⬇️حل المسائل العامة الفيزياء⬇️

المسألة (1):

نشكّل هزّازة توافقيّة بسيطة مؤلّفة من نابض مرن، مهمل الكتلة، حلقاته متباعدة، ثابتُ صلابته $k = 10\ N.m^{-1}$ يُثبّت إلى سقف من إحدى نهايتيه، ويرتبطُ بنهايته الثانية جسمٌ كتلته $m = 0.1kg$ فإذا علمت أنه في بدء الزمن كان الجسم في الموضع $x = 0$ وهو يتحرك بالاتجاه السالب بسرعة $v = -3\ m.s^{-1}$ المطلوب:

1- احسب نبض الحركة
2- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة
3- احسب شدة قوة الارجاع عندما $x = -3\ cm$

الحل:

1- حساب نبض الحركة: $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0.1}} = 10 ras.s^{-1}$

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

نعوض شروط البدء ($t = 0$; $x = 0$)

$$0 = 0.1\cos(0 + \bar{\varphi})$$
$$\cos\varphi = 0$$
$$\varphi = (\frac{\pi}{2}) \quad , \varphi = (\frac{3\pi}{2})$$

لكن تابع السرعة $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ نعوض شروط البدء:

$$-3 = -10X_{max}\sin(0 + \bar{\varphi})$$

نلاحظ أن القيمة $\varphi = (\frac{\pi}{2})$ تحقق شروط البدء أي:

$$X_{max} = 0.3\ m$$

فيكون التابع الزمني هو : $\bar{x} = 0.1\cos(10t + \frac{\pi}{2})$

3- شدة قوة الارجاع:

$$F = -k\,\bar{x}$$
$$F = -10(-0.03)$$
$$F = 0.3\ N$$

المسألة (2):

تهتز نقطة مادية كتلتها $0.5kg$ لحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولية وبدور $4s$ وبسعة اهتزاز $X_{max} = 8cm$ فاذا علمت ان النقطة كانت في موضع مطاله $\frac{X_{max}}{2}$ في بدء الزمن وهي متحركة باتجاه السالب والمطلوب:

1)استنتج التابع الزمني لمطال حركة هذه النقطة بعد تعين قيمة الثوابت.
2)عين لحظتي المرور الاول والثالث في مركز الاهتزاز.

3)عين الموضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى واحسب قيمتها وحدد موضعا 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 $1s$

الحل:

-1

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$\omega_0 = \frac{\pi}{2} rads^{-1}$$

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = \frac{X_{max}}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi = \frac{\pi}{3} rad \\ \varphi = \frac{5\pi}{3} rad \end{cases}$$

نختار قيمة φ التي تجعل $v<0$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

$$v = -\omega_0 X_{max}\sin(\varphi)$$

$$\varphi = \frac{\pi}{3} rad \Rightarrow v\langle 0$$

مقبول يوافق شروط البدء

$$\varphi = \frac{5\pi}{3} rad \Rightarrow v\rangle 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء

نعوض الثوابت $X_{max}, \omega_0, \varphi$ في الشكل العام للتابع

$$\bar{x} = 8\times10^{-2}\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

-2

عند المرور في مركز الاهتزاز $\bar{x} = 0$

$$o = 8\times10^{-2}\cos(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{3})$$

$$\cos(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{3}) = \cos(\frac{\pi}{2}+\pi k)$$

$$\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{3} = +\frac{\pi}{2}+\pi k$$

$$\frac{\pi}{2}t = \frac{3\pi+6\pi k-2\pi}{6}$$

$$t = \frac{1+6k}{3}$$

المرور الأول $k=0 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{3}s$

المرور الثاني $k=1 \Rightarrow t_2 = \frac{7}{3}s$

المرور الثالث $k=2 \Rightarrow t_3 = \frac{13}{3}s$

-3

$$F = m\,a$$

$F = F_{max}$ عندما $a = a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$ وذلك في الوضعين الطرفيين

$$F_{max} = m\omega_0^2 X_{max}$$

$$= 0.5\left(\frac{\pi}{2}\right)^2\left(8\times10^{-2}\right)$$

$$F_{max} = 0.1N$$

$F = 0$ معدومة عند المرور بمركز الاهتزاز حيث $x = 0$

4-لا تتغير قيمة ثابت صلابة النابض باستبدال الكتلة المعلقة

-5

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}}$$

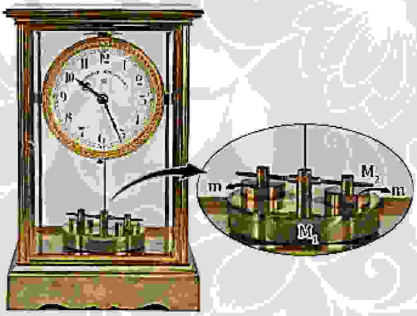
بالتربيع

$$m' = \frac{(T_0')^2 k}{4\pi^2}$$

$$m' = \frac{(1)^2\times1.25}{4\times10}$$

$$m' = 31.25\times10^{-3}kg$$

المسألة (3):



تتألف ميقاتيه من قرص نحاسي كتلته $M_1 = 0.12\text{kg}$ ، نصف قطره $R = 0.05\,\text{m}$ مثبّت عليه ساق كتلتها $M_2 = 0.012\,\text{kg}$ ، طولها $L = 0.1\,\text{m}$ تحمل في طرفيها كتلتين متساويتين $m_1 = m_2 = 0.05\,\text{kg}$ ، نعدّهما كتلتين نقطيتين تبعدان مسافة قدرها $2r = 0.04\,\text{m}$ يمكن تغييّرها بواسطة بزال، نعلّق الجملة من مركز عطالتها إلى سلك فتل شاقولي ثابت فتله $k = 8\times10^{-4}\,\text{m.N.rad}^{-1}$ كما في الشكل المجاور. **المطلوب**:

1- احسب دور الميقاتية.

2- إذا أردنا للدور أن يزداد بمقدار 0.86s وذلك بزيادة البعد بين الكتلتين m . كم يجب أن يصبح البعد الجديد بينهما؟

(عزم عطالة القرص حول محور مار من مركز عطالته $I_1 = \frac{1}{2}M_1R^2$ ، وعزم عطالة الساق حول محور عمودي على مستويها ومار من مركزها $I_2 = \frac{1}{12}M_2L^2$ ، $\pi = 3.14$ ، $\pi^2 \simeq 10$)

الحل:

1- حساب دور الميقاتية: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$

لنحسب عزم عطالة الجملة: $I_\Delta(\text{جملة}) = I_\Delta(\text{قرص}) + 2I_\Delta(\text{كتلة}) + I_\Delta(\text{ساق})$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}M_1R^2 + 2(m\,r^2) + \frac{1}{12}M_2L^2$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}(0.12)(0.05)^2 + 2(0.05)(0.02)^2 + \frac{1}{12}(0.012)(0.1)^2$$

$$I_\Delta = 2\times10^{-4}\ \text{kg.m}^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times10^{-4}}{8\times10^{-4}}} = \pi\ \text{sec}$$

2- إذا ازداد الدور بمقدار 0.86s سيصبح الدور الجديد $T_0' = 3.14 + 0.86 = 4\ \text{sec}$:

$$4 = 2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{8\times10^{-4}}} \Rightarrow 16 = 40\,\frac{I'_\Delta}{8\times10^{-4}} \Rightarrow I'_\Delta = \frac{16\times8\times10^{-4}}{40} = 32\times10^{-5}$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}M_1R^2 + 2(m\,r'^2) + \frac{1}{12}M_2L^2$$

$$32\times10^{-5} = \frac{1}{2}(0.12)(0.05)^2 + 2(0.05)(r')^2 + \frac{1}{12}(0.012)(0.1)^2$$

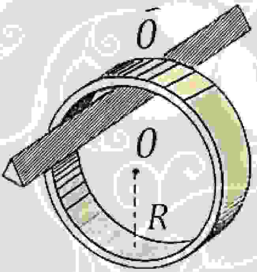
$$32\times10^{-5} = 15\times10^{-5} + 10^{-1}(r')^2 + 10^{-5}$$

$$16\times10^{-4} = (r')^2$$

$$r' = 0.04\ \text{m}$$

المسألة (4):

تعلق حلقة معدنية نصف قطرها $R = 12.5\ \text{cm}$ ، كتلتها $M = 0.05\ \text{kg}$ بمحور أفقي ثابت ،كما هو موضح بالشكل



1- احسب دور النواس من اجل السعات الزاويّة الصغيرة إذا علمت أن عزم عطالة الحلقة حول محور مار من مركز عطالتها $I_{\Delta/C} = MR^2$

2- احسب طول النواس البسيط الموافق.

الحل:

1- حساب الدور: بما أن الحلقة تنوس حول محول محور لا يمر من مركز عطالتها

نطبق هايغنز: $I_{\Delta/O} = I_{\Delta/C} + M\ d^2$

$$I_{\Delta/O} = M\ R^2 + M\ R^2 = 2M\ R^2$$

نلاحظ أن $d = R$

نطبق علاقة الدور للنواس الثقلي من أجل السعات الزاوية صغيرة السعة:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{M\ g\, d}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2MR^2}{M\ g\, R}} = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times 0.125}{10}} = 1\ \text{s}$$

2- حساب طول النواس البسيط الموافق:

$$T_0\,(\text{مركب}) = T_0\,(\text{بسيط})$$

$$1 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

بالتربيع: $1 = 4\pi^2\ \dfrac{\ell}{g}$

$$\ell = \frac{g}{4\pi^2} = \frac{10}{40} = 0.25\ \text{m}$$

المسألة (5):

يتالف نواس ثقلي من ساق شاقوليه مهملة الكتلة طولها $1\,m$ تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية $m_1 = 0.2kg$ وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية $m_2 = 0.6kg$ تهتز هذه الساق حول محور افقي مار من منتصفها والمطلوب:

1)احسب دور النواس في حالة السعات الصغيرة.

2)احسب طول النواس البسيط الموافق لهذا النواس.

3)احسب دور النواس لو ناس بسعة زاوية $\theta_{\max} = 0,4rad$

4)نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقولية بزاوية $\theta_{\max} = 60^o$ ونتركها دون سرعة ابتدائية

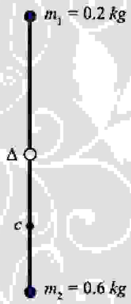
a)استنتج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس لحظة مرورها بشاقول محور التعليق ثم احسب قيمتها عندئذ.

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 ونشكل بذلك نواس فتل نزيح الساق الافقية عن وضع توازنها بزاوية ونتركها دون سرعة ابتدائية فتهتز بدور $T_o = 2\pi\, s$

احسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق

6)احسب قيمة التسارع الزاوي لنواس الفتل عند المرور بالوضع $\theta = 0.5rad$



$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c}}{mgd}}$$

$$m = m_1 + m_2 + M$$

$$m = 0.2 + 0.6 + 0 = 0.8$$

$$m = 0.8kg$$

$$I_\Delta = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} + I_{\Delta/ق}$$

$$I_\Delta = m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + 0$$

$$I_\Delta = (m_1 + m_2)\frac{\ell^2}{4} = 0.8 \times \frac{1}{4}$$

$$I_A = 0.2kg \cdot m^2$$

$$\sum \overline{\Gamma} = 0 \Rightarrow x_1\omega_1 = x_2\omega_2$$

$$\left(\frac{\ell}{2} + d\right)m_1\cancel{g} = \left(\frac{\ell}{2} - d\right)m_2\cancel{g}$$

$$\left(\frac{1}{2} + d\right) \times 0.2 = \left(\frac{1}{2} - d\right) \times 0.6$$

$$\left(\frac{1}{2} + d\right) \times 0.2 = \left(\frac{1}{2} - d\right) \times 0.6$$

$$\frac{1}{2} + d = \frac{3}{2} - 3d$$

$$4d = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1$$

$$d = \frac{1}{4}m$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{0.8 \times g \times \frac{1}{4}}}$$

-2

$$T_0 = T_0'$$

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$1 = \sqrt{\ell} \Rightarrow \ell = 1m$$

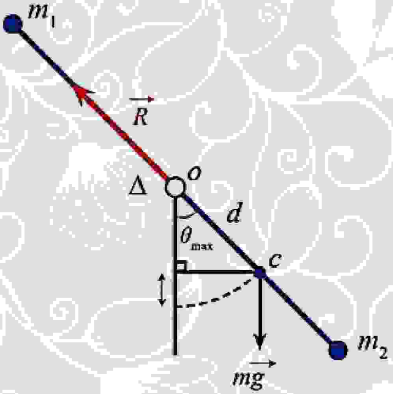
-3

$$\theta_{max} > 0.24rad$$

$$T_0^{'} = T_0\left(1+\frac{\theta_{max}{}^2}{16}\right)$$

$$T_0^{'} = 2\left(1+\frac{0.16}{16}\right) = 2(1+0.01)$$

$$T_0^{'} = 2.02s$$



-4

$$\omega = 0 \cdot \theta_{max} = 60^{\circ}$$

بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين (1) و (2)

$$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{W}} + W_{\vec{R}}$$

$$\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2 - 0 = mgh + 0$$

لأن نقطة تأثيرها لا تنتقل $W_{\vec{R}} = 0$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mgh}{I_\Delta}}$$

لكن: $h = d(1-\cos\theta_{max})$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times0.8\times10\times\frac{1}{4}\left(1-\frac{1}{2}\right)}{0.2}}$$

$$\omega = \sqrt{10} = \pi \; rad\, s^{-1}$$

حساب السرعة الخطية :

$$v = \omega r \Leftarrow r = d$$

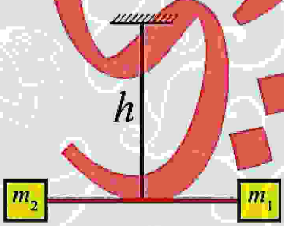
$$v = \omega d$$

$$v = \pi\times\frac{1}{4} = \frac{\pi}{4}ms^{-1}$$

-5 $m_1 = m_2 = 0.2kg \cdot \quad T_0 = 2\pi s \quad k = ?$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$$

$$k = \frac{4\pi^2 I_\Delta}{T_0^2}$$



$$I_\Delta = 2\times0.2\times\frac{1}{4} = 0.1kg\cdot m^2$$

$$k = \frac{4\times10\times0.1}{(2\pi)^2} = 0.1m.N\cdot rad^{-1}$$

المسألة (6):

يتالف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته m ونصف قطره $r = \frac{2}{3}m$ يمكن ان يهتز في مستوي شاقولي حول محور افقي مار من نقطة على محيطه والمطلوب:

1) انطلاقا من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص في حالة السعات الصغيرة ثم احسب قيمة هذا الدور.

2) احسب طول النواس البسيط الموافق لهذا النواس المركب.

3) نثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية m' تساوي كتلة القرص m ونجعله يهتز حول محور افقي مار من مركز القرص احسب دوره في هذه الحالة من اجل 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 $\frac{2\pi}{3} m.s^{-1}$ احسب قيمة السعة الزاوية θ_{max}

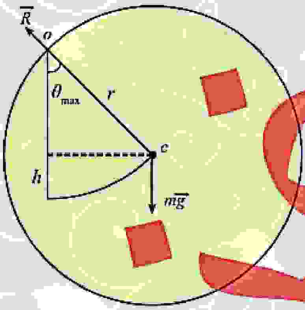
(اذا علمت ان $\theta_{max} > 0.24 rad$, $g = 10 m.s^{-1}$, $\pi^2 = 10$ عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه وعمود على مستويه $I_{s/c} = \frac{1}{2} m r^2$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$$

$$d = r$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2 + mr^2$$

$$I_\Delta = \frac{3}{2}mr^2$$



$$I_\Delta = \frac{3}{2}mr^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{mgr}}$$

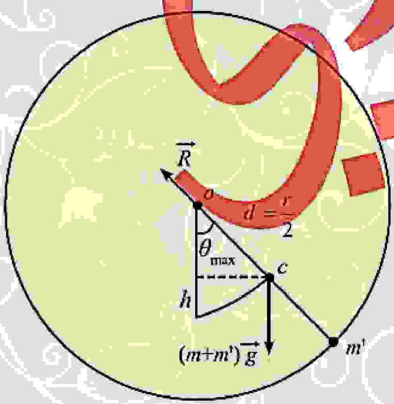
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3\frac{2}{3}}{2\times\pi^2}} = 2 \Rightarrow T_0 = 2s$$

-2 $T_0 = T_0'$

$$2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \Rightarrow \pi^2\frac{\ell}{\pi^2} = 1 \Rightarrow \ell = 1m$$

-3



$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{(m+m')gd}}$$

$$\sum\overline{\Gamma_{\vec{F}}} = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma_{\vec{W}_1}} + \overline{\Gamma_{\vec{W}_2}} = 0$$

$$\overline{\Gamma_{\vec{W}_1}} = \overline{\Gamma_{\vec{W}_2}}$$

$$d\,(mg) = (r-d)\,mg'$$

$$d = r - d$$

$$2d = r \Rightarrow$$

$$d = \frac{r}{2}$$

$$I_\Delta = I_\Delta{}' + I_\Delta{}''$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2 + m'r^2$$

$$m = m'$$

$$I_\Delta = \frac{3mr^2}{2}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{2mg\times\frac{r}{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}} = 2\pi\sqrt{\frac{3\times\frac{2}{3}}{2\times 10}}$$

$$T_0 = 2s$$

4)حساب الزاوية : نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول :عند a حيث $\theta_1 = \theta_{\max}$

الثاني :عند b حيث $\theta_2 = 0$

$$\Delta E_k = \sum \vec{W}_{\vec{F}}$$

$$E_{k_b} - E_{k_a} = \vec{W}_{\vec{W}} + \vec{W}_{\vec{R}}$$

$\vec{W}_{\vec{R}} = 0$ لأن نقطة تأثير $\vec{R}$ لا تنتقل

$$\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2 - 0 = (m+m')\,gh$$

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

$$\frac{1}{2}\left(\frac{3mr^2}{2}\right)\frac{v^2}{r^2} = 2mg\,\frac{r}{2}(1-\cos\theta_{\max})$$

$$\frac{3}{2}v^2 = gr\,(1-\cos\theta_{\max})$$

$$\frac{3}{4}\times\frac{4\pi^2}{9} = 10\times\frac{2}{3}(1-\cos\theta_{\max})$$

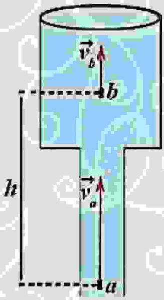
$$\frac{1}{3} = \frac{2}{3}(1-\cos\theta_{\max}) \Rightarrow \cos\theta_{\max} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{\max} = \frac{\pi}{3}\,rad$$

المسألة (7):

يجري الماء داخل الانابيب الموضع في الشكل من (a) الى (b) حيث نصف قطر الانبوب عند (a) $r_1 = 5cm$ ونصف قطر الانبوب عند النقطة (b) $r_2 = 10cm$ والمسافة الشاقولية بين (a) و (b) $h = 50cm$

1)احسب سرعة جريان الماء عند النقطة (b) علما ان سرعة جريان الماء عند النقطة (a) $v_1 = 4m.s^{-1}$

2)احسب قيمة فرق الضغط (p_{a-b}) $(\rho_{H_2O} = 1000kg.m^3)$



$$s_1v_1 = s_2v_2$$

$$\pi r_1^2 v_a = \pi r_2^2 v_b$$

$$v_b = \frac{r_1^2 v_a}{r_2^2}$$

$$v_b = \frac{(5\times10^{-2})^2\times4}{(10\times10^{-2})^2} = \frac{25\times10^{-4}\times4}{100\times10^{-4}}$$

$$v_b = 1m.s^{-1}$$

-2 $$P_a + \frac{1}{2}\rho v_a^2 + \rho g z_1 = P_b + \frac{1}{2}\rho v_b^2 + \rho g z_2$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho\left(v_b^2 - v_a^2\right) + \rho g\left(z_2 - z_1\right)$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho(1-16) + \rho gh$$

$$P_a - P_b = \rho\times\frac{-15}{2} + \rho\times10\times50\times10^{-2} = (-7.5+5)\rho$$

$$P_a - P_b = -2.5\rho = -2.5\times1000$$

$$P_a - P_b = -2500Pa$$

المسألة (8)

ما سجّلته المركبة : طول المركبة : $L_0 = 100m$

عرض المركبة : 25m

مسافة الرحلة : $L' = 4\,\text{light year}$

زمن الرحلة : $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}\,year$

ما تسجّله المحطة الأرضية : طول المركبة : $L = \frac{L_0}{\gamma}$

لنحسب γ:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(\frac{\sqrt{3}}{2}c)^2}{c^2}}} = 2$$

$$L = \frac{100}{2} = 50\text{m}$$

عرض المركبة : يبقى نفسه 25m

مسافة الرحلة :

$$L' = \frac{L_0'}{\gamma}$$

$$L_0' = L'.\gamma$$

$$L_0' = 4 \times 2 = 8\,\text{light year}$$

زمن الرحلة :

$$t = \gamma t_0$$

$$t = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}}\,year$$

المسألة(9):

وشيعة طولها $40\,cm$ مؤلفة من 400 لفة محورها أفقي عمودي على خط الزوال المغناطيسيّ الأرضي.

نضع في مركز الوشيعة إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدّته $16\,mA$

المطلوب:

1) احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولد عن إمرار التيار الكهربائي في مركز الوشيعة.

2) إذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره $2\,mm$ بلفات متلاحقة، احسب عدد طبقات لفات الوشيعة.

3) نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقة دائرية مساحتها $2\,cm^2$ بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60^0 احسب التدفق المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

$I = 16\times10^{-3}\,A$ ، لفة $n = 400$, $l = 0.4\,m$

1) حساب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولد عند مركز الوشيعة.

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N\,I}{l}$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{400\times16\times10^{-3}}{\ }$$

2) حساب عدد الطبقات:

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد اللفات في طبقة واحدة}} = \frac{N}{N'}$$

حساب N' :

$$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك الملف}} = \frac{l}{2r'} = \frac{4\times10^{-1}}{2\times10^{-3}} = 200 \text{ لفة}$$

$$N'' = N/N' = \frac{400}{200} = 2 \text{ طبقة}$$

3) حساب التدفق المغناطيسيّ:

$\alpha = 60^0 = \dfrac{\pi}{3} \text{rad}$, $s = 2\times10^{-4} \text{m}^2$

$$\phi = 2\times10^{-5}\times2\times10^{-4}\times\frac{1}{2}$$

$$\phi = 2\times10^{-9} \text{ Weber}$$

المسألة (11):

ملف دائري نصف قطره الوسطي 40cm يتألف من 100 لفة، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته 0.5T حيث خطوط الحقل عمودية على مستوي الملف المطلوب

1) احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز لفات الملف.

2) ما مقدار التغير في التدفق المغناطيسي إذا دار الملف في الاتجاه الموجب بزاوية 45° .

$B = 0,5T \ / \ r = 0,4m \ / \ \alpha = 0 \ / \ N = 100$ لفة

الحل:

1)

$$\Phi = N\, B\, S\, Cos\,\alpha$$

$$S = \pi r^2 = 16\pi\times10^{-2}\ m^2$$

$$\Phi = 100\times0.5\times16\pi\times10^{-2}\times1$$

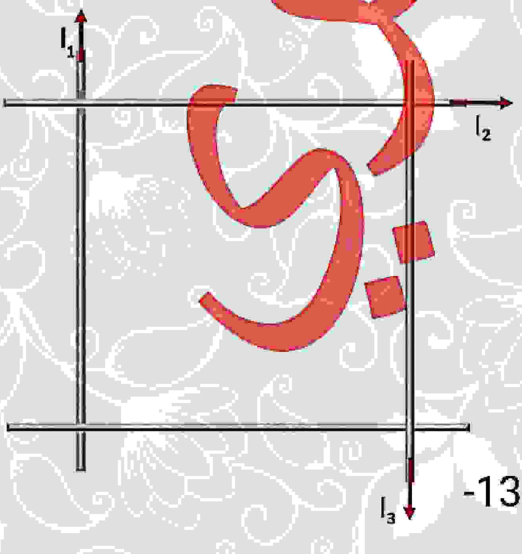
2)

$$\Delta\Phi = N\, B\, S\left(Cos\,\alpha_2 - Cos\,\alpha_1\right)$$

المسألة (12):

أربع أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوي واحد ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكل مربع طول ضلعه $40cm$ ،أوجد شدة واتجاه التيار I الذي يجب أن يمر في الناقل الرابع بحيث تكون شدة الحقل المغناطيسي في مركز الربع معدومة، حيث أن:

$I_1 = 10A$ ، $I_2 = 5A$ ، $I_3 = 15$



ان بعد مركز المربع عن منتصف كل سلك $d = 2\times10^{-2}\ m$

$$I_1 = 10A \ / \ I_2 = 5A \ / \ I_3 = 15A \ / \ I = ?$$

ان جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن كل من $(I_1 / I_2 / I_3)$ بجهة واحدة.

$$B_t = B_1 + B_2 + B_3 = 2\times10^{-7}\left(\frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2} + \frac{I_3}{d_3}\right)$$

$$B_t = \frac{2\times10^{-7}}{d_1}(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$B_t = \frac{2\times10^{-7}}{2\times10^{-2}}(30)$$

حتى تكون شدة الحقل في مركز المربع معدومة يجب أن:

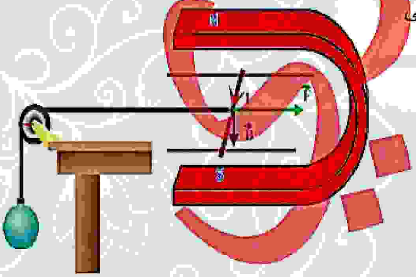
يكون $\overrightarrow{B}$ و $\overrightarrow{B_t}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ومتساويتين بالشدة.

$$B = B_t = 3\times10^{-4}\ T$$

$$B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}$$

$$I = \frac{B\ d}{2\times10^{-7}} = \frac{3\times10^{-4}\times2\times10^{-2}}{2\times10^{-7}} = 30A$$

المسألة (13):



في الشكل المجاور تستند ساق نحاسية طولها 10cm وكتلتها 20g على سكتين نحاستين أفقيتين وتخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $B = 2\times10^{-2}T$

ويمر بها تيار كهربائي متواصل شدته 15 A وللحفاظ على توازن هذه الساق نعلق في مركز ثقلها خيط لا يمتط كتلته مهملة مربوط بكتلة، المطلوب حساب:

1-كتلة الجسم المعلق.

2- شدّة قوة رد فعل السكتين على الساق.

الحل: القوى الخارجية المؤثرة:

$\overrightarrow{w}$: ثقل الساق. $\overrightarrow{R}$: رد فعل الساق. $\overrightarrow{F}$: القوة الكهرطيسيه. $\overrightarrow{T_1}$: قوة توتر الخيط

بسب توازن الساق: $\sum\overrightarrow{F} = \overrightarrow{0}$

$$\vec{W} + \vec{F} + \vec{T_1} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور أفقي موجّه بجهة القوة الكهرطيسيه.

$$-T_1 + F = 0$$

$$T_1 = F \quad .... (1)$$

تؤثر على الكتلة القوة $\overrightarrow{W'}$: ثقل الكتلة.

$\overrightarrow{T_1}$:قوة توتر الخيط.

بسب توازن الكتلة: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\overrightarrow{W'} + \overrightarrow{T_2} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور شاقولي وموجه نحو الأسفل:

$$W' - T_2 = 0$$

$$\Rightarrow T_2 = W' \qquad (2$$

$$T_1 = T_2$$

$$F = W' \Rightarrow ILB \sin\frac{\pi}{2} = m'g$$

$$m' = \frac{ILB}{g} = \frac{15\times10^{-1}\times2\times10^{-2}}{10} = 3\times10^{-3}kg$$

وهي كتلة الجسم.

2)بسبب توازن الساق: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{W} + \vec{F} + \vec{T_1} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$-W + 0 + T + R = 0$$

$$R = W = mg = 2\times10^{-2}\times10$$

$$= 0.2N$$

المسألة (14):

تيار كهربائي شدته $20A$ يمر في سلك مستقيم طوله $10cm$ فإذا وضع السلك كاملاً في حقل مغناطيسي شدته 2×10^{-3} T وكان يصنع السلك مع خطوط الحقل المغناطيسي زاوية 30^0 أحسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في السلك.

الحل:

$$F = ILB\sin\theta$$

$$F = 20\times0.1\times2\times10^{-3}\times\frac{1}{2}$$

$$F = 2\times10^{-3}N$$

المسألة (15):

نخضع الكترونا يتحرك بسرعة $8\times10^3\,km.s^{-1}$ الى تأثير حقل مغناطيسي منتظم نتظمي على شعاع سرعته شدته $B = 5\times10^{-3}T$

المطلوب:

1)وازن بالحساب بين ثقل الالكترون وشدة القوة المغناطيسية المؤثرة فيه,ماذا تستنتج.

2)برهن ان حركة الالكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف القطر المسار الدائري واحسب قيمته.

3)احسب دور الحركة.

$$(e = 1.6\times10^{-19} \quad , m_e = 9\times10^{-31}kg \quad , g = 10ms^{-2})$$

الحل:

$$W_e = m_e g$$
$$W_e = 9\times10^{-31}\times10$$
$$W_e = 9\times10^{-30}$$

$$F = evB\sin\alpha \quad \cdot \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$
$$F = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{-30}$$

$$\frac{W_e}{F} = \frac{9\times10^{-30}}{64\times10^{-16}} \Rightarrow \frac{W_e}{F} = \frac{9}{64}\times10^{-14}$$

2)يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الإلكترون المتحرك بسرعة $\vec{v}$ بقوة لورنز:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{F} = m_e\vec{a}$$
$$e\vec{v}\wedge\vec{B} = m_e\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\wedge\vec{B}$$

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

بما أن $\vec{v}$ محمول على المماس فالتسارع ناظمي وحركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

$$\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_t = o \\ a_c = a = \dfrac{v^2}{r} \end{array}\right.$$

$$\frac{e}{m_e}vB = \frac{v^2}{r}$$
$$r = \frac{m_e v}{eB}$$
$$r = \frac{9\times10^{-31}\times8\times10^{6}}{1.6\times10^{-19}\times5\times10^{-3}}$$
$$r = 9\times10^{-3}\text{m}$$

-3

$$\left.\begin{array}{l} \omega = \dfrac{v}{r} \\ \omega = \dfrac{2\pi}{T} \end{array}\right\} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

المسألة (16):

اطار مربع الشكل مساحة سطحه $s = 25cm^2$ يحوي 50 لفة من السلك النحاسي معزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه افقية شدته $B = 10^{-2}T$ بحيث يكون مستوي الاطار يوازي منحى الحقل $\overline{B}$ عند عدم مرور التيار نمرر في الاطار تيارا كهربائي شدته $I = 5A$ والمطلوب:

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

2)احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الاطار لحظة امرار التيار الكهربائي.

3)احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الاطار من وضعه السابق الى وضع التوازن المستقر.

4)نستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله K نشكل مقياس غلفاني ونمرر في الاطار تيارا كهربائيا شدته ثابته $2mA$ فيدور الاطار بزاوية $0.02\,rad$ ويتوازن.

استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك k واحسب قيمته ثم احسب قيمة ثابت مقياس الغلفاني G.

5)نزيد حساسية المقياس 10 مرات من اجل التيار نفسه احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد.

(يهمل تاثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل:

1- $L = \sqrt{s} = 5\times10^{-2}\,m$

$F = NILB\sin\theta$

$F = 50\times5\times10^{-2}\times5\times10^{-2}\times1$

$F = 125\times10^{-3}\,N$

2- $\Gamma_\Delta = NIBs\sin\alpha$

$\Gamma_\Delta = 50\times5\times10^{-2}\times25\times10^{-4}\times1$

$\Gamma_\Delta = 625\times10^{-5}\,m\cdot N$

3-

$$W = I\Delta\Phi$$

$$W = INBs(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_2 = 0 \Rightarrow \cos\alpha_2 = 1$$

$$W = INBs\left(\cos 0 - \cos\frac{\pi}{2}\right)$$

$$W = 5\times 50\times 10^{-2}\times 25\times 10^{-4}(1-0)$$

$$W = 625\times 10^{-5}\,J$$

4-

$$\sum \overline{\Gamma} = 0$$

$$\overline{\Gamma_\Delta} + \overline{\Gamma'_\eta} = 0$$

$$NISB\sin\theta - k\theta' = 0$$

صغيرة $\theta' \Rightarrow \sin\theta = \cos\theta' \approx 1$

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

$$NIsB - k\theta' = 0$$

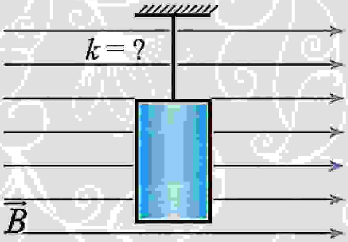
$$k = \frac{NsB}{\theta'} I$$

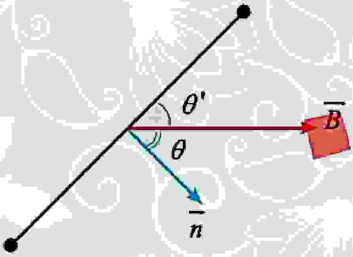
$$k = \frac{50\times 25\times 10^{-4}\times 10^{-2}\times 2\times 10^{-3}}{0.02}$$

$$k = 125\times 10^{-6}\,m\cdot N\cdot rad^{-1}$$

$$\theta' = GI \Rightarrow G = \frac{\theta'}{I} = \frac{0.02}{2\times 10^{-3}}$$

$$G = 10\,rad A^{-1}$$





5-

$$G' = 10G = 10\times 10$$

$$\theta' = GI$$

$$k' = \frac{k}{10}$$

$$k' = \frac{125\times 10^{-6}}{10}$$

$$k' = 125\times 10^{-7}\,m\cdot N\cdot rad^{-1}$$

المسألة (17):

ملف مستطيل مساحته 200cm^2 يتكون من 100 لفة يمرّ فيه تيار شدته $3A$، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $0.1T$ احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة عليه عندما يكون مستوي الملف يصنع زاوية 60^0 مع خطوط الحقل المغناطيسي.

$$\Gamma_\Delta = NIBs\sin\alpha$$

$$\Gamma_\Delta = 100\times3\times0.1\times200\times10^{-4}\times\frac{1}{2}$$

$$\Gamma_\Delta = 0.3\ m\cdot N$$

المسألة (18):

وشيعة طولها 30 cm ومساحة مقطعها $3\times10^{-2}\ m^2$ وذاتيتها $L=5\times10^{-3}$ H

1) احسب عدد لفاتها.
2) نمرر في الوشيعة تيار كهربائي متواصل شدته 15 A احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.
3) نجعل شدة التيار تتناقص بانتظام من 20 A إلى الصفر خلال 0.5 S احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة وحدد جهة التيار المتحرض.
4) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً شدته اللحظية مقدرة بالأمبير $\bar{i} = 20-5t$ ، احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

1) حساب عدد اللفات.

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2S}{\ell}$$

$$\Rightarrow N = \sqrt{\frac{L\,\ell}{4\pi\times10^{-7}\times S}} = \sqrt{\frac{5\times10^{-3}\times3\times10^{-1}}{4\pi\times10^{-7}\times3\times10^{-2}}} = 200 \text{ لفة}$$

2) حساب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة. $E_L = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}\times5\times10^{-3}\times225 = 562.5\times10^{-3}\ J$

3) حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة وتحديد جهة التيار المتحرض.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{N(\Delta B)S\,Cos\,\alpha}{\Delta t}$$

$$\Delta B = B' - B$$

$$I = 15\,\text{A} \Rightarrow B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N\,I}{\ell}$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{300\times15}{3\times10^{-1}} = 125\times10^{-4}\,\text{T}$$

$$I' = 0 \Rightarrow B' = 0$$

$$\Delta B = B' - B = 0 - 125\times10^{-4} = -125\times10^{-4}\,\text{T}$$

$$\varepsilon = -\frac{200(-125\times10^{-4})\times3\times10^{-2}\times1}{0.5}$$

$$\varepsilon = 15\times10^{-2}\,\text{V} > 0$$

$\overline{B}$ محرض ، $\overline{B'}$ متحرض على حامل واحد وبجهة واحدة.

4) حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة.

$$\varepsilon = -L\frac{di}{dt} = -5\times10^{-3}\times-5 = 25\times10^{-3}\,\text{V}$$

المسألة (19):

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}\,\text{m}$ وعدد لفاتها 200 لفة ومساحة مقطعها $20\,\text{cm}^2$ حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلقة $5\,\Omega$

1) نضع الوشيعة ضمن حقل مغناطيسي ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة ، نزيد شدة هذا الحقل بانتظام خلال 0.5S من 0.04 T إلى 0.06 T :

a) حدد على الرسم جهة كل من الحقلين المغناطيسي المحرض والمتحرض في الوشيعة وعين جهة التيار المتحرض.

b) احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة.

c) احسب ذاتية الوشيعة.

2) نرفع الوشيعة من الحقل المغناطيسي السابق ثم نمرر فيها تيارا كهربائيا شدته اللحظية $\overline{i} = 6 + 2t$

a) احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية في الوشيعة.

b) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين:

$$t_1 = 0\,,\, t_2 = 1S$$

c) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 10 A بدل التيار السابق ،احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

1) a) نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي قد ازدادت وبالتالي يزداد التدفق وبالتالي:

$$\Delta\Phi > 0$$

$$\varepsilon > 0$$

$\overline{B}$ محرض ، $\overline{B'}$ متحرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين.

B)حساب شدة التيار الكهربائي المتحرض:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\Delta\Phi}{R\,\Delta t}$$

$$i = -\frac{N\,(\Delta B)\,S\,Cos\,\alpha}{R\,\Delta t} = -\frac{200\times0.02\times20\times10^{-4}\times1}{5\times0.5}$$

$$i = -32\times10^{-4}\ \text{A}$$

c)حساب ذاتية الوشيعة:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 S}{\ell} = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{4\times10^{4}\times20\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 8\times10^{-5}\ \text{H}$$

2) a) حساب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية:

$$\varepsilon = -L\frac{di}{dt} = -8\times10^{-5}\times2 = -16\times10^{-5}\ \text{V}$$

b) حساب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين:

$$t_1 = 0\ ,\ t_2 = 1S$$

$$\Phi = L\,i$$

$$\Delta\Phi = L\,(i_2 - i_1)$$

$$\Delta\Phi = 8\times10^{-5}\,(8-6)$$

$$\Delta\Phi = 16\times10^{-5}\,Weber$$

c) حساب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.

$$E = \frac{1}{2}L\,I^2 = \frac{1}{2}\times8\times10^{-5}\times100 = 4\times10^{-3}\ \text{J}$$

المسألة (20):

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$ m وعدد لفاتها 1000 لفة نصف قطر مقطعها 2 cm ومقاومة دارتها الكهربائية 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 4 A المطلوب:

A. احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية 30° .

B. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة امرار التيار حتى 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 0.5 s ليصبح محورها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي المطلوب:

A. احسب شدة التيار المتحرض المتولد في الوشيعة.

B. احسب كمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق.

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

الحل:

- حساب طول سلك الوشيعة.

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r} \Rightarrow \ell' = 2\pi r\, N$$

$$\ell' = 2\pi \times 2\times 10^{-2} \times 1000 = 40\pi\ m$$

حساب عدد الطبقات:

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{N}{N'}$$

حساب N' :

$$N' = \frac{\ell}{2r'} = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = 200 \text{ لفة}$$

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{1000}{200} = 5 \text{ طبقات}$$

- احسب ذاتية الوشيعة

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

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{10^6 \times 4\pi \times 10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} = 125\times 10^{-5}\ \text{H}$$

-

A. حساب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية $30°$.

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

$$\Gamma_{\Delta} = 1000 \times 4 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}$$

$$\Gamma_{\Delta} = 25\times 10^{-3}\,\text{m.N}$$

B. حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية $60°$.

$$W = I\, \Delta\Phi = I\, N\, B\, S\left(Cos\alpha_2 - Cos\alpha_1\right)$$

$$W = 4\times1000\times10^{-2}\times4\pi\times10^{-4}(\frac{1}{2}-0)$$

$$W = 25\times10^{-3}\ \text{J}$$

- A– احسب شدة التيار المتحرض المتولد في الوشيعة

$$i = -\frac{\Delta\Phi}{R\,\Delta t} = -\frac{1000\times4\pi\times10^{-4}\times10^{-2}(0-1)}{5\times0.5}$$

$$i = 5\times10^{-3}\ \text{A}$$

B–احسب كمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق.

$$q = i\,\Delta t = 5\times10^{-3}\times0.5 = 25\times10^{-4}\ \text{C}$$

- حساب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية.

$$\mu = \frac{B'}{B} \Rightarrow B' = \mu B = 50\times10^{-2}$$

$$B' = 0.5\ \text{T}$$

- حساب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة.

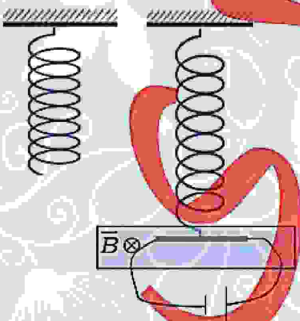
$$\Phi = N\,B'S\,Cos\alpha = 1000\times0.5\times4\pi\times10^{-4}\times1$$

$$\Phi = \frac{\pi}{50}\ \text{Weber}$$

المسألة (21):

ساق نحاسية طولها 80 cm نحركها بسرعة أفقية $\vec{v}$ عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته 0.5 T فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق 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 $100\ \text{N.m}^{-1}$ ونمرر فيها تيار كهربائي شدته 20 A فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار 20 cm عن طوله الأصلي قبل تعليق الساق وتتوازن الساق:



A. 0حدد على الرسم القوى الخارجية المؤثرة على الساق.
B. استنتج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق واحسب قيمتها.

الحل:

1) استنتاج العلاقة المحددة لسرعة الساق وحساب قيمتها.

تتحرك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ خلال زمن Δt تقطع مسافة:

$$\Delta x = v\,\Delta t$$

يتغير السطح بمقدار:

$$\Delta S = L\ \Delta x = L\ v\ \Delta t$$

يتغير التدفق بمقدار:

$$\Delta\Phi = B\ \Delta S = B\ L\ v\ \Delta t$$

يتولد قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

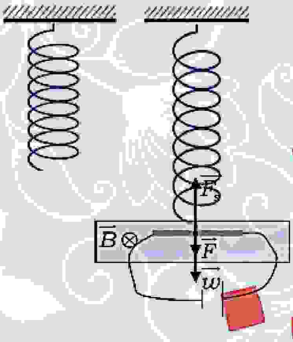
$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = B\ L\ v$$

وبما أن الدارة مفتوحة فإن فرق الكمون بين طرفي الساق يساوي القوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

$$U = \varepsilon = B\ L\ v$$

$$v = \frac{U}{B\ L} = \frac{0.4}{0.5\times 80\times 10^{-2}} = 1\text{m.s}^{-1}$$

2)



A. القوى الخارجة المؤثرة: $\vec{F_s}$: قوة توتر النابض.

$\vec{F}$: القوة الكهرطيسية.

$\vec{W}$: ثقل الساق.

B. استنتاج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق وحساب قيمتها.

بما أن الساق متوازنة:

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

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

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$W + F - F_S = 0$$

$$m\ g = F_s - F$$

$$m = \frac{K\ x_o - I\ L\ B\ Sin\ \frac{\pi}{2}}{g}$$

$$m = \frac{100\times 20\times 10^{-2} - 20\times 80\times 10^{-2}\times 0.5\times 1}{10}$$

$$m = 2 - 0.8 = 1.2\ \text{Kg}$$

المسألة (22):

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 ناظميه 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 المتولد 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)حساب شدة التيار المتحرض المتولد في الملف.

$$i=\frac{\varepsilon}{R}=-\frac{\Delta\Phi}{R\,\Delta t}$$

$$i=-\frac{NBs\,(\cos\alpha_2-\cos\alpha_1)}{R\,\Delta t}$$

$$i=-\frac{600\times0.04\times16\pi\times10^{-4}\,(-1)}{5\times0.2}$$

$$i=12\times10^{-2}A$$

A- استنتاج العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية ثم اكتب التابع الزمني لكل من هذه القوة والتيار المتحرض المتناوب الجيبي.

بفرض أنه في لحظةٍ ما أثناء الدوران كان الناظم على مستوي الإطار يصنع مع الحقل المغناطيسي $\overline{B}$ زاوية قدرها α فيكون التدفق المغناطيسي Φ الذي يجتاز الإطار وهو في هذه الحالة:

$$\Phi=N\ S\ B\,Cos\,\alpha$$

إذا كانت السرعة الزاوية لدوران الإطار ω ثابتة فأنّ الزاوية α التي يدورها الملف في زمن قدره t :

$$\alpha=\omega\ t$$

نعوض في علاقة التدفق المغناطيسي:

$$\Phi=N\ S\ B\,Cos\,\omega\ t$$

فتتولّد قوة محركة كهربائية متحرضه ε :

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\bar{\varepsilon} = N\,S\,B\,\omega\,Sin\omega\,t$$

تكون εعظمى عندما:

$$Sin\omega\,t = 1$$

نعوض:

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

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max}\,Sin\omega\,t$$

نحدد قيم الثوابت: $\omega = 2\pi f = 4rad.s^{-1}$

$$\varepsilon_{\max} = N\,S\,B\,\omega = 600\times16\pi\times10^{-4}\times0.04\times4$$

$$\varepsilon_{\max} = 48\times10^{-2}\,v$$

نعوض قيم الثوابت: $\bar{\varepsilon} = 48\times10^{-2}\,sin4t$

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

$$\bar{i} = \frac{48\times10^{-2}\sin4t}{5}$$

$$\bar{i} = 96\times10^{-3}\sin4t$$

B–حسا ب طول سلك الملف.

$$l' = 2\pi rN = 2\pi\times4\times10^{-2}\times600$$

$$l' = 150m$$

المسألة (23):

يغذي تيار متناوب جيبي يعطى توتره اللحظي بالعلاقة $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos100\pi t$ الجهازين الآتين المربوطين فيما بينهما على التفرع:

جهاز تسخين كهرباني ذاتيته مهملة يرفع درجة حرارة $1kg$ من الماء من الدرجة $0C^{\circ}$ الى الدرجة $72C^{\circ}$

محرك استطاعته $600Watt$ وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيار متأخر بالطور عن التوتر. B

المطلوب:

1)احسب الشدة المنتجة للتيار في كل من الفرعين واكتب تابع الشدة اللحظية في كل منهما.
2)احسب الشدة المنتجة الكلية باستخدام انشاء فرنيل واحسب عامل واحسب 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 جميعا واحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الاصلية عندئذ.

4)نستعمل التوتر السابق لتغذية دارة تتألف من فرعين يحوي احداهما المكثفة السابقة ويحوي الاخر وشيعة مهملة المقاومة احسب ردية الوشيعة التي تنعدم من اجلها شدة التيار في الدارة الاصلية باستخدام انشاء فرنيل.

الحل:

$$u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

$$U_{eff} = 120V \qquad \omega = 100\pi\, rad\, s^{-1}$$

$$m = 1kg$$

$$\Delta t = 72c^{o}$$

$$\Delta t' = 420s$$

$$P_{avg} = 600 wat \qquad \cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$$

1)حساب I_{eff_1} :بما ان مردود التسخين 100% فان:

$$Q = E$$

$$mC_0 \Delta t = P_{avg}\, \Delta t'$$

$$mC_0 \Delta t = U_{eff}\, .I_{eff}\, \varphi_1 \Delta t'$$

لكن $\varphi_1 = 0 \Rightarrow \cos\varphi_1 = 1$ نعوض:

$$I_{eff} = \frac{mC_0 \Delta t}{U_{eff}\, \Delta t'}$$

$$= \frac{1\times 4200\times 72}{120\times 420} = 6A$$

$$P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff}\, \cos\varphi_2 \Rightarrow$$

$$I_{eff\,2} = \frac{P_{avg}}{U_{eff}\, \cos\varphi_2} = \frac{600}{120\times\frac{1}{2}} = 10A$$

$$i_1 = I_{\max}\cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$I_{\max 1} = I_{eff}$$

$$\mathbf{i_1 = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0)}$$

$$\mathbf{i_1 = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t)}$$

$$\mathbf{i_2 = I_{\max}\cos(\omega t + \varphi_2)}$$

$$\mathbf{I_{\max} = I_{eff}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}\, A}$$

$$\mathbf{\omega = 100\pi\, rad\, s^{-1}}$$

$$\mathbf{\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \pm\frac{\pi}{3} rad}$$

$$\mathbf{\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}}$$

$$\mathbf{i_2 = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})}$$

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

(2

$$\overrightarrow{I_{eff_1}} \left| \begin{array}{l} I_{eff} = 6A \\ \varphi_1 = 0 \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{I_{eff_2}} \left| \begin{array}{l} I_{eff} = 10A \\ \cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{3} rad \end{array} \right.$$

لان التيار متأخر بالطور عن التوتر.

نربع طرفي العلاقة الشعاعية فنجد:

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

$$= 36 + 100 + 2(6)(10)(\frac{1}{2}) = 196$$

$$I_{eff} = 14A$$

حساب $\cos\varphi$

$$\cos\varphi = \frac{I_{eff_1} + I'_{eff}}{I_{eff}} = \frac{I_{eff_1} + I_{eff_2}\cos\varphi_2}{I_{eff}} = \frac{6+5}{14} = \frac{11}{14}$$

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} = U_{eff} I_{eff_1} \cos\varphi_1 + P_{avg_2}$$

$$= 120 \times 6 \times 1 + P_{avg_2}$$

$$= 720 + 600 = 1320 wat$$

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

$$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff} I_{eff}} = \frac{1320}{120 \times 14} = \frac{11}{14}$$

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}} + \overrightarrow{I_{eff_3}}$$

$$\overrightarrow{I_{eff_3}} \left| \begin{array}{l} \varphi_3 = +\frac{\pi}{2} rad \\ I_{eff} = \frac{U_{eff}}{X_c} \end{array} \right. = \omega c U_{eff}$$

$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin\varphi_2 = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} A$$

$$C = \frac{I_{eff_3}}{\omega U_{eff}} = \frac{5\sqrt{3}}{100\pi \times 120} = \frac{\sqrt{3}}{2400\pi} F$$

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I'_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2}\cos\varphi_2$$

$$= 6 + 10(\frac{1}{2}) = 11A$$

4) بما ان الدارة خانقة للتيار.

$$I_{eff_1} = I_{eff_2}$$
$$\frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{U_{eff}}{X_L}$$
$$X_L = X_C$$
$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$
$$L = \frac{1}{\omega^2 C}$$
$$L = \frac{1}{(100\pi)^2 \times \frac{\sqrt{3}}{2400\pi}}$$
$$L = \frac{2400\pi}{(100\pi)^2\sqrt{3}} = 2\frac{\sqrt{3}}{25\pi}H$$

المسألة (24):

مأخذ تيار متناوب جيبي بين طرفيه توتر منتج $100V$ نصله لدارة تحوي على فرعين الأول مقاومة ومكثفة فيمر تيار شدته المنتجة I_{eff_1} متقدم بالطور $\frac{\pi}{3}rad$ عن التيار الأصلي ويحوي الفرع الثاني وشيعة يمر فيها تيار شدته المنتجة I_{eff_2} متأخر بالطور $\frac{\pi}{6}rad$ عن التيار الأصلي ويمر في الدارة الأصلية تيار تابع شدته اللحظية $i = 20\cos 100\pi t$ محققا توافقا في الطور مع التوتر المطبق والمطلوب:

1) استنتج قيمة كل من I_{eff_1}, I_{eff_2} باستخدام انشاء فرينل.

2) اذا كانت قيمة المقاومة في الفرع الأول 10Ω احسب ممانعة هذه الفرع واتساعية المكثفة فيه.

3) اذا كانت ردية الوشيعة في الفرع الثاني $\frac{10}{\sqrt{3}}\Omega$ احسب مقاومة الوشيعة.

الحل:

$$U_{eff} = 100V$$

الفرع الأول: $I_{eff_1} = ?$ $\qquad \varphi_1 = +\frac{\pi}{3}rad$

الفرع الثاني: $I_{eff_2} = ?$ $\qquad \varphi_2 = -\frac{\pi}{6}rad$

$$i = 20\cos 100\pi t$$
$$I_{max} = 20A \Rightarrow I_{eff} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}A$$
$$\omega = 100\pi rad.s^{-1}$$

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

$$I_{eff} = I_{eff}\cos\varphi_1 = 10\sqrt{2}\times\frac{1}{2} = 5\sqrt{2}A$$

$$I_{eff_2} = I_{eff}\sin\varphi_1 = 10\sqrt{2}\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{6}A$$

$R = 10\Omega \qquad X_C = ? \qquad Z_1 = ?$

(2

$$Z_1 = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{100}{5\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\Omega$$

$$z_1 = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$X_C = \sqrt{Z_1^2 - R^2} = \sqrt{200-100} = 10\Omega$$

(3

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{100}{5\sqrt{6}} = \frac{10\sqrt{6}}{3}\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

$$r = \sqrt{Z_2^2 + X_L^2} = \sqrt{\frac{100\times 6}{9} - \frac{100}{3}}$$

$$r = \sqrt{\frac{300}{9}} = \frac{10\sqrt{3}}{3}\Omega$$

المسألة (25):

-1

$$U_{max} = 100\sqrt{2}$$

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = 100Volt$$

$$\left.\begin{array}{l}\omega = 100\pi \\ \omega = 2\pi f\end{array}\right) \Rightarrow f = 50Hz$$

-2

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

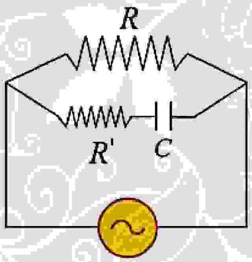
$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{100}{50}$$

$$I_{eff_1} = 2A$$

$$I_{max_1} = I_{eff_1}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}A \qquad \varphi_1 = 0rad$$

$$\bar{i}_1 = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t \qquad (1)$$

-3

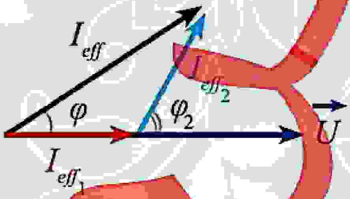


$$i_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff}\sqrt{2} = \sqrt{2}\sqrt{2} = 2A$$

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{100}{\sqrt{2}}$$

$$Z_2 = 50\sqrt{2}A$$

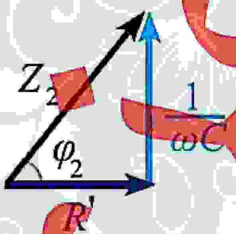


$$\cos\varphi_2 = \frac{R}{Z_2} = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{4}\text{rad}$$

$$i_2 = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$$

حساب سعة المكثفة C.



$$Z = \sqrt{R^2 + X_c} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$50\sqrt{2} = \sqrt{(50)^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$2500\times 2 = 2500 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2$$

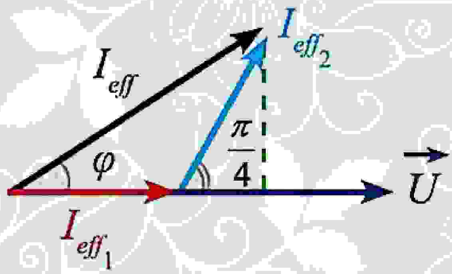
$$\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 = 2500$$

$$\frac{1}{\omega C} = 50$$

$$C = \frac{1}{50\omega} = \frac{1}{50\times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{5\pi}\times 10^{-3}F$$

-4



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

$$\overrightarrow{I_{eff_1}}\left|\begin{array}{l} I_{eff_1} = 2A \\ \varphi_1 = 0rad \end{array}\right.$$

$$\overrightarrow{I_{eff_2}}\left|\begin{array}{l} I_{eff_2} = \sqrt{2}A \\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{4}rad \end{array}\right.$$

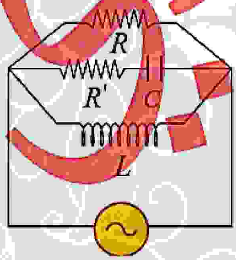
$$I_{eff}^2 = \left(I_{eff_1} + I_{eff_2}\cos\frac{\pi}{4}\right)^2 + \left(I_{eff_2}\sin\frac{\pi}{4}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = \left(2 + \sqrt{2}\times\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\sqrt{2}\times\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = (2+1)^2 + (1)^2 = 9 + 1 = 10$$

$$I_{eff} = \sqrt{10}A$$

-5



$$I_{eff_3} = I_{eff_2}\sin\frac{\pi}{4}$$

$$\varphi_3 = -\frac{\pi}{2}rad$$

$$I_{eff_3} = I_{eff_2}\sin\frac{\pi}{4} = \sqrt{2}\times\frac{1}{\sqrt{2}}$$

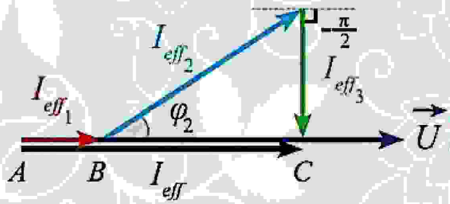
$$I_{eff_3} = 1A$$

$$X_L = \omega L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}}$$

$$X_L = \frac{100}{1} = 100\Omega$$

$$\omega L = 100$$

$$L = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi} H$$



$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}} + \overrightarrow{I_{eff_3}}$$

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos\frac{\pi}{4}$$

$$I_{eff} = 2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = 3A$$

المسألة (26)

-1

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

$$I_{max} = 3\sqrt{2}$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = 3A$$

$$\left.\begin{array}{l}\omega = 2\pi f \\ \omega = 100\pi\end{array}\right) \Rightarrow f = 50Hz$$

-2

$$Z_2 = \sqrt{R'^2 + (\omega L)^2}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{R'}{Z_2}$$

$$\left.\begin{array}{l}Z_2 = \frac{R'}{0.8} \\ Z_2 = \sqrt{R'^2 + (30)^2}\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{R'^2}{(0.8)^2} = R'^2 + 900$$

$$R' = 40\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R'^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{(40)^2 + (30)^2}$$

$$Z_2 = 50\Omega$$

أو : $Z_2 = \frac{R'}{0.8} = \frac{40}{0.8} = 50\Omega$

-3

$$U_{eff_R} = \frac{1}{2} U_{eff_L}$$

$$RI_{eff} = \frac{1}{2} Z_2 I_{eff}$$

$$R = \frac{1}{2} Z_2 = \frac{1}{2} \times 50$$
$$R = 25\Omega$$

$$U_{eff_L} = Z_2 I_{eff} = 50 \times 3$$
$$U_{eff_L} = 150 Volt$$
$$U_{eff_R} = \frac{1}{2} U_{eff_L}$$
$$U_{eff_R} = 75 Volt$$

$$U_{eff_R} = IR \Rightarrow R = \frac{75}{3}$$
$$R = 25\Omega$$

في المقاومة $\cos\varphi_1 = 1$

$$P_{avg} = U_{eff_R} I_{eff} \cos\varphi_1$$
$$P_{avg} = 75 \times 3 \times 1$$
$$P_{avg} = 225W$$

طريقة ثانية :

$$P_{\alpha g} = R' I_{eff}^2$$
$$P_{\alpha g} = 25 \times (3)^2$$
$$P_{\alpha g} = 225W$$

$$P_{(avg)} = P_{(avg)R} + P_{(avg)L}$$
$$P_{avg} = I_{eff} U_{eff_R} \cos\varphi_1 + I_{eff} U_{eff_L} \cos\varphi_2$$
$$P_{avg} = 3 \times 75 \times 1 + 3 \times 150 \times 0.8$$
$$P_{arg} = 225 + 360$$
$$P_{avg} = 585W$$

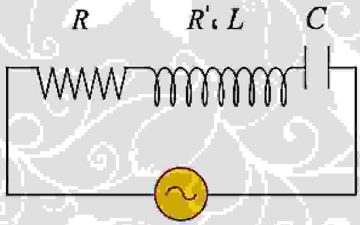
أو :

$$P_{avg} = RI_{avg}^2 + I_{eff} U_{eff_L} \cos\varphi_2$$

$$P_{avg} = 25(3)^2 + 360$$

$$P_{avg} = 585W$$

-4



$$I_{eff} = I'_{eff}$$

$$z = Z$$

$$\sqrt{(R+R')^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{(R+R')^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$(R+R')^2 + (\omega L)^2 = (R+R')^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$

$$\pm\omega L = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

$$+\omega L = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

إما : $\frac{1}{\omega C} = 0$

مرفوض $\Rightarrow C \to \infty$

أو : $-\omega L = \omega L - \frac{1}{\omega C}$

$$\frac{1}{\omega C} = 2\omega L \Rightarrow$$

$$C = \frac{1}{2\omega L \times \omega} = \frac{1}{2 \times 30 \times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} F$$

-5

$$\omega L = \frac{1}{\omega C_{eq}}$$

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

$$C_{eq} = \frac{1}{3\pi} \times 10^{-3} F$$

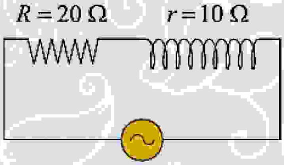
$$C_{eq} > C$$

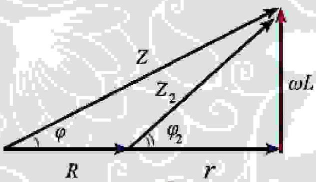
فالضم على التفرع

$$C_{eq} = C + C'$$
$$C' = C_{eq} - C$$
$$C' = \frac{10^{-3}}{3\pi} - \frac{10^{-3}}{6\pi}$$
$$C' = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} F$$

المسألة (27)

-1





$$X_L = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2} = 20\Omega$$
$$(20)^2 = (10)^2 + (\omega L)^2$$
$$(\omega L)^2 = 400 - 100 = 300$$
$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + (\omega L)^2}$$
$$Z = \sqrt{(20 + 10)^2 + 300}$$
$$Z = \sqrt{9 \times 3 \times 100} = 20\sqrt{3}\Omega$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{40\sqrt{3}}{20\sqrt{3}}$$
$$I_{eff} = 2A$$

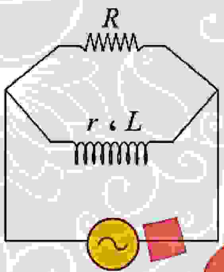
-2

$$P_{avg} = P_{avg1} + P_{avg2}$$
$$P_{avg} = RI_{eff}^2 + rI_{eff}^2$$
$$P_{avg} = 20(2)^2 + 10(2)^2$$
$$P_{avg} = 80 + 40 = 120W$$
$$\cos\varphi = \frac{P_{axg}}{U_{eff} I_{eff}}$$
$$\cos\varphi = \frac{120}{40\sqrt{3} \times 2} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$
$$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$\varphi = \frac{\pi}{6} rad$$

-3

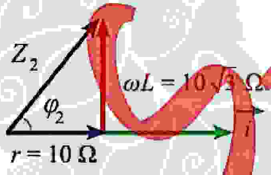
$$E = P_1 \cdot t = RI_{eff}^2 t$$
$$E = 80 \times 10 \times 60$$
$$E = 48 \times 10^3 J$$
$$U_{eff_R} = I_{eff} R$$
$$U_{eff_R} = 2 \times 20 = 40 Volt$$
$$U_{max_R} = U_{eff_R}\sqrt{2} = 40\sqrt{2} Volt$$
$$\varphi = 0$$
$$\overline{u_R} = U_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$
$$\omega = 2\pi f = 100\pi rads^{-1}$$
$$\overline{u_R} = 40\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

-1 (B

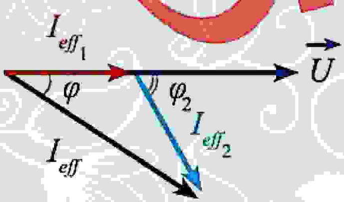


$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$$
$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$$
$$I_{eff_1} = 2\sqrt{3} A$$
$$I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{Z_2} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$$
$$I_{eff_2} = 2\sqrt{3} A$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$



على التفرع تؤخر الوشيعة $\varphi_2 = -\frac{\pi}{3} rad$



$$I_{eff}^2 = \left(I_{eff_1} + I_{eff_2}\cos\frac{\pi}{3}\right)^2 + \left(I_{eff_2}\sin\frac{\pi}{3}\right)^2$$
$$I_{eff}^2 = \left(2\sqrt{3} + 2\sqrt{3}\times\frac{1}{2}\right)^2 + \left(2\sqrt{3}\times\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = (3\sqrt{3})^2 + (3)^2$$
$$I_{eff}^2 = 27 + 9 = 36$$
$$I_{eff} = \sqrt{36} = 6A$$

-2

$$P_{axg} = P_{ag_1} + P_{ag_2}$$
$$P_{arg} = RI_{eff_1}^2 + U_{eff} I_{eff_2} \cos\varphi_2$$
$$P_{avg} = 20 \times (2\sqrt{3})^2 + 40\sqrt{3}(2\sqrt{3}) \times \frac{1}{2}$$
$$P_{avg} = 240 + 120 = 360W$$

أو $P_{avg} = RI_{eff_1}^2 + rI_{eff_2}^2$

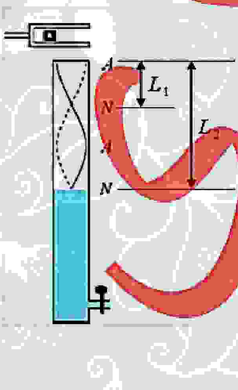
حيث تصرف الاستطاعة حرارياً بفعل جول:

$$P_{avg} = 20 \times (2\sqrt{3})^2 + 10 \times (2\sqrt{3})^2$$
$$P_{avg} = 240 + 120 = 360W$$

حساب عامل الاستطاعة:

$$\cos\varphi = \frac{360}{40\sqrt{3} \times 6} = \frac{360\sqrt{3}}{40 \times 3 \times 6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

المسألة (28):



$$\Delta L = L_2 - L_1 = 0.49 - 0.17 = 0.32\ m$$
$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4}$$
$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$
$$0.32 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.64\ m$$
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.64} \approx 531.25\ Hz$$

المسألة (29) :

1-

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} = 3\ m$$

البعد بين بطنين متتاليين $\frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1.5\ m$

$$L = n\frac{\lambda}{2}$$

المدروج الثاني $3 = n\ 1.5 \Rightarrow n = 2$

2-

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

3-

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f}$$

$$L = (3)\frac{330}{4\times110} = \frac{9}{4} = 2.25\ m$$

المسألة (30) :

1-

$$L = k\frac{\lambda}{2}$$

مغازل $1 = k\frac{0.4}{2} \Rightarrow k = 5$

2-

$$Y_{max/n} = 2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right|$$

النقطة n_1 عقدة اهتزاز $Y_{max/n_1} = 2\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.2\right| = 0$

$$Y_{max/n_2} = 2\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.3\right|$$

النقطة n_2 بطن اهتزاز $Y_{max/n_2} = 2 \times 10^{-2}\ m$

-3 $\mu = \dfrac{m}{L} = \dfrac{10\times10^{-3}}{1} = 10^{-2}\ kg.m^{-1}$

$$f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$50 = \frac{5}{2\times1}\sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 4\ N$$

$$v = \lambda f = 0.4 \times 50 = 20\ m.s^{-1}$$

-4 $$f = \frac{k'}{2L}\sqrt{\frac{F_T'}{\mu}}$$

$$50 = \frac{2}{2\times1}\sqrt{\frac{F_T'}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 25\ N$$

$$L = k'\frac{\lambda'}{2}$$

$$1 = 2\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow \lambda' = 1\ m$$

$$x = k\frac{\lambda}{2}$$

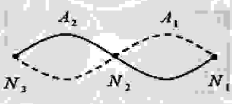
<u>أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:</u>

$$x = k\frac{1}{2}$$

العقدة الأولى N_1: $k = 0 \Rightarrow x_1 = 0\ m$

العقدة الثانية N_2: $k = 1 \Rightarrow x_2 = 1 \times \frac{1}{2} = 0.5\ m$

العقدة الثالثة N_3: $k = 2 \Rightarrow x_3 = 2 \times \frac{1}{2} = 1\ m$



أبعاد بطون الاهتزاز

$x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$

عن النهاية المقيدة:

$x = (2k+1)\frac{1}{4}$

البطن الأول A_1: $k = 0 \Rightarrow \quad x_1 = 1 \times \frac{1}{4} = 0.25\ m$

البطن الثاني A_2: $k = 1 \Rightarrow \quad x_2 = 3 \times \frac{1}{4} = 0.75\ m$

-5 $\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{1}{2}m}{\frac{1}{2}L} = \frac{m}{L} = \mu$

النتيجة: لا تتغير الكتلة الخطية بتغير طول الوتر

المسألة (31):

-1 $L = k\frac{\lambda}{2}$

$1.5 = 3\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 1m$

-2 $\mu = \frac{m}{L} = \frac{15\times10^{-3}}{1.5} = 10^{-2}\ kg.m^{-1}$

-3 $v = \lambda f = 1\times100 = 100\ m.s^{-1}$

-4 $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

$100 = \sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}}$

$F_T = 100\ N$

-5 **أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:**

$$x = k\ \frac{\lambda}{2}$$

$$x = k\ \frac{1}{2}$$

العقدة الأولى N_1:

$$k = 0 \Rightarrow \quad x_1 = 0\ m$$

العقدة الثانية N_2:

$$k = 1 \Rightarrow \quad x_2 = 1 \times \frac{1}{2} = 0.5\ m$$

العقدة الثالثة N_3:

$$k = 2 \Rightarrow \quad x_3 = 2 \times \frac{1}{2} = 1\ m$$

العقدة الرابعة N_4:

$$k = 3 \Rightarrow \quad x_4 = 3 \times \frac{1}{2} = 1.5\ m$$

أبعاد بطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة

$$x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$$

$$x = (2k+1)\ \frac{1}{4}$$

البطن الأول A_1:

$$k = 0 \Rightarrow \quad x_1 = 1 \times \frac{1}{4} = 0.25\ m$$

البطن الثاني A_2:

$$k = 1 \Rightarrow \quad x_2 = 3 \times \frac{1}{4} = 0.75\ m$$

البطن الثالث A_3:

$$k = 2 \Rightarrow \quad x_3 = 5 \times \frac{1}{4} = 1.25\ m$$

المسألة (32) :

-1

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0.34\,m$$

$$\frac{L}{\lambda} = \frac{3.4}{0.34} = 10$$

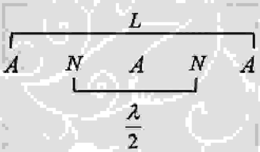
2 – تكونت عقدة واحدة في منتصف المزمار $A \quad N \quad A$ (المدروج الأساسي $n = 1$)

$$L = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2L} = 1\times\frac{340}{2\times 3.4} = 50\ Hz$$

-3

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{340} = \frac{\sqrt{0+273}}{\sqrt{t_2+273}} \Rightarrow t_2 = 15\ ^\circ C$$

المسألة (33):



-1 مزمار ذو فم نهايته مفتوحة (المزمار متشابه الطرفين)

البعد بين عقدتين متتاليتين $\frac{\lambda}{2}$

$$\frac{\lambda}{2} = 0.5 \Rightarrow \lambda = 2\times 0,5 = 1\ m$$

-2

$$L = n\frac{\lambda}{2} = 2\times 0.5 = 1\ m$$

-3

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{v_2} = \frac{\sqrt{0+273}}{\sqrt{15+273}} \Rightarrow v_2 = 340\ m.s^{-1}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1} = 340\ Hz$$

-4

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f} = 1\times\frac{340}{4\times 340} = \frac{1}{4} = 0.25\ m$$

المسألة (34):

-1 عدد أطوال الموجة $= \frac{L}{\lambda} = \frac{Lf}{v} = \frac{3.32\times 1024}{340} = 10$

-2 عدد أطوال الموجة الجديد $= \frac{L}{\lambda'} = \frac{Lf}{v'} = \frac{3.32\times 1024}{v'} = 5 \Rightarrow v' \approx 680\ m.s^{-1}$

$$\frac{v}{v'} = \frac{\sqrt{T}}{\sqrt{T'}} \Rightarrow \frac{340}{680} = \frac{\sqrt{15+273}}{\sqrt{t'+273}} \Rightarrow t' = 879\ ^\circ C$$

-3

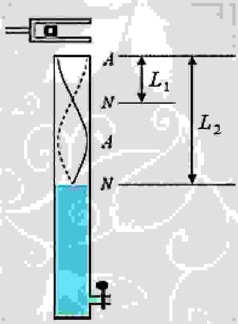
$$L = n\frac{\lambda}{2}$$

$$n = 1$$

$$L = \frac{v}{2f'}$$

$$f' = \frac{v}{2L} = \frac{340}{2\times3.32} = 51.2\ Hz$$

المسألة (35):



$$\Delta L = L_2 - L_1 = 65.3 - 21 = 44.3cm = 0.443\ m$$

$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4}$$

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

$$0.443 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.886\ m$$

$$v = \lambda f = 0.886\times 392 = 347.3\, m.s^{-1}$$

سرعة انتشار الصوت في الدرجة $20\ ^{\circ}C$ تساوي $340\ m.s^{-1}$

سرعة انتشار الصوت في درجة حرارة عمود الهواء تساوي $347.312\ m.s^{-1}$ وهي أكبر من $340\ m.s^{-1}$

نستنتج أن درجة حرارة عمود الهواء أكبر من درجة حرارة الغرفة.

المسألة (36):

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

-1

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f}$$

$$L = (2\times1-1)\frac{324}{4\times162}$$

$$L = 0.5\ m$$

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \frac{\sqrt{D_{O_2}}}{\sqrt{D_{H_2}}} = \frac{\sqrt{\frac{M_{O_2}}{29}}}{\sqrt{\frac{M_{H_2}}{29}}} = \frac{\sqrt{\frac{32}{29}}}{\sqrt{\frac{2}{29}}} = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{2}} = \frac{4}{1}$$

-2

$$v_{H_2} = 4v_{O_2}$$

$$v_{H_2} = 4\times324 = 1296\ m.s^{-1}$$

$$f' = (2n-1)\frac{v_{H_2}}{4L} = (1)\frac{1296}{4\times0.5} = 648\ Hz$$

المسألة (37) :

1- نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : عند مقابل المهبط

$$\Delta E_K = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$E_{K_2} = eU = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{4} = 12.8\times10^{-15} J$$

-2

$$E_{K_2} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{K_2}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(12.8\times10^{-15})}{9.1\times10^{-31}}}$$

$$v = \sqrt{2.8\times10^{8}}\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

.-3

$$E = E_k$$

$$hf_{\max} = eU$$

$$h\frac{c}{\lambda_{\min}} = eU$$

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU}$$

$$\lambda_{min} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times8\times10^{4}} = 1.55\times10^{-11}\,\text{m}$$

المسألة (38):

-1

$$E_S = hf_s = h\frac{c}{\lambda_s}$$

$$\lambda_s = \frac{hc}{E_S} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{33\times10^{-20}} = 6\times10^{-7}\,\text{m}$$

-2

$$E_K = E - E_S = hf - E_S = h\frac{c}{\lambda} - E_S$$

$$E_K = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{0.5\times10^{-6}} - 33\times10^{-20}$$

$$E_K = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20} = 6.6\times10^{-20}\,\text{J}$$

المسألة (39):

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول: عند اللبوس السالب

الوضع الثاني: عند اللبوس الموجب

$$\Delta E_K = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU$$

$$v=\sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$v=\sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times720}{9.1\times10^{-31}}}=\sqrt{253.19}\times10^{6}m.s^{-1}$$

المسألة (40):

-1 $$E=\frac{U}{d}=\frac{900}{2\times10^{-2}}=45\times10^{3}\,\mathrm{v.m^{-1}}$$

-2 $$F=eE=1.6\times10^{-19}\times45\times10^{3}=72\times10^{-16}N$$

-3

القوى الخارجية المؤثرة على الإلكترون:

القوة الكهربائية $\vec{F}$

باهمال ثقل الالكترون

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك: $\sum\vec{F}=m\vec{a}$

$$\vec{F}=e\vec{E}=m\vec{a}$$

باعتبار:

مبدأ الفواصل نقطة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

مبدأ الزمن لحظة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

بالإسقاط على محورين متعامدين $\overline{x'x}$ أفقي و $\overline{y'y}$ شاقولي موجه نحو الأعلى

$$\overline{ox}\begin{cases} v_{ox}=v_o=v \\ F_x=0\Rightarrow a_x=0\Rightarrow v_x=const \end{cases}$$

إن حركة المسقط على $\overline{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة

$$x=v_x t+x_o$$

لكن $x_o=0$

$$x=vt \qquad (1)$$

$$\overrightarrow{oy}\begin{cases} v_{o_y}=0 \\ F_y=F \Rightarrow m\,a_y=e\dfrac{U}{d} \\ a_y=\dfrac{eU}{m\,d}=const \end{cases}$$

هي حركة مستقيمة متسارعة بانتظام $\overrightarrow{y'y}$ حركة المسقط على

$$y=\frac{1}{z}a_y+t^2+v_{oy}t+y_o$$

$$y_o=0$$

$$y=\frac{eU}{2m\,d}t^2$$

استنتاج معادلة حامل المسار:

من (1): $t=\dfrac{x}{v}$

$$y=\frac{eU}{2m\,dv^2}x^2$$

$$y=\frac{1.6\times10^{-19}\times900}{2\times9.1\times10^{-31}\times2\times10^{-2}(4\times10^{7})^2}x^2$$

$$y=2.47x^2$$

-4

$$F_1=F_2$$

$$e\,E=e\,vB$$

$$B=\frac{E}{v}=\frac{45\times10^{3}}{4\times10^{7}}=11.25\times10^{-4}T$$

المسألة (41):

-1

$$E_s=hf_s=h\frac{c}{\lambda_s}$$

$$E=6.6\times10^{-34}\frac{3\times10^{8}}{6600\times10^{-10}}$$

$$E=3\times10^{-19}\,\text{J}$$

ولحساب كمية حركة الفوتون الوارد:

$$P=\frac{h}{\lambda}=\frac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}}=0.15\times10^{-26}\,kg.m.s^{-1}$$

-2

$$E_K = hf - E_S$$

$$E_K = h\frac{c}{\lambda} - E_S$$

$$E_K = 6.6\times10^{-34}\frac{3\times10^{8}}{4400\times10^{-10}} - 3\times10^{-19} = 1.5\times10^{-19}\,J$$

3- - نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : قُبيل المصعد

$$\Delta E_K = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{K_1} = e(-U_0)$$

$$U_0 = \frac{E_{K_1}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.9375\,V$$

المسألة (42):

-1

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{f_{\max}}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{3\times10^{8}}{3\times10^{18}} = 10^{-8}\,m$$

2- نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : عند مقابل المهبط

$$\Delta E_K = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$E_{K_2} = eU$$

$$hf_{\max} = eU$$

$$U = \frac{hf_{\max}}{e}$$

$$U = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{1.6\times10^{-19}} = 12375\ \mathrm{V}$$

-3

$$E_{K_2} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{K_2}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2hf_{\max}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{9.1\times10^{-31}}}$$

$$v = \sqrt{0.435\times10^{8}}\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

المسألة (43):

$$\Delta E = \Delta m\, c^2$$

الطاقة التي تقدمها الشمس خلال دقيقة :

$$\Delta E = 4.22\times10^{11}\times60(3\times10^{8})^2 \approx 22.8\times10^{29}\ \mathrm{J}$$

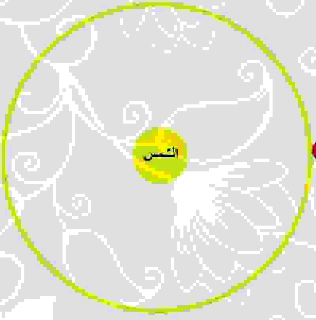
:وهي الطاقة المقدمة لسطح كرة وهميّة مركزها الشمس تمس سطح المريخ، نصف قطرها $1.52AU$ أي

$$r = 1.52\times150\times10^{9} = 22.8\times10^{10}\ \mathrm{m}$$

فتكون مساحة هذه الكرة :

$$s = 4\pi r^2 = 4\pi(22.8\times10^{10})^2 = 6529.19\mathrm{m}^2$$

لنحسب الطاقة التي يتلقاها كل كيلو متر مربع من سطح المريخ:



كلّ $6529.19m^2$ من سطح الكرة يتلقّى 22.8×10^{29} J

كلّ $10^6 m^2$ يتلقى x

$$x=\frac{10^6\times22.8\times10^{29}}{5629.19}\approx4\times10^{32}\,\text{J}$$

المسألة (44):

$$\Delta\lambda=\frac{5}{100}\lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=0.05$$

حسب تأثير دوبلر

$$\lambda'=(1+\frac{v'}{c})\lambda$$

$$\lambda'=\lambda+\frac{v'}{c}\lambda$$

$$\lambda'-\lambda=\frac{v'}{c}\lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{v'}{c}$$

$$0.05=\frac{v'}{3\times10^8}$$

$$v'=15\times10^6 m.s^{-1}$$

ومن قانون هابل $v'=H_0 d$

لنحسب ثابت هابل بالواحدات الدولية :

$$H_0 = \frac{68\text{km.s}^{-1}}{\text{Mpc}}$$

$$H_0 = \frac{68\times10^3\text{m.s}^{-1}}{10^6\times3.26\,\text{light year}}$$

$$H_0 = \frac{68\times10^3\text{m.s}^{-1}}{10^6\times3.26\times3\times10^8\times365.25\times24\times3600\,\text{m}}$$

$$H_0 \approx \frac{68\times10^3\text{s}^{-1}}{10^6\times3\times10^{16}} = \frac{68}{3}\times10^{-19}s^{-1}$$

نعوّض في قانون هابل :

$$15\times10^6 = \frac{68}{3}\times10^{-19}d$$

$$d = \frac{15\times10^6}{\frac{68}{3}\times10^{-19}} = \frac{45}{68}\times10^{25}\text{m}$$

وهو بُعد تلك المجرّة عنّا

المسألة (45):

1)

$$E_k = E_P$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = F\,r$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3400\times10^3}}$$

$$v \approx \sqrt{25\times10^6} = 5\times10^3\text{ m.s}^{-1}$$

وهي سرعة الإفلات من جاذبية المريخ

2) نصف قطر شفارتزشيلد

$$r = \frac{2GM}{c^2}$$

$$r = \frac{2\times 6.673\times 10^{-11}\times 6.4\times 10^{23}}{(3\times 10^{8})^{2}}$$

$$r = 9.49\times 10^{-4}\,\text{m}$$

أي يجب أن يصبح المريخ بحجم كرة نصف قطرها أقل من واحد ميلي متر.