية : طول المركبة (100 m) ، عرض المركبة (25 m) ، المسافة المقطوعة (4 سنة ضوئية) ، زمن الرحلة ($\frac{8}{\sqrt3}$ سنة)

وتسجل المحطة الأرضية قياسات تلك الرحلة باستخدام تيلسكوب دقيق .

1 احسب كلاً من سرعة المركبة وطولها وعرضها في أثناء الرحلة ، والمسافة التي قطعتها ، وزمن الرحلة وفق قياسات المحطة الأرضية (علماً أن $c = 3\times10^8\ m\cdot s^{-1}$)

الحل: $v = \frac{d_0}{t_0} \Leftarrow v = \frac{4 \times 365.25 \times 24 \times 3600\, c}{\frac{8}{\sqrt{3}} \times 365.25 \times 24 \times 3600} \Leftarrow v = \frac{\sqrt{3}c}{2} \Leftarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 3 \times 10^8$

$\boxed{v = 1.5\sqrt{3} \times 10^8\ m.s^{-1}} \Leftarrow$

وهي سرعة المركبة وفق قياسات المحطة الأرضية

حساب (L): $L = \frac{L_0}{\gamma}$ حيث $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(\frac{\sqrt{3}c}{2})^2}{c^2}}} \Leftarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} \Leftarrow (\gamma = 2)$ نعوض

$L = \frac{100}{2} \Leftarrow \boxed{L = 50\, m}$ وهو طول المركبة وفق قياسات المحطة الأرضية

أما عرضها فلا تتغير لأن تقلص الأطوال يحدث وفق منحى سرعة المركبة فقط

حساب (d): $d = v \cdot t$ حيث $t = \gamma t_0 = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}}$ سنه نعوض

$d = \frac{\sqrt{3}}{2} c \times \frac{16}{\sqrt{3}} \times 365.25 \times 24 \times 3600 = 8 \times \underbrace{365.25 \times 24 \times 3600\, c}_{\text{سنة ضوئية}} \Leftarrow \boxed{d = 8\ \text{سنه ضوئيه}}$

وهي المسافة التي قطعتها وفق قياسات المحطة الأرضية

حساب (t): $t = \gamma t_0 \Leftarrow t = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} \Leftarrow \boxed{t = \frac{16}{\sqrt{3}}\ \text{سنه}}$ وهو زمن الرحلة " " " "

المسألة التاسعة: إذا علمت أن الكتلة السكونية للبروتون $(1.67 \times 10^{-27}\, Kg)$ وفي أحد التجارب كانت طاقته الكلية تساوي ثلاثة أضعاف طاقته السكونية. المطلوب:

1- احسب الطاقة السكونية للبروتون مقاسة $(e.v)$ 2- احسب سرعة البروتون في هذه التجربة

3- " " الحركية لهذا البروتون   4- احسب كمية الحركة له

6- باعتبار كمية الحركة (P) والطاقة السكونية (E_0) والطاقة الكلية (E). استنتج أن $E^2 = P^2c^2 + E_0^2$ ثم تأكد من ذلك حسابياً بالنسبة للبروتون المدروس في هذه التجربة ($c = 3 \times 10^8\, m.s^{-1}$).

الحل: 1- $E_0 = m_0 c^2 \Leftarrow E_0 = 1.67 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 \Leftarrow E_0 = 15.03 \times 10^{-11}\, J$

لنحول إلى $(e.v)$ وذلك بالتقسيم على (e): $E_0 = \frac{15.03 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}} \Leftarrow \boxed{E_0 = 9.4 \times 10^8\, e.v}$

2- حسب النص: $E = 3E_0 \Leftarrow mc^2 = 3m_0c^2 \Leftarrow m = 3m_0$ وبما أن $m = \gamma m_0$ نستنتج $\gamma = 3$

نعلم أن $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Leftarrow 3 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ نربع الطرفين $9 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \Leftarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{9}$

$\Leftarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{8}{9}$ بالجذر $\frac{v}{c} = \frac{2\sqrt{2}}{3} \Leftarrow v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c \Leftarrow v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8 \Leftarrow \boxed{v = 2\sqrt{2} \times 10^8\, m.s^{-1}}$

3- $E_K = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0 \Leftarrow E_K = 2 \times 15.03 \times 10^{-11} \Leftarrow \boxed{E_K = 30.06 \times 10^{-11}\, J}$

4- $P = mv = 3m_0 v \Leftarrow P = 3 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 2\sqrt{2} \times 10^8 \Leftarrow \boxed{P = 10.02\sqrt{2} \times 10^{-19}\, Kg.m.s^{-1}}$

5- استنتاج أن $E^2 = P^2c^2 + E_0^2 \Leftarrow E^2 = (mv)^2c^2 + (m_0c^2)^2 \Leftarrow E^2 = m^2v^2c^2 + m_0^2c^4$

$\Leftarrow E^2 = \gamma^2 m_0^2 v^2 c^2 + m_0^2 c^4 \Leftarrow E^2 = m_0 c^2(\gamma^2 v^2 + c^2) \Leftarrow E^2 = m_0^2c^2\left(\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} v^2 + c^2\right)$

$$E^2=m_0^2c^4\left(\frac{v^2+c^2-v^2}{c^2-v^2}\right) \Leftarrow E^2=m_0^2c^4\left(\frac{v^2}{c^2-v^2}+1\right) \Leftarrow E^2=m_0^2c^2\left(\frac{c^2}{c^2-v^2}v^2+c^2\right)$$

$$E^2=E^2 \Leftarrow E^2=(mc^2)^2 \Leftarrow E^2=m^2c^4 \Leftarrow E^2=m_0^2c^4\cdot\gamma^2 \Leftarrow E^2=m_0^2c^4\left(\frac{c^2}{c^2-v^2}\right) \Leftarrow$$

وهو المطلوب.

للتأكد من أن $E^2=p^2c^2+E_0^2$ حسابياً:

لنحسب أولاً (E^2): $E=3E_0=3\times15.03\times10^{-11}=45.09\times10^{-11}\,J \Rightarrow$

$$E^2=2033.1081\times10^{-22} \quad (1)$$

ثم لنحسب $(p^2c^2+E_0^2)$:

$$p^2c^2+E_0^2=(14.1704199\times10^{-19})^2(3\times10^8)^2+(15.03\times10^{-11})^2$$
$$=1807.2072\times10^{-22}+225.9009\times10^{-22}$$
$$=2033.1081\times10^{-22} \quad (2)$$

بمقارنة (1) مع (2) نجد أنهما متساويان، أي أن $E^2=p^2c^2+E_0^2$

وكان يمكن التأكد من أن $E^2=p^2c^2+E_0^2$ رمزياً (بدلاً من حسابياً) كما يلي:

$$E^2=(3)^2m_0^2\left(\frac{2\sqrt{2}}{3}c\right)^2+E_0^2 \Leftarrow E^2=\gamma^2m_0^2v^2c^2+E_0^2 \Leftarrow E^2=m^2v^2c^2+E_0^2$$

$$E^2=E^2 \Leftarrow E^2=(3E_0)^2 \Leftarrow E^2=9E_0^2 \Leftarrow E^2=8E_0^2+E_0^2 \Leftarrow E^2=9m_0^2\times\frac{8}{9}c^4+E_0^2 \Leftarrow$$

المسألة العاشرة: وشيعة طولها $(40\,cm)$ مؤلفة من (400 لفة) محورها أفقي يعامد خط الزوال المغناطيسي، نضع في مركزها ابرة بوصلة صغيرة، ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $(16\,m\cdot A)$

المطلوب:
1- احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة ثم احسب زاوية انحراف الابرة (الطلب اضافي)

2- إذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على اسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره $2\,m\cdot m$ بلفات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة

3- نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقة دائرية مساحتها $(2\,cm^2)$ بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية $(60°)$. احسب التدفق المغناطيسي عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة. $(B_H=2\times10^{-5}\,T)$

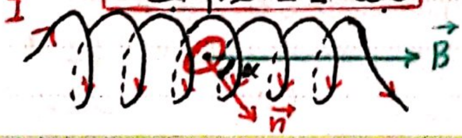
الحل: 1- $B=4\pi\times10^{-7}\frac{N\cdot I}{\ell} \Rightarrow B=4\pi\times10^{-7}\frac{400\times16\times10^{-3}}{40\times10^{-2}} \Rightarrow \boxed{B=2\times10^{-5}\,T}$

الطلب الاضافي: قبل امرار التيار تكون الابرة منطبقة على $\vec{B}_H$

وبعد " " ستولد حقل مغناطيسي $\vec{B}\perp\vec{B}_H$ لذلك تدور الابرة زاوية (θ) وتستقر وفق محصلة $\vec{B}$ مع $\vec{B}_H$ ويكون: $\tan\theta=\frac{B}{B_H} \Rightarrow \tan\theta=\frac{2\times10^{-5}}{2\times10^{-5}} \Rightarrow \tan\theta=1 \Rightarrow \boxed{\theta=\frac{\pi}{4}\,rad=45°}$

2- $200 = \frac{40\times10^{-2}}{2\times10^{-3}} = \frac{\ell}{\text{قطر السلك}} = $ عدد اللفات في الطبقة الواحدة لفة

$\frac{400}{200} = \frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة}} = $ عدد الطبقات $\Rightarrow$ $\boxed{\text{عدد الطبقات} = 2 \text{ طبقة}}$



3- $\Phi=N\cdot B\cdot S\cdot\cos\alpha$ وبالنسبة للحلقة $N=1$

وبما أن حقل الوشيعة منتظم $\Leftarrow$ $\vec{B}$ منطبق على محورها.

وبالتالي الزاوية α (الكائنة بين $\vec{B}$ المنطبق على محور الوشيعة وبين شعاع الواحدة الناظمي على سطح الحلقة $\vec{n}$) $= 60^\circ$

نعوض $\phi = 1 \times 2\times10^{-5} \times \underbrace{2\times10^{-4}}_{\text{سطح الحلقة}} \times \frac{1}{2} \Leftarrow$ $\boxed{\phi = 2\times10^{-9} \text{ ويبر}}$

المسألة الحادية عشرة: ملف دائري نصف قطره الوسطي $(40\,cm)$ يتألف من (100 لفة) وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $(0.5\,T)$ حيث خطوط الحقل عمودية على مستوي الملف. المطلوب:

1- احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف 2- ما مقدار التغير في التدفق المغناطيسي إذا دار الملف في الاتجاه الموجب بزاوية 45°

الحل: 1- $\phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$ وبما أن $\vec{B} \perp$ مستوي الملف $\Leftarrow \vec{n} \parallel \vec{B} \Leftarrow \alpha = 0 \Leftarrow \cos\alpha = 1$

كذلك $S = \pi r^2 = \pi(40\times10^{-2})^2 = 16\pi\times10^{-2}\ m^2$

نعوض $\phi = 100\times0.5\times16\pi\times10^{-2}\times1 \Leftarrow$ $\boxed{\phi = 25 \text{ ويبر}}$

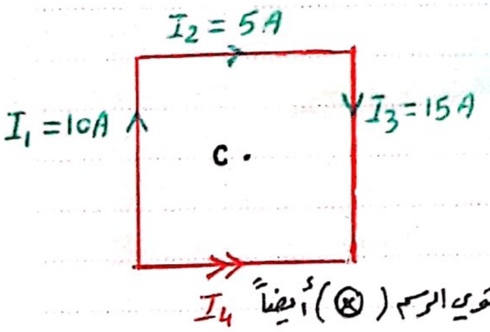
2- عندما يدور الملف زاوية 45° فإن الناظم على سطح الملف $(\vec{n})$ سيدور بنفس الزاوية فتصبح $\alpha' = 45^\circ = \frac{\pi}{4}\,rad$

وبالتالي تغير التدفق الحاصل عن هذا الدوران $\Delta\phi = N \cdot B \cdot S \cdot \Delta\cos\alpha$

حيث $\Delta\cos\alpha = \cos\alpha' - \cos\alpha = \cos\frac{\pi}{4} - \cos 0 = \frac{1}{\sqrt{2}} - 1 = \frac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$ نعوض $\Delta\phi = 100\times0.5\times16\pi\times10^{-2}\left(\frac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)$

$\Leftarrow \Delta\phi = 25\left(\frac{1-1.4}{1.4}\right) \Leftarrow$ $\boxed{\Delta\phi \simeq -7 \text{ ويبر}}$

المسألة الثانية عشرة: أربع أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستو واحد، ومتقاطعة مع بعضها لتشكل مربعاً طول ضلعه $(40\,cm)$ أوجد شدة واتجاه التيار الذي يجب أن يمر في السلك الرابع بحيث تكون شدة الحقل المغناطيسي في مركز المربع معدومة حيث أن $(I_1 = 10A$ ، $I_2 = 5A$ ، $I_3 = 15A)$



الحل: I_1 يولد في (C) حقلاً مغناطيسياً $\vec{B_1}$ جهته حسب قاعدة اليد اليمنى نحو خلف مستوي الرسم (⊗) وشدته $B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1}$

$\Leftarrow B_1 = 2\times10^{-7}\frac{10}{20\times10^{-2}} \Leftarrow B_1 = 10^{-5}\,T$

I_2 يولد في (C) حقلاً مغناطيسياً $\vec{B_2}$ جهته حسب قاعدة اليد اليمنى نحو خلف مستوي الرسم (⊗) أيضاً وشدته: $B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2} = 2\times10^{-7}\frac{5}{20\times10^{-2}} = \frac{1}{2}\times10^{-5}\,T$

I_3 يولد في (C) حقلاً مغناطيسياً $\vec{B_3}$ جهته حسب قاعدة اليد اليمنى نحو خلف مستوي الرسم (⊗) أيضاً. وشدته: $B_3 = 2\times10^{-7}\frac{I_3}{d_3} = 2\times10^{-7}\frac{15}{20\times10^{-2}} = 1.5\times10^{-5}\,T$

واضح أن $\vec{B_1}$ ، $\vec{B_2}$ ، $\vec{B_3}$ بجهة واحدة (نحو خلف مستوي الرسم ⊗) فالحقل المحصل لها $\vec{B'}$ جهته نحو خلف مستوي الرسم (⊗) وشدته $B' = B_1 + B_2 + B_3 = 10^{-5} + \frac{1}{2}\times10^{-5} + 1.5\times10^{-5} \Leftarrow B' = 3\times10^{-5}\,T$

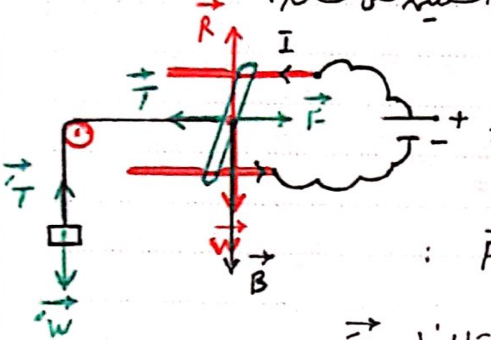
لتكون محصلة الحقول الكلية معدومة يجب أن تكون: $\vec{B_4}$ مساوياً ومعاكساً لـ $\vec{B'}$ أي جهة $\vec{B_4}$ نحو أمام الرسم (⊙)

وبالتالي حسب قاعدة اليد اليمنى يجب أن تكون جهة I_4 كما هي موضحة بالشكل وشدته تحسب من العلاقة:

$B_4 = 2\times10^{-7}\frac{I_4}{d_4}$ حيث، نعوض $B_4 = B = 3\times10^{-5}\,T$ ⇐ $3\times10^{-5} = 2\times10^{-7}\frac{I_4}{20\times10^{-2}}$ ⇐ $\boxed{I_4 = 30A}$

المسألة الثالثة عشرة: في الشكل المجاور تستند ساق نحاسية طولها (10 cm) وكتلتها (20 g) على سكتين نحاسيتين أفقيتين وتخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته ($B = 2\times10^{-2}T$) ويمر بها تيار كهربائي متواصل شدته (15A) وللحفاظ على توازن هذه الساق نعلق من مركز عطالتها خيطاً لا يمتط كتلته مهملة مربوط بكتلة (m'). المطلوب:

١- احسب كتلة الجسم المعلق (m') 2- احسب شدة قوة رد فعل السكتين على الساق.



الحل: ١- القوى الخارجية المؤثرة على جملة الساق:

ثقلها $\vec{W}$ ، رد فعل السكتين على الساق $\vec{R}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، توتر الخيط $\vec{T}$

بما أن الساق متوازنة فإن شرط التوازن الانسحابي ⇐ $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$ بالإسقاط على محور أفقي موجه بجهة $\vec{F}$:

$0 + 0 + F - T = 0$ ⇐ $F = T$ ①

القوى الخارجية المؤثرة على الجسم الذي كتلته (m') : ثقله $\vec{W'}$ ، توتر الخيط $\vec{T'}$.

ولأن الجملة متوازنة فإن شرط التوازن الانسحابي للجسم $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$ ⇐ $\vec{W'} + \vec{T'} = \vec{0}$

بالإسقاط على محور شاقولي موجه بجهة $\vec{T'}$: $-W' + T' = 0$ ⇐ $W' = T'$ ②

ولأن الخيط مهمل الكتلة فإن $T = T'$ نعوض ② في ① نجد $F = W'$ ⇐ $I\cdot L\cdot B\cdot\sin\frac{\pi}{2} = m'g$

⇐ $15\times10\times10^{-2}\times2\times10^{-2}\times1 = m'\times10$ ⇐ $\boxed{m' = 3\times10^{-3}\,Kg = 3g}$

2- لنسقط العلاقة $\vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$ على محور شاقولي موجه بجهة $\vec{R}$:

⇐ $-W + R + 0 + 0 = 0$ ⇐ $R = W$ ⇐ $R = mg = 20\times10^{-3}\times10$ ⇐ $\boxed{R = 0.2N}$

المسألة الرابعة عشرة: تيار كهربائي شدته (20A) يمر في سلك مستقيم طوله (10 cm) فإذا وضع السلك كاملاً في حقل مغناطيسي شدته ($2\times10^{-3}\,T$) وكان السلك يصنع مع خطوط الحقل المغناطيسي زاوية (30°) احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في السلك.

الحل: $F = I\cdot L\cdot B\cdot\sin\theta$ حيث $\hat{\theta} = (I\vec{L}, \vec{B}) = 30°$ نعوض $F = 20\times0.1\times2\times10^{-3}\times\frac{1}{2}$ ⇐ $\boxed{F = 2\times10^{-3}N}$

المسألة الخامسة عشرة: يخضع الكتروناً يتحرك بسرعة ($8\times10^{3}\,Km\cdot s^{-1}$) إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع سرعته شدته ($B = 5\times10^{-3}T$) المطلوب:

١- وازن بالحساب بين شدة ثقل الالكترون وشدة قوة لورنز المؤثرة فيه. ماذا تستنتج

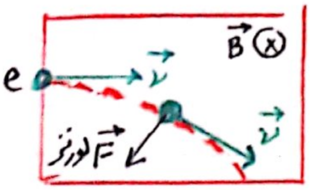
2- برهن أن حركة الالكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف قطر المسار الدائري واحسب قيمته

3- احسب دور الحركة ($m_e = 9\times10^{-31}\,Kg$ ، $e = 1.6\times10^{-19}\,c$ ، $g = 10\,m\cdot s^{-2}$)

الحل : 1- حساب ثقل الالكترون : $W = m_e \cdot g$ ⇐ $W = 9\times10^{-31}\times10$ ⇐ $\boxed{W = 9\times10^{-30}\,N}$

،، شدة قوة لورنز : $F = e\cdot v\cdot B\cdot \sin(\vec v,\vec B)$ ⇐ $F = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{6}\times5\times10^{-3}\times1$ ⇐ $\boxed{F = 64\times10^{-16}\,N}$

واضح أنه $W <<< F$ لذلك نهمل ثقل الالكترون أمام قوة لورنز المغناطيسية .



2- يخضع الالكترون للقوة لورنز المغناطيسية $\vec F = e\cdot\vec v\wedge\vec B$ وقد حددت جهتها على الشكل بتطبيق قاعدة اليد اليمنى . ونهمل ثقل الالكترون أمام هذه القوة

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك $\sum\vec F = m\cdot\vec a$ ⇐ $e\cdot\vec v\wedge\vec B = m\cdot\vec a$

⇐ $\vec a = \frac{e}{m}\vec v\wedge\vec B$ ⇐ وواضح من هذه العلاقة أن $\vec a\perp\vec v$ لذلك

$\boxed{\vec a = \vec a_c}$ والحركة دائرية منتظمة نعوض $\vec a_c = \frac{e}{m}\vec v\wedge\vec B$ ⇐ $a_c = \frac{e}{m} v\cdot B\cdot\sin\frac{\pi}{2}$ (باعتبار $\vec B\perp\vec v$)

⇐ $\frac{v^2}{r} = \frac{e}{m}\cdot v\cdot B$ ⇐ $r = \frac{m\cdot v}{e\cdot B}$ ⇐ $r = \frac{9\times10^{-31}\times8\times10^{6}}{1.6\times10^{-19}\times5\times10^{-3}}$ ⇐ $\boxed{r = 9\times10^{-3}\,m}$

3- $v = \omega\cdot r$ ⇐ $\omega = \frac{v}{r}$ ⇐ $\frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r}$ ⇐ $T = \frac{2\pi r}{v}$ ⇐ $T = \frac{2\pi\times9\times10^{-3}}{8\times10^6}$ ⇐ $\boxed{T = 2.25\pi\times10^{-9}\,s}$

المسألة السادسة عشرة : اطار مربع الشكل مساحة سطحه $(S = 25\,cm^2)$ يحوي (لفه 50) من سلك نحاسي معزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية شدته $(B = 10^{-2}\,T)$ بحيث يكون مستوي الاطار يوازي منحى الحقل $\vec B$ عند عدم مرور تيار ، نمرر في الاطار تياراً كهربائياً شدته $(I = 5\,A)$ المطلوب :

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة مرور التيار

2- ،، عزم المزدوجة ،، ،، الاطار لحظة إمرار التيار السابق

3- ،، عمل ،، ،، عندما ينتقل ،، من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر

4- نستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله (K) لنشكل مقياساً غلفانياً ونمرر في الاطار تياراً كهربائياً شدته ثابته (2 mA) فيدور الاطار بزاوية (0.02 rad) ويتوازن . استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك K واحسب قيمته ثم احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني (G)

5- نزيد حساسية المقياس (10) مرات من أجل التيار نفسه ، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

الحل : 1- إن شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة إمرار التيار (أي شدة احدى قوتي المزدوجة) هي $F_1 = N\cdot I\cdot L\cdot B\cdot\sin\theta$ حيث $I\vec L\perp\vec B$ ⇐ $\theta = \frac{\pi}{2}$

وكذلك $S = L^2$ (سطح المربع) ⇐ $25 = L^2$ ⇐ $L = 5\,cm$. نعوض

$F_1 = 50\times5\times5\times10^{-2}\times10^{-2}\times1$ ⇐ $\boxed{F_1 = 125\times10^{-3}\,N}$

2- عزم المزدوجة الكهرطيسية $\Gamma_\Delta = N\cdot I\cdot S\cdot B\cdot\sin\alpha$

ولحظة امرار التيار كان $\vec B \parallel$ سطح الاطار ⇐ $\vec n\perp\vec B$ ⇐ $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ⇐ $\sin\alpha = 1$ نعوض

$\Gamma_\Delta = 50\times5\times10^{-2}\times25\times10^{-4}\times1$ ⇐ $\boxed{\Gamma_\Delta = 625\times10^{-5}\,m\cdot N}$

3- $W = I\cdot\Delta\Phi$ ⇐ $W = I\cdot N\cdot B\cdot S\cdot\Delta\cos\alpha$ حيث $\Delta\cos\alpha = \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1$

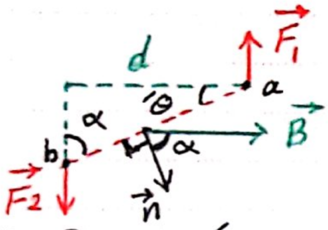
ومن التوازن المستقر حيث إن المدفوراً أعظمي تكون $\alpha_2 = 0 \Leftarrow \Delta \cos\alpha = \cos 0 - \cos\frac{\pi}{2} = 1 - 0 = 1$

نعوض في دستور العمل : $W = 5 \times 50 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-4} \times 1 \Leftarrow \boxed{W = 625 \times 10^{-5}\ J}$

4 - عند مرور التيار في الإطار يتوم الحقل المغناطيسي بالتأثير عليه بمزدوجة كهرطيسية مؤلفة من القوتين الأفقيتين $(\vec{F_1}, \vec{F_2})$ والمؤثرتين على الأضلاع الشاقولية للإطار، وتأثير عزم هذه المزدوجة يأخذ الإطار بالدوران فينفتل سلك الفتل ويتولد عن انفتاله مزدوجة فتل تمانع استمرار دوران الإطار

ويتوازن الإطار بعد أن يدور بزاوية قدرها $(\acute{\theta})$ عندما يكون Γ_Δ (للمزدوجة الكهرطيسية) + Γ_Δ (للمزدوجة الفتل) = 0

وإن عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة على إحدى لفات الإطار :



حيث Γ_Δ (كهرطيسية) $= d \cdot F_1 = ab \cdot \sin\alpha \cdot I \cdot L \cdot B \cdot \sin\frac{\pi}{2}$

$= I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha$

وباعتبار الإطار يحوي (N) لفة $\Rightarrow$ Γ_Δ (كهرطيسية) $= N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha$

وكذلك عزم مزدوجة الفتل تتناسب طرداً مع زاوية الفتل $(\acute{\theta})$ وتخالفها بالإشارة $\Leftarrow$ Γ_Δ (فتل) $= -K\acute{\theta}$

نعوض في شرط التوازن : $N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha - K\acute{\theta} = 0 \Leftarrow N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha = K\acute{\theta}$

وواضح من الشكل أن (متتامتان) $\alpha + \acute{\theta} = \frac{\pi}{2} \Leftarrow \sin\alpha = \cos\acute{\theta}$ نعوض $N \cdot I \cdot S \cdot B \cos\acute{\theta} = K\acute{\theta}$

وبما أن $\acute{\theta} = 0.02\ rad$ هي زاوية صغيرة $\Leftarrow \cos\acute{\theta} \simeq 1$ نعوض $N \cdot I \cdot S \cdot B = K\acute{\theta}$ ①

$\Leftarrow \boxed{K = \frac{N \cdot S \cdot B}{\acute{\theta}} I} \Leftarrow K = \frac{50 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2}}{0.02} \times 2 \times 10^{-3} \Leftarrow \boxed{K = 12.5 \times 10^{-5}\ m \cdot N \cdot rad^{-1}}$

حساب قيمة (G) : من ① $\acute{\theta} = \frac{N \cdot S \cdot B}{K} I \Rightarrow \acute{\theta} = G \cdot I$ حيث $G = \frac{N \cdot S \cdot B}{K}$

أو $G = \frac{\acute{\theta}}{I} \Leftarrow G = \frac{0.02}{2 \times 10^{-3}} \Leftarrow \boxed{G = 10\ rad \cdot A^{-1}}$

5 - واضح من العلاقة $G = \frac{N \cdot B \cdot S}{K}$ أن G تتناسب عكساً مع K ولأن G ازداد (10) مرات لذلك

K تتناقص (10) مرات $\Leftarrow \acute{K} = \frac{K}{10} \Leftarrow \acute{K} = \frac{12.5 \times 10^{-5}}{10} \Leftarrow \boxed{\acute{K} = 12.5 \times 10^{-6}\ m \cdot N \cdot rad^{-1}}$

المسألة السابعة عشرة : ملف مستطيل مساحته $(200\ cm^2)$ تتكون من (100 لفة) يمر فيه تيار شدته $(3A)$ ، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $(0.1\ T)$ احسب :

عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة عليه عندما يكون مستوي الملف يصنع زاوية $(60°)$ مع خطوط الحقل المغناطيسي .

الحل : $\Gamma_\Delta = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha$ وبما أن $\vec{B}$ يصنع مع مستوي الملف $60° \Leftarrow \vec{B}$ يصنع مع $\vec{n}$ زاوية $\alpha = 30°$

$\Gamma_\Delta = 100 \times 3 \times 200 \times 10^{-4} \times 0.1 \times \frac{1}{2} \Leftarrow \boxed{\Gamma_\Delta = 0.3\ m \cdot N}$

المسألة الثامنة عشرة: وشيعة طولها $(30cm)$ ومساحة مقطعها $(3\times10^{-2}m^2)$ وذاتيتها $(L=5\times10^{-3}H)$

1- احسب عدد لفاتها.

2- نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $(20A)$ احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة

3- نجعل شدة التيار تتناقص بانتظام من $(20A)$ إلى (الصفر) خلال $(0.5\,s)$ احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة في الوشيعة وحدد جهة التيار المتحرض.

4- نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً شدته اللحظية مقدرة بالأمبير $(i=20-5t)$ احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية الناشئة فيها (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل: 1- $L=4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 \cdot S}{\ell} \Leftarrow N^2=\frac{L\cdot\ell}{4\pi\times10^{-7}\cdot S} \Leftarrow N^2=\frac{5\times10^{-3}\times30\times10^{-2}}{4\pi\times10^{-7}\times3\times10^{-2}} \Leftarrow \boxed{N=200 \text{ لفة}}$

2- عندما غلاق الدارة وخلال فترة تزايد شدة التيار من (0) إلى $(20A)$ تختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية

$E_L=\frac{1}{2}LI^2 \Leftarrow E_L=\frac{1}{2}\times5\times10^{-3}(20)^2 \Leftarrow \boxed{E_L=1\,J}$

3- بما أن شدة التيار تتناقص بانتظام فإن $\frac{di}{dt}=\frac{\Delta i}{\Delta t}$ حيث $\Delta i=i_2-i_1=0-20 \Rightarrow \Delta i=-20A$

نعوض في $\bar{\varepsilon}=-L\frac{di}{dt}$ نجد $\bar{\varepsilon}=-5\times10^{-3}\frac{-20}{0.5} \Leftarrow \boxed{\bar{\varepsilon}=+0.2\,V}$

والإشارة الموجبة تدل على أن جهة الحقل المغناطيسي المتحرض $(\vec{B'})$ بجهة الحقل المغناطيسي المحرض $(\vec{B})$ وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى حيث نوجه الإبهام بجهة $\vec{B'}$ فتكون جهة باقي الأصابع بجهة التيار المتحرض

4- $\bar{\varepsilon}=-L\frac{di}{dt}=-L(i)'_t \Leftarrow$ وبما أن $i=20-5t$ فإن $(i)'_t=-5$ نعوض

$\bar{\varepsilon}=-5\times10^{-3}\times-5 \Leftarrow \boxed{\bar{\varepsilon}=25\times10^{-3}\,V}$

المسألة التاسعة عشرة: وشيعة طولها $(\frac{2\pi}{5}m)$ وعدد لفاتها (200 لفة) ومساحة مقطعها $(20cm^2)$ حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلقة (5Ω)

1- نضع الوشيعة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة، نزيد شدة هذا الحقل بانتظام خلال $(0.5\,S)$ من $(0.04T)$ إلى $(0.06T)$

a- حدد على الرسم جهة كل من الحقلين المغناطيسيين المحرض $(\vec{B})$ والمتحرض $(\vec{B'})$ في الوشيعة وعين جهة التيار المتحرض

b- احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة. c- احسب ذاتية الوشيعة

2- نزيل الحقل المغناطيسي السابق ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً شدته اللحظية $(i=6+2t\;\;A)$

a- احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية في الوشيعة

b- " مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين $(t_1=0)$ ، $(t_2=1s)$

c- نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $(10A)$ بدل التيار السابق احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

الحل: 1- a- بما أن B (المحرض) تتزايد فإن التدفق المغناطيسي المحرض (Φ) تتزايد.

وحسب قانون لنز فإن جهة ($\vec{B}$) المتحرض تعاكس جهة ($\vec{B}$) المحرض لمعاكسة تزايد التدفق
نطبق قاعدة اليد اليمنى حيث نجعل الإبهام بجهة ($\vec{B}$) المتحرض فتشير باقي الأصابع بجهة التيار المتحرض (وقد حددت جهة التيار المتحرض I في الشكل)

b- بما أن B تتزايد بانتظام لذلك $\frac{d\Phi}{dt}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ وبالتالي $\bar{i}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R}=\frac{-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R}=-\frac{\Delta\Phi}{R\cdot\Delta t}$

⇐ $\bar{i}=-\frac{N\cdot\overline{\Delta B}\cdot s\cdot\cos\alpha}{R\cdot\Delta t}$ حيث $\overline{\Delta B}=B_2-B_1=0.06-0.04=0.02T$

وبما أن $\vec{B}$ // محور الوشيعة ($\vec{n}$) ⇐ $\alpha=0$ ⇐ $\cos\alpha=1$

نعوض $\bar{i}=-\frac{200\times0.02\times20\times10^{-4}\times1}{5\times0.5}$ ⇐ $\boxed{\bar{i}=-32\times10^{-4}A}$

وإشارة السالب تؤكد أن جهة ($\vec{B}$) المتحرض تعاكس جهة ($\vec{B}$) المحرض

c- $L=4\pi\times10^{-7}\frac{N^2\cdot s}{\ell}$ ⇐ $L=4\pi\times10^{-7}\frac{(200)^2\times20\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$ ⇐ $\boxed{L=8\times10^{-5}H}$

2- a- $\bar{\varepsilon}=-L\frac{di}{dt}=-L(i)'_t$ وبما أن $i=6+2t$ ⇐ $(i)'_t=2$ نعوض

⇐ $\bar{\varepsilon}=-8\times10^{-5}\times2$ ⇐ $\boxed{\bar{\varepsilon}=-16\times10^{-5}V}$

b- $\overline{\Delta\Phi}=N\cdot\overline{\Delta B}\cdot s\cdot\cos\alpha$ وبما أن حقل الوشيعة منتظم ⇐ $\vec{n}//\vec{B}$ ⇐ $\alpha=0$ ⇐ $\cos\alpha=1$

كذلك $\overline{\Delta B}=B_2-B_1=4\pi\times10^{-7}\frac{N\cdot i_2}{\ell}-4\pi\times10^{-7}\frac{N\cdot i_1}{\ell}=4\pi\times10^{-7}\frac{N}{\ell}(i_2-i_1)$

حيث $i_1=6+2t_1=6+2\times0=6A$ ، $i_2=6+2t_2=6+2\times1=8A$ نعوض

$\overline{\Delta B}=4\pi\times10^{-7}\frac{200}{\frac{2\pi}{5}}(8-6)=4\times10^{-4}T$ نعوض $\overline{\Delta\Phi}=200\times4\times10^{-4}\times20\times10^{-4}\times1$ ⇐ $\boxed{\overline{\Delta\Phi}=16\times10^{-5}}$ ويبر

c- عند إغلاق الدارة تتزايد شدة التيار المار في الوشيعة من (0) إلى (10A) ثم تثبت. وأثناء تزايد شدة التيار تختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية $E_L=\frac{1}{2}LI^2$ ⇐ $E_L=\frac{1}{2}\times8\times10^{-5}(10)^2$ ⇐ $\boxed{E_L=4\times10^{-3}J}$

المسألة العشرون: وشيعة طولها ($\frac{2\pi}{5}m$) وعدد لفاتها (1000 لفة) نصف قطر مقطعها (2cm) ومقاومة دارتها الكلية بأنيها المغلقة (5Ω) مؤلفة من سلك نحاسي معزول قطر مقطعه ($\frac{\pi}{500}m$) المطلوب: 1- احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات 2- احسب ذاتية الوشيعة

3- نعلق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقولي عديم الفتل ونجعل محورها أفقياً عمودياً على خطوط حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته ($10^{-2}T$) ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته (4A) المطلوب:

a- احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية $30°$

b- احسب عمل تلك المزدوجة من لحظة مرور التيار فيها وحتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية ($60°$)

4- نقطع التيار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التوازن المستقر ثم نديرها حول السلك الشاقولي خلال 0.5s ليصبح محورها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي المطلوب حساب:

a- شدة التيار المتحرض المتولد في الوشيعة   b- كمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابقة

5- نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخلها نواة حديدية عامل نفاذيتها المغناطيسي (50) احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية واحسب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة

الحل: 1- $N=\frac{\text{طول سلك الوشيعة } (l')}{\text{محيط اللفة } (2\pi r)}$ ⇐ $l'=N\times2\pi r$ ⇐ $l'=1000\times2\pi\times2\times10^{-2}$ ⇐ $\boxed{l'=40\pi\ m}$

$N'=\frac{\text{طول الوشيعة } (l)}{\text{قطر السلك}}$ (عدد اللفات في الطبقة الواحدة) ⇐ $N'=\frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}}$ ⇐ $N'=200$ لفة

بفرض اللفات متلاصقة

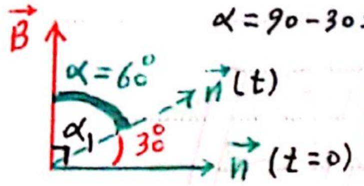
عدد الطبقات $=\frac{\text{عدد اللفات الكلية } (N)}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة } (N')}$ ⇐ عدد الطبقات $=\frac{1000}{200}$ ⇐ $\boxed{\text{عدد الطبقات} = 5 \text{ طبقة}}$

2- $L=4\pi\times10^{-7}\frac{N^2\cdot S}{l}$ حيث $S=\pi r^2=\pi(2\times10^{-2})^2=4\pi\times10^{-4}\ m^2$ نعوض

$L=4\pi\times10^{-7}\frac{(1000)^2\times4\pi\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$ ⇐ $\boxed{L=4\pi\times10^{-4}\ H}$

3- a- Γ_Δ (كهرطيسي) $=N\cdot I\cdot S\cdot B\cdot\sin\alpha$ ، لحظة امرار التيار $(t=0)$ كان $\vec n\perp\vec B$ ⇐ $\alpha_1=90°$

وفي اللحظة (t) [بعد أن دارت الوشيعة زاوية $30°$] تصبح قيمة $\alpha=90-30=60°$



نعوض $\Gamma_\Delta=1000\times4\times4\pi\times10^{-4}\times10^{-2}\times\frac{\sqrt3}{2}$ ⇐ $\boxed{\Gamma_\Delta=25\sqrt3\times10^{-3}\ m.N}$

b- بعد أن دارت الوشيعة زاوية $60°$ فإن عمل المزدوجة ⇐ $W=I\cdot\Delta\phi$ ⇐ $W=I\cdot N\cdot B\cdot S\cdot\Delta\cos\alpha$

ولكن $\Delta\cos\alpha=\cos\alpha_2-\cos\alpha_1$ حيث $\alpha_2=90°-60°=30°$ ⇐ $\Delta\cos\alpha=\cos30-\cos90$

⇐ $\Delta\cos\alpha=\frac{\sqrt3}{2}-0=\frac{\sqrt3}{2}$ نعوض في دستور العمل: $W=4\times1000\times10^{-2}\times4\pi\times10^{-4}\times\frac{\sqrt3}{2}$

⇐ $\boxed{W=25\sqrt3\times10^{-3}\ J}$

4- a- $\bar i=\frac{\bar\varepsilon}{R}=\frac{-\frac{\Delta\phi}{\Delta t}}{R}=-\frac{\Delta\phi}{R\cdot\Delta t}=-\frac{N\cdot B\cdot S\cdot\overline{\Delta\cos\alpha}}{R\cdot\Delta t}$

حيث $\overline{\Delta\cos\alpha}=\cos\alpha_2-\cos\alpha_1=\cos90-\cos0$ ⇐ $\overline{\Delta\cos\alpha}=0-1=-1$

وضع التوازن المستقر ، أصبح $\vec n\perp\vec B$

نعوض $\bar i=-\frac{1000\times10^{-2}\times4\pi\times10^{-4}\times-1}{5\times0.5}$ ⇐ $\boxed{\bar i=+5\times10^{-3}\ A}$

والإشارة الموجب تدل على أن جهة الحقل المغناطيسي المتحرض ($\vec B'$) بجهة الحقل المغناطيسي المحرض ($\vec B$)

b- $\Delta q=\bar i\cdot\Delta t$ ⇐ $\Delta q=5\times10^{-3}\times0.5$ ⇐ $\boxed{\Delta q=2.5\times10^{-3}\ C}$ كمية الكهرباء المتحرضة

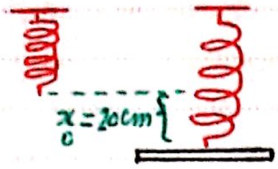
5- $\mu=\frac{B_t}{B}$ ⇐ $B_t=\mu\cdot B$ ⇐ $B_t=50\times10^{-2}$ ⇐ $\boxed{B_t=0.5\ T}$

$\phi=N\cdot B_t\cdot S\cdot\cos\alpha$ وفي وضع التوازن المستقر فإن $\alpha=0$ ⇐ $\phi=1000\times0.5\times4\pi\times10^{-4}\times1$

⇐ $\boxed{\phi=6.25\times10^{-1}\ \text{ويبر}}$

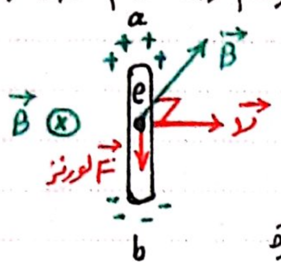
المسألة الحادية والعشرون: ساق نحاسية طولها (80cm) نحركها بسرعة أفقية $\vec{v}$ عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته (0.5 T) فيكون فرق الكمون بين طرفيها (0.4 V). المطلوب:

1- استنتج العلاقة المحددة لسرعة الساق واحسب قيمتها.



2- نأخذ الساق النحاسية ونعلقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض مرن شاقولي مهمل الكتلة ثابت صلابته ($K = 100\ N.m^{-1}$) ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته (20 A) فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار (20 cm) عن طوله الأصلي قبل تعليق الساق وتتوازن الساق

a- حدد على الرسم القوى الخارجية المؤثرة في الساق b- استنتج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق واحسب قيمتها



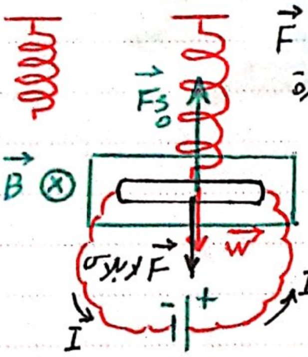
الحل: 1- عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ ضمن حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ وبحيث $\vec{v} \perp \vec{B}$ فإن أحد الالكترونات الحرة في الساق وبخضوعه لهذا الحقل يتأثر بقوة لورنز $\vec{F} = e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$ وقد حددت جهتها على الشكل بتطبيق قاعدة اليد اليمنى ولأن دارة الساق مفتوحة فإن هذه القوة تدفع الالكترونات الحرة في الساق بجهتها فتتجمع هذه الالكترونات في الطرف b فيكتسب شحنة سالبة وينقص عدد " " " a " " " " موجبة

وينشأ بين طرفي الساق فرق الكمون U_{ab} يمثل القوة المحركة المتحرضة (لأن الدارة مفتوحة) ① $U_{ab} = \varepsilon - \underbrace{r i}_{0}$

وعند تحريك الساق يتغير التدفق المغناطيسي فيتولد فيها قوة محركة كهربائية متحرضة متحركة المطلقة

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t} = \frac{B \cdot L \cdot \Delta x}{\Delta t} = B \cdot L \cdot v$$

نعوض في ① $U_{ab} = B \cdot L \cdot v \Leftarrow \boxed{v = \frac{U_{ab}}{B \cdot L}} \Leftarrow v = \frac{0.4}{0.5 \times 0.8} \Leftarrow \boxed{v = 1\ m \cdot s^{-1}}$



2- a- القوى الخارجية المؤثرة على الساق: ثقلها $\vec{w}$ ، القوة الكهرطيسية (لابلاس) $\vec{F}$ وقد حددت جهتها على الشكل بتطبيق قاعدة اليد اليمنى ، توتر النابض $\vec{F_{s_0}}$.

b- بما أن الساق متوازنة فإن شرط التوازن الانسحابي لها

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftarrow \vec{w} + \vec{F} + \vec{F_{s_0}} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور شاقولي موجه للأعلى مثلاً: $-w - F + F_{s_0} = 0$

$$\Leftarrow -F + F_{s_0} = w \Leftarrow -I \cdot L \cdot B \cdot \sin\frac{\pi}{2} + F_{s_0} = m \cdot g \quad ②$$

أما النابض فيخضع للقوة F'_s تسبب له استطالة قدرها x_0 ويكون $F'_{s_0} = K x_0$ ولأن $F'_{s_0} = F_{s_0} \Leftarrow F_{s_0} = K x_0$

نعوض في ② $-I \cdot L \cdot B \times 1 + K x_0 = m \cdot g \Leftarrow \boxed{m = \frac{-I \cdot L \cdot B + K x_0}{g}}$

$$\Leftarrow m = \frac{-20 \times 0.8 \times 0.5 + 100 \times 0.2}{10} \Leftarrow \boxed{m = 1.2\ Kg}$$

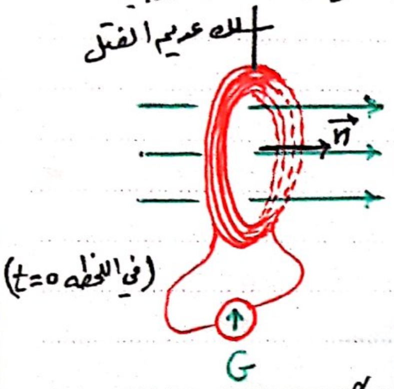
المسألة الثانية والعشرون : ملف دائري نصف قطره الوسطي (4 cm) مؤلف من (600 لفة) متماثلة من سلك نحاسي معزول معلق من الأعلى بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي منتظم أفقي خطوطه ناظمية على مستوي الملف شدته (0.04 T) نصل طرفي سلك الملف بمقياس غلفاني.

المطلوب : 1- ندير الملف بدءاً من وضع توازنه بزاوية ($\frac{\pi}{2}$ rad) خلال (0.2 s) . احسب شدة التيار المتحرض في الملف حيث المقاومة الكلية للدارة (5Ω).

2- نستبدل سلك التعليق السابق بمحور دوران شاقولي ثم ندير الملف بسرعة زاوية ثابتة تقابل ($\frac{2}{\pi}$ Hz)

المطلوب : a- استنتج بالرموز العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية ثم اكتب التابع الزمني لكل من هذه القوة والتيار المتحرض المتناوب الجيبي

b- احسب طول سلك الملف .



الحل : 1- $\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{-\frac{\overline{\Delta\phi}}{\Delta t}}{R} = -\frac{\overline{\Delta\phi}}{R\cdot\Delta t}$

$$\bar{i} = -\frac{N\cdot B\cdot S\cdot\overline{\Delta\cos\alpha}}{R\cdot\Delta t} \quad (1)$$

حيث : $S = \pi r^2 = \pi(4\times10^{-2})^2 = 16\pi\times10^{-4}\ m^2$

كذلك $\overline{\Delta\cos\alpha} = \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1$

فقبل تدوير الملف كان $\vec{B}$ ⊥ مستوي الملف $\Leftarrow \vec{n} \parallel \vec{B} \Leftarrow \alpha_1 = 0$

وبعد " " أصبحت $\alpha = \frac{\pi}{2}$ وبالتالي $\overline{\Delta\cos\alpha} = \cos\frac{\pi}{2} - \cos 0 = 0 - 1 = -1$

نعوض في (1) فنجد $\bar{i} = -\frac{600\times0.04\times16\pi\times10^{-4}\times-1}{5\times0.2} \Rightarrow \boxed{\bar{i} = 0.12\ A}$

2- a- إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف في لحظة (t) أثناء الدوران : $\phi = N\cdot B\cdot S\cdot\cos\alpha$

حيث $\omega = \frac{\alpha}{t} \Leftarrow \alpha = \omega\cdot t$ نعوض $\phi = N\cdot B\cdot S\cdot\cos\omega t$

ونتيجة تدوير الملف ضمن الحقل المغناطيسي السابق يتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازه وبالتالي ستتولد فيه قوة محركة كهربائية متحرضة $\bar{\varepsilon} = -\frac{d\phi}{dt} = -(\phi)'_t = -[-N\cdot B\cdot S\cdot\omega\cdot\sin\omega t]$

$\Leftarrow \bar{\varepsilon} = +N\cdot B\cdot S\cdot\omega\cdot\sin\omega t$ وبما أن $\omega = 2\pi f$ نعوض $\boxed{\bar{\varepsilon} = N\cdot B\cdot S\cdot 2\pi f\cdot\sin 2\pi f\cdot t}$

$\Leftarrow \bar{\varepsilon} = 600\times0.04\times16\pi\times10^{-4}\times2\pi\times\frac{2}{\pi}\sin 2\pi\times\frac{2}{\pi}t \Leftarrow \boxed{\bar{\varepsilon} = 0.48\sin 4t}$

وهذه القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية ستولد تياراً كهربائياً متحرضاً متناوباً جيبياً شدته :

$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{0.48\sin 4t}{5} \Leftarrow \boxed{\bar{i} = 0.096\sin 4t}$

b- $N = \frac{(\ell)\ \text{طول سلك الملف}}{(2\pi r)\ \text{محيط اللفة}} \Rightarrow \ell = N\cdot 2\pi r \Rightarrow \ell = 600\times2\pi\times4\times10^{-2} \Rightarrow \boxed{\ell = 150\ m}$

المسألة الثالثة والعشرون: نغذي تيار متناوب يعطى توتره اللحظي بالعلاقة $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$
الجهازين الآتيين المربوطين فيما بينهما على التفرع:

a- جهاز تسخين كهربائي ذاتيته مهملة (مقاومة أومية) يرفع درجة حرارة (1 Kg) من الماء من الدرجة (0 °C) إلى الدرجة (72 °C) خلال (7 min) بمردود تسخين 100%

b- محرك (وشيعة) استطاعته (600 W) وعامل استطاعته $(\frac{1}{2})$ فيه التيار متأخر بالطور عن التوتر

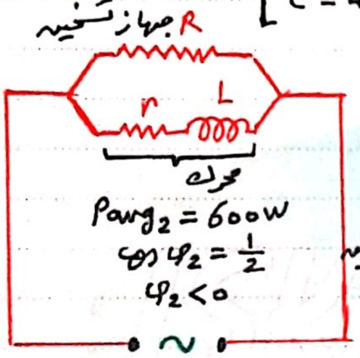
المطلوب: 1- احسب الشدة المنتجة للتيار في كل من الفرعين ثم اكتب تابع الشدة اللحظية في كل منهما

2- " " " الكلية باستخدام انشاء فرنل ثم احسب عامل استطاعة الدارة

3- احسب سعة المكثفة التي إذا ضمت أيضاً على التفرع في الدارة جعلت الشدة الكلية متفقة بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الأجهزة جميعاً ثم احسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية عندئذ.

4- نستعمل التوتر السابق لتغذية دارة تتألف من فرعين يحوي أحدهما المكثفة السابقة ويحوي الآخر وشيعة مهملة المقاومة. احسب ذاتية الوشيعة التي تنعدم من أجلها شدة التيار في الدارة الأصلية باستخدام انشاء فرنل

[الحرارة النوعية (الكتلية) للماء $c = 4200\ J\cdot Kg^{-1}\cdot {}^{\circ}C^{-1}$]



الحل: 1- واضح من تابع التوتر اللحظي وهو $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$

أن $U_{max} = 120\sqrt{2}\,V \Leftarrow U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\,V$

وأن $\omega = 100\pi\ rad\cdot s^{-1} \Leftarrow 2\pi f = 100\pi \Leftarrow f = 50\,Hz$

للفرع الأول: كمية الحرارة التي يكتسبها الماء = الطاقة الحرارية التي تنشرها مقاومة جهاز التسخين

$$R\cdot I_{eff_1}^2\cdot t = m\cdot c(\theta_2-\theta_1)$$

$$\Leftarrow R\cdot I_{eff_1}^2\times 7\times 60 = 1\times 4200(72-0) \Leftarrow R\cdot I_{eff_1}^2 = 720 \quad (1)$$

لنطبق قانون أوم على الفرع الأول: $U_{eff} = R\cdot I_{eff_1} \Leftarrow 120 = R\cdot I_{eff_1} \Leftarrow R = \frac{120}{I_{eff_1}}$ (2)

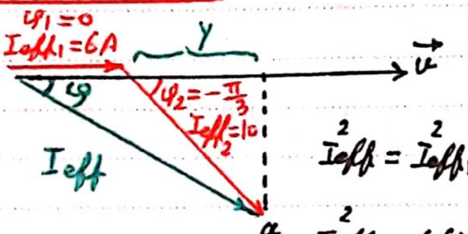
نعوض في (1): $\frac{120}{I_{eff_1}}\times I_{eff_1}^2 = 720 \Leftarrow \boxed{I_{eff_1} = 6A}$

والتابع الزمني لهذه الشدة: $\bar{i}_1 = I_{max_1}\cos(\omega t+\bar{\varphi}_1) \Leftarrow \boxed{\bar{i}_1 = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t+0)}$

للفرع الثاني: $P_{avg_2} = U_{eff}\cdot I_{eff_2}\cdot\cos\bar{\varphi}_2 \Leftarrow 600 = 120\times I_{eff_2}\times\frac{1}{2} \Leftarrow \boxed{I_{eff_2} = 10A}$

والتابع الزمني لهذه الشدة: $\bar{i}_2 = I_{max_2}\cos(\omega t+\bar{\varphi}_2) \Leftarrow$

$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \mp\frac{\pi}{3}\,rad$ وحسب النص $\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3}\,rad$ نعوض: $\boxed{\bar{i}_2 = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t-\frac{\pi}{3})}$



2- لنرسم انشاء فرنل:

واضح من هذا الانشاء: $\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$

نربع الطرفين ونفك الجداء السلمي: $I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}\cdot I_{eff_2}\cos(\bar{\varphi}_2-\bar{\varphi}_1)$

$$\Leftarrow I_{eff}^2 = (6)^2+(10)^2+2\times 6\times 10\cos(-\frac{\pi}{3}-0)$$

$$\Leftarrow I_{eff}^2 = 36+100+120\times\frac{1}{2} \Leftarrow I_{eff}^2 = 196 \Leftarrow \boxed{I_{eff} = 14\ A}$$

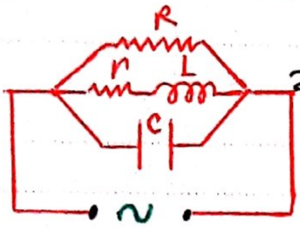
حساب $(\cos\bar{\varphi})$: فيزيائياً: $P_{avg} = P_{avg_1}+P_{avg_2} \Leftarrow U_{eff}\cdot I_{eff}\cdot\cos\bar{\varphi} = U_{eff}\cdot I_{eff_1}\cdot\cos\bar{\varphi}_1 + U_{eff}\cdot I_{eff_2}\cdot\cos\bar{\varphi}_2$

باختصار (U_{eff}) من الطرفين نجد $I_{eff}\cos\bar\varphi = I_{eff1}\cdot\cos\bar\varphi_1 + I_{eff2}\cdot\cos\bar\varphi_2$

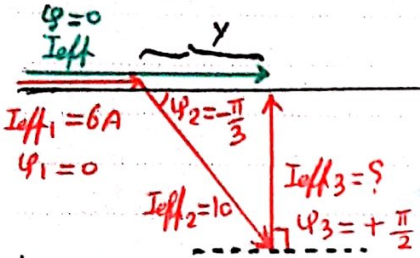
⇐ $14\cos\bar\varphi = 6\times1 + 10\times\frac{1}{2}$ ⇐ $\boxed{\cos\bar\varphi=\frac{11}{14}}$

رياضياً : نزل عموداً من a على $\vec{u}$: $\cos\bar\varphi=\frac{I_{eff1}+Y}{I_{eff}}=\frac{I_{eff1}+I_{eff2}\cdot\cos\bar\varphi_2}{I_{eff}}$

⇐ $\cos\bar\varphi=\frac{6+10\times\frac{1}{2}}{14}$ ⇐ $\boxed{\cos\varphi=\frac{11}{14}}$



3- بما أن الشدة الكلية على توافق بالطور مع التوتر المطبق فإن ($\varphi=0$).
وهو من شروط التجاوب ومع ذلك الدارة ليست في حالة تجاوب لأنها متفرعة
حساب (C) يجب أن نحسب I_{eff3} ويتم ذلك من خلال انشاء فرنل.
لنرسم انشاء فرنل فنتنبه إلى أن ادخال فرع جديد لدارة لا يغير من
الشدات المنتجة الفرعية ولكنه يغير من الشدة المنتجة الكلية.



واضح من الانشاء :

$I_{eff3}=I_{eff2}\cdot\sin\varphi_2$ ⇐ $I_{eff3}=10\times\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⇐ $I_{eff3}=5\sqrt{3}A$

للفرع الثالث : (المكثفة) : $U_{eff}=X_c\cdot I_{eff3}$ ⇐ $120=X_c\times5\sqrt{3}$

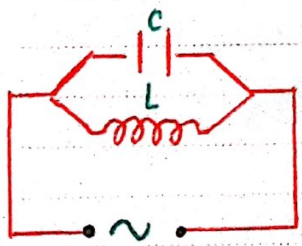
⇐ $X_c=\frac{24}{\sqrt{3}}\Omega$ ⇐ $\frac{1}{\omega\cdot C}=\frac{24}{\sqrt{3}}$ ⇐

$\frac{1}{100\pi C}=\frac{24}{\sqrt{3}}$ ⇐ $C=\frac{\sqrt{3}}{2400\pi}F$ ⇐ $\boxed{C=\frac{1}{800\sqrt{3}\pi}F}$

ملاحظة : رسمنا I_{eff3} بالطول المبينة بالشكل لنجعل $\vec{I_{eff}}$ منطبقة على $\vec{u}$ لتكون $\varphi=0$

حساب (I_{eff}) : واضح من الانشاء أنه : $I_{eff}=I_{eff1}+Y$ ⇐ $I_{eff}=I_{eff1}+I_{eff2}\cos\varphi_2$

⇐ $I_{eff}=6+10\times\frac{1}{2}$ ⇐ $\boxed{I_{eff}=11A}$

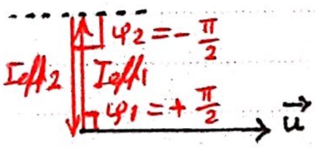


4- للفرع الأول (المكثفة) : $U_{eff}=X_c\cdot I_{eff1}$ ⇐ $120=\frac{24}{\sqrt{3}}\cdot I_{eff1}$

⇐ $I_{eff1}=5\sqrt{3}A$ وكذلك $\varphi_1=+\frac{\pi}{2}rad$

للفرع الثاني (وشيعة) : $\varphi_2=-\frac{\pi}{2}rad$

لنرسم الانشاء آخذين بعين الاعتبار أنه $I_{eff}=0$



واضح من الانشاء أنه لتكون $I_{eff}=0$ يجب أن يكون $I_{eff2}=I_{eff1}$

⇐ $I_{eff2}=5\sqrt{3}A$

للفرع الثاني : $U_{eff}=X_L\cdot I_{eff2}$ ⇐ $120=X_L\times5\sqrt{3}$ ⇐ $\boxed{X_L=\frac{24}{\sqrt{3}}\Omega}$ (ردية الوشيعة)

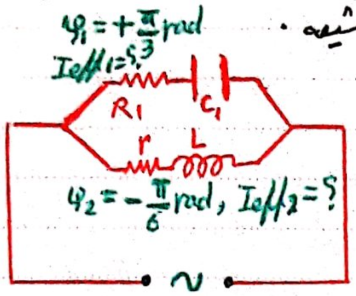
وهذا طبيعي لأنه في الدارة الخانقة يكون $X_L=X_c$

طريقة أخرى : بما أن $I_{eff}=0$ ⇐ $I_{eff2}=I_{eff1}$ ⇐ $\frac{U_{eff}}{X_c}=\frac{U_{eff}}{X_L}$ ⇐ $\boxed{X_L=X_c=\frac{24}{\sqrt{3}}\Omega}$

المسألة الرابعة والعشرون: مأخذ تيار متناوب جيبي توتره المنتج $100\sqrt{2}\ V$ نصله لدارة تحوي على فرعين يحوي الأول مقاومة ومكثفة يمر فيه تيار شدته المنتجة (I_{eff1}) متقدم بالطور عن التيار الأصلي بمقدار ($\frac{\pi}{3}rad$)، ويحوي الفرع الثاني وشيعة يمر فيها تيار " " (I_{eff2}) متأخر " " ($\frac{\pi}{6}rad$) ويمر في الدارة الأصلية تيار تابع شدته اللحظية $i = 20\cos 100\pi t$ محققاً توافقاً في الطور مع التوتر المطبق. المطلوب: 1- استنتج قيمة كل من I_{eff1} و I_{eff2} باستخدام انشاء فرنل

2- وإذا كانت قيمة المقاومة في الفرع الأول (10Ω) احسب ممانعة هذا الفرع واتساعية المكثفة فيه

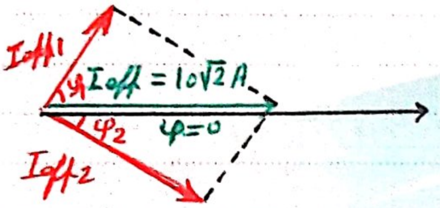
3- " كانت ردية الوشيعة " " الثاني ($\frac{10}{\sqrt{3}}\Omega$) " مقاومة الوشيعة.



الحل: 1- واضح من تابع الشدة اللحظية في الدارة الأصلية وهو $i = 20\cos 100\pi t$

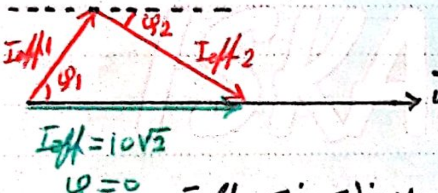
أن $I_{max} = 20A$ وبالتالي، $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\ A$

وكذلك $\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$ وأيضاً $\varphi = 0$



يرسم انشاء فرنل بطريقتين: **الطريقة الأولى:**

الطريقة الثانية:



واضح من الانشاء أن: $I_{eff1} = I_{eff}\cos\varphi_1$ ⇐ $I_{eff1} = 10\sqrt{2} \times \frac{1}{2}$ ⇐ $\boxed{I_{eff1} = 5\sqrt{2}\ A}$

وواضح من الانشاء أيضاً أن $I_{eff2} = I_{eff}\cos\varphi_2$ ⇐ $I_{eff2} = 10\sqrt{2}\times\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⇐ $\boxed{I_{eff2} = 10\sqrt{\frac{3}{2}}\ A}$

أو $\boxed{I_{eff2} = 5\sqrt{6}\ A}$

ملاحظة: نرسم I_{eff1} بطول لا على التعيين ومن نهايته نرسم I_{eff2} بطول يجعل $\varphi = 0$ أي يجعل I_{eff} منطبقاً على $\vec{u}$

2- واضح من العلاقة $\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1}$ ⇐ $\frac{1}{2} = \frac{10}{Z_1}$ ⇐ $\boxed{Z_1 = 20\Omega}$

أو: للفرع الأول: $U_{eff} = Z_1 . I_{eff1}$ ⇐ $100\sqrt{2} = Z_1\times 5\sqrt{2}$ ⇐ $\boxed{Z_1 = 20\Omega}$

نعلم أن $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_c^2}$ ⇐ $20 = \sqrt{(10)^2 + X_c^2}$ نربع ⇐ $400 = 100 + X_c^2$ ⇐ $X_c^2 = 300$ ⇐ بالجذر $\boxed{X_c = \frac{1}{\omega C} = 10\sqrt{3}\ \Omega}$ وهي اتساعية المكثفة

3- $\cos\varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2}$ ⇐ $\cos\varphi_2 = \frac{r}{\sqrt{r^2 + X_L^2}}$ ⇐ $\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + (\frac{10}{\sqrt{3}})^2}}$ نربع $\frac{3}{4} = \frac{r^2}{r^2 + \frac{100}{3}}$

⇐ $4r^2 = 3(r^2 + \frac{100}{3})$ ⇐ $4r^2 = 3r^2 + 100$ ⇐ $r^2 = 100$ ⇐ $\boxed{r = 10\Omega}$

وكان يمكن تطبيق قانون أوم على الفرع الثاني وحساب Z_2 ثم نطبق $Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$ وحساب r فنجد $r = 10\Omega$

المسألة الخامسة والعشرون: يعطى فرق الكمون بين نقطتين (a و b) بالعلاقة (V) $\bar{u} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$

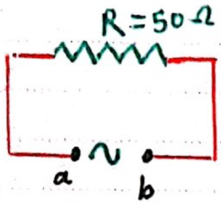
1- احسب فرق الكمون المنتج بين النقطتين وتواتر التيار

2- نصل (a و b) بمقاومة أومية (50Ω) اكتب تابع شدة التيار في هذه المقاومة

3- نصل (a، b) بفرع آخر يحوي على التسلسل مقاومة أومية (50Ω) مع مكثفة سعتها C فيمر فيه تيار شدته المنتجة $(\sqrt{2}A)$، اكتب تابع شدة هذا التيار واحسب سعة المكثفة (C).

4- احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية باستخدام انشاء فرنل

5- احسب ذاتية الوشيعة مهملة المقاومة الواجب ربطها على التفرع بين النقطتين (a و b) لتقع شدة التيار الأصلية على وفاق بالطور مع فرق الكمون المطبق ثم احسب قيمة الشدة المنتجة الأصلية للتيار.



الحل: 1- واضح من المعادلة $\bar{u} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$

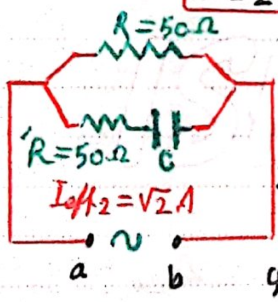
أن $U_{max} = 100\sqrt{2}\,V \Leftarrow U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100\,V$

وكذلك $\omega = 100\pi\,rad.s^{-1} \Leftarrow 2\pi f = 100\pi \Leftarrow f = 50\,HZ$

2- تابع الشدة اللحظية $\bar{i} = I_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$ حيث $\bar{\varphi} = 0$ (مقاومة أومية)

وكذلك: $U_{eff} = X_R \cdot I_{eff} \Leftarrow U_{eff} = R \cdot I_{eff} \Leftarrow 100 = 50\,I_{eff} \Leftarrow I_{eff} = 2A$

$\Leftarrow I_{max} = I_{eff}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}\,A$ ويصبح التابع $\boxed{\bar{i} = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0)}$



3- تابع الشدة اللحظية في الفرع الثاني: $\bar{i}_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$

حيث $I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2} = \sqrt{2}\cdot\sqrt{2} = 2A$

كذلك: للفرع الثاني: $U_{eff} = Z_2 \cdot I_{eff_2} \Leftarrow 100 = Z_2 \cdot \sqrt{2} \Leftarrow Z_2 = 50\sqrt{2}\,\Omega$

كذلك: $\cos\bar{\varphi}_2 = \frac{R'}{Z_2} \Leftarrow \cos\bar{\varphi}_2 = \frac{50}{50\sqrt{2}} \Leftarrow \cos\bar{\varphi}_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \Leftarrow \varphi_2 = \mp\frac{\pi}{4}\,rad$

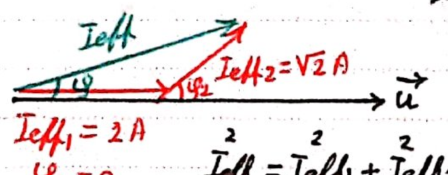
وفي حالة (R'، C) التوتر يتأخر عن الشدة وبالتالي الشدة تتقدم على التوتر $\Leftarrow \bar{\varphi}_2 = +\frac{\pi}{4}\,rad$

ويصبح تابع الشدة اللحظية في الفرع الثاني $\boxed{\bar{i}_2 = 2\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})}$

حساب (C): $Z_2 = \sqrt{R'^2 + X_C^2} \Leftarrow 50\sqrt{2} = \sqrt{(50)^2 + X_C^2}$ نربع الطرفين $5000 = 2500 + X_C^2$

$\Leftarrow X_C^2 = 2500$ بالجذر $50 = X_C \Leftarrow 50 = \frac{1}{\omega C} \Leftarrow 50 = \frac{1}{100\pi C} \Leftarrow \boxed{C = \frac{1}{5\pi}\times 10^{-3}F}$

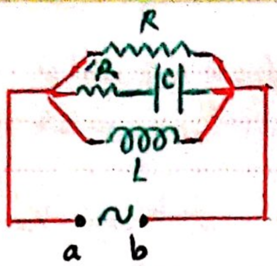
4- لنرسم انشاء فرنل مستبعدين إلى أنه ادخال فرع للدارة لا يغير من الشدات المنتجة الفرعية ولكن يغير من الشدة المنتجة الكلية.



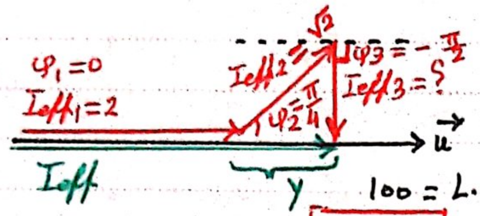
واضح من هذا الإنشاء أنه $\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$

نربع الطرفين ونهمل الجداء السلمي فنجد $I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}\cdot I_{eff_2}\cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$

$\Leftarrow I_{eff}^2 = (2)^2 + (\sqrt{2})^2 + 2\times2\times\sqrt{2}\cos(\frac{\pi}{4} - 0) \Leftarrow I_{eff}^2 = 4 + 2 + 4\sqrt{2}\times\frac{1}{\sqrt{2}} \Leftarrow I_{eff}^2 = 10 \Leftarrow \boxed{I_{eff} = \sqrt{10}A}$



5- بما أن الشدة الكلية على توافق مع التوتر المطبق لذلك $\varphi = 0$
(ومع أن هذا الشرط هو أحد شروط التجاوب ومع ذلك فالدارة ليست في حالة تجاوب لأنها متفرعة).
لنرسم انشاء فرنيل للدارة المؤلفة من ثلاثة فروع:



واضح من هذا الانشاء أن: $I_{eff3} = I_{eff2}\cdot \sin\varphi_2$

$I_{eff3} = \sqrt2 \times \frac{1}{\sqrt2} = 1A$

للفرع الثالث (الذاتية): $U_{eff} = X_L \cdot I_{eff3} \Leftarrow 100 = L\omega \times 1$

$\Leftarrow 100 = L \times 100\pi \times 1 \Leftarrow \boxed{L = \frac{1}{\pi}\ H}$

وواضح من الانشاء أيضاً: $I_{eff} = I_{eff1} + y \Leftarrow I_{eff} = I_{eff1} + I_{eff2}\cos\varphi_2 \Leftarrow$

$\Leftarrow I_{eff} = 2 + \sqrt2 \times \frac{1}{\sqrt2}$ $\boxed{I_{eff} = 3A}$

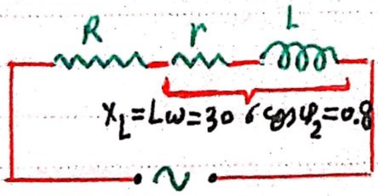
المسألة السادسة والعشرون: نضع بين طرفي مأخذ لتيار متناوب توتره المنتج ثابت، مقاومة أومية (R) موصولة على التسلسل مع وشيعة مقاومتها الأومية r ورديتها (30Ω) وعامل استطاعتها (0.8) فيمر تيار شدته اللحظية تعطى بالعلاقة $i = 3\sqrt2 \cos 100\pi t$ (A) والمطلوب:

1- احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار وتواتره. 2- احسب كلاً من المقاومة الأومية للوشيعة (r) وممانعتها.

3- وإذا علمت أن فرق الكمون المنتج بين طرفي المقاومة يساوي نصف فرق الكمون المنتج بين طرفي الوشيعة فاحسب كلاً من: المقاومة الأومية (R) والاستطاعة المستهلكة فيها ثم احسب الاستطاعة المستهلكة في الدارة

4- نضيف بين طرفي المأخذ السابق على التسلسل مع المقاومة والوشيعة مكثفة سعتها (C) فتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها، احسب قيمة سعة هذه المكثفة

5- نضيف إلى المكثفة (C) في الدارة السابقة مكثفة (C') تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر المطبق احسب السعة المكافئة للمكثفتين وحدد طريقة الضم، ثم احسب سعة المكثفة المضافة C'.



الحل: 1- واضح من المعادلة $i = 3\sqrt2 \cos 100\pi t$ (A) أن $I_{max} = 3\sqrt2\ A \Leftarrow I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt2} = \frac{3\sqrt2}{\sqrt2} = 3\ A$

وكذلك $\omega = 100\pi\ rad.s^{-1} \Leftarrow 2\pi f = 100\pi \Leftarrow f = 50Hz$

2- $\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2}$ (1) $\Leftarrow \cos\varphi_2 = \frac{r}{\sqrt{r^2 + X_L^2}} \Leftarrow 0.8 = \frac{r}{\sqrt{r^2 + (30)^2}}$ نربع الطرفين

$\Leftarrow 0.64 = \frac{r^2}{r^2+900} \Leftarrow r^2 = 0.64(r^2+900) \Leftarrow r^2 = 0.64r^2 + 0.64\times900 \Leftarrow 0.36r^2 = 0.64\times900$

بالجذر $\Leftarrow 0.6r = 0.8\times30$ $\boxed{r = 40\Omega}$ نعوض في (1) فنجد

$\Leftarrow 0.8 = \frac{40}{Z_2}$ $\boxed{Z_2 = 50\Omega}$ وكان يمكن حساب Z_2 من العلاقة $Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$

3- حسب النص: $U_{eff1} = \frac12 U_{eff2} \Leftarrow R\cdot I_{eff} = \frac12 Z_2\cdot I_{eff} \Leftarrow R = \frac12 Z_2 \Leftarrow R = \frac12\times50$

$\Leftarrow \boxed{R = 25\Omega}$. وكان يمكن حساب U_{eff2} أولاً من $U_{eff2} = Z_2\cdot I_{eff}$ ثم نحسب U_{eff1} من $U_{eff1} = \frac12 U_{eff2}$

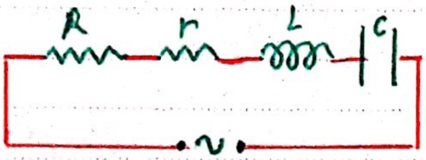
ثم نطبق $U_{eff_1} = R \cdot I_{eff}$ ونحسب (R) ونستخدمها $R = 25\,\Omega$

حساب (P_{avg_1}) : $P_{avg_1} = R \cdot I_{eff}^2 \Leftarrow P_{avg_1} = 25(3)^2 \Leftarrow \boxed{P_{avg_1} = 225\,W}$

وكان يمكن تطبيق $U_{eff_1} = R \cdot I_{eff}$ ونحسب U_{eff_1} ثم نطبق $P_{avg_1} = U_{eff_1} \cdot I_{eff} \cos\varphi_1$ حيث $\varphi_1 = 0$ ونحسب P_{avg_1}

حساب (P_{avg}) : $P_{avg} = (R + r)\, I_{eff}^2 \Leftarrow P_{avg} = (25 + 40)(3)^2 \Leftarrow \boxed{P_{avg} = 585\,W}$

وكان يمكن حسابه من $P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} \Leftarrow P_{avg} = U_{eff_1} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi_1 + U_{eff_2} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi_2$



4- **قاعدة** : ادخال (أو اخراج) أي جهاز لدارة يغيّر من ممانعتها وبالتالي يغيّر من قيمة الشدة المنتجة للتيار المار فيها. ولكن لهذه القاعدة حالة شاذة واحدة هي هذا الطلب.

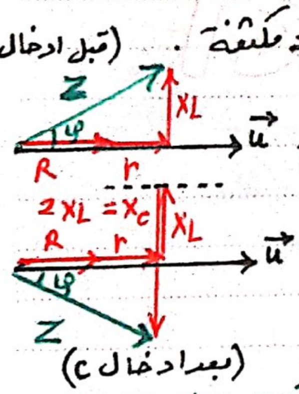
بما أن الشدة المنتجة بقيت نفسها وطالما أن التوتر المنتج ثابت بين طرفي المأخذ لا يتغير وحسب $U_{eff} = Z \cdot I_{eff}$

نستنتج أن الممانعة الكلية للدارة تبقى نفسها لا تتغير أي : $Z' = Z$ (بعد ادخال المكثفة) (قبل ادخال المكثفة)

$\sqrt{(R+r)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(R+r)^2 + X_L^2}$ وبتربيع وبحذف الحد $(R+r)^2$ من الطرفين نجد :

$X_L^2 = (X_L - X_C)^2$ بالجذر $X_L = \mp (X_L - X_C)$

أ- $X_L = +(X_L - X_C) \Leftarrow X_C = 0$ مرفوض لأن هذه النتيجة تعني عدم وجود مكثفة.

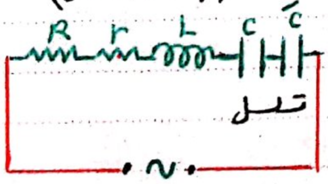


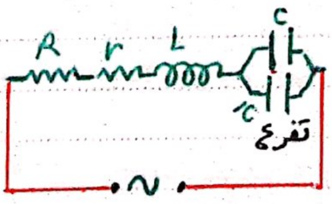
ب- $X_L = -(X_L - X_C) \Leftarrow X_L = -X_L + X_C \Leftarrow \boxed{X_C = 2X_L} \Leftarrow \frac{1}{\omega C} = 2 \times 30$

$\Leftarrow \frac{1}{100\pi C} = 60 \Leftarrow \boxed{C = \frac{1}{6000\pi}\,F}$

للتحقق من صحة أنه إذا كانت X_C تساوي $2X_L$ تبقى Z نفسها وذلك بإنشاء فرنل واضح من الانشاء أن Z فعلاً بقيت نفسها عندما $X_C = 2X_L$

5- بما أن الشدة على توافق مع التوتر المطبق فالدارة في حالة تجاوب (طنين) كهربائي





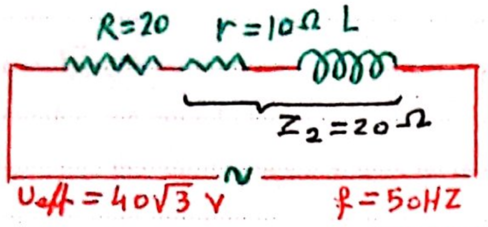
$\Leftarrow L\omega = \frac{1}{\omega C_{eq}} \Leftarrow 30 = \frac{1}{100\pi C_{eq}}$

$\Leftarrow \boxed{C_{eq} = \frac{1}{3000\pi}\,F}$ وواضح أن $C_{eq} > C$ فالضم (الربط) على التفرع $\Leftarrow C_{eq} = C + C'$

$\Leftarrow C' = C_{eq} - C \Leftarrow C' = \frac{1}{3000\pi} - \frac{1}{6000\pi} \Leftarrow \boxed{C' = \frac{1}{6000\pi}\,F}$

المسألة السابعة والعشرون : نطبق بين نقطتين (a و b) توتراً متناوباً جيبياً قيمته المنتجة $(40\sqrt{3}\,V)$ وتواتره $(f = 50\,HZ)$ 1- نربط بين النقطتين ومع التسلسل مقاومة أومية $(R = 20\,\Omega)$ مع وشيعة مقاومتها $(r = 10\,\Omega)$ وممانعتها $(Z_2 = 20\,\Omega)$. المطلوب : a- احسب الممانعة الكلية والشدة المنتجة المارة

b- احسب الاستطاعة المتوسطة المصروفة في الجملة وعامل استطاعتها.
c- الطاقة الحرارية التي تنشرها المقاومة (R) خلال زمن (10 min) ثم اكتب تابع التوتر اللحظي بين طرفي هذه المقاومة
-2 نفيد وصل الوشيعة على التفرع مع المقاومة الأومية بين النقطتين (a , b) المطلوب حساب:
a- قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية باستخدام انشاء فرنل
b- الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين، وقيمة عامل الاستطاعة عندئذٍ.



الحل: 1- a- لحساب (Z) يجب حساب X_L وذلك من

العلاقة $Z_2=\sqrt{r^2+X_L^2} \Leftarrow 20=\sqrt{(10)^2+X_L^2}$

نربع الطرفين $400=100+X_L^2 \Leftarrow 300=X_L^2$ بالجذر $X_L=10\sqrt{3}\,\Omega$ نعوض في $Z=\sqrt{(R+r)^2+X_L^2}$

$\Leftarrow Z=\sqrt{(20+10)^2+(10\sqrt{3})^2} \Leftarrow Z=\sqrt{900+300} \Leftarrow Z=\sqrt{1200} \Leftarrow \boxed{Z=20\sqrt{3}\,\Omega}$

حساب I_{eff}: $U_{eff}=Z\cdot I_{eff} \Leftarrow 40\sqrt{3}=20\sqrt{3}\,I_{eff} \Leftarrow \boxed{I_{eff}=2\text{ A}}$

b- $P_{avg}=(R+r)\,I_{eff}^2 \Leftarrow P_{avg}=(20+10)(2)^2 \Leftarrow \boxed{P_{avg}=120\text{ W}}$

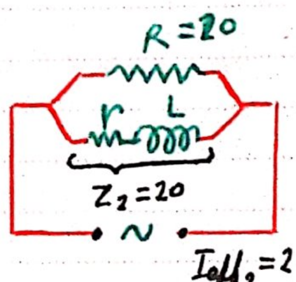
حساب $(\cos\varphi)$: $\cos\varphi=\frac{R+r}{Z} \Leftarrow \cos\varphi=\frac{20+10}{20\sqrt{3}} \Leftarrow \cos\varphi=\frac{3}{2\sqrt{3}} \Leftarrow \boxed{\cos\varphi=\frac{\sqrt{3}}{2}}$

c- $E_1=P_{avg_1}\cdot t \Leftarrow E_1=R\,I_{eff}^2\cdot t \Leftarrow E_1=20(2)^2\times10\times60 \Leftarrow \boxed{E_1=48\times10^3\text{ J}}$

$\bar{u}_1=U_{max_1}\cos(\omega t+\bar{\varphi}_1)$ حيث $\varphi_1=0$ (مقاومة أومية) $\Leftarrow \omega=2\pi f=2\pi\times50=100\pi$ HZ

كذلك $U_{eff_1}=R\,I_{eff}=20\times2=40$ V وبالتالي $U_{max_1}=U_{eff_1}\sqrt{2}=40\sqrt{2}$ V

ويصبح تابع التوتر $\boxed{\bar{u}_1=40\sqrt{2}\cos(100\pi t+0)}$



-2 a- للفرع الأول (المقاومة): $U_{eff}=R\,I_{eff_1} \Leftarrow 40\sqrt{3}=20\,I_{eff_1}$

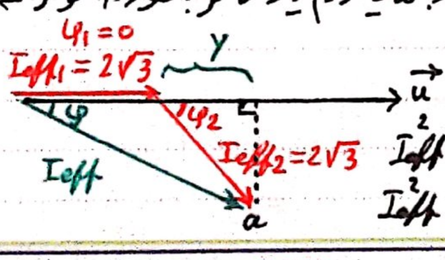
$\Leftarrow I_{eff_1}=2\sqrt{3}$ A ، $\varphi_1=0$

للفرع الثاني (الوشيعة): $U_{eff}=Z_2\cdot I_{eff_2} \Leftarrow 40\sqrt{3}=20\,I_{eff_2} \Leftarrow I_{eff_2}=2\sqrt{3}$ A

$\cos\bar{\varphi}_2=\frac{r}{Z_2} \Leftarrow \cos\bar{\varphi}_2=\frac{10}{20}=\frac{1}{2} \Leftarrow \bar{\varphi}_2=\mp\frac{\pi}{3}$ rad

في حالة (r,L) التوتر يتقدم بالطور على شدة التيار وبالتالي شدة التيار تتأخر بالطور عن التوتر $\Leftarrow$

$\bar{\varphi}_2=-\frac{\pi}{3}$ rad . نرسم انشاء فرنل:



واضح من هذا الانشاء أنه $\vec{I}_{eff}=\vec{I}_{eff_1}+\vec{I}_{eff_2}$

نربع الطرفين ونفك الجداء السلمي $I_{eff}^2=I_{eff_1}^2+I_{eff_2}^2+2I_{eff_1}\cdot I_{eff_2}\cos(\bar{\varphi}_2-\bar{\varphi}_1)$

$I_{eff}^2=(2\sqrt{3})^2+(2\sqrt{3})^2+2(2\sqrt{3})(2\sqrt{3})\cos(-\frac{\pi}{3}-0)$

$\Leftarrow I_{eff}^2 = 12+12+2\times12\times\frac{1}{2} \Leftarrow I_{eff}^2=36 \Leftarrow \boxed{I_{eff}=6\,A}$

b- $P_{avg}=P_{avg_1}+P_{avg_2} \Leftarrow P_{avg}=U_{eff}\cdot I_{eff_1}\cdot\cos\varphi_1+U_{eff}\cdot I_{eff_2}\cdot\cos\varphi_2$

$\Leftarrow P_{avg}=40\sqrt{3}\times2\sqrt{3}\times1+40\sqrt{3}\times2\sqrt{3}\times\frac{1}{2} \Leftarrow P_{avg}=240+120 \Leftarrow P_{avg}=360W$

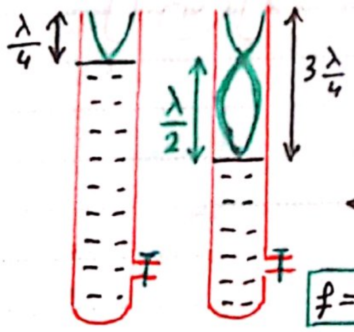
c- ب ($\cos\varphi$): فيزيائياً: $P_{avg}=U_{eff}\cdot I_{eff}\cdot\cos\varphi \Leftarrow 360=40\sqrt{3}\times6\times\cos\varphi \Leftarrow \boxed{\cos\varphi=\frac{\sqrt{3}}{2}}$

رياضياً: نزمع من a عموداً على u: $\Leftarrow \cos\varphi = \frac{I_{eff_1}+Y}{I_{eff}} = \frac{I_{eff_1}+I_{eff_2}\cos\varphi_2}{I_{eff}}$

$\Leftarrow \cos\varphi=\frac{2\sqrt{3}+2\sqrt{3}\times\frac{1}{2}}{6} \Leftarrow \boxed{\cos\varphi=\frac{\sqrt{3}}{2}}$ وهو عامل استطاعة الدارة

المسألة الثامنة والعشرون: أنبوب اسطواني مملوء بالماء وله صنبور عند قاعدته، تهتز رنانة فوق طرفه العلوي المفتوح، وعند انقاص مستوى الماء في الأنبوب نسمع صوتاً شديداً يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار ($L_1=17cm$) وباستمرار انقاص مستوى الماء نسمع صوت شديد ثانٍ يبعد " " " " " " ($L_2=49cm$) فإذا علمت أن سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة ($v=340m.s^{-1}$). احسب تواتر الرنانة المستخدمة.

الحل: بما أن العمود الهوائي مغلق فطول عمود الهواء الذي يعلو الماء والذي يحدث من أجله الرنين (التجاوب) ونسمع صوتاً شديداً $L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$ وبالتالي البعد بين مستويين متتاليين للماء يحدث عندهما الرنين (التجاوب) ونسمع عندهما صوتاً شديداً هو:



$L_2-L_1=\frac{\lambda}{2} \Leftarrow 0.49-0.17=\frac{\lambda}{2} \Leftarrow 0.32=\frac{\lambda}{2}$

$\lambda=0.64\,m$ ونعلم أن $f=\frac{v}{\lambda} \Leftarrow f=\frac{340}{0.64} \Leftarrow \boxed{f=531.25HZ}$

المسألة التاسعة والعشرون: مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله ($L=3\,m$) فيه هواء درجة حرارته ($0°C$) حيث سرعة انتشار الصوت فيه $v=330m.s^{-1}$ وتواتر الصوت الصادر ($f=110HZ$)

المطلوب: 1- احسب البعد بين بطنين متتاليين، ثم استنتج رتبة الصوت.

2- نسخن المزمار إلى الدرجة ($t=819°C$)، استنتج طول الموجة المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه

3- احسب طول مزمار آخر ذي فم نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة ($0°C$)، تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصوت الصادر عن المزمار السابق في الدرجة ($0°C$).

الحل: 1- البعد بين بطنين متتاليين $=\frac{\lambda}{2}=\frac{v}{2f}=\frac{330}{2\times110}$ ⇐ $\boxed{\text{البعد بين بطنين متتاليين} = 1.5m}$

بما أن المزمار ذو فم ونهايته مفتوحة فهو متشابه الطرفين لذلك:

$f=n\frac{v}{2L} \Leftarrow 110=n\frac{330}{2\times3} \Leftarrow \boxed{n=2}$ (المدروج الثاني)

-2 $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \Leftarrow \frac{330}{v_2}=\sqrt{\frac{0+273}{819+273}} \Leftarrow \frac{330}{v_2}=\frac{1}{2} \Leftarrow v_2=660\,m\cdot s^{-1}$

وبما أن المزمار يصدر الصوت السابق نفسه فله التواتر نفسه $\Leftarrow f_2=110\,HZ \Leftarrow \lambda_2=\frac{v_2}{f_2}=\frac{660}{110} \Leftarrow \boxed{\lambda_2=6\,m}$

-3 بما أن المزمار الجديد ذو فم ونهايته مغلقة فهو مختلف الطرفين لذلك $f'=(2n-1)\frac{v'}{4L}$

" " يحوي هواء بدرجة 0° لذلك $v'=v=330\,m\cdot s^{-1}$

ومن أجل المدروج الثالث فإن $(2n-1)=3$

وبما أن تواتر هذا المدروج يساوي تواتر الصوت الصادر عن المزمار السابق لذلك $f'=f=110\,HZ$

نعوض $110=3\,\frac{330}{4L} \Leftarrow \boxed{L=\frac{9}{4}=2.25\,m}$

المسألة الثلاثون: خيط مرن أفقي طوله $L=1\,m$ وكتلته $m=10\,g$ نربط أحد طرفيه برنانة كهربائية شعبتاها أفقيتان تواترها ($f=50\,HZ$) ونشد الخيط على محز بكرة بثقل فما سبب لتكون نهاية مقيدة، فإذا علمت أن طول الموجة المتكونة (40 cm) المطلوب: 1- ما عدد المغازل المتكونة على طول الخيط.

2- احسب سعة نقطة تبعد (20 cm) ثم نقطة تبعد (30 cm) عن النهاية المقيدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع ($Y_{max}=1\,cm$).

3- احسب الكتلة الخطية للخيط، واحسب قوة شد هذا الخيط، وسرعة انتشار الاهتزاز فيه.

4- " قوة شد الخيط التي تجعله يهتز بمغزل، وحدد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة في هذه الحالة.

5- نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه. هل تتغير كتلته الخطية باعتبار أنه متجانس.

الحل: 1- $L=n\frac{\lambda}{2} \Leftarrow 1=n\frac{0.4}{2} \Leftarrow \boxed{n=5}$ مغزل (عدد المغازل)

2- معادلة الأمواج المستقرة العرضية في حالة النهاية المقيدة $\bar{Y}_N(t)=2Y_{max}\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\,\sin\omega t$

وواضح من هذه المعادلة أن سعة اهتزاز أي نقطة من الخيط $Y_{max/N}=2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right|$

للنقطة الأولى (N_1): $Y_{max/N_1}=2\times1\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.2\right|=2\times10^{-2}\sin\pi \Leftarrow \boxed{Y_{max/N_1}=0\ m}$

إذاً (N_1) عقدة اهتزاز

= الثانية (N_2): $Y_{max/N_2}=2\times1\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.3\right|=2\times10^{-2}\left|\sin\frac{3\pi}{2}\right| \Leftarrow \boxed{Y_{max/N_2}=2\times10^{-2}\,m}$

إذاً (N_2) بطن اهتزاز لأنه سعته عظمى

-3 $\mu=\frac{m}{L}=\frac{10\times10^{-3}}{1} \Leftarrow \boxed{\mu=10^{-2}\,Kg\cdot m^{-1}}$

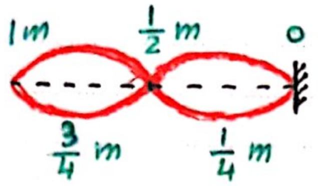
$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Leftarrow 50=\frac{5}{2\times1}\sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}} \Leftarrow \boxed{F_T=4\,N}$

$v=f\cdot\lambda \Leftarrow v=50\times0.4 \Leftarrow \boxed{v=20\,m\cdot s^{-1}}$

أو $v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Leftarrow v=\sqrt{\frac{4}{10^{-2}}} \Leftarrow \boxed{v=20\,m\cdot s^{-1}}$

4 - حالة مغزليين $(n = 2)$: $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Leftarrow 50 = \frac{2}{2\times1}\sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}} \Leftarrow \boxed{F_T = 25\,N}$

تعطى أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة بالعلاقة $x = n\frac{\lambda}{2}$



نحسب λ من أجل مغزليين : $L = n\frac{\lambda}{2} \Leftarrow 1 = 2\frac{\lambda}{2} \Leftarrow \lambda = 1\,m$

$n = 0 \Leftarrow x = 0$ تمثل العقدة المتشكلة عند النهاية المقيدة .

$n = 1 \Leftarrow x = 1\times\frac{1}{2} = \frac{1}{2}m$ بعد العقدة الثانية عن النهاية المقيدة .

$n = 2 \Leftarrow x = 2\times\frac{1}{2} = 1\,m$.

وتعطى أبعاد بطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة بالعلاقة $x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$

$n = 0 \Leftarrow x = \frac{\lambda}{4} = \frac{1}{4}m$ بعد أول بطن عن النهاية المقيدة

$n = 1 \Leftarrow x = 3\frac{\lambda}{4} = \frac{3}{4}m$ " ثاني " " " " .

5 - توضح العلاقة $\mu = \frac{m}{L}$ أن انقاص الطول يؤدي لزيادة μ ولكن μ لا تتغير بتغير الطول لأن انقاص طول الوتر إلى النصف يؤدي لانقاص كتلة الوتر إلى النصف أيضاً لذلك النسبة $\frac{m}{L}$ (أي μ) لا تتغير .

المسألة الواحدة والثلاثون : وتر طوله $(L = 1.5\,m)$ وكتلته $(m = 15\,g)$ نجعله يهتز بالتجاوب بواسطة هزازة تواترها $(f = 100\,Hz)$ فيتشكل فيه ثلاثة مغازل . المطلوب حساب :

1 - طول موجة الاهتزاز 2 - الكتلة الخطية للوتر 3 - سرعة انتشار الاهتزاز العرضي في الوتر

4 - مقدار قوة الشد المطبقة في الوتر 5 - بعد أماكن عقد وبطون الاهتزاز عن نهايته المقيدة .

الحل : 1 - $L = n\frac{\lambda}{2} \Leftarrow 1.5 = 3\frac{\lambda}{2} \Leftarrow \boxed{\lambda = 1\,m}$

2 - $\mu = \frac{m}{L} \Leftarrow \mu = \frac{15\times10^{-3}}{1.5} \Leftarrow \boxed{\mu = 10^{-2}\,Kg\cdot m^{-1}}$

3 - $v = f\cdot\lambda \Leftarrow v = 1\times100 \Leftarrow \boxed{v = 100\,m\cdot s^{-1}}$

4 - $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Leftarrow 100 = \sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}} \Leftarrow \boxed{F_T = 100\,N}$

وكان يمكن حسابها من $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ ونجد $F_T = 100N$

5 - أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة $x = n\frac{\lambda}{2}$

$n = 0 \Leftarrow x = 0$ تمثل العقدة المتشكلة عند النهاية المقيدة

$n = 1 \Leftarrow x = 1\times\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ بعد " الثانية " " "

$n = 2 \Leftarrow x = 2\times\frac{1}{2} = 1m$ بعد العقدة الثالثة عن النهاية المقيدة

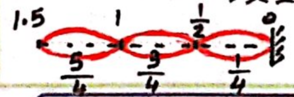
$n = 3 \Leftarrow x = 3\times\frac{1}{2} = \frac{3}{2}m$ " " الرابعة " " "

أبعاد بطون الاهتزاز $x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$

$n = 0 \Leftarrow x = \frac{\lambda}{4} = \frac{1}{4}m$ بعد أول بطن عن النهاية المقيدة

$n = 1 \Leftarrow x = 3\frac{\lambda}{4} = \frac{3}{4}m$ " " ثاني " " "

$n = 2 \Leftarrow x = 5\frac{\lambda}{4} = \frac{5}{4}m$ " " ثالث " " "



المسألة الثانية والثلاثون: مزمار ذو فم، نهايته مفتوحة طوله $(L = 3.4\,m)$ مملوء بالهواء، يصدر صوتاً تواتره $(f = 1000\,HZ)$ حيث سرعة انتشار الصوت في هواء المزمار $(v = 340\,m.s^{-1})$ في درجة حرارة التجربة.

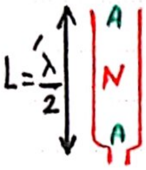
1- احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار
2- إذا تكونت داخله عقدة واحدة فقط في منتصفه في الدرجة نفسها من الحرارة، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ
3- إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء $(v' = 331\,m.s^{-1})$ في الدرجة $(t' = 0\,°c)$ فاحسب درجة حرارة التجربة

الحل: 1- عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار $= \dfrac{L \text{ (طول المزمار)}}{\lambda \text{ (طول الموجة)}}$ ولكن $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{340}{1000} = 0.34\,m$

نعوض $= \dfrac{3.4}{0.34}$ $\Leftarrow$ $\boxed{\text{عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار} = 10 \text{ طول موجة}}$

أو: بما أن المزمار ذو فم ونهايته مفتوحة فهو متشابه الطرفين وبالتالي طوله $L = n\dfrac{\lambda}{2} \Leftarrow 3.4 = n\dfrac{0.34}{2}$

$\Leftarrow n = 20$ وهي تمثل عدد أنصاف طول الموجة. وبالتالي: عدد أطوال الموجة $= \boxed{10 \text{ طول موجة}}$



2- بما أن المنبع ذو فم لذلك يتشكل في بداية المزمار بطن اهتزاز
و " " نهايته مفتوحة " " عندها بطن اهتزاز أيضاً، وبما أنه تشكل عقدة واحدة في منتصف المزمار لذلك (وكما هو واضح من الشكل) طول المزمار $L = \dfrac{\lambda'}{2} \Leftarrow \lambda' = 2L$

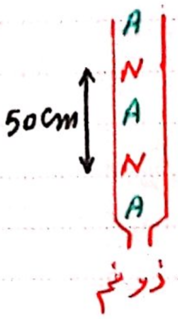
$\Leftarrow \lambda' = 2 \times 3.4 = 6.8\,m$ وبالتالي $f' = \dfrac{v}{\lambda'}$ حيث $v = v'$ (لأن درجة الحرارة نفسها والغاز نفسه)

$\Leftarrow f' = \dfrac{340}{6.8} \Leftarrow \boxed{f' = 50\,HZ}$

3- $\dfrac{v}{v'} = \sqrt{\dfrac{T}{T'}} \Leftarrow \dfrac{340}{331} = \sqrt{\dfrac{t + 273}{0 + 273}} \Leftarrow \boxed{t = 15\,°c}$

المسألة الثالثة والثلاثون: يصدر مزمار ذو فم نهايته مفتوحة صوتاً بإمرار هواء بدرجة $(t = 15\,°c)$ فيتكون داخله عقدتان للاهتزاز البعد بينهما $(50\,cm)$. المطلوب حساب:

1- طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار 2- طول المزمار 3- تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار
4- " مزمار آخر ذي فم نهايته مغلقة يعطي في الدرجة $(15\,°c)$ صوتاً أساسياً موافقاً للصوت الصادر عن المزمار السابق علماً أن سرعة انتشار الصوت في الهواء بالدرجة $(t' = 0\,°c)$ تساوي $(v' = 331\,m.s^{-1})$



الحل: 1- المسافة بين عقدتين متتاليتين $= \dfrac{\lambda}{2} \Leftarrow \dfrac{\lambda}{2} = 0.5 \Leftarrow \boxed{\lambda = 1\,m}$

2- واضح من الشكل أن طول المزمار $= 4\dfrac{\lambda}{4} \Leftarrow \boxed{L = 1\,m}$

3- $f = \dfrac{v}{\lambda}$: نحسب v : $\dfrac{v}{v'} = \sqrt{\dfrac{T}{T'}} \Leftarrow \dfrac{v}{331} = \sqrt{\dfrac{15 + 273}{0 + 273}} \Leftarrow v = 340\,m.s^{-1}$

نعوض $f = \dfrac{340}{1} \Leftarrow \boxed{f = 340\,HZ}$

4- بما أن المزمار الجديد منبعه ذو فم ونهايته مغلقة فهو مختلف الطرفين $\Leftarrow f' = (2n-1)\dfrac{v'}{4L'}$ حيث $2n - 1 = 1$ (أساسي)
وبما أن الصوت الصادر عن هذا المزمار يوافق الصوت الصادر عن المزمار السابق فله التواتر نفسه أي $f' = f = 340\,HZ$
ولأن المزمار الجديد يحوي الهواء في درجة $(15\,°c)$ لذلك $v' = v = 340\,m.s^{-1}$ نعوض $\Leftarrow 340 = 1 \times \dfrac{340}{4L'} \Leftarrow \boxed{L' = \dfrac{1}{4}\,m}$

المسألة الرابعة والثلاثون: 1- لدينا مزمار متشابه الطرفين طوله $(L=3.32\ m)$ يصدر صوتاً تواتره $(f=1024\ HZ)$ وهو يحوي هواء بدرجة $(t=15°c)$ ينتشر فيه الصوت بسرعة $(v=340\ m.s^{-1})$. احسب عدد أطوال الموجه التي يحويها المزمار.

2- نريد أن يحوي المزمار نصف عدد أطوال الموجه السابقة وهو يصدر الصوت السابق نفسه بتغيير درجة حرارة هوائه فقط لتصبح (t'). احسب قيمة (t').

3- إذا تكوّن في طرفي المزمار بطنان للاهتزاز وعقدة واحدة فقط في منتصفه بدرجة الحرارة $(t=15°c)$ بتغيير قوة النفخ عند منبع الصوتي. احسب تواتر الصوت الصادر عنه حينئذٍ.

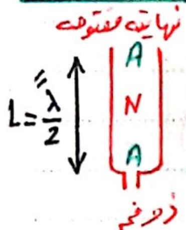
الحل: 1- عدد أطوال الموجه التي يحويها المزمار $= \frac{L\ (\text{طول المزمار})}{\lambda\ (\text{طول الموجه})}$ حيث: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1024} = 0.332\ m$

نعوض $= \frac{3.32}{0.332}$ ⇐ $\boxed{\text{عدد أطوال الموجه التي يحويها المزمار} = 10\ \text{طول موجة}}$

2- $\frac{L}{\lambda'}$ = عدد أطوال الموجه الجديدة التي يحويها المزمار ⇐ $5 = \frac{3.32}{\lambda'}$ ⇐ $\lambda' = 0.664\ m$

$v' = f.\lambda'$ ⇐ $v' = 1024 \times 0.664$ ⇐ $v' = 680\ m.s^{-1}$ نعوض في $\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}}$ فنجد

$\frac{340}{680} = \sqrt{\frac{15+273}{t'+273}}$ ⇐ $\frac{1}{2} = \sqrt{\frac{288}{t'+273}}$ ⇐ نربع $\frac{1}{4} = \frac{288}{t'+273}$ ⇐ $\boxed{t' = 879°c}$



3- بما أنه تشكل في طرفي المزمار بطنان للاهتزاز وعقدة واحدة في منتصفه فإن طوله (كما هو واضح بالشكل) $L = \frac{\lambda''}{2}$ ⇐ $\lambda'' = 2L = 2\times3.32 = 6.64\ m$ نعوض في $f'' = \frac{v}{\lambda''}$ ⇐ $f'' = \frac{340}{6.64}$ ⇐ $\boxed{f'' = 51.2\ HZ}$

المسألة الخامسة والثلاثون: استعمل عمود هوائي مغلق لقياس سرعة انتشار الصوت بواسطة رنانة تواترها $(f=392HZ)$ فيسمع أول صوت شديد عندما كان طول عمود الهواء مساوياً $(L_1=21cm)$ وسمع الصوت الشديد الثاني عندما كان طول عمود الهواء مساوياً $(L_2=65.3\ cm)$. احسب سرعة انتشار الصوت في هذه الحالة. هل درجة الحرارة في العمود الهوائي أكبر أم أصغر من درجة حرارة الغرفة (التي تساوي $t=20°c$)

الحل: المسافة بين سويتي السائل المتتاليتين واللتين حدث عندهما التجاوب (الرنين) وكنا نسمع عندهما صوتاً شديداً $= \frac{\lambda}{2}$ ⇐ $L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2}$ ⇐ $\lambda = 2(L_2-L_1) = 2(0.653-0.21) = 0.886\ m$

نعوض في $v = f.\lambda$ ⇐ $v = 392\times0.886$ ⇐ $\boxed{v = 348\ m.s^{-1}}$

ملاحظة: كان ممكن حساب λ من أجل الرنين الأول حيث $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ أو من أجل الرنين الثاني حيث $L_2 = 3\frac{\lambda}{4}$ ولكن حساب λ من $(L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2})$ أدق لأنه عند سطح الماء تتشكل دوماً عقدة اهتزاز والمسافة بين عقدتين متتاليتين $= \frac{\lambda}{2}$. أما بطن الاهتزاز المتشكل عند النهاية المفتوحة لعمود الهواء فهذا البطن لا يتشكل عندها بالضبط وإنما ممتداً إلى خارج الانبوب قليلاً بمقدار $(0.6d)$ حيث d نصف قطر الانبوب.

بما أن سرعة انتشار الصوت في الهواء بدرجة $(0°c)$ هي $(331\ m.s^{-1})$ فإن درجة حرارة هواء العمود نحسبها من $\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}}$

$\frac{348}{331} = \sqrt{\frac{t+273}{0+273}}$ ⇐ $t = 28.76°c$ وواضح أنها أكبر من $(20°c)$.

ملاحظة: عندما يكون هناك توازن حراري فتكون (درجة حرارة هواء الغرفة = درجة حرارة هواء العمود أو المزمار)
ولكن عندما يسخن جدار المزمار المعدني فإن 〃 〃 〃 المزمار ترتفع وقد تصل لقيمة عالية
ففي المسألة (29) عامة يسخن المزمار لدرجة ($819^\circ C$)، وفي المسألة (34) عامة يسخن هواء المزمار لدرجة ($879^\circ C$)

المسألة السادسة والثلاثون: مزمار ذو فم نهايته مغلقة يحوي غاز الأكسجين سرعة انتشار الصوت فيه ($v = 324\ m\cdot s^{-1}$) يصدر صوتاً أساسياً تواتره ($f = 162\ HZ$) 1- احسب طول هذا المزمار
2- نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهيدروجين في درجة الحرارة نفسها، احسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة.

الحل: 1- بما أن المزمار منبعه ذو فم ونهايته مغلقة فهو مختلف الطرفين $\Leftarrow$ $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$
ومن أجل الصوت الأساسي فإن $(2n-1) = 1$ نعوض $162 = 1 \times \frac{324}{4L}$ $\Leftarrow$ $\boxed{L = \frac{1}{2}\ m}$

2- $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}$ حيث $D = \frac{M}{29}$ لذلك $D_{2(H_2)} = \frac{2}{29}$ ، $D_{1(O_2)} = \frac{32}{29}$ نعوض $\frac{324}{v_2} = \sqrt{\frac{\frac{2}{29}}{\frac{32}{29}}}$

$\Leftarrow$ $\frac{324}{v_2} = \frac{1}{4}$ $\Leftarrow$ $v_2 = 1296\ m\cdot s^{-1}$ (سرعة انتشار الصوت في غاز H_2).
ومن أجل الصوت الأساسي $(2n-1) = 1$
نعوض هذه المعلومات في $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$ فنجد $f = 1 \times \frac{1296}{4 \times \frac{1}{2}}$ $\Leftarrow$ $\boxed{f = 648\ HZ}$

أو: $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}$ $\Leftarrow$ $\frac{\lambda_1 \cdot f_1}{\lambda_2 \cdot f_2} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}$ وبما أن المزمار يصدر في الحالتين المدروستين نفسه (وهو الأساسي) لذلك $\lambda_1 = \lambda_2$
نختصر ثم نعوض وسنجد أن $\boxed{f_2 = 648\ HZ}$

المسألة السابعة والثلاثون: يعمل أنبوب لتوليد الأشعة السينية بتوتر ($8 \times 10^4\ V$) حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عملياً. المطلوب:
1- استنتج بالرموز الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف)، ثم احسب قيمتها.
2- احسب سرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بالهدف 3- احسب أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة.
($e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$ ، $h = 6.6 \times 10^{-34}\ J\cdot s$ ، $m_e = 9 \times 10^{-31}\ Kg$ ، $c = 3 \times 10^{8}\ m\cdot s^{-1}$ ، يهمل ثقل الإلكترون)

الحل: 1- .... 2- .... 3- ... (هي نفس المسألة الأولى من درس الأشعة السينية وقد تم حلها في ذلك الدرس)

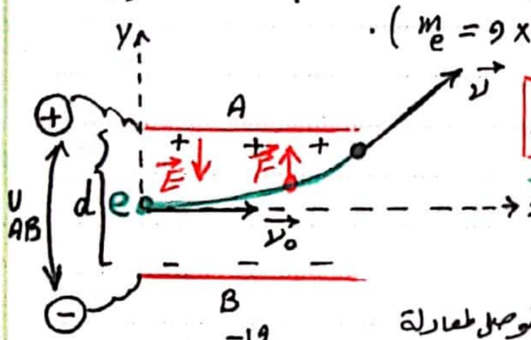
المسألة الثامنة والثلاثون: يضيء منبع وحيد اللون طول موجته ($0.5\ \mu\cdot m$) خلية كهرضوئية طاقة انتزاع الإلكترون منها ($E_s = 33 \times 10^{-20}\ J$) المطلوب حساب: 1- طول موجة عتبة الإصدار
2- الطاقة الحركية للإلكترون لحظة انتزاعه من المهبط وسرعته العظمى ($h = ...$ ، $m_e = ...$ ، $e = ...$)

الحل: 1- ... 2- .... (هي نفس المسألة الثانية من مسائل درس الفعل الكهرضوئي وقد تم حلها في ذلك الدرس)

المسألة التاسعة والثلاثون: [هي نفس المسألة الأولى من درس انتزاع الإلكترونات وتسريعها (بدون طلب حساب التسارع)

الحل: ولكن $U_{AB} = 720\ V$ بدلاً من $U_{AB} = 10^3\ V$] لذلك سيختلف التعويض في الدستور $v = \sqrt{\frac{2eU_{AB}}{m_e}}$ ليصبح $v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 720}{9 \times 10^{-31}}}$ $\Leftarrow$ $\boxed{v = 1.6 \times 10^{7}\ m\cdot s^{-1}}$

المسألة الأربعون: تولد حزمة من الالكترونات أفقية نعدّها متجانسة سرعتها $(4\times10^{7}\,m\cdot s^{-1})$ في الخلاء، ونجعلها تدخل بين لبوسي مكثفة مستويين أفقيين يبعدان عن بعضهما $(d=2cm)$ وبينهما فرق في الكمون $(900V)$ المطلوب:
1- احسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوسي المكثفة.
2- احسب شدة القوة الكهربائية التي تخضع لها الالكترونات من الحزمة.
3- ادرس حركة الالكترون من الحزمة بين لبوسي المكثفة وحدد معادلة حامل مساره بالنسبة لمراقب خارجي.
4- احسب شدة الحقل المغناطيسي المعامد للحقل الكهربائي المتولد بين لبوسي المكثفة الذي يجعل الالكترون يتحرك حركة مستقيمة منتظمة. $(e=1.6\times10^{-19}c$ ، $m_e=9\times10^{-31}kg)$.



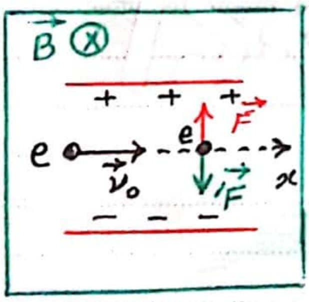
الحل: 1- $E=\frac{U_{AB}}{d} \Leftarrow E=\frac{900}{2\times10^{-2}} \Leftarrow \boxed{E=45\times10^{3}\,v\cdot m^{-1}}$

2- $F=e\cdot E \Leftarrow F=1.6\times10^{-19}\times45\times10^{3} \Leftarrow \boxed{F=72\times10^{-16}\,N}$

3- ندرس حركة الالكترون بين لبوسي المكثفة كما جاء في النظري ونتوصل لمعادلة حامل مساره وهي

$$y=\frac{1}{2}\frac{e}{m_e v_0^2}\times\frac{U_{AB}}{d}\cdot x^2 \Leftarrow y=\frac{1}{2}\frac{1.6\times10^{-19}}{9\times10^{-31}(4\times10^{7})^2}\times\frac{900}{2\times10^{-2}}\cdot x^2$$

$\Leftarrow \boxed{y=\frac{5}{2}x^2}$ «وهي معادلة حامل المسار حيث أن المسار محمول على جزء من قطع مكافئ»



4- كي يتحرك الالكترون حركة مستقيمة منتظمة (أي كي لا ينحرف الالكترون) يجب أن تكون محصلة القوى عليه معدومة $\sum\vec{F}=\vec{0}$ وبإهمال ثقل الالكترون
فإن $\vec{0}=$(مغناطيسية)$\vec{F}'$ + (كهربائية)$\vec{F}$ ويتحقق ذلك إذا كانت القوتان متساويتان بالشدة ومتعاكستان بالجهة.
فنقوم بالتحكم بجهة $\vec{B}$ بحيث نحقق التعاكس بين القوتين السابقتين
بالاسقاط على محور شاقولي موجه بجهة $\vec{F}$ (الكهربائية) مثلاً
$F-F'=0 \Rightarrow F=F' \Rightarrow eE=e\cdot v_0\cdot B\cdot\sin(\vec{v},\vec{B})$
ولكن $\vec{v}\perp\vec{B} \Rightarrow \sin(\vec{v},\vec{B})=1 \Rightarrow B=\frac{E}{v_0} \Rightarrow B=\frac{45\times10^{3}}{4\times10^{7}} \Rightarrow \boxed{B=11.25\times10^{-4}\,T}$

المسألة الواحدة والأربعون: إذا كان أكبر طول موجة يلزم لانتزاع الالكترون من سطح معدن السيزيوم في خلية كهرضوئية يساوي $(6600\,A^{\circ})$ والمطلوب حساب:
1- الطاقة اللازمة لانتزاع الالكترون، وكمية حركة الفوتون الوارد عندما نضيء سطح المعدن بضوء طول موجته $(\lambda=4400\,A^{\circ})$
2- الحركية العظمى للالكترون لحظة خروجه من مهبط الخلية 3- قيمة كمون الإيقاف.
$(h=6.6\times10^{-34}J.s$ ، $c=3\times10^{8}m\cdot s^{-1}$ ، $e=1.6\times10^{-19}c)$

الحل: 1- ..... 2- ..... 3- ..... (هي نفس المسألة الثالثة من درس الفعل الكهرضوئي وقد تم حلها في ذلك الدرس)

ملاحظة: $A^{\circ}=10^{-10}\,m$ (الأنغستروم) $\Leftarrow 6600\,A^{\circ}=6600\times10^{-10}=66\times10^{-8}\,m$
$4400\,A^{\circ}=4400\times10^{-10}=44\times10^{-8}\,m$

المسألة الثانية والأربعون: أشعة سينية تواترها الأعظمي $(3\times10^{18}\,Hz)$ تصدر عن أنبوب لتوليد الأشعة السينية، فبإهمال سرعة الالكترون لحظة مغادرته المهبط المطلوب حساب:

١- طول الموجة الأصغري للأشعة السينية الصادرة. 2- فرق الكمون بين المصعد والمهبط

سرعة الالكترون لحظة اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف).

$(h=6.6\times10^{-34}\,J.s)$ ، $(m_e=9\times10^{-31}\,Kg)$ ، $(c=3\times10^{8}\,m.s^{-1})$ ، $(e=1.6\times10^{-19}\,c)$ (حمولة الالكترون).

الحل: ١- $\lambda_{min}=\dfrac{c}{f_{max}} \Leftarrow \lambda_{min}=\dfrac{3\times10^{8}}{3\times10^{18}} \Leftarrow \boxed{\lambda_{min}=1\times10^{-10}\,m}$

2- الطاقة الحركية للالكترون المسرّع والمسبب لإصدار الفوتون = أعظم طاقة لفوتون الأشعة السينية الصادرة $E=E_K$

$$h f_{max}=E_K=e\cdot U_{AC}$$

$$\Leftarrow U_{AC}=\frac{h f_{max}}{e} \Leftarrow U_{AC}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{1.6\times10^{-19}} \Leftarrow \boxed{U_{AC}=12375\,V}$$

3- وجدنا أنه $h f_{max}=\frac{1}{2}m_e v^2=e\,U_{AC}$

وبالتالي نحسب (v) بإحدى $h f_{max}=\frac{1}{2}m_e v^2 \Leftarrow v=\sqrt{\dfrac{2hf_{max}}{m_e}} \Leftarrow v=\sqrt{\dfrac{2\times6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{9\times10^{-31}}}$

$$\boxed{v=6.6\times10^{7}\,m.s^{-1}}$$

وبإحدى $\frac{1}{2}m_e v^2=e\,U_{AC} \Leftarrow v=\sqrt{\dfrac{2eU_{AC}}{m_e}} \Leftarrow v=\sqrt{\dfrac{2\times1.6\times10^{-19}\times12375}{9\times10^{-31}}} \Leftarrow \boxed{v=6.6\times10^{7}\,m.s^{-1}}$

المسألة الثالثة والأربعون: يبعد المريخ عن الشمس وسطياً $(1.52\,Au)$ وتصل سطحه تقريباً (100%) من أشعة الشمس المتجهة إليه، فإذا علمت أن النقص في كتلة الشمس $(4.22\times10^{11}\,Kg.s^{-1})$ فاحسب الطاقة التي تتلقاها $1\,(K.m)^2$ من سطح المريخ خلال دقيقة واحدة.

(الوحدة الفلكية Au هي المسافة بين الأرض والشمس وسطياً وتقدر 150 مليون كيلومتر)

الحل: ------ (هي نفس المسألة الثالثة من وحدة الفيزياء الفلكية وقد تمّ حلها في تلك الوحدة)

المسألة الرابعة والأربعون: قيس الانزياح في طول موجة الهيدروجين لمجرة فكان (5%) مما كان عليه احسب بعد تلك المجرة باعتبار

(ثابت هابل $(H_0=68\,Kg.s^{-1}/MPc)$ ، والفرسخ الفلكي (سنة ضوئية $Pc=3.26$) ، وسرعة الضوء في الخلاء $(c=3\times10^{8}\,m.s^{-1})$

الحل: حسب ظاهرة دوبلر فإن $\lambda'=(1+\frac{v}{c})\lambda \Leftarrow \lambda'=\lambda+\lambda\frac{v}{c} \Leftarrow \lambda'-\lambda=\lambda\frac{v}{c}$

$\Leftarrow \dfrac{\Delta\lambda}{\lambda}=\dfrac{v}{c}$ وحسب قانون هابل $v=H_0\cdot d$ نعوض $\dfrac{\Delta\lambda}{\lambda}=\dfrac{H_0\cdot d}{c} \Leftarrow d=\dfrac{\Delta\lambda}{\lambda}\cdot\dfrac{c}{H_0}$

ولكن $H_0=68\,Kg.s^{-1}/M.Pc=\frac{68}{3}\times10^{-19}\,s^{-1}$ نعوض $d=0.05\times\dfrac{3\times10^{8}}{\frac{68}{3}\times10^{-19}} \simeq 0.662\times10^{25}\,m$

للتحول إلى سنة ضوئية: $d=\dfrac{0.662\times10^{25}}{3\times10^{8}\times365.25\times24\times3600} \Leftarrow \boxed{d=7\times10^{8}\ \text{سنة ضوئية}}$

Scanned by CamScanner

المسألة الخامسة والأربعون: باعتبار لكوكب المريخ شكل كروي قطره (6800 Km) وكتلته $(6.4\times10^{23}\ Kg)$

1- احسب سرعة الإفلات من جاذبيته 2- لو ضغط المريخ حتى أصبح ثقباً أسوداً فاحسب نصف قطره عندئذ

(علماً أن ثابت الجذب الكلي $(G=6.67\times10^{-11})$.

الحل: 1- سرعة الإفلات (السرعة الكونية الثانية) $\upsilon=\sqrt{\frac{2GM}{r}}$ وبما أن $2r=6800Km \Leftarrow r=3400\ Km$

$$\upsilon=\sqrt{\frac{2\times6.67\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3400\times10^{3}}} \Leftarrow \boxed{\upsilon\simeq5\times10^{3}\ m\cdot s^{-1}}$$

2- لو ضغط المريخ بحيث يصبح ثقباً أسوداً فإن نصف قطره يحسب من العلاقة $r=\frac{2G\cdot M}{c^2}$

$$\Leftarrow r=\frac{2\times6.67\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{(3\times10^{8})^2} \Leftarrow \boxed{r\simeq9.5\times10^{-4}\ m}$$

مسألة خارجية: تبلغ شدة التيار في أنبوب الأشعة المهبطية (16 m.A) المطلوب حساب:

1- احسب عدد الإلكترونات الصادرة عن المهبط في الثانية الواحدة

2- احسب الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله المصعد باعتبار أنه ترك المهبط دون سرعة ابتدائية وأن التوتر المطبق بين المصعد والمهبط (180V) ، ثم احسب سرعته عندئذ

3- احسب الطاقة الحرارية الناتجة عن التحول الكامل للطاقة الحركية للإلكترونات التي تقدم المصعد خلال دقيقة واحدة

$(e=1.6\times10^{-19}\ c \quad , \quad m_e=9\times10^{-31}\ Kg)$

الحل: 1- $n=\frac{q}{e}=\frac{I\cdot t}{e} \Leftarrow n=\frac{16\times10^{-3}\times1}{1.6\times10^{-19}} \Leftarrow \boxed{n=10^{17}\ \text{إلكترون}}$

2- نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين : الأول: المهبط (حيث $\upsilon_0=0$)

الثاني: المصعد (حيث يصل الإلكترون بسرعة υ)

$$\Delta E_K=E_{K_2}-E_{K_1}=\sum W_{\vec{F}(1\to2)} \Leftarrow E_{K_2}-0=F\cdot d \Leftarrow E_{K_2}=e\cdot E\cdot d \Leftarrow E_{K_2}=e\cdot U_{Ac}$$

$$\Leftarrow E_{K_2}=1.6\times10^{-19}\times180 \Leftarrow \boxed{E_{K_2}=288\times10^{-19}\ J}$$

حساب (υ) : $E_{K_2}=\frac{1}{2}m_e\upsilon^2 \Leftarrow \upsilon=\sqrt{\frac{2E_{K_2}}{m_e}} \Leftarrow \upsilon=\sqrt{\frac{2\times288\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} \Leftarrow \boxed{\upsilon=8\times10^{6}\ m\cdot s^{-1}}$

3- $E_K(\text{للحزمة})=E_K(\text{لأحد الإلكترونات الحزمة})\times n(\text{عدد إلكترونات الحزمة}) \Leftarrow (\text{الحزمة})E_K=288\times10^{-19}\times\underbrace{10^{17}\times60}_{\text{عدد الإلكترونات الصادرة عن المهبط خلال دقيقة}}$

$\Leftarrow E_K=172.8\ J$ ولأن E_K تحولت بكاملها لطاقة حرارية $\Leftarrow \boxed{(\text{الحرارية})E=172.8\ J}$

تم بعونه تعالى في 25/6/2019

عمر