

المسألة رقم «1» النواس المرن

هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نقطة مادية كتلتها ($m = 0.1 \text{ kg}$) معلقة بنابض مرن مهملة الكتلة حلقاته متباعدة شاقولي تهتز بدور خاص (1 sec) وبسعة اهتزاز (16 cm) ، بفرض مبدأ الزمن عندما تكون النقطة المادية في مطالها الأعظمي الموجب ، ($\pi^2 = 10$) المطلوب :

(1) استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام.

(2) عين كل من الزمن اللازم لانتقال النقطة المادية من المطال الأعظمي الموجب إلى المطال الأعظمي السالب وعين لحظة المرور الأول والثاني للنقطة المادية في مركز الاهتزاز

الزمن بين $+X_{max}$ و $-X_{max}$ هو : $\frac{T_0}{2}$

$$t = \frac{T_0}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{2} \text{ sec}$$

بدأت الحركة من المطال الأعظمي الموجب $x = +X_{max}$

$$t_1 = \frac{T_0}{4} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{4} \text{ sec} \quad \text{زمن المرور الأول في مركز الاهتزاز}$$

$$t_2 = 3 \frac{T_0}{4} \Rightarrow t_2 = \frac{3}{4} \text{ sec} \quad \text{زمن المرور الثاني في مركز الاهتزاز}$$

$$\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

تعيين الثوابت $\bar{\varphi}$ ، ω_0 ، X_{max}

$$X_{max} = 16 \text{ cm} \Rightarrow X_{max} = 16 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} \Rightarrow \omega_0 = 2\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء $t = 0$ ، $x = +X_{max}$

$$+X_{max} = X_{max} \cos \bar{\varphi} \Rightarrow \cos \bar{\varphi} = +1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0$$

$$\bar{x} = 16 \times 10^{-2} \cos 2\pi t \text{ (m)}$$

(3) احسب قيمة السرعة الأعظمي للنقطة المادية (طويلة)

$$|v_{max}| = \omega_0 X_{max}$$

$$v_{max} = 2\pi \times 16 \times 10^{-2} \Rightarrow v_{max} = 32\pi \times 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$$

إضافي : احسب سرعة النقطة المادية طويلة عند مرورها في المطال $x = 14 \text{ cm}$

$$v = \omega_0 \sqrt{X_{max}^2 - x^2}$$

$$v = 2\pi \sqrt{256 \times 10^{-4} - 196 \times 10^{-4}} = 2\pi \sqrt{60 \times 10^{-4}}$$

$$v = 2\pi (2\sqrt{15} \times 10^{-2}) \Rightarrow v = 4\pi \sqrt{15} \times 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$$

(4) احسب قيمة كمية الحركة الأعظمي للنقطة المادية

$$p = m.v \Rightarrow P_{max} = m.v_{max}$$

$$P_{max} = 10^{-1} \times 32\pi \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow P_{max} = 32\pi \times 10^{-3} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

ملاحظة : قد يعطينا P_{max} ويطلب ω_0

$$P_{max} = m.v_{max} \Rightarrow P_{max} = m.\omega_0.X_{max}$$

$$\omega_0 = \frac{P_{max}}{m.X_{max}}$$

(6) احسب مقدار الاستطالة السكونية للتأبض

$$m.g = k.x_0 \Rightarrow x_0 = \frac{m.g}{k}$$

$$x_0 = \frac{10^{-1} \times 10}{4} \Rightarrow x_0 = \frac{1}{4} \text{ m}$$

(5) احسب قيمة ثابت صلابة التأبض.

$$k = m.\omega_0^2$$

$$k = 10^{-1} (2\pi)^2 = 10^{-1} \times 4\pi^2$$

$$\Rightarrow k = 4 \text{ N.m}^{-1}$$

(8) احسب الطاقة الميكانيكية للهزازة

$$E = \frac{1}{2} K X_{max}^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 4 \times (16 \times 10^{-2})^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 4 \times 256 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow E = 512 \times 10^{-4} \text{ J}$$

(7) احسب قيمة قوة الارجاع وتسارع النقطة المادية في نقطة مطالها

($x = 5 \text{ cm}$) وحدد على الرسم جهة كل منهما.

$$a = ? , F = ? , x = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\vec{F} = -K\vec{x} \Rightarrow F = -4 \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow F = -2 \times 10^{-1} \text{ N}$$

$$\vec{a} = -\omega_0^2 \vec{x} \Rightarrow a = -(2\pi)^2 \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow a = -2 \text{ m.s}^{-2}$$

ملاحظة : عندما يطلب شدة قوة الارجاع تكون بالقيمة المطلقة

$$F = 2 \times 10^{-1} \text{ N} ; \vec{F} = |-K\vec{x}|$$

(10) احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص $T_0 = 2 \text{ sec}$

$$m = ? \quad T_0 = 2 \text{ sec}$$

من علاقة الدور الخاص

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

$$T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} \Rightarrow 4 = 4\pi^2 \frac{m}{4} \Rightarrow 4 = 10m$$

$$m = 0.4 \text{ kg}$$

ملاحظة : قد يعطينا الكتلة ويطلب الدور الخاص $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

(9) احسب الطاقة الحركية للنقطة المادية عندما يكون مطالها

($x = 10 \text{ cm}$)

$$x = 10 \times 10^{-2} \text{ m} , E_k = ?$$

$$E = E_p + E_k \Rightarrow E_k = E - E_p$$

$$E_k = \frac{1}{2} K X_{max}^2 - \frac{1}{2} K X^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} K [X_{max}^2 - X^2]$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 4 [256 \times 10^{-4} - 100 \times 10^{-4}]$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 4 [156 \times 10^{-4}]$$

$$E_k = 2 [156 \times 10^{-4}]$$

$$\Rightarrow E_k = 312 \times 10^{-4} \text{ J}$$

(11) بفرض أن مبدأ الزمن لحظة مرور النقطة المادية في نقطة مطالها $(x = \frac{X_{max}}{2})$ وبالانتجاه الموجب .

(a) استنتج التابع الزمني لحركة النقطة المادية انطلاقاً من شكله العام .

$$\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

تعيين الثوابت $\bar{\varphi}$, ω_0 , X_{max}

$$X_{max} = 16 \text{ cm} \Rightarrow X_{max} = 16 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} \Rightarrow \omega_0 = 2\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء $x = \frac{X_{max}}{2}$, $v > 0$ $t = 0$ (اتجاه موجب السرعة موجبة)

$$\frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cos \bar{\varphi} \Rightarrow \cos \bar{\varphi} = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{\varphi} \begin{cases} +\frac{\pi}{3} \text{ rad} \\ -\frac{\pi}{3} \text{ rad} \end{cases}$$

$$\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

نعوض شروط البدء بتابع السرعة:

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin \bar{\varphi} > 0$$

نختار قيمة $\bar{\varphi}$ التي تجعل السرعة موجبة :

$$\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin\left(+\frac{\pi}{3}\right) < 0 \text{ (لأن السرعة سالبة)}$$

$$\bar{\varphi} = -\frac{\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) > 0 \text{ (لأن السرعة موجبة)}$$

$$\bar{x} = 16 \times 10^{-2} \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ m}$$

(b) عين زمن المرور الأول والثاني للنقطة المادية في مركز التوازن .

في مركز التوازن : $x = 0$ أي نعدهم تابع المطال :

$$0 = 16 \times 10^{-2} \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$$

$$\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 0$$

$$\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi K\right)$$

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

نخرج (π) عامل مشترك ونختصرها من الطرفين

$$\xrightarrow{\text{نعزل } t} 2t - \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + K$$

$$2t = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + K$$

نقسم الطرفين على (2)

$$t = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{K}{2}$$

$$t = \frac{3}{12} + \frac{2}{12} + \frac{K}{2}$$

$$t = \frac{5}{12} + \frac{K}{2}$$

$$t_1 = \frac{5}{12} \text{ sec} \quad \leftarrow k = 0 \text{ زمن المرور الأول}$$

$$t_2 = \frac{5}{12} + \frac{1}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{11}{12} \text{ sec} \quad \leftarrow k = 1 \text{ زمن المرور الثاني}$$

النواس الثقلي المركب

حالات الساق المتجانسة، يفضل دراسة الملاحظات قبل البدء. أعزم عطالة الساق حول محور مار من مركزها $(I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} mL^2)$ $(\pi^2 = 10 = g)$

(2) ساق متجانسة M تهتز حول محور مار من طرفها العلوي

ومعلق بنهايتها السفلية كتلة نقطية m'

توضيح m' تبعد عن O مسافة $r' = L$

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

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta/m'}$$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + Md^2$$

$$\Rightarrow I_{\Delta} = \frac{1}{12} ML^2 + M \frac{L^2}{4} \xrightarrow{\text{توحيد المقامات}} I_{\Delta} = \frac{1}{3} ML^2$$

$$I_{\Delta/m'} = m' r'^2 \xrightarrow{r'=L} I_{\Delta/m'} = m' L^2$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{3} ML^2 + m' L^2 \Rightarrow I_{\Delta} = L^2 \left(\frac{1}{3} M + m' \right)$$

تعيين d :

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{M \cdot \bar{r} + m' \cdot \bar{r}'}{M + m'} \xrightarrow{r = \frac{L}{2}, r' = L} d = \frac{M \frac{L}{2} + m' L}{M + m'}$$

تعيين جملة m : $m = M + m'$ جملة m

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم (جملة m , d , I_{Δ} جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

• ملاحظة: إذا كانت الساق مهمله الكتلة $M = 0$ فيكون:

$$d = L \quad m = m' \quad \text{و} \quad I_{\Delta} = 0 \Rightarrow I_{\Delta} = m' L^2$$

• إذا كانت $M = m'$ نعوض في علاقات (I_{Δ}, d, m) فنحصل على قيمها

(1) ساق متجانسة m تهتز حول محور مار من طرفها العلوي

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

(بعد O عن C)

$$d = \frac{L}{2}; \quad d = \overline{OC} \quad \text{تعيين}$$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + md^2; \quad I_{\Delta} \text{ تعيين}$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{12} mL^2 + m \frac{L^2}{4} \xrightarrow{\text{توحيد المقامات}} I_{\Delta} = \frac{1}{3} mL^2$$

$$\xrightarrow{\text{نعوض في الدور}} T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3} mL^2}{mg \frac{L}{2}}}$$

$$\xrightarrow{\text{نختصر } \pi = \sqrt{g}} T_0 = 2\sqrt{\frac{2}{3}} L \quad \text{الدور بدلالة طول الساق}$$

• ملاحظة: قد يعطينا الدور الخاص ويطلب طول الساق

نحل بنفس الطريقة ومن علاقة الدور الخاص نعزل

طول الساق L :

$$T_0 = 2\sqrt{\frac{2}{3}} L \xrightarrow{\text{نربع الطرفين}} T_0^2 = 4 \left(\frac{2}{3} L \right) \Rightarrow L = \frac{3T_0^2}{8}$$

(4) ساق مهمة الكتلة تهتز حول محور مار من مركزها ومعلق من طرفها العلوي كتلة نقطية m_1 ومن طرفها السفلي كتلة نقطية m_2

ساق مهمة الكتلة: ($M_{\text{ساق}} = 0$ $I_{\Delta/c} = 0$)

توضيح m_1 تبعد عن O مسافة $r_1 = \frac{L}{2}$

m_2 تبعد عن O مسافة $r_2 = \frac{L}{2}$

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

تعيين I_{Δ} حسب جملة: $I_{\Delta \text{ جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = 0 + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \xrightarrow{r_1=r_2=\frac{L}{2}}$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = m_1 \frac{L^2}{4} + m_2 \frac{L^2}{4} \Rightarrow I_{\Delta \text{ جملة}} = \frac{L^2}{4} (m_1 + m_2)$$

تعيين جملة m : $m_{\text{جملة}} = M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2$

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2 \cdot \frac{L}{2} - m_1 \cdot \frac{L}{2}}{m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$$

$$\xrightarrow{r_1=r_2=\frac{L}{2}} d = \frac{m_2 \frac{L}{2} - m_1 \frac{L}{2}}{m_{\text{جملة}}}$$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم

(جملة $I_{\Delta} \cdot d \cdot m$) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

(3) ساق متجانسة M تهتز حول محور مار من منتصفها

ومعلق بنهايتها السفلية كتلة نقطية m'

توضيح m' تبعد عن O مسافة $r' = \frac{L}{2}$

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

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + \text{كتلة } I_{\Delta/m'} = \frac{1}{12} ML^2 + m' r'^2 \xrightarrow{r'=\frac{L}{2}}$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{12} ML^2 + m' \frac{L^2}{4}$$

تعيين d : $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{Mr + m'r'}{M + m'}$

$$\xrightarrow{r=0, r'=\frac{L}{2}} d = \frac{m' \frac{L}{2}}{M + m'}$$

تعيين جملة m : $m = M + m'$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم

(جملة $I_{\Delta} \cdot d \cdot m$) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

● ملاحظة: إذا كانت $M = m'$ نعوض في علاقات (جملة $I_{\Delta} \cdot d \cdot m$) فنحصل

تعيين جملة m : $m = M + m' = 2M$

$$d = \frac{m' \frac{L}{2}}{M + m'} = \frac{m' \frac{L}{2} M, m'}{2M} \xrightarrow{\text{نختصر } m', m'} d = \frac{L}{4}$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{12} ML^2 + m' \frac{L^2}{4} \xrightarrow{\text{توحيد المقامات } L^2} I_{\Delta} = \frac{1}{3} ML^2$$

(6) ساق مهمة الكتلة تهتز حول محور مار من طرفها العلوي مثبت في منتصفها كتلة نقطية m_1 ومن طرفها السفلي كتلة نقطية m_2

ساق مهمة الكتلة: ($M_{\text{ساق}} = 0$ $I_{\Delta/c} = 0$)

توضيح m_1 تبعد عن O مسافة $r_1 = \frac{L}{2}$

m_2 تبعد عن O مسافة $r_2 = L$

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

تعيين I_{Δ} حسب جملة: $I_{\Delta \text{ جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

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

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = m_1 \frac{L^2}{4} + m_2 L^2 \Rightarrow I_{\Delta \text{ جملة}} = L^2 \left(\frac{m_1}{4} + m_2 \right)$$

تعيين جملة m : $m_{\text{جملة}} = M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2$

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2 r_2 + m_1 r_1}{m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$$

$$\xrightarrow{(r_1=\frac{L}{2}, r_2=L)} d = \frac{m_2 L + m_1 \frac{L}{2}}{m_{\text{جملة}}}$$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم

(جملة $I_{\Delta} \cdot d \cdot m$) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

(5) ساق مهمة الكتلة تهتز حول محور مار من نقطة تبعد $\frac{L}{3}$ عن طرفها العلوي المعلق عنده كتلة نقطية m_1 ونعلق من طرفها السفلي كتلة نقطية m_2

ساق مهمة الكتلة: ($M_{\text{ساق}} = 0$ $I_{\Delta/c} = 0$)

توضيح m_1 تبعد عن O مسافة $r_1 = \frac{L}{3}$

m_2 تبعد عن O مسافة $r_2 = \frac{2L}{3}$

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

تعيين I_{Δ} حسب جملة: $I_{\Delta \text{ جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = 0 + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \xrightarrow{(r_1=\frac{L}{3}, r_2=\frac{2L}{3})}$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = m_1 \frac{L^2}{9} + m_2 \frac{4L^2}{9} \Rightarrow I_{\Delta \text{ جملة}} = \frac{L^2}{9} (m_1 + 4m_2)$$

تعيين جملة m : $m_{\text{جملة}} = M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2$

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2 r_2 - m_1 r_1}{m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$$

$$\xrightarrow{(r_1=\frac{L}{3}, r_2=\frac{2L}{3})} d = \frac{m_2 \frac{2L}{3} - m_1 \frac{L}{3}}{m_{\text{جملة}}}$$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم

ونعوضها في علاقة الدور الخاص

● أعد هذه المسألة من أجل معطيات أخرى:

ساق مهمة الكتلة تهتز حول محور مار من نقطة تبعد $\frac{L}{4}$ عن طرفها العلوي المعلق عنده كتلة نقطية m_1 ومن طرفها السفلي كتلة نقطية m_2

المسألة رقم «2» النواس الثقلي المركب . النواس الفتل [ساق]

يتألف نواس ثقلي من ساق متجانسة مهمله الكتلة ($L = 1m$) تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية ($m_1 = 400g$) وفي نهايتها السفلية كتلة نقطية ($m_2 = 600g$) نجعلها شاقولية لتتهتز حول محور ثابت عمودي على مستويها ومار من منتصفها ($\pi^2 = 10$)

$$(M_{\text{ساق}} = 0 \quad I_{\Delta/c} = 0) : \text{ساق مهمله الكتلة} . m_2 = 600g \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-1} = \frac{6}{10} kg . m_1 = 400g \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-1} = \frac{4}{10} kg$$

(1) احسب دور اهتزازاتها صغيرة السعة:

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

تعيين I_{Δ} حسب جملة: $I_{\Delta \text{ جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = 0 + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \quad r_1 = r_2 = \frac{L}{2}$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = m_1 \frac{L^2}{4} + m_2 \frac{L^2}{4} = (m_1 + m_2) \frac{L^2}{4}$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = \left(\frac{4}{10} + \frac{6}{10}\right) \frac{1}{4} = \frac{10}{10} \times \frac{1}{4} \Rightarrow I_{\Delta} = \frac{1}{4} kg.m^2$$

$$m_{\text{جملة}} = M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2 = 0 + \frac{4}{10} + \frac{6}{10} \Rightarrow m_{\text{جملة}} = \frac{10}{10} = 1kg$$

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2 r_2 - m_1 r_1}{M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2} = \frac{m_2 \frac{L}{2} - m_1 \frac{L}{2}}{m_{\text{جملة}}}$$

$$d = \frac{\frac{6}{10} \times \frac{1}{2} - \frac{4}{10} \times \frac{1}{2}}{1} = \frac{3}{10} - \frac{2}{10} \Rightarrow d = \frac{1}{10} m$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{4}}{1 \times 10 \times \frac{1}{10}}} = 2\pi \times \frac{1}{2} \Rightarrow T_0 = \pi \text{ sec}$$
 نعوض كل القيم:



(2) احسب طول النواس البسيط الموافت لهذا النواس .

$$\text{مركب } T_0' = T_0 \text{ بسيط}$$

$$2\pi \sqrt{\frac{L'}{g}} = \pi$$

$$\Rightarrow 2 \sqrt{\frac{L'}{10}} = 1$$

$$\Rightarrow 4 \times \frac{L'}{10} = 1 \Rightarrow L' = \frac{10}{4}$$

$$\text{وهذا هو طول النواس البسيط الموافت } L' = 2.5(m)$$

التجميع

(3) نزيح الجملة عن وضع توازنها الشاقولي زاوية θ_{max} ونتركها دون سرعة ابتدائية .

(c) استنتج العلاقة المحددة للزاوية θ_{max} لحظة مرورها بوضع التوازن الشاقولي ثم احسب قيمتها علماً أن ($\omega = 2\sqrt{2} \text{ rad.s}^{-1}$)

$\omega = 2\sqrt{2} \text{ rad.s}^{-1}$, $\theta_{max} = ?$
نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول: لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \bar{W}_{F_{1 \rightarrow 2}} = \Delta E_K$$

$$W_{\bar{R}} + W_{\bar{W}} = E_k - E_{K_0}$$

$$W_{\bar{W}} = E_k \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2$$

$$h = d(1 - \cos \theta_{max}) \Rightarrow mgd(1 - \cos \theta_{max}) = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2$$

$$(1 - \cos \theta_{max}) = \frac{\frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2}{mgd} \Rightarrow \cos \theta_{max} = 1 - \frac{\frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2}{mgd}$$

نأخذ قيم كل من d , I_{Δ} , m من طلب الدور :

$$\left(I_{\Delta} = \frac{1}{4} kg.m^2 \text{ و } d = \frac{1}{10} m \text{ و } m_{\text{جملة}} = 1kg \right)$$

$$\omega = 2\sqrt{2} \text{ rad.s}^{-1} \Rightarrow \omega^2 = 8 : \text{من الفرض}$$

$$\cos \theta_{max} = 1 - \frac{\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 8}{1 \times 10 \times \frac{1}{10}} = 1 - 1 = 0$$

$$\cos \theta_{max} = 0 \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

(a) استنتج العلاقة المحدد للسرعة الزاوية لحظة مرورها بوضع التوازن الشاقولي ثم احسب قيمتها علماً أن ($\theta_{max} = 60^\circ$)

$$\theta_{max} = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad} , \omega = ?$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول: لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \bar{W}_{F_{1 \rightarrow 2}} = \Delta E_K$$

$$W_{\bar{R}} + W_{\bar{W}} = E_k - E_{K_0}$$

$$W_{\bar{W}} = E_k \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{mgh}{\frac{1}{2} I_{\Delta}} \xrightarrow{h=d(1-\cos \theta_{max})} \omega = \sqrt{\frac{2mgd[1-\cos \theta_{max}]}{I_{\Delta}}}$$

نأخذ قيم كل من d , I_{Δ} , m من طلب الدور

$$\left(I_{\Delta} = \frac{1}{4} kg.m^2 \text{ و } d = \frac{1}{10} m \text{ و } m_{\text{جملة}} = 1kg \right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 1 \times 10 \times \frac{1}{10} \left[1 - \frac{1}{2} \right]}{\frac{1}{4}}} \Rightarrow \omega = 2 \text{ rad.s}^{-1}$$

(b) احسب قيمة السرعة الخطية لكل من مركز العطالة وإحدى الكتلتين

السرعة الخطية: $v = \omega . r$

$$\text{لإحدى الكتلتين} \Rightarrow r = \frac{L}{2} \Rightarrow v = \omega . \frac{L}{2} = 2 . \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow v = 1 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{لمركز العطالة} \Rightarrow r = d \Rightarrow v = \omega . d = 2 . \frac{1}{10} = \frac{1}{5} \Rightarrow v = \frac{1}{5} \text{ m.s}^{-1}$$

(4) نأخذ الساق فقط ونعلقها من منتصفها بسلك قتل شاقولي ثابت فتلته ($K = 0, 1m. N. rad^{-1}$) ونثبت على طرفي الساق كتلتين نقطيتين ($m_1 = m_2 = 50g$) ونحرف الساق عن وضع توازنها الأفقي بزاوية (60°) ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة ($t = 0$) فتتهتز بحركة جيبية دورانية ($\pi^2 = 10$) والمطلوب:

(a) احسب دورها الخاص.

$$m_1 = m_2 = 50g = 5 \times 10^{-2}kg, K = 10^{-1} m. N. rad^{-1}$$



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

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = I_{\Delta \text{ ساق}} + 2I_{\Delta m_1}$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = 0 + 2I_{\Delta m_1}$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = 2m_1 r_1^2 \quad r_1 = r_2 = \frac{L}{2} \Rightarrow I_{\Delta \text{ جملة}} = 2m_1 \frac{L^2}{4}$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = 2 \times 5 \times 10^{-2} \times \frac{1}{4} \Rightarrow I_{\Delta \text{ جملة}} = \frac{1}{4} \times 10^{-1} kg. m^2$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \times 10^{-1}}{10^{-1}}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{4}} = 2\pi \frac{1}{2} \Rightarrow T_0 = \pi \text{ sec}$$

ملاحظة: قد يعطينا قيمة الدور الخاص T_0 ويطلب حساب طول الساق L :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta \text{ جملة}}}{K}} = 2\pi \sqrt{\frac{2m_1 \frac{L^2}{4}}{K}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2m_1 L^2}{4K}}$$

$$T_0^2 = 4\pi^2 \left(\frac{2m_1 L^2}{4K} \right) \Rightarrow L^2 = \frac{4K T_0^2}{4\pi^2 (2m_1)}$$

$$L = \sqrt{\frac{K T_0^2}{\pi^2 (2m_1)}}$$

(b) استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.

$$\bar{\theta} = \theta_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

تعيين الثوابت $\bar{\varphi}$, ω_0 , θ_{max}

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{\pi} \Rightarrow \omega_0 = 2 \text{ rad. s}^{-1}$$

$$\theta = \theta_{max} \Rightarrow \text{تركت دون سرعة ابتدائية}$$

$$\theta = +\theta_{max}, t = 0 \Rightarrow \text{حساب } \bar{\varphi} \text{ من شروط البدء:}$$

$$\theta_{max} = \theta_{max} \cos \bar{\varphi} \Rightarrow \cos \bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0$$

$$\theta = \frac{\pi}{3} \cos 2t \text{ (rad)}$$

(c) أحسب الطاقة الكامنة في وضع مطاله الزاوي $\theta = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$ ثم أحسب

الطاقة الحركية عندئذ

$$E_p = \frac{1}{2} k \theta^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-1} \times \frac{\pi^2}{36} = \frac{1}{72} J$$

الطاقة الحركية: من فرق الطاقات

$$E = E_p + E_k \Rightarrow E_k = E - E_p$$

$$E_k = \frac{1}{2} k \theta_{max}^2 - \frac{1}{2} k \theta^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} K [\theta_{max}^2 - \theta^2]$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 10^{-1} \left[\frac{\pi^2}{9} - \frac{\pi^2}{36} \right]$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 10^{-1} \left[\frac{4\pi^2}{36} - \frac{\pi^2}{36} \right]$$

$$E_k = \frac{3}{72} J$$

نستطيع حساب E_k فوراً

$$E_k = E - E_p$$

إذا علمت قيم E و E_p

(d) احسب التسارع الزاوي للساق في وضع تصنع فيه زاوية قدرها

$$\theta = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

$$\bar{\alpha} = -\omega_0^2 \bar{\theta}$$

$$\alpha = -4 \times \left(-\frac{\pi}{4} \right) \Rightarrow \alpha = \pi \text{ rad. s}^{-2}$$

(e) احسب قيمة السرعة الزاوية لحظة مرور الساق بوضع التوازن للمرة

الأولى. تابع السرعة الزاوية: $\bar{\omega} = -\omega_0 \theta_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

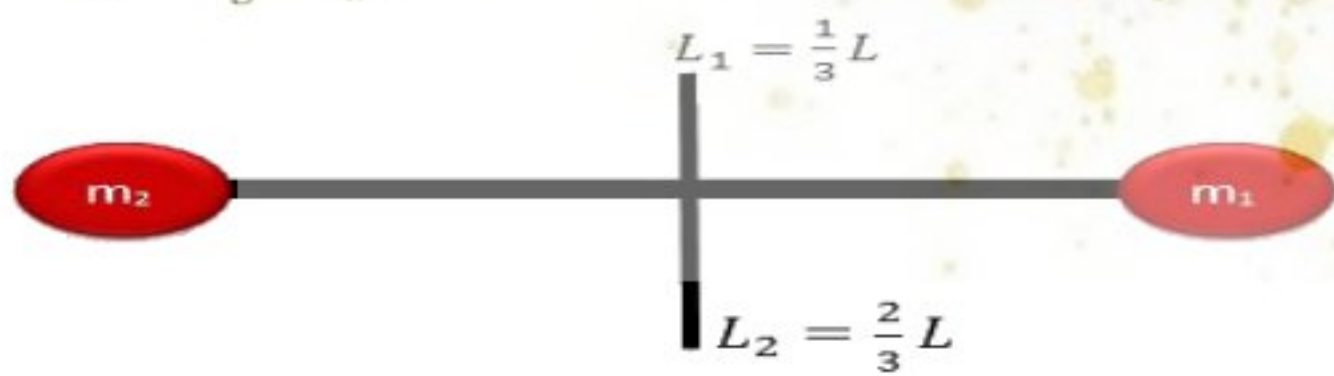
نحسب زمن المرور الأول للساق بوضع التوازن: $t_1 = \frac{T_0}{4} = \frac{\pi}{4} \text{ sec}$

$$\bar{\omega} = -2 \times \frac{\pi}{3} \sin\left(2 \times \frac{\pi}{4} + 0\right) \Rightarrow \bar{\omega} = -2 \times \frac{\pi}{3} \text{ rad. s}^{-1}$$

(6) نقسم سلك القتل إلى قسمين أحدهما ($L_1 = \frac{1}{3}L$) والآخر ($L_2 = \frac{2}{3}L$) ونعلق

الساق من منتصفها بجزأي السلك معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل، احسب الدور الجديد للجملة.

السلك الأول $L_1 = \frac{1}{3}L$ ، السلك الثاني $L_2 = \frac{2}{3}L$



$$K_1 = k \frac{(2r)^4}{L_1} = k' \frac{(2r)^4}{\frac{1}{3}L} \Rightarrow K_1 = 3 \left(k' \frac{(2r)^4}{L} \right) \Rightarrow K_1 = 3K$$

$$K_2 = k \frac{(2r)^4}{L_2} = k' \frac{(2r)^4}{\frac{2}{3}L} \Rightarrow K_2 = \frac{3}{2} \left(k' \frac{(2r)^4}{L} \right) \Rightarrow K_2 = \frac{3}{2}K$$

$$K_{\text{جملة}} = K_1 + K_2 = 3K + \frac{3}{2}K = \frac{6}{2}K + \frac{3}{2}K \Rightarrow K_{\text{جملة}} = \frac{9}{2}K$$

$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{K_{\text{جملة}}}} \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{\frac{9}{2}K}} \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{2}{9}} \times \frac{I_{\Delta}}{K}$$

$$T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3} \left(2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{K}} \right) \Rightarrow T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3} T_0 \Rightarrow T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3} \pi \text{ sec}$$

(5) نجعل طول سلك القتل ضعفي ما كان عليه احسب قيمة الدور الجديد للجملة.

فرضاً: $L_2 = 2L_1$

$$T_{01} = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{K_1}} \quad T_{02} = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{K_2}} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_{02} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} \\ T_{01} \end{array} \right. \quad (*)$$

$$K_1 = k' \frac{(2r)^4}{L_1} \quad K_2 = k' \frac{(2r)^4}{L_2} \quad \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{L_2}{L_1} \frac{L_2 = 2L_1}{K_2} \Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{2L_1}{L_1} = 2 \\ K_2 \end{array} \right.$$

نعوض في (*):

$$\frac{T_{02}}{T_{01}} = \sqrt{2} \Rightarrow T_{02} = \sqrt{2} T_{01} \Rightarrow T_{02} = \pi \sqrt{2} \text{ sec}$$

المسألة رقم «3» النواس الثقلي المركب . النواس الفتل [قرص]

(A) يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس نصف قطره $(r = \frac{1}{6}m)$ يمكنه أن ينوس في مستوي شاقولي حول محور أفقي عمودي على مستويه ومار من نقطة على محيطه . نزيح القرص عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية (60°) ونتركه دون سرعة ابتدائية علماً أن عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه $(I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2)$ $(\pi^2 = 10)$ والمطلوب:

(1) احسب الدور الخاص للاهتزاز

(2) استنتج العلاقة المحددة للسرعة الزاوية للقرص عند المرور بالشاقول، ثم احسب قيمتها واحسب السرعة الخطية لمركز عطالته .

 $\theta_{max} = 60^\circ = \frac{\pi}{3} rad > 0,24 rad$ (الزوايا الشهيرة ساعاتاً كبيرة)ساعات كبيرة: الدور بحالة الساعات الكبيرة: Δ

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

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

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + md^2$$

$$d = r$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{2}mr^2 + mr^2 \Rightarrow I_{\Delta} = \frac{3}{2}mr^2$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{m \times 10 \times r}} \Rightarrow T_0 = 2\sqrt{\frac{3}{2}}r = 2\sqrt{\frac{3}{2}} \times \frac{1}{6}$$

الدور بحالة الساعات الصغيرة: $T_0 = 1 \text{ sec}$ نعوض للساعات الكبيرة

$$T_0' = 1 \left[1 + \frac{\pi^2}{16} \right] = 1 + \frac{10}{144} = \frac{144}{144} + \frac{10}{144} \Rightarrow T_0' = \frac{154}{144} \text{ sec}$$

إضافي: احسب كتلة القرص إذا فرضنا أن عزم عطالة القرص حول

محور أفقي مار من مركزه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{24} \text{ kgm}^2$ من قانون $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \Rightarrow \frac{1}{24} = \frac{1}{2} \times m \times \frac{1}{36}$ نجد:

$$m = 3 \text{ kg}$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول: لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$ الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \bar{w} \bar{r}_{1 \rightarrow 2} = \Delta E_K$$

$$W_{\bar{R}} + W_{\bar{w}} = E_k - E_{k0}$$

$$W_{\bar{w}} = E_k$$

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

$$h = d[1 - \cos\theta_{max}]$$

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

$$\omega^2 = \frac{mgh}{\frac{1}{2}I_{\Delta}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2mgh[1 - \cos\theta_{max}]}{I_{\Delta}}}$$

نأخذ I_{Δ} و d من طلب الدور: $(I_{\Delta} = \frac{3}{2}mr^2, d = r)$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mgr[1 - \cos\theta_{max}]}{\frac{3}{2}mr^2}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 10 \left[1 - \frac{1}{2} \right]}{\frac{3}{2} \times \frac{1}{2} \times 6}} = \sqrt{40} = 2\sqrt{10} \Rightarrow \text{السرعة الزاوية } \omega = 2\pi \text{ rad. s}^{-1}$$

$$v = \omega \cdot r = 2\pi \times \frac{1}{6} \Rightarrow v = \frac{\pi}{3} \text{ m. s}^{-1}$$

(B) نثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية (m') مساوية لكتلة القرص (m) ونجعله يهتز حول محور أفقي مار من مركزه .

(2) احسب طول النواس البسيط الموافق لهذا النواس .

(1) احسب الدور الخاص للجملة من أجل الساعات الصغيرة .

مركب $T_0 = T_0$ بسيط

$$2\pi \sqrt{\frac{L'}{g}} = 1$$

$$\Rightarrow 2\pi \sqrt{\frac{L'}{10}}$$

$$2\sqrt{L'} = 1$$

$$\sqrt{L'} = \frac{1}{2} \Rightarrow \text{تربيع الطرفين}$$

$$\Rightarrow L' = \frac{1}{4}m$$

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

كتلة جملة $I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m'}$ قرص

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

نوحده المقامات حيث $(m = m')$ فرضاً

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

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m'r}{m_{قرص} + m'} = \frac{m'r}{2m'} \Rightarrow d = \frac{r}{2}$$

$$m_{جملة} = m_{قرص} + m' \Rightarrow m_{جملة} = 2m$$

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

$$\xrightarrow{\text{الدور بدلالة نصف القطر}} T_0 = 2\sqrt{\frac{3}{2}}r$$

$$T_0 = 2\sqrt{\frac{3}{2}} \times \frac{1}{6} \Rightarrow T_0 = 1 \text{ sec}$$

3) نزع القرص عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية (θ_{max}) ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية للكتلة النقطية $v = \frac{\sqrt{2}\pi}{3} m \cdot s^{-1}$ لحظة المرور بالشاقول ، احسب قيمة السعة الزاوية θ_{max} علماً أن $\theta_{max} > 0,24 \text{ rad}$

$$d = \frac{r}{2} \Rightarrow h = \frac{r}{2} [1 - \cos\theta_{max}]$$

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

$$v = \omega \cdot r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \omega^2 = \frac{v^2}{r^2}$$

نعوض كل الرموز في العلاقة (*)

$$2mg \frac{r}{2} [1 - \cos\theta_{max}] = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} mr^2 \frac{v^2}{r^2}$$

$$gr[1 - \cos\theta_{max}] = \frac{3}{4} v^2 \Rightarrow [1 - \cos\theta_{max}] = \frac{\frac{3}{4} v^2}{gr}$$

$$[1 - \cos\theta_{max}] = \frac{\frac{3 \times 2\pi^2}{4 \times 9}}{10 \times \frac{1}{6}}$$

$$1 - \cos\theta_{max} = 1 \Rightarrow \cos\theta_{max} = 0 \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:
الوضع الأول : لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$
الوضع الثاني : لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \bar{W}_{F_{1 \rightarrow 2}} = \Delta E_K$$

$$W_{\bar{R}} + W_{\bar{w}} = E_k - E_{K_0}$$

دون سرعة ابتدائية $E_{K_0} = 0$
نقطة تأثيرها لا تنتقل $W_{\bar{R}} = 0$
 $W_{\bar{w}} = E_k$

$$mgh = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2 \quad (*)$$

$$h = d[1 - \cos\theta_{max}]$$

نأخذ كل الرموز من طلب الدور السابق (مع كتلة) : $m_{جملة} = 2m$

C نزيل الكتلة النقطية ونعلق القرص من مركزه بسلك فتل مكوناً نواس فتل ، وندير القرص أفقياً حول السلك بمقدار نصف دورة ونتركه دون سرعة ابتدائية معتبراً مبدأ الزمن لحظة تركه في المطال الأعظمي الموجب بدور يساوي $T_0 = 4 \text{ sec}$ فإذا علمت أن عزم عطالة هذا القرص حول السلك $I_{\Delta/C} = 0,01 \text{ kg} \cdot m^2$ ($\pi^2 = 10$)

2) استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام .

1) احسب قيمة كتلة القرص علماً أن عزم عطالة القرص حول محور

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

نحسب الكتلة من قانون عزم العطالة المعطى : $I_{\Delta} = \frac{1}{2} mr^2$

$$m = ? , I_{\Delta} = 10^{-2} \text{ kg} \cdot m^2 , r = \frac{1}{6} m$$

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

$$\Rightarrow 10^{-2} = \frac{1}{2} m \frac{1}{36} \Rightarrow 10^{-2} = \frac{1}{72} m$$

$$\Rightarrow m = 72 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$\bar{\theta} = \theta_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

تعيين الثوابت $\bar{\varphi}$, ω_0 , θ_{max}

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} \Rightarrow \omega_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

$$\theta + \theta_{max} = \pi \text{ rad} \quad (\text{نصف دورة موجب (نصف دورة)})$$

ملاحظة
دورة كاملة $\theta = 2\pi \text{ rad}$ ، نصف دورة $\theta = \pi \text{ rad}$ ، ربع دورة $\theta = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

تعيين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء : $t = 0$, $\theta = +\theta_{max}$

$$+\theta_{max} = \theta_{max} \cos\bar{\varphi} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0$$

$$\bar{\theta} = \pi \cos \frac{\pi}{2} t (\text{rad})$$

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام :

4) احسب التسارع الزاوي للقرص لحظة مروره بوضع ($\theta = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$)

3) احسب السرعة الزاوية العظمى للقرص (طويلة)

$$\alpha = ?$$

$$\bar{\alpha} = -\omega_0^2 \bar{\theta}$$

$$\bar{\alpha} = -\frac{\pi^2}{4} \cdot \left(-\frac{\pi}{2}\right) = +\frac{10\pi}{8} \Rightarrow \alpha = 5 \frac{\pi}{4} \text{ rad} \cdot s^{-2}$$

$$|\omega_{max}| = \omega_0 \theta_{max}$$

$$\omega_{max} = \frac{\pi}{2} \times \pi = \frac{\pi^2}{2} = \frac{10}{2}$$

$$\Rightarrow \omega_{max} = 5 \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

6) احسب الطاقة الميكانيكية للقرص عند المرور في وضع توازنه.

5) احسب قيمة ثابت فتل السلك :

طريقة (1) : عند المرور بوضع التوازن : $\theta = 0 \Leftrightarrow E_p = 0 \Leftrightarrow E = E_k$

$$E = E_k = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2$$

$$\omega = \omega_{max} = 5 \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times 25 \Rightarrow E = 12,5 \times 10^{-2} \text{ J}$$

طريقة (2) : قانون الطاقة الميكانيكية : $E = \frac{1}{2} K \theta_{max}^2$

$$E = \frac{1}{2} \times 25 \times 10^{-3} \times \pi^2 \Rightarrow E = 12,5 \times 10^{-2} \text{ J}$$

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

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

$$k = 4\pi^2 \frac{I_{\Delta}}{T_0^2} = 4 \times 10 \times \frac{10^{-2}}{16} = \frac{1}{4} \times 10^{-1}$$

$$\Rightarrow k = 25 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$

النواس الثقلي البسيط

(D) يتألف نواس ثقلي بسيط من كرة صغيرة كتلتها (100g) معلقة بخيط خفيف طوله (L=1m)

نزح هذا النواس عن وضع توازنه الشاقولي ($\theta_{MAX}=60^\circ$) وتركه دون سرعة ابتدائية:

(1) أحسب دور هذا النواس في مكان تبلغ فيه قيمة حقل الجاذبية

$$(g=10m/s^2) (\pi = \sqrt{10})$$

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

بما أن السعة كبيرة تقوم أولاً بحساب الدور بحالة السعات الصغيرة ومن ثم نعوضه في قانون الدور من أجل السعات الكبيرة

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{10}} = 2(s)$$

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

$$T_0' = 2 \left[1 + \frac{\pi^2}{16} \right]$$

$$T_0' = 2 \left[1 + \frac{10}{144} \right]$$

$$T_0' = 2 \left[\frac{144}{144} + \frac{10}{144} \right] = 2 \times \frac{154}{144}$$

$$T_0' = \frac{154}{72} = 2.14(sec)$$

(2) استنتج العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرور

الشاقول ثم أحسب قيمتها

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين :

الأول: لحظة تركه دون سرعة ابتدائية في الوضع $\theta = \theta_{max}$ الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \overline{W_F} = \Delta E_K$$

$$\overline{W_T} + \overline{W_w} = E_K - E_{K_0}$$

بدون سرعة ابتدائية θ لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة

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

$$h = L[1 - \cos\theta_{max}]$$

$$mgL[1 - \cos\theta_{max}] = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v^2 = 2gL[1 - \cos\theta_{max}]$$

$$v = \sqrt{2gL[1 - \cos\theta_{max}]}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot (1 - \frac{1}{2})} = \sqrt{10} \Rightarrow v = \pi(m.s^{-1})$$

(3) استنتج العلاقة المحددة لتوتر السلك لحظة المرور بالشاقول ثم

أحسب قيمتها

(4) على فرض أننا أزلنا الكرة إلى مستوي أفقي يرتفع $h = 1m$ عن المستوي

الأفقي المار منها وهي في موضع توازنها الشاقولي ليصنع خيط النواس مع

الشاقول زاوية θ ونتركها دون سرعة ابتدائية والمطلوب :

a. استنتج العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة المرور بالشاقول ثم أحسب قيمتها

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين :

الأول: لحظة تركه دون سرعة ابتدائية في الوضع $\theta = \theta_{max}$ الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \overline{W_F} = \Delta E_K$$

$$\overline{W_T} + \overline{W_w} = E_K - E_{K_0}$$

 θ بدون سرعة ابتدائية لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة

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

$$v^2 = 2gh \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \times 10 \times 1} = 2\sqrt{5}m.s^{-1}$$

b. أحسب قيمة الزاوية θ

$$h = L[1 - \cos\theta_{max}] \Rightarrow h = L - L\cos\theta_{max}$$

$$\Rightarrow \cos\theta_{max} = \frac{L-h}{L} = \frac{1-1}{1} = 0 \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{2}rad$$

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: كرة النواس

القوى الخارجية المؤثرة في كرة النواس قوة ثقل الكرة \vec{W} وقوة توتر الخيط \vec{T}

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك

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

$$\vec{W} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}$$

ياسقاط طرفي العلاقة على حامل \vec{T} (n' الناظم) نجد

$$-W + T = m \cdot a_c$$

مسقط التسارع على الناظم هو تسارع ناظمي $a_c = \frac{v^2}{r}$

$$T = w + ma_c$$

$$T = mg + m \frac{v^2}{r}$$

$$T = m \left(g + \frac{v^2}{L} \right)$$

$$T = 10^{-1} \left(10 + \frac{10}{1} \right) \Rightarrow T = 2N$$

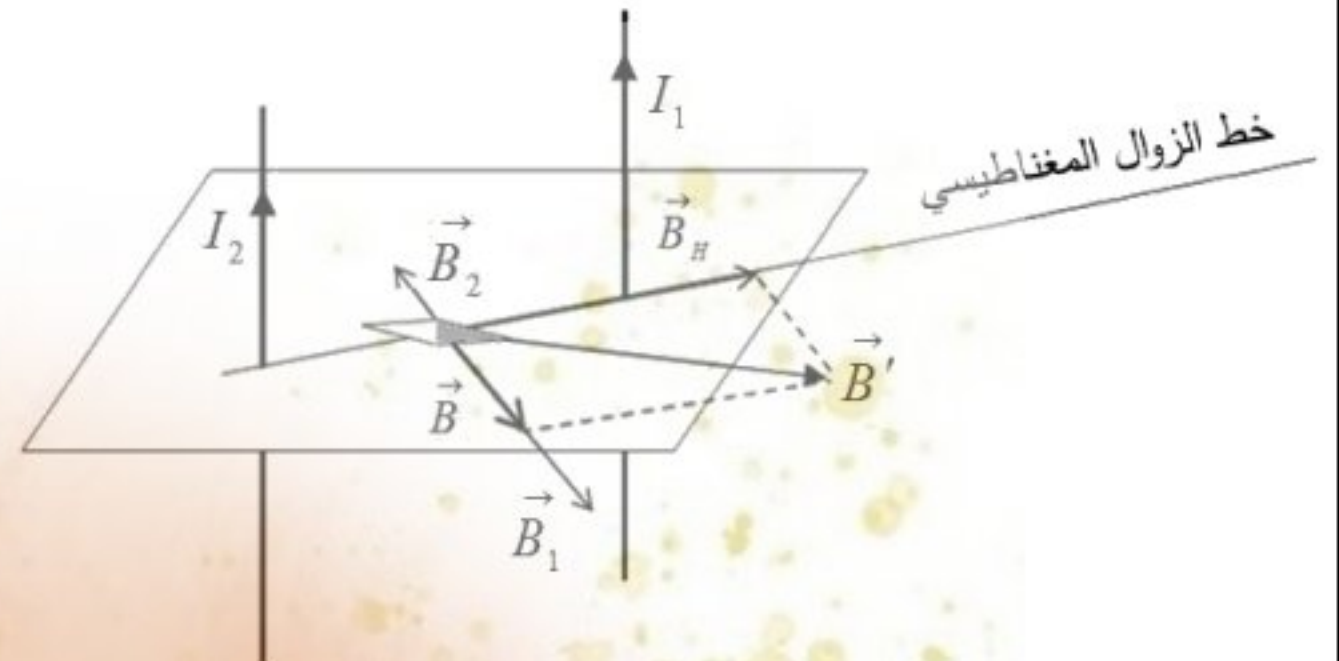


المسألة رقم 4 مغناطيسية + كهربائية

(A) نضع في مستوي الزوال المغناطيسي سلكين نحاسيين طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (C1, C2) عن بعضهما مسافة (d = 40 cm) ، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة (C) منتصف المسافة C1, C2 يمر في السلك الأول تيار كهربائياً شدته (I1 = 3A) وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته (I2 = 1A) وبجهد واحدة

(1) احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة (C) موضحاً ذلك بالرسم

$$d = 40 \times 10^{-2} (m) \quad I_1 = 3(A) \quad I_2 = 1(A)$$



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

وبما أن \vec{B}_1, \vec{B}_2 على حامل واحد وبجهتين متعاكستين فالمحصلة حاصل طرحهما يكون : $B = B_1 - B_2$

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1} - 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2}$$

$$B = \frac{2 \times 10^{-7}}{d_1} (I_1 - I_2)$$

$$B = \frac{2 \times 10^{-7}}{20 \times 10^{-2}} [3 - 1] = 2 \times 10^{-6} (T)$$

(2) حدد النقطة الواقعة بين السلكين التي تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين وهل يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين؟ وضع إجابتك.

تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين $B_{\text{كي}} = B_1 - B_2 = 0$

$$B_1 = B_2 \Rightarrow 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \Rightarrow$$

$$\frac{d = d_1 + d_2 \Rightarrow d_2 = d - d_1}{d_1} \Rightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{(d - d_1)} \Rightarrow I_2 d_1 = I_1 (d - d_1)$$

$$I_2 d_1 = I_1 d - I_1 d_1 \Rightarrow I_2 d_1 + I_1 d_1 = I_1 d$$

$$d_1 (I_2 + I_1) = I_1 d \Rightarrow d_1 = \frac{I_1 d}{(I_2 + I_1)}$$

$$d_1 = \frac{3 \times 40 \times 10^{-2}}{(1+3)} = 3 \times 10^{-1} m$$

أي النقطة التي تنعدم عندها شدة الحقل المتولد هي نقطة واقعة بين

$$d_1 = 3 \times 10^{-1} m$$

السلكين وتبعد عن السلك الأول مسافة $d_1 = 3 \times 10^{-1} m$ لا يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة تقع خارج السلكين لأن الحقلين على حامل واحد وبجهد واحدة بالنسبة لنقطة تقع خارج السلكين

(3) احسب شدة القوة الكهروستاتيكية التي يؤثر فيها أحد السلكين على طول 5cm من السلك الآخر.

قوة التأثير المتبادل (قوة تأثير أحد السلكين على السلك الآخر)

$$F = I_1 \ell B_2 \sin \theta = I_1 \ell (2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d})$$

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2 I_1}{d} L$$

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{1 \times 3 \times 5 \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-2}} \Rightarrow F = 75 \times 10^{-9} N$$

(4) نأخذ أحد الأسلاك والذي طوله (l' = 16π m) ونشكل منه وشيعة طولها l = 16 cm نصف قطرها (r = 8 cm) ونضع هذه الوشيعة في مستوي الزوال المغناطيسي ونمرر تيار شدته I = 8/π × 10⁻² A

$$l' = 16\pi (m^2) \quad I = \frac{8}{\pi} \times 10^{-2} (A) \quad r = 8 \times 10^{-2} (m)$$

a. احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{L}$$

لوطالب طول سلك الوشيعة :

$$L' = N \cdot 2\pi r$$

$$\frac{L' \text{ طول السلك}}{2\pi r \text{ محيط اللفة الواحدة}} = N \text{ عدد اللفات}$$

$$N = \frac{16\pi}{2\pi \times 8 \times 10^{-2}} = 100 \text{ لفة}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{100}{16 \times 10^{-2}} \times \frac{8}{\pi} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-5} T$$

b. احسب زاوية انحراف إبرة مغناطيسية في مركز الوشيعة علماً أن شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5} T$

قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة للحقل المغناطيسي الأرضي \vec{B}_H

بعد إمرار التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة الحقلين الأرضي \vec{B}_H

والحقل الناتج عن تيار الوشيعة \vec{B}

$$\tan \theta = \frac{B}{B_H} = \frac{2 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ$$

c. إذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره 8mm لفات متلاصقة. احسب عدد طبقات لفات الوشيعة.

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

عدد اللفات الكلية لفة 100 N يجب حساب حساب N' :

$$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك اللف}} = \frac{l}{(2r')} = \frac{16 \times 10^{-2}}{8 \times 10^{-3}} = 20 \text{ لفة في الطبقة}$$

$$\text{طبقة 5} = \frac{N}{N'} = \frac{100}{20}$$

d. نضع داخل الوشيعة في مركزها ملف دائري نصف قطره الوسطي 40 cm يتألف من 10 لفة ، بحيث يصنع الناظم على سطح الملف مع محور الوشيعة 60°

احسب التدفق المغناطيسي عبر الملف الناتج عن تيار الوشيعة . واحسب التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف . عند قطع تيار الوشيعة

$$(16\pi = 50)$$

♥ حساب التدفق المغناطيسي : $\Phi = N B S \cos \alpha$

$$N_{\text{ملف}} = 10 \text{ لفة} , B_{\text{وشيعة}} = 2 \times 10^{-5} T , \alpha = 60^\circ$$

$$r = 4 \times 10^{-1} m \Rightarrow S = \pi r^2 = 16\pi \times 10^{-2} m^2 = 50 \times 10^{-2} m^2$$

$$\Phi = N B S \cos \alpha$$

$$\Phi = 10 \times 2 \times 10^{-5} \times 50 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = 5 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

♥ التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي :

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 \Rightarrow \Delta \Phi = N B_2 S \cos \alpha - N B_1 S \cos \alpha$$

$$\text{بوجود تيار الوشيعة } \Rightarrow B_1 = 2 \times 10^{-5} T \Rightarrow \Phi_1 = 5 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

$$\text{عند قطع تيار الوشيعة } \Rightarrow B_2 = 0 \Rightarrow \Phi_2 = 0$$

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0 - 5 \times 10^{-5} = -5 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

ملاحظة : للوشيعة والملف المحور نفسه أي $\alpha = 0$

(B) نجعل من الوشعة اطاراً ونعلق الاطار بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم يوازي مستوي الإطار شدته $(B=0.05T)$ ، ونمرر في الاطار تياراً كهربائياً شدته $(I=0.5A)$ باعتبار $(64\pi=200)$ $(r=8 \times 10^{-2}m \Rightarrow S=\pi r^2=64\pi \times 10^{-4}=200 \times 10^{-4}=2 \times 10^{-2}m^2)$

(1) أحسب عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار

(2) أحسب عمل المزدوجة الكهرومغناطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق ليصبح في حالة توازن مستقر

عمل المزدوجة الكهرومغناطيسية : $W = I \cdot \Delta\phi = I(\phi_2 - \phi_1)$

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

(الوضع السابق) خطوط الحقل توازي مستوي الإطار : $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$

توازن مستقر بعد الدوران $\alpha_2 = 0$

$$W = 100 \times 5 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} (1 - 0)$$

$$W = 5 \times 10^{-2} J$$

$$N=100 \quad I=0.5(A) \quad B=5 \times 10^{-2} T$$

$$S=\pi r^2$$

عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية : $\Gamma_{\Delta} = NI \vec{S} \cdot B \cdot \sin\alpha$

$$\Gamma_{\Delta} = 100 \times 5 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} \times \sin\frac{\pi}{2}$$

$$\Gamma_{\Delta} = 5 \times 10^{-2} (m \cdot N)$$

ملاحظة: أحسب عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الإطار عندما يدور بزواوية $\theta' = 60^\circ$

$$\Gamma_{\Delta} = NISB \cdot \sin\alpha \quad \text{نعوض} \quad \alpha = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

(C) نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله $K = 8 \times 10^{-4} (m \cdot N \cdot rad^{-1})$ حيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيه تيار شدته $(0.8mA)$ فيدور الإطار بزواوية صغيرة (θ') انطلاقاً من شرط التوازن استنتج قيمة هذه الزاوية ، يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي ، ثم أحسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني ، وعند زيادة حساسية المقياس 10 مرات من أجل التيار نفسه ماقيمة ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد .

نحلل $\theta' = ?$

$$\theta' = \frac{NBS}{K} I$$

$$\theta' = \frac{100 \times 5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 8 \times 10^{-4}}{8 \times 10^{-4}} \Rightarrow \theta' = 10^{-1} (rad)$$

حساب قيمة ثابت المقياس الغلفاني : $\theta' = G \cdot I$

$$G = \frac{\theta'}{I} = \frac{10^{-1}}{8 \times 10^{-4}} = 125 \frac{rad}{A}$$

عند زيادة الحساسية عشر مرات ← ينقص K عشر مرات

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{باخذ النسبة} \\ \text{قبل التغيير} \\ \text{بعد التغيير} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} G = \frac{NBS}{K} \\ G' = \frac{NBS}{K'} \end{array} \Rightarrow \frac{G}{G'} = \frac{K'}{K}$$

$$k' = \frac{G}{G'} K \Rightarrow k' = \frac{G}{10G} K$$

$$K' = \frac{K}{10} = \frac{8 \times 10^{-4}}{10} \Rightarrow K' = 8 \times 10^{-5} (m \cdot N \cdot rad^{-1})$$

$$K = 8 \times 10^{-4} (mN \cdot rad^{-1}) \quad I = 8 \times 10^{-1} \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-4} (A)$$

$$B = 5 \times 10^{-2} (T)$$

يخضع الملف إلى عزمين

عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية $\Gamma_{\Delta} = NISB \cdot \sin\alpha$

عزم مزدوجة الفتل (سلك الفتل) $\Gamma' = -k\theta'$

وحتى يتوازن الاطار بعد أن يدور زاوية يكون θ'

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

$$\vec{\Gamma}_{\Delta} + \vec{\Gamma}' = 0$$

$$NISBS \sin\alpha - k\theta' = 0$$

$$NISBS \sin\alpha = k\theta'$$

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

$$\Rightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$$

$$NISB \cos\theta' = k\theta'$$

$$\cos\theta' = 1 \quad \text{زاوية صغيرة}$$

$$NISB = k\theta'$$

(D) نعيد الإطار إلى وضعه قبل تعليقه بسلك الفتل وهو في حالة توازن مستقر ضمن خطوط الحقل المغناطيسي السابق ونصل طرفيه إلى مقياس غلفاني ، ثم نديره حول المحور الشاقولي بزواوية $(\frac{\pi}{2} rad)$ خلال $(0.5s)$ أحسب شدة التيار المتحرض إذا كانت مقاومة سلك الإطار $(R=4\Omega)$ وكمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق باعتبار $(64\pi=200)$

عند وصل الدارة إلى مقياس غلفاني تصبح المسألة (تحرير)

لحساب شدة التيار نحسب أولاً:

القوة الكهربائية التحريضية (نديره أي تغير الزاوية)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{NBS(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

نديره بزواوية $\alpha_2 = \frac{\pi}{2}$ توازن مستقر $\alpha_1 = 0$

$$\varepsilon = -\frac{100 \times 5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times (0-1)}{5 \times 10^{-1}}$$

$$\varepsilon = 64\pi \times 10^{-3} = 0.2 (Volt)$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2 \times 10^{-1}}{4} \Rightarrow i = 5 \times 10^{-2} (A)$$

ملاحظة قد يعطينا شدة التيار المتحرض المتولد ويطلب استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدائرة

$$R = \frac{\varepsilon}{i} \quad \text{الحل: نفس الاستنتاج وبالنهاية تكون علاقة المقاومة الصرفة متحرض}$$

حساب كمية الكهرباء المتحرضة :

$$q = i\Delta t = 5 \times 10^{-2} \times 0.5 = 25 \times 10^{-3} C$$

إضافي: نعيد الإطار إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخله نواة حديدية

عامل انفاذاها $\mu = 50$ احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية

$$\mu = \frac{B_t}{B} \Rightarrow B_t = \mu B = 50 \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow B_t = 2.5 T$$

(E) نستبدل سلك التعليق السابق بمحور شاقولي ثم ندير الإطار بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi}$ Hz ، ضمن خطوط الحقل المغناطيسي السابق المطلوب:

(2) اكتب التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأتية الناشئة في الإطار.

التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأتية:

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t \quad \text{الشكل العام :}$$

$$\varepsilon_{max} = N B s \omega \quad \text{نعين الثوابت :}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{2}{\pi} = 4 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = 100 \times 5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 10^{-4} \times 4$$

$$\varepsilon_{max} = 4 \times 10^{-1} V$$

نعوض الثوابت بالشكل العام : $\bar{\varepsilon} = 4 \times 10^{-1} \sin(4t) \text{ volt}$

(1) استنتج بالرموز العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية

التدفق المغناطيسي Φ الذي يجتاز الإطار وهو في هذه الحالة:

$$\Phi = N s B \cos \alpha$$

السرعة الزاوية للدوران ω ثابتة فإن الزاوية α التي يدورها الملف في زمن قدره t :

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega t$$

نعوض في علاقة التدفق المغناطيسي: $\Phi = N S B \cos \omega t$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة: $\bar{\varepsilon} = -\frac{d\Phi}{dt}$

أي نشتق Φ : $\bar{\varepsilon} = N S B \omega \sin \omega t$

تكون ε عظمى عندما: $\sin \omega t = 1 \Rightarrow \varepsilon_{max} = N S B \omega$

نعوض في علاقة $\bar{\varepsilon}$: نجد علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأتية المتناوبة

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

(4) اكتب التابع الزمني التيار الكهربائي المتحرض اللحظي المار في الإطار. (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

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

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

$$\bar{i} = \frac{4 \times 10^{-1} \sin(4t)}{4}$$

التابع لشدة التيار الكهربائي المتحرض اللحظي:

$$\Rightarrow \bar{i} = 10^{-1} \sin(4t) A$$

(3) عين اللحظتين الأولى و الثانية التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأتية الناشئة معدومة.

معدومة أي: $\bar{\varepsilon} = 0$ نعدهم التابع

$$4 \times 10^{-1} \sin(4t) = 0$$

$$\sin(4t) = 0 \Rightarrow \sin(4t) = \sin(\pi k)$$

$$4t = \pi k \Rightarrow t = \frac{\pi k}{4}$$

لحظة الانعدام الأولى: $k = 0 \Rightarrow t = 0$

لحظة الانعدام الثانية: $k = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{4} \text{ sec}$

ملاحظات

المسألة رقم «5» فعل الحقل المغناطيسي

نجري تجربة السكتين الكهروضوئية حيث تبلغ كتلة الساق الأفقية المستندة على السكتين الأفقيتين والمعتمدة لهما (20 g) وطولها (L = 20 cm) تخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم عمودي على مستوي السكتين ، ويمر في الدارة تيار متواصل شدته (10 A) (10 A) ، $I = 10 A$ ، $L = 20 \times 10^{-2} m$ ، $m = 20 \times 10^{-3} kg$.

(1) أحسب شدة الحقل المغناطيسي لتكون شدة القوة الكهروضوئية مساوية مثلي ثقل الساق .

(2) حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهروضوئية المؤثرة في الساق . وأحسب شدة القوة الكهروضوئية .

نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم الحامل: عمودي على المستوي المحدد

بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي
الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى:
- يخرج التيار من رؤوس الأصابع
- نوجه باطن الكف بجهة الحقل المغناطيسي المنتظم.
- يشير الإبهام لجهة القوة الكهروضوئية وتحقق الأشعة \vec{F} ، \vec{B} ، \vec{L} ثلاثية قائمة

الشدة: $F = ILB \sin \theta$: $\theta = (\vec{L}, \vec{B})$

$F = 10 \times 20 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times 1 \Rightarrow F = 4 \times 10^{-1} N$

(3) أحسب عمل القوة الكهروضوئية المؤثرة في الساق فيما لو انتقلت على السكتين بسرعة ثابتة (0,1 m.s⁻¹) وخلال ثانية واحدة واحسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عن ذلك .

(5) استنتج ثم احسب شدة التيار الواجب إمراره لتبقى الساق ساكنة ضمن الحقل المغناطيسي السابق إذا كانت زاوية إمالة السكتين عن الأفق (30°)

حتى تبقى الساق ساكنة: $\sum \vec{F} = 0$
 $\vec{R} + \vec{F} + \vec{W} = \vec{0}$
بالإسقاط على \vec{xx} نجد:
 $0 + (-F \cos \alpha) + (+W \sin \alpha) = 0$
 $-F \cos \alpha + W \sin \alpha = 0$
 $F \cos \alpha = W \sin \alpha$
 $ILB \cdot \sin \frac{\pi}{2} \cdot \cos \alpha = mg \sin \alpha$
(نحل $I = ?$)
 $I = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{LB \cos \alpha} = \frac{20 \times 10^{-3} \times 10 \times \sin 30}{20 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times \cos 30}$
 $I = 5 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow I = \frac{5}{\sqrt{3}} A$

عمل القوة الكهروضوئية: $W = F \cdot \Delta x$
 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t$
 $W = F \cdot v \cdot \Delta t = 4 \times 10^{-1} \times 10^{-1} \times 1 \Rightarrow W = 4 \times 10^{-2} J$
الاستطاعة الميكانيكية الناتجة:
 $P = \frac{W}{t} = \frac{4 \times 10^{-2}}{1} \Rightarrow W = 4 \times 10^{-2} \text{ Wat}$

(4) نميل السكتين عن الأفق بزاوية α فتزلق الساق دون احتكاك بسرعة ثابتة يبين أنه تنشأ قوة كهروضوئية تعيق حركة الساق عند تحريك الساق بسرعة ثابتة ، عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإن كل إلكترون حر في الساق سيتحرك بهذه السرعة وسطياً ، ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنه يخضع لتأثير القوة مغناطيسية $F = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ ويتأثر هذه القوة بتحرك الإلكترونات الحرة عبر الدارة فيتولد تيار كهربائي متحرض ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فتنشأ القوة الكهروضوئية معاكسة لجهة حركة الساق .

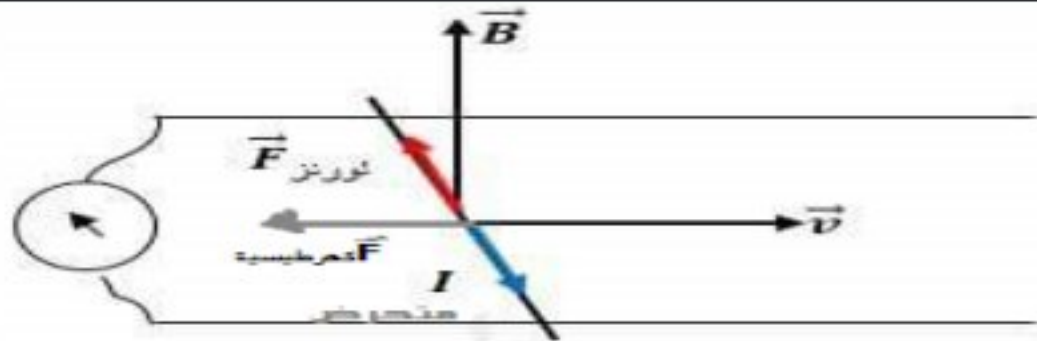
(6) نعيد السكتين إلى حالتها قبل الإمالة بشكل أفقي ونرفع المولد من الدارة السابقة ونستبدله بمقياس غلفاني ونُدحرج الساق بسرعة وسطية ثابتة (0,4 m.s⁻¹) ضمن الحقل المغناطيسي السابق ، استنتج عبارة القوة المحركة الكهربائية التحريضية ثم أحسب قيمتها ، وأحسب شدة التيار المتحرض بافتراض أن المقاومة الكلية للدارة ثابتة وتساوي (R = 4Ω) ثم ارسم شكلاً توضيحياً يبين جهة كل من التيار المتحرض وقوة لورنتز (المغناطيسية) و القوة الكهروضوئية والسرعة وشعاع الحقل المغناطيسي

عند درجة الساق بسرعة \vec{v} خلال زمن Δt فإنها تنتقل مسافة: $\Delta x = v \cdot \Delta t$
فتمسح سطحاً $\Delta S = L \cdot \Delta x$ ولكن $\Delta x = v \cdot \Delta t$ $\Rightarrow \Delta S = L \cdot v \cdot \Delta t$
فيتغير التدفق: $\Delta \phi = B \Delta S \Rightarrow \Delta \phi = B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t$
تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة: $|\varepsilon| = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$
 $|\varepsilon| = \frac{BLv \cdot \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow |\varepsilon| = BLv$
 $\varepsilon = 2 \times 10^{-1} \times 20 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-1}$
 $\Rightarrow \varepsilon = 16 \times 10^{-3} \text{ Volt}$
حساب شدة التيار المتحرض:
 $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16 \times 10^{-3}}{4} \Rightarrow i = 4 \times 10^{-3} A$

ملاحظة هامة في حال كانت الدارة مفتوحة قد يعطينا سرعة الساق v ويطلب فرق الكمون U بين طرفي الدارة: $U = \varepsilon = BLv$
أو يعطينا فرق الكمون U بين طرفي الساق ويطلب سرعة الساق:
 $v = \frac{U}{BL}$

ملاحظة قد يعطينا i متحرض المتولد ويطلب استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة الحل: نفس الاستنتاج وبالنهاية تكون علاقة المقاومة الصرفة $R = \frac{\varepsilon}{i}$ متحرض

للتسجيل بباقي المواد والجلسات الامتحانية في منصتنا الافتراضية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو تواصلوا معنا (0947050592)



ملاحظة هامة في حال كانت الدارة مفتوحة قد يعطينا سرعة الساق v ويطلب فرق الكمون U بين طرفي الدارة: $U = \varepsilon = BLv$
أو يعطينا فرق الكمون U بين طرفي الساق ويطلب سرعة الساق:

$$v = \frac{U}{BL}$$

ملاحظة قد يعطينا i متحرض المتولد ويطلب استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة الحل: نفس الاستنتاج وبالنهاية تكون علاقة المقاومة الصرفة $R = \frac{\varepsilon}{i}$ متحرض

(7) أحسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة ، ثم أحسب شدة القوة الكهروضوئية المؤثرة على الساق أثناء تدحرجها ..

♥ الاستطاعة الكهربائية : $P = \varepsilon . i$
 $P = 16 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}$
 $\Rightarrow P = 64 \times 10^{-6} \text{ Watt}$

♥ حساب شدة القوة الكهروضوئية : $F = I L B \sin \theta$ متحرض
 $F = 4 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times \sin \frac{\pi}{2}$
 $\Rightarrow F = 16 \times 10^{-5} \text{ N}$

(8) نأخذ الساق منفردة ونحركها بسرعة أفقية \vec{v} عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $B = \frac{1}{2} T$ فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق $0.4 V$ ، المطلوب: استنتاج العلاقة المحددة لسرعة الساق واحسب قيمتها.

عند درجة الساق بسرعة \vec{v} خلال زمن Δt فإنها تنتقل مسافة $\Delta x = v . \Delta t$

فتمسح سطحاً ΔS : $\Delta S = L . \Delta x$ ولكن $\Delta x = v . \Delta t \Rightarrow \Delta S = L . v . \Delta t$

فيتغير التدفق : $\Delta \phi = B \Delta S \Rightarrow \Delta \phi = B . L . v . \Delta t$

تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة : $|\varepsilon| = \left| \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right|$
 وبما أن الدارة مفتوحة فإن فرق الكمون بين طرفي الساق يساوي القوة

المحركة الكهربائية المتحرضة : $U = \varepsilon = BLv \Rightarrow v = \frac{U}{BL}$
 $\Rightarrow v = \frac{4 \times 10^{-1}}{\frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-2}} = 4 \text{ m} . \text{s}^{-1}$

(9) نعلق الساق من أحد طرفيها بمحور أفقي Δ بحيث يمكنها الدوران حوله بحرية كاملة ونغير طرفها السفلي في الزئبق ونؤثر على طول $(L = 2 \text{ cm})$ من القسم المتوسط بحقل مغناطيسي منتظم شدته $0.1 T$ ثم نمرر في الساق تياراً متواصلاً جديداً فتتحرف الساق عن الشاقول بزواوية $\alpha = 0.1 \text{ rad}$ وتتوازن ، استنتج بالرموز العلاقة المحددة لشدة التيار المار في الساق . مع الرسم

يؤثر في الساق ثلاثة عزوم : عزم رد فعل محور الدوران وعزم كل من القوة الكهروضوئية وقوة الثقل شرط التوازن الدوراني : $\sum \vec{\Gamma}_F = 0$

(*) $\vec{\Gamma}_R + \vec{\Gamma}_F + \vec{\Gamma}_W = 0$

لأن حامل \vec{R} يلاقي محور الدوران في كل لحظة $\Gamma_R = 0$ (1)

$\Gamma_F = d_1 . F$

(2) $\Gamma_F = oc . F$

$\Gamma_W = -d_2 . W$

$\sin \alpha = \frac{d_2}{oc} \Rightarrow d_2 = oc . \sin \alpha$

$\Gamma_W = -(oc . \sin \alpha) . W$

(3) $\Gamma_W = -oc . W . \sin \alpha$

نعوض (1) و (2) و (3) في (*)

$o + oc . F - oc . W \sin \alpha = 0$

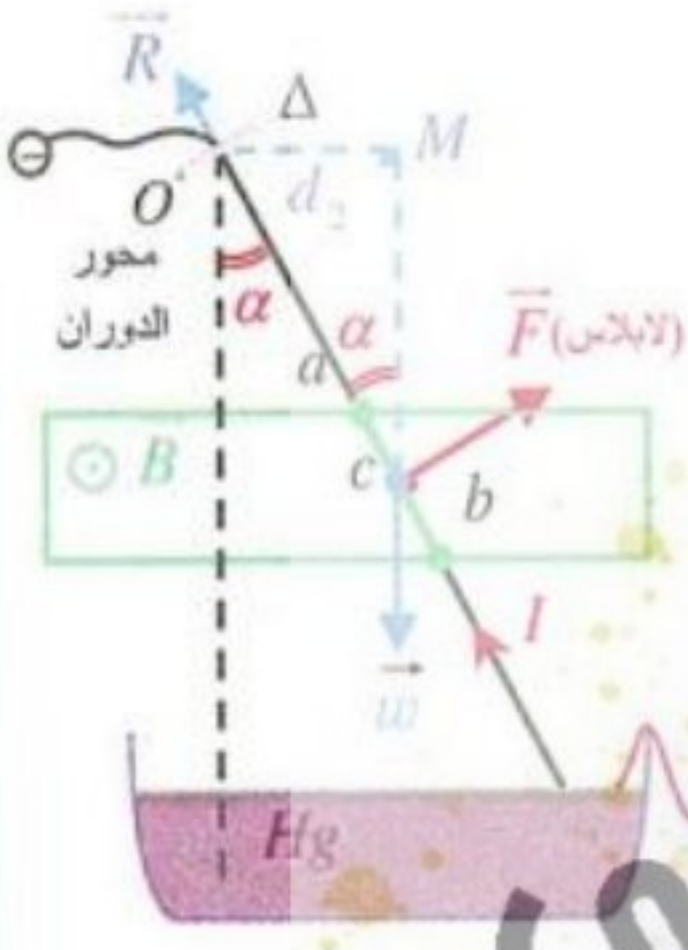
$oc . F = oc . W \sin \alpha$ نختصر ونفصل

$F = W \sin \alpha$

(نحل $I = ?$) $ILB \sin \frac{\pi}{2} = mg \sin \alpha$

$I = \frac{mg \sin \alpha}{LB \sin \frac{\pi}{2}}$

$I = \frac{20 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times 1} \Rightarrow I = 10 \text{ A}$



(D) نجعل من القرص دولاب بارلو نصف قطره $(r = \frac{1}{6} m)$ ونجعله يدور حول محور مار من مركزه وعمودي على مستويه الشاقولي ، ونخضع نصفه السفلي إلى حقل مغناطيسي منتظم عمودي على مستوي القرص شدته $(B = 0.03 T)$ ونمرر فيه تياراً كهربائياً شدته $(I = 12 A)$

(2) احسب عزم تلك القوة بالنسبة لمحور الدوران

$\Gamma = d . F = \frac{r}{2} . F$

$\Gamma = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-2} = \frac{1}{6} \times \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-2} \Rightarrow \Gamma = 5 \times 10^{-3} \text{ m} . \text{N}$

(3) احسب استطاعته عندما يدور بسرعة زاوية تقابل $\frac{3}{\pi}$ دورة بالثانية

$P = \Gamma . \omega = \Gamma . (2\pi f)$

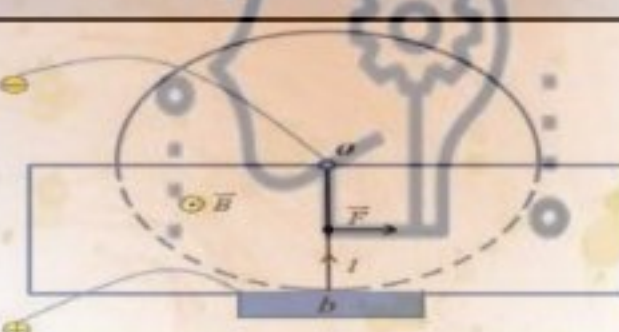
$P = 5 \times 10^{-3} . (2\pi \times \frac{3}{\pi}) = 30 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow P = 3 \times 10^{-2} \text{ watt}$

(4) احسب عمل القوة الكهروضوئية بعد مضي 4s من بدء حركة الدولاب ، وهو يدور بالسرعة الزاوية السابقة

$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P . t = 3 \times 10^{-2} \times 4 \Rightarrow W = 12 \times 10^{-2} \text{ J}$

(1) حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهروضوئية المؤثرة في القرص.



نقطة التأثير : منتصف الجزء من نصف القطر المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم .
 الحامل : عمودي على المستوي المحدد بنصف القطر المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي .

الجهة : حسب قاعدة اليد اليمنى : - يخرج التيار من رؤوس الأصابع
 - نوجه باطن الكف بجهة الحقل المغناطيسي المنتظم .
 - يشير الإبهام لجهة القوة الكهروضوئية بحيث تحقق الأشعة الثلاثة $\vec{F}, \vec{B}, I\vec{r}$ ثلاثية قائمة

الشدة : $F = IrB \sin \theta$

حساب شدة القوة الكهروضوئية : $F = IrB \sin \theta$

$F = 12 \times \frac{1}{6} \times 3 \times 10^{-2} \times 1 \Rightarrow F = 6 \times 10^{-2} \text{ N}$

(5) احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدولاب لمنعها عن الدوران.

جملة المقارنة : خارجية .

الجملة المدروسة : الدولاب المتوازن .

القوى الخارجية المؤثرة : \vec{W} ثقل الدولاب ،

\vec{F} القوة الكهروضوئية ، \vec{R} رد فعل محور الدوران ،

\vec{W}' ثقل الكتلة المضافة .

شرط التوازن الدوراني $\sum \Gamma_\Delta = 0$

(*) $(\vec{\Gamma}_{W/\Delta} + \vec{\Gamma}_{F/\Delta} + \vec{\Gamma}_{R/\Delta} + \vec{\Gamma}_{W'/\Delta} = 0)$

$\vec{\Gamma}_{R/\Delta} = 0$ لأن حامل \vec{R} يلاقي محور الدوران Δ

$\vec{\Gamma}_{W'/\Delta} = 0$ لأن حامل \vec{R} يلاقي محور الدوران Δ

$\vec{\Gamma}_{F/\Delta} = d . F = \left(\frac{r}{2}\right) F$

$\vec{\Gamma}_{W'/\Delta} = -d' . w' = -(r) m' g$

نعوض (*) $\Rightarrow 0 + \left(\frac{r}{2}\right) F - (r) m' g + 0 = 0$

$\left(\frac{r}{2}\right) F = (r) m' g \Rightarrow m' = \frac{F}{2g}$

$m' = \frac{F}{2g} = \frac{6 \times 10^{-2}}{2 \times 10} \Rightarrow m' = 3 \times 10^{-3} \text{ kg}$

المسألة رقم «6» التحريض الكهرومغناطيسي

وشية طولها $\frac{2\pi}{5}m$ وعدد لفاتها 200 لفة ، ومساحة مقطعها $20 cm^2$ حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلفة 5Ω (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

من المعطيات مساحة سطح الوشية : $S = 20 cm^2 = 20 \times 10^{-4} m^2$

1) **نقرب** من أحد وجهي الوشية **القطب الشمالي** لمغناطيس مستقيم وعندما **تزداد** شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الوشية بانتظام خلال $0.5 S$ من $0.04 T$ إلى $0.06 T$: **والمطلوب :**

a. ما نوع الوجه المقابل للقطب الشمالي ؟

الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي .

(ملاحظة عند تقريب قطب مغناطيسي يعطي وجه مشابه وعند إبعاد قطب مغناطيسي يعطي وجه مخالف)

b. حدد على الرسم جهة كل من الحقلين المغناطيسي المحرض

والمحرض في الوشية و**عين** جهة التيار المتحرض

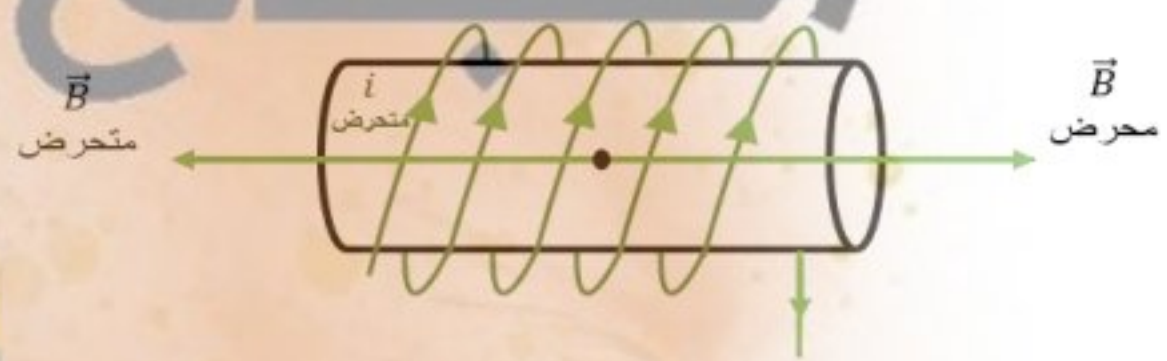
نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي قد ازدادت وبالتالي يزداد التدفق

المحرض وبالتالي حسب لنز : $\Delta\Phi > 0$ محرض متزايد

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

جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمني إبهامها يشير إلى الحقل

المتحرض الذي يعاكس الحقل المحرض لأنه متزايد



c. احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة في الوشية

$$B_1 = 0.04 T , B_2 = 0.06 T$$

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{N\Delta B S \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{N(B_2 - B_1)S}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{200(0.06-0.04)20 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-1}} \Rightarrow \mathcal{E} = -16 \times 10^{-3} \text{ Volt}$$

d. احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشية .

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{-16 \times 10^{-3}}{5} \Rightarrow i = -32 \times 10^{-4} A$$

e. أحسب ذاتية الوشية

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

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{4 \times 10^4 \times 20 \times 10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} \Rightarrow L = 8 \times 10^{-5} H$$

2) نرفع الوشية من الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته اللحظية $\bar{i} = 6 + 2t$

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

$$\mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{di}{dt} = 2$$

$$\mathcal{E} = -8 \times 10^{-5} \times 2 = -16 \times 10^{-5} V$$

b) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي (الذاتي) لحقل الوشية في اللحظتين : $t_1 = 0 , t_2 = 1S$.

$$\Phi = L i$$

$$\Delta\Phi = L \cdot \Delta i \Rightarrow \Delta\Phi = L (i_2 - i_1)$$

$$t_1 = 0 \Rightarrow i_1 = 6 + 2(0) \Rightarrow i_1 = 6A$$

$$t_2 = 1s \Rightarrow i_2 = 6 + 2(1) \Rightarrow i_2 = 8A$$

$$\Delta\Phi = 8 \times 10^{-5} (8 - 6)$$

$$\Delta\Phi = 16 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

c) نمرر في سلك الوشية تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $10A$ بدل التيار السابق ، احسب الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشية . .

$$E = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-5} \times 100 = 4 \times 10^{-3} J$$

3) على فرض أننا مررنا تيار كهربائي في الوشية فنشأ فيها حقل مغناطيسي $5 \times 10^{-3} T$ ونحيط منتصف الوشية بملف دائري يتألف من 10 لفة معزولة مساحة كل منها $0.05 m^2$ بحيث ينطبق محوره على محور الوشية ونصل طرفي الملف بمقياس غلفاني حيث تكون المقاومة الكلية لدارة الملف 5Ω ثم نجعل شدة التيار في الوشية تتناقص بانتظام **لتنعدم** خلال نصف ثانية والمطلوب : احسب شدة التيار المتحرض وحدد جهته

$$N = 10 \text{ لفة}$$

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

$$I = ? , R = 5\Omega$$

$$t = 0.5 \text{ sec}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{N\Delta B S \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{N(B_2 - B_1)S}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow I_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0$$



$$\mathcal{E} = -\frac{10(0 - 5 \times 10^{-3})5 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-1}} \Rightarrow \mathcal{E} = 5 \times 10^{-3} \text{ Volt}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{5 \times 10^{-3}}{5} = 10^{-3} A$$

وحسب لنز بما أن الحقل المحرض متناقص فإن جهة التيار المتحرض مع جهة التيار المحرض

المسألة رقم «7» التيار المتناوب الجيبي • دائرة مهتزة

(A) في دائرة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة صرفة ($R = 15\Omega$) ومكثفة سعتها ($C = \frac{1}{2000\pi} F$) ونطبق على الدائرة توتراً لحظياً يعطى بالعلاقة: $\bar{U} = 50\sqrt{2} \cos 100\pi t (V)$ والمطلوب:

(1) التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار .	(2) اتساعية لمكثفة .
$u_{eff} = \frac{u_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50 (V)$ $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 Hz$	$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \frac{1}{2000\pi}} \Rightarrow X_C = 20\Omega$ (كل الممانعات واحدتها Ω)
(3) احسب الممانعة الكلية للدائرة	(4) احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية واكتب تابع الشدة الكلية
$Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2} = \sqrt{225 + 400} = \sqrt{625} = 25 \Omega$ 	$I_{eff} = \frac{u_{eff}}{Z} = \frac{50}{25} = 2 (A)$ $\bar{i} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$ $\omega = 100\pi \text{ rad. s}^{-1}$ ، $\bar{\varphi} = 0$ الوصل تسلسل I ثابت $I_{max} = I_{eff} \cdot \sqrt{2} = 2\sqrt{2} A$ $\bar{i} = 2\sqrt{2} \cos 100\pi t (A)$
(5) احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي المقاومة واكتب تابع التوتر فيها (معادلة التوتر) $U_{effR} = ?$ ، $\bar{U}_R = ?$	(6) احسب قيمة التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام انشاء فرينل واكتب تابع التوتر بين لبوسيهما . $U_C = ?$ ، $U_{effC} = ?$
 $\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{effR} + \vec{U}_{effC}$ مثلث قائم: حسب فيثاغورث: $U_{eff}^2 = U_{effR}^2 + U_{effC}^2$ $2500 = 900 + U_{effC}^2$ $U_{effC}^2 = 2500 - 900 = 1600 \Rightarrow$ $U_{effC} = 40 V$ $\vec{U}_C = U_{maxC} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_C)$ $\omega = 100\pi \text{ rad. s}^{-1}$ ، $\varphi_C = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ $U_{maxC} = U_{effC} \cdot \sqrt{2} = 40\sqrt{2} V$ $\bar{U}_C = 40\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2}) V$	$U_{effR} = R \cdot I_{eff} = 15 \times 2 = 30 V$ $\vec{U}_R = U_{maxR} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_R)$ $\omega = 100\pi \text{ rad. s}^{-1}$ ، $\varphi_R = 0$ $U_{maxR} = U_{effR} \cdot \sqrt{2} = 30\sqrt{2} V$ $\bar{U}_R = 30\sqrt{2} \cos 100\pi t (V)$ إضافي: احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدائرة الاستطاعة المصروفة حرارية $P_{avg} = R \cdot I_{eff}^2$ $P_{avg} = 15 \times 4 = 60 \text{ Wat}$
(7) احسب الطاقة الحرارية المنتشرة عن المقاومة الصرفة خلال دقيقة	(8) احسب عامل استطاعة الدائرة ($\cos \varphi = ?$)
$E = P_{avgR} \cdot t$ $E = 60 \times 60 = 3600 J$	$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{15}{25} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{3}{5}$
(9) نضيف إلى الدائرة السابقة على التسلسل وشيعة مهمة المقاومة فبقى الشدة المنتجة للدائرة نفسها ، احسب ذاتية الوشيعة ($L = ?$)	(10) نعيد التواتر الأصلي $f = 50 Hz$ ونضيف إلى المكثفة C في الدائرة السابقة مكثفة جديدة C' مناسبة فيصبح عامل استطاعة الدائرة يساوي الواحد.
(a) ماذا نسمي هذه الحالة؟ نسمي هذه الحالة تجاوب كهربائي (طينين) (b) احسب شدة التيار المار في الدائرة . $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3} A$ (c) احسب السعة المكافئة للمكثفتين وحدد طريقة الضم . $L \cdot \omega = \frac{1}{\omega C_{eq}} \Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{\frac{4}{10\pi} \times 10000\pi^2} = \frac{1}{4000\pi} F$ $C_{eq} = \frac{1}{4000\pi} F$ $C = \frac{1}{2000\pi} F$ $C_{eq} < C \Rightarrow$ الوصل تسلسل (d) احسب سعة المكثفة C' الجديدة المضافة . $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}$ $\frac{1}{C'} = \frac{1}{\frac{1}{4000\pi}} - \frac{1}{\frac{1}{2000\pi}} = 4000\pi - 2000\pi = 2000\pi$ $\frac{1}{C'} = 2000\pi \Rightarrow C' = \frac{1}{2000\pi} F$	بقيت شدة التيار نفسها \Leftarrow بعد الاضافة $Z = Z$ قبل الاضافة $\sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ نربع الطرفين: $R^2 + X_C^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$ ونختصر R^2 : $X_C^2 = (X_L - X_C)^2$ نجدز الطرفين: $\pm X_C = X_L - X_C$ إما: مرفوض $-X_C = X_L - X_C \Rightarrow X_L = 0$ أو: $+X_C = X_L - X_C \Rightarrow X_L = 2X_C$ $L\omega = 2X_C \Rightarrow L = \frac{2X_C}{\omega} = 2 \frac{20}{100\pi} \Rightarrow L = \frac{4}{10\pi} H$ إضافي: نغير تواتر التيار في الدائرة الأخيرة بحيث يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق ، احسب قيمة التواتر الجديد. حالة طنين (تجاوب كهربائي) $X_L = X_C$ $\omega'L = \frac{1}{\omega'C} \Rightarrow \omega' = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow 2\pi f' = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{2}{5\pi} \times \frac{1}{2000\pi}}} \Rightarrow f' = \frac{\sqrt{5000}}{2} \approx 35.35 Hz$
(e) احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في هذه الحالة . (ملاحظة بحالة التجاوب دوماً نحسب تيار جديد من $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ ونعوضه في الاستطاعة) $P_{avg} = I'_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos \varphi = \frac{10}{3} \times 50 \times 1 = \frac{500}{3} \text{ Watt}$	

(11) نعيد ربط المكثفة $C = \frac{1}{2000\pi} F$ على التفرع مع الوشيعه $L = \frac{2}{5\pi} H$ بين طرفي المأخذ السابق حيث $f = 50 Hz$ و $u_{eff} = 50 (V)$ والمطلوب:

(a) أحسب كلاً من ردية الوشيعه واتساعية المكثفة

$$X_L = L\omega = L(2\pi f) = \frac{2}{5\pi} \times 2\pi \times 50 = 40\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{(2\pi f)c} = \frac{1}{(2\pi \cdot 50) \cdot \frac{1}{2000\pi}} = 20\Omega$$

(b) أحسب كل من الشدة المنتجة في كلا الفرعين .

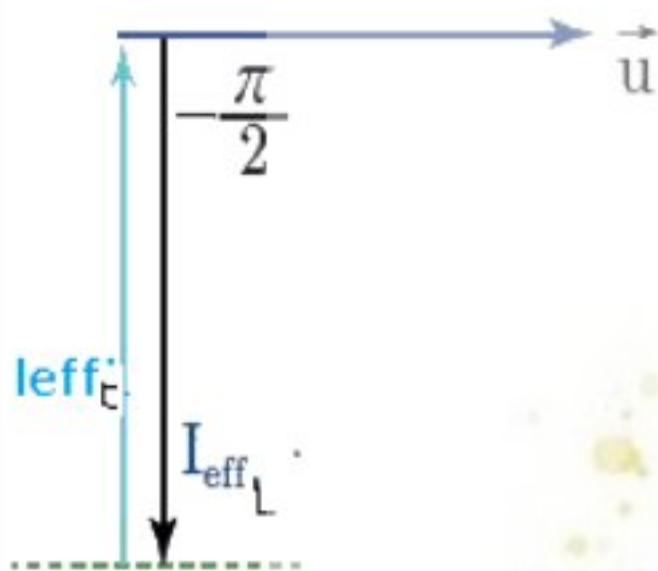
$$I_{effL} = \frac{u_{eff}}{X_L} = \frac{50}{40} = \frac{5}{4} A$$

$$I_{effC} = \frac{u_{eff}}{X_C} = \frac{50}{20} = \frac{5}{2} A$$

(d) برهن أن الشدة المنتجة الكلية تنعدم في الدارة عندما تتساوى ردية الوشيعه واتساعية المكثفة باستخدام إنشاء فرينل ، وماذا تسمى هذه الحالة

$$X_L = X_C \Rightarrow \frac{u_{eff}}{I_{effL}} = \frac{u_{eff}}{I_{effC}}$$

من إنشاء فرينل :



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effL} + \vec{I}_{effC}$$

$$I_{eff} = I_{effC} - I_{effL} = 0$$

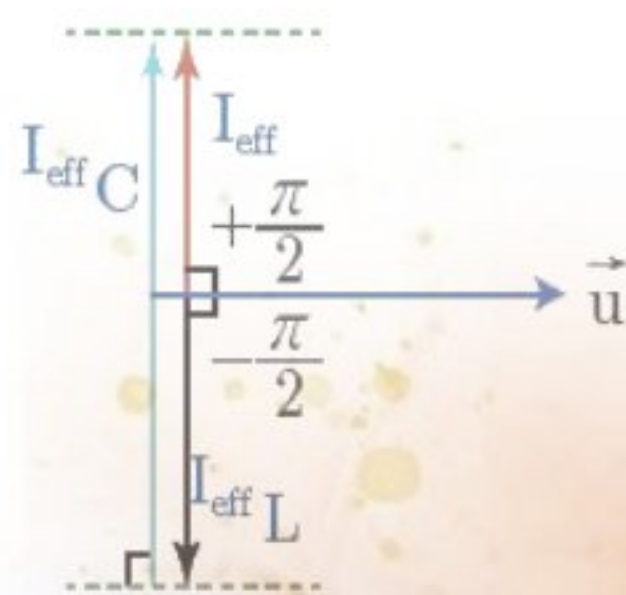
حالة خنق للتيار

(c) أحسب الشدة المنتجة الكلية للدارة باستخدام إنشاء فرينل وأكتب تابع الشدة :

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effL} + \vec{I}_{effC}$$

$$I_{eff} = I_{effC} - I_{effL}$$

$$I_{eff} = \frac{5}{2} - \frac{5}{4} = \frac{5}{4} (A)$$



تابع الشدة: $\bar{I} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$

من إنشاء فرينل : $\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{2} rad$

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

$$I_{max} = I_{eff} \cdot \sqrt{2} = \frac{5}{4} \sqrt{2} A$$

$$\bar{I} = \frac{5}{4} \sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) A$$

(12) في تجربة الدارة المهتزة: نصل مكثفة سعته $C = 1\mu F$ بتوتر كهربائي $U=100V$ ثم نصلها على التسلسل بين طرفي وشيعه ذاتيتها $L = 10^{-3} H$ ومقاومتها مهملة

(a) اشرح ماذا يحدث عند وصل المكثفة بالتوتر ، ثم أحسب الشحنة الكهربائية q_{max} للمكثفة والطاقة المخزنة فيها

عند وصل المكثفة بالتوتر : تشحن المكثفة من خلال المولد :

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

$$q_{max} = C \cdot U = 10^{-6} \times 10^2$$

$$\Rightarrow q_{max} = 10^{-4} C$$

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

$$E_C = \frac{1}{2} \times \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = \frac{1}{2} \times 10^{-2} J$$

(b) اشرح ماذا يحدث عند وصل المكثفة بالوشيعه ، ثم أحسب التواتر الخاص للاهتزازات الكهربائية المارة فيها

تبدأ المكثفة المشحونة بتفريغ شحنتها في الوشيعه فينشأ تيار في الوشيعه ويزداد تدريجياً إلى أن يصل الشدة العظمى في نهاية ربع الدور الأول وتنعدم الشحنة في المكثفة فيتولد في الوشيعه قوة محرقة متحرضة وتخزن طاقة كهروستاتيكية $E_L = \frac{1}{2} LI_{max}^2$ ومن ثم تلعب الوشيعه دور مولد على تضاد مع المكثفة فيبدأ التيار في الوشيعه بشحن المكثفة فينقص تدريجياً لتزداد شحنة المكثفة إلى أن ينعدم تيار الوشيعه فتصبح الشحنة عظمى في المكثفة بقوة أقل من بداية التفريغ وتخزن المكثفة الطاقة على شكل طاقة كهربائية وشحن بالجهة المعاكسة $E_C = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{C}$ وهكذا خلال أرباع الدور الباقية

حساب تواتر الاهتزازات الكهربائية: (نحسب الدور ونقلبه)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C} = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-6}} = 2\sqrt{\pi^2 \cdot 10^{-9}}$$

$$T_0 = 2\sqrt{10^{-8}} = 2 \times 10^{-4} sec$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2 \times 10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^4 Hz \quad f_0 = 5000 Hz$$

(c) أحسب شدة التيار الأعظمي I_{max} المار في الدارة و اكتب التابع الزمني لكل من الشحنة و شدة التيار بدءاً من الشكل العام معتبراً بدء الزمن لحظة وصل المكثفة المشحونة بالوشيعه

نحسب النبض الخاص : $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \cdot 5000 = 10000\pi = \pi \times 10^4 rad \cdot s^{-1}$

$$I_{max} = \omega_0 q_{max} = \pi \times 10^4 \times 10^{-4} = \pi (A)$$

$$q = q_{max} \cos \omega_0 t \Rightarrow \bar{q} = 10^{-4} \cos \pi \times 10^4 t (C)$$

$$\bar{I} = (\bar{q})'_t \Rightarrow \bar{I} = \frac{\omega_0 q_{max}}{I_{max}} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) \xrightarrow{I_{max} = \pi A} \bar{I} = \pi \cos\left(\pi \cdot 10^4 t + \frac{\pi}{2}\right) A$$

المسألة رقم «8» التيار المتناوب الجيبي . المحولة الكهربائية

(A) نطبق على دائرة توتر لحظي يعطى تابعه بالعلاقة: $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 120\pi t(V)$ والمطلوب(2) نضع بين طرفي المأخذ مقاومة صرفة ، فيمر تيار شدته المنتجة $6A$. أحسب قيمة المقاومة الصرفة ، وأكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها

(1) أحسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار

$$I_{effR} = 6(A) \quad R = ?$$

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{effR}} = \frac{120}{6} = 20\Omega$$

حساب المقاومة الصرفة: 20Ω

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

تابع الشدة في المقاومة

$$I_{maxR} = I_{effR}\sqrt{2} = 6\sqrt{2}A$$

$$\varphi = 0 \quad \omega = 120\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\boxed{i_R = 6\sqrt{2}\cos 120\pi t (A)}$$

$$\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 120\pi t(V)$$

$$U_{eff} = \frac{u_{max}}{\sqrt{2}} = 120(V)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 60\text{Hz}$$

(4) أحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فريزل

(3) نصل بين طرفي المقاومة في الدارة السابقة وشيعة عامل استطاعتها $\frac{1}{2}$ فيمر في الوشيعة تيار شدته المنتجة $10A$ ، أحسب ممانعة الوشيعة ومقاومتها ورديتها والاستطاعة المستهلكة فيها ، ثم أكتب تابع الشدة اللحظية المار فيها

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff1} + \vec{I}_{eff2}$$

نربع الطرفين ، علاقة التجيب :

$$I_{eff}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}I_{eff2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$I_{eff} = \sqrt{I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}I_{eff2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$I_{eff} = \sqrt{36 + 100 + 2 \times 10 \times 6 \times \frac{1}{2}}$$

$$\boxed{I_{eff} = \sqrt{196} = 14(A)}$$

الوشيعة لها مقاومة $\Rightarrow \cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow I_{eff2} = 10(A)$

حساب ممانعة الوشيعة : $Z_2 = \frac{u_{eff}}{I_{eff2}} = \frac{120}{10} = 12\Omega$

حساب مقاومة الوشيعة : $\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2} \Rightarrow r = Z_2 \cdot \cos\varphi_2$

$$r = 12 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{r = 6\Omega}$$

حساب ردية الوشيعة : من تحت الجذر

نقل

$$Z_2 = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow Z_2^2 = r^2 + (L\omega)^2 \Rightarrow$$

نجد

$$(L\omega)^2 = Z_2^2 - r^2 \Rightarrow L\omega = \sqrt{Z_2^2 - r^2}$$

$$\boxed{L\omega = X_L = \sqrt{144 - 36} = \sqrt{108}\Omega}$$

حساب الاستطاعة المستهلكة في الوشيعة:

$$P_{avg2} = I_{eff2} \cdot u_{eff} \cos\varphi_2$$

$$P_{avg2} = 10 \times 120 \times \frac{1}{2} = 600(\text{watt})$$

تابع الشدة اللحظية في الوشيعة:

$$\bar{i}_2 = I_{max2} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}_2)$$

$$I_{max2} = I_{eff2}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}(A)$$

$$\omega = 120\pi \text{ rad.s}^{-1} , \cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

الوصل تفرع نختار الزاوية $-\frac{\pi}{3}$

$$\boxed{\bar{i}_2 = 10\sqrt{2} \cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{3}\right) A}$$

(6) ما سعة المكثفة الواجب ربطها على التفرع مع الأجهزة السابقة بحيث تصبح الشدة المنتجة للدارة الأصلية على وفاق بالطور مع فرق الكمون الكلي عندما تعمل الأجهزة الثلاثة معاً.

(5) أحسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين . وعامل استطاعة الدارة

$$X_C = \frac{u_{eff}}{I_{eff3}}$$

$$\sin\frac{\pi}{3} = \frac{I_{eff3}}{I_{eff2}} \Rightarrow I_{eff3} = I_{eff2} \sin\frac{\pi}{3}$$

$$I_{eff3} = 10 \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}A$$

$$X_C = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{24}{\sqrt{3}} = 8\sqrt{3}\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{120\pi \cdot 8\sqrt{3}} = \frac{1}{960\pi\sqrt{3}} F$$

حساب الاستطاعة المتوسطة في الجملة

$$P_{avg} = P_{avg1} + P_{avg2}$$

$$P_{avg} = I_{eff1}u_{eff}\cos\varphi_1 + I_{eff2}u_{eff}\cos\varphi_2$$

$$P_{avg} = 6 \times 120 \times 1 + 10 \times 120 \times \frac{1}{2}$$

$$\boxed{P_{avg} = 1320(\text{watt})}$$

حساب عامل استطاعة الدارة $P_{avg} = u_{eff}i_{eff}\cos\varphi$ نعزل $\cos\varphi$

$$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{u_{eff}i_{eff}} = \frac{1320}{120 \times 14} = \frac{66}{6 \times 14} = \frac{11}{14}$$

كلي

المحولة الكهربائية

في تجربة يبلغ عدد لفات أولية محولة كهربائية $N_p = 125$ لفة وعدد لفات ثانويتها $N_s = 375$ لفة، والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يُعطى

$$\text{بالمعادلة: } \bar{u}_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t (V)$$

(1) احسب نسبة التحويل، ثم بين إن كانت المحولة رافعة للتوتر أم خافضة له.

$$\text{نسبة التحويل: } \mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{375}{125} = 3$$

$\mu > 1$ المحولة رافعة للتوتر خافضة للتيار لأن $N_s > N_p$

(2) احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي كل من الدارة الثانوية و الأولية.

♥ التوتر المنتج بين طرفي الدارة الثانوية : من التابع المعطى :

$$U_{effs} = \frac{U_{maxs}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{U_{effs} = 120 \text{ volt}}$$

♥ التوتر المنتج بين طرفي الدارة الأولية : من نسبة التحويل

$$\mu = \frac{u_{effs}}{u_{effp}} \Rightarrow u_{effp} = \frac{u_{effs}}{\mu} = \frac{120}{3} = 40 \text{ volt}$$

(3) نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة صرف $R = 30\Omega$ ، احسب قيمة كلا من الشدتين المنتجتين للتيار في الدارتين الثانوية والأولية.

♥ حساب تيار الثانوية : $I_{effs} = \frac{U_{effs}}{R} = \frac{120}{30} = 4A$

هي نفسها شدة التيار المنتجة في المقاومة الصرفة : $I_{effR} = 4A$

♥ حساب تيار الأولية : من نسبة التحويل : $\mu = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}$

$$\Rightarrow I_{effp} = \mu \cdot I_{effs} = 3 \times 4 = 12A$$

(4) نصل على التفرع مع المقاومة السابقة وشيعة مهملة المقاومة،

فيمر في فرع الوشيعة تيار شدته المنتجة $I_{effL} = 3A$.

(a) احسب ردية الوشيعة، ثم اكتب التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعة

♥ ردية الوشيعة : $X_L = \frac{U_{effs}}{I_{effL}} = \frac{120}{3} = 40\Omega$

♥ التابع الزمني لشدة التيار في فرع الوشيعة : $\bar{i}_L = I_{maxL} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_L)$

$$I_{maxL} = I_{effL} \sqrt{2} \Rightarrow I_{maxL} = 3\sqrt{2} (A)$$

$$\bar{\varphi}_L = -\frac{\pi}{2} \text{ rad} \cdot \omega = 100\pi \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

$$\bar{i}_L = 3\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (A)$$

(b) احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية باستخدام إنشاء فرينل.

باستخدام إنشاء فرينل.

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effR} + \vec{I}_{effL}$$

مثلث قائم حسب فيثاغورث

$$I_{eff}^2 = I_{effR}^2 + I_{effL}^2$$

$$I_{eff} = \sqrt{I_{effR}^2 + I_{effL}^2} = \sqrt{16 + 9} = 5A$$

(c) احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة الثانوية، وعامل استطاعة الدارة.

♥ الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة $P_{avg} = P_{avgR} + P_{avgL}$

$$P_{avg} = I_{effR} u_{eff} \cos \varphi_R + I_{effL} u_{eff} \cos \varphi_L$$

$$P_{avg} = 4 \times 120 \times 1 + 3 \times 120 \times 0$$

$$\boxed{P_{avg} = 480 \text{ (watt)}}$$

♥ حساب عامل استطاعة الدارة : $P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos \varphi$

$$\cos \varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff} I_{eff}} = \frac{480}{120 \times 5} = \frac{4}{5} = 0.8$$

(5) نرفع الوشيعة السابقة ونصل على التفرع مع المقاومة السابقة مكثفة سعتها

$$I_{effs} = 5A \text{ فتصبح الشدة المنتجة في الدارة الثانوية } C = \frac{1}{4000\pi} F$$

(a) احسب اتساعية المكثفة

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{1}{4000\pi}} = 40\Omega$$

(b) احسب قيمة الشدة المنتجة في فرع المكثفة باستخدام إنشاء فرينل وأكتب

التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effR} + \vec{I}_{effC}$$

مثلث قائم حسب فيثاغورث

$$I_{eff}^2 = I_{effR}^2 + I_{effC}^2$$

$$I_{effC}^2 = I_{eff}^2 - I_{effR}^2 \Rightarrow I_{effC} = \sqrt{I_{eff}^2 - I_{effR}^2}$$

$$\Rightarrow I_{effC} = \sqrt{25 - 16} = 3A$$

♥ التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع $\bar{i}_C = I_{maxC} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_C)$

$$I_{maxC} = I_{effC} \sqrt{2} \Rightarrow I_{maxC} = 3\sqrt{2} (A)$$

$$\bar{\varphi}_L = +\frac{\pi}{2} \text{ rad} \cdot \omega = 100\pi \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

$$\boxed{\bar{i}_C = 3\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (A)}$$

(6) نرفع المكثفة ونضع بدل منها وشيعة لها مقاومة ونضع طلبات مثل الطلبات

المسألة الثالثة درس المحولة الكهربائية

لو طلب الاستطاعة الكلية الضائعة حرارياً $P' = P'_p + P'_s$

الاستطاعة الضائعة حرارياً في الدارة الأولية $P'_p = R_p \cdot I_{effp}^2$

الاستطاعة الضائعة حرارياً في الدارة الثانوية $P'_s = R_s \cdot I_{effs}^2$

المسألة رقم «9» أمواج ومزامير

(A) خيط مرن (وتر مشدود) أفقي طوله $1m$ وكتلته $10g$ ، نربط أحد طرفيه برنانة كهربائية شعبتها أفقيتان تواترها $50 Hz$ ، ونشد الخيط على محز بكرة بثقل مناسب لتكون نهايته مقيدة ، فإذا علمت أن طول الموجه المتكونة $40cm$. ، المطلوب :

(1) ما عدد المغازل المتكونة على طول الخيط ثم احسب البعد بين بطنين متتاليين والبعد بين بطن وعقدة ؟

المعطيات : $m = 10^{-2} kg$ $L = 1(m)$
 $f = 50 Hz$ $\lambda = 4 \times 10^{-1}$

حساب عدد المغازل : $L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda}$

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

البعد بين بطنين / عقدتين متتاليين $\frac{\lambda}{2} = 2 \times 10^{-1} (m)$

البعد بين عقدة وبطن $\frac{\lambda}{4} = 1 \times 10^{-1} (m)$

(2) أحسب السعة بنقطة تبعد $20cm$ ثم بنقطة تبعد $30cm$ عن النهاية المقيدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع $Y_{max} = 1cm$.

♥ النقطة الأولى على بعد $2 \times 10^{-1} m$ عن النهاية المقيدة

$$Y_{max} = 10^{-2} m$$

$$Y_{max_{n1}} = 2Y_{max} \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right|$$

$$Y_{max_{n1}} = 2(10^{-2}) \sin \left| \frac{2\pi}{4 \times 10^{-1}} \times 2 \times 10^{-1} \right|$$

عقدة اهتزاز $Y_{max_{n1}} = 0 \Rightarrow$

♥ النقطة الثانية على بعد $3 \times 10^{-1} (m)$ عن النهاية المقيدة

$$Y_{max_{n2}} = 2Y_{max} \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right|$$

$$Y_{max_{n2}} = 2(10^{-2}) \cdot \sin \left| \frac{2\pi \times 3 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} \right|$$

$$Y_{max_{n2}} = 2 \times 10^{-2} (m) \Rightarrow \text{بطن اهتزاز}$$

(4) أحسب التواترات الخاصة لمدرجاته الثلاثة الأولى .

$$f = \frac{nv}{2L}$$

المدرج الأول (الأساسي) $n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{1}{2(1)} \times 20 = 10 (Hz)$

المدرج الثاني $n = 2 \Rightarrow f_2 = \frac{2}{2(1)} \times 20 = 20 (Hz)$

المدرج الثالث $n = 3 \Rightarrow f_3 = \frac{3}{2(1)} \times 20 = 30 (Hz)$

(3) أحسب الكتلة الخطية للخيط ، واحسب قوة شد (قد يعطينا قوة الشدة ويطلب سرعة الانتشار) لهذا الخيط وسرعة انتشار الاهتزاز فيه

حساب الكتلة الخطية : $\mu = \frac{m}{L} = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2} (kg \cdot m^{-1})$

حساب قوة الشد

$$F_T \text{ حساب } f = \frac{nv}{2L} \Rightarrow f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f^2 = \frac{n^2 F_T}{4L^2 \mu}$$

$$2500 = \frac{25 \times F_T}{4 \times 1 \times 10^{-2}} \rightarrow F_T = 4N$$

حساب سرعة الاهتزاز

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4}{10^{-2}}} = \sqrt{400} = 20 (m \cdot s^{-1})$$

(6) نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه ، هل تتغير كتلته الخطية باعتبار أنه متجانس ؟

$$l' = \frac{l}{2} \Rightarrow m' = \frac{m}{2}$$

$$\mu' = \frac{m'}{l'} = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{l}{2}} = \frac{m}{l} = \mu$$

لا تتغير كتلته الخطية بما أن الوتر متجانس

إضافي للطلب D من هذه المسألة :

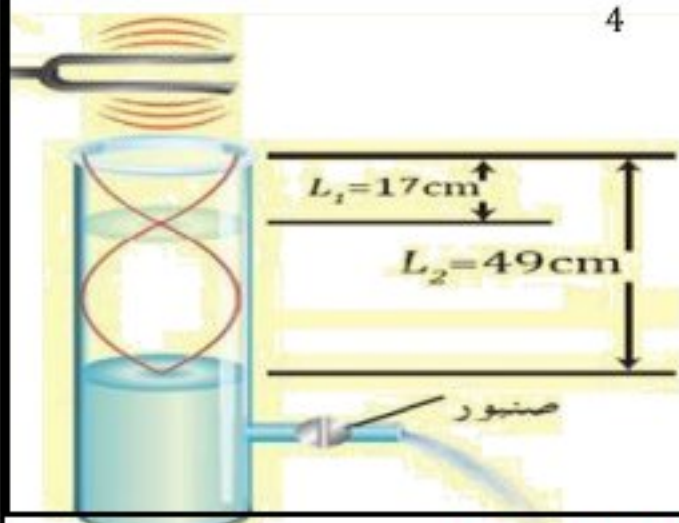
أنبوب أسطواني مملوء بالماء وله صنبور عند قاعدته ، تهتز رنانة فوق طرفه العلوي المفتوح ، وعند إنقاص مستوى الماء في الأنبوب ، سمع صوت شديد يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_1 = 17 cm$ ، وباستمرار إنقاص مستوى الماء سمع صوت شديد ثاني يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_2 = 49 cm$ ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة السابقة $v = 340 m \cdot s^{-1}$ ، احسب تواتر الرنانة المستخدمة .

الحل : لحساب التواتر من العلاقة : $f = \frac{v}{\lambda}$ لدينا $v = 340 m \cdot s^{-1}$ نحسب أولاً طول الموجه λ

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 0.49 - 0.17 = 0.32 m$$

$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \Delta L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 0.32 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.64 m$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.64} \approx 531.25 Hz$$



(5) أحسب قوة شد الخيط التي تجعله يهتز بمغزلين ، وخذد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة في هذه الحالة .

من أجل مغزلين : $n = 2$

حساب قوة الشد

$$F_T \text{ حساب } f = \frac{nv}{2L} \Rightarrow f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f^2 = \frac{n^2 F_T}{4L^2 \mu}$$

$$2500 = \frac{4 \cdot F_T}{4 \cdot 1 \cdot 10^{-2}} \rightarrow F_T = 25N$$

♥ في حالة المغزلين (أي لدينا ثلاث عقد و بطنين اهتزاز العقد):

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

$$\text{معادلة العقد: } x = n \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{العقدة الأولى } x_1 = \frac{\lambda}{2} (0) = 0 \Leftarrow n = 0$$

$$\text{العقدة الثانية } x_2 = \frac{\lambda}{2} (1) = \frac{1}{2} m \Leftarrow n = 1$$

$$\text{العقدة الثالثة } x_3 = \frac{\lambda}{2} (2) = 1 m \Leftarrow n = 2$$

$$\text{معادلة البطون: } x = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$$

$$\text{البطن الأول } x = (2(0) + 1) \frac{\lambda}{4} = \frac{1}{4} (m) \Leftarrow n = 0$$

$$\text{البطن الثاني } x = (2(1) + 1) \frac{\lambda}{4} = \frac{3}{4} (m) \Leftarrow n = 1$$

(B) مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله $L=3m$ فيه هواء درجة حرارته $0^\circ C$ حيث سرعة انتشار الصوت فيه $v = 330m.s^{-1}$ وتواتر الصوت الصادر $f=110Hz$

(1) أحسب طول الموجة المتكونة وعدد أطوال الموجة و البعد بين بطنين متتالين ، ثم استنتج رتبة الصوت .

(2) نسخن مزمار إلى درجة $819^\circ C$ ، احسب سرعة انتشار الصوت عند هذه الدرجة ثم استنتج طول الموجة المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه .

♥ سرعة انتشار الصوت : $v_2 = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \cdot v_1 = \sqrt{\frac{t_2+273}{t_1+273}} \cdot v_1$

♥ $v_2 = \sqrt{\frac{273+819}{273+0}} \cdot 330 = \sqrt{\frac{1092}{273}} \cdot 330 = \sqrt{4} \cdot 330$

♥ $\Rightarrow v_2 = 660m.s^{-1}$

♥ طول الموجة المتكونة : من العلاقة : $\lambda_2 = \frac{v_2}{f}$

ليصدر الصوت نفسه (مواقت) أي نفس التواتر $f=110Hz$

♥ $\lambda_2 = \frac{v_2}{f} = \frac{660}{110} = 6(m)$

♥ مزمار ذو فم و ونهاية مفتوحة \leftarrow متشابه الطرفين

♥ طول الموجة المتكونة : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} = 3(m)$

♥ عدد أطوال الموجة = $\frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}} = \frac{L}{\lambda} = \frac{3}{3} = 1$ طول موجة

♥ البعد بين بطنين متتالين $\frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1.5(m)$

♥ حساب رتبة الصوت n : $L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2 \times 3}{3} = 2$

♥ ملاحظة هنا قد يعطينا رتبة الصوت n ويطلب طول الموجة λ : $L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n}$

(3) احسب طول المزمار آخر ذي فم ، نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة $0^\circ C$ تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصادر عن المزمار السابق

(4) إذا تكوّنت عقدة واحدة في منتصف المزمار المتشابه في الدرجة $0^\circ C$ فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ

الدرجة $(0^\circ C) \Leftrightarrow v = 330m.s^{-1}$

الصوت البسيط $n = 1$

♥ $f = \frac{n \cdot v}{2L} = \frac{1 \times 330}{2 \times 3} \Rightarrow f = 55 Hz$

لو طلب التواتر عند ال درجة $819^\circ C$ كنا عوضنا السرعة $v = 660m.s^{-1}$

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

$(0^\circ C) \Leftrightarrow v = 330m.s^{-1}$ المدروج الثالث

يساوي تواتر المزمار السابق : مختلف $f = f'$ متشابه $110Hz$

♥ $L' = (2n - 1) \frac{v}{4f'} \Rightarrow L' = \frac{3 \times 330}{4 \times 110} = \frac{9}{4} = 2,25 m$

(C) مزمار ذو فم نهايته مغلقة يحوي غاز الأكسجين سرعة انتشار الصوت فيه $324m.s^{-1}$ يصدر صوتاً أساسياً تواتره $162Hz$.

(1) أحسب طول الموجة المتكونة وطول هذا المزمار

(2) نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهيدروجين في درجة الحرارة نفسها ، احسب سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين ثم احسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة . ($H = 1 \quad O = 16$)

♥ حساب سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين $v_2 = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} \cdot v_1$

♥ $M_{H_2} = 2 , M_{O_2} = 32 \Rightarrow D_1 = \frac{M_1}{29} = \frac{32}{29} \quad D_2 = \frac{M_2}{29} = \frac{2}{29}$

♥ $v_2 = \sqrt{\frac{32}{29} \times 324} = \sqrt{16} \times 324 \Rightarrow v_2 = 4 \times 324 = 1296(m.s^{-1})$

♥ حساب التواتر : للصوت الأساسي $(2n - 1) = 1$

♥ $f_2 = (2n - 1) \frac{v_2}{4L} = 1 \times \left(\frac{1296}{4 \times \frac{1}{2}} \right) = 648Hz$

♥ طول الموجة : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{324}{162} = 2(m)$

♥ حساب طول هذا المزمار : $L = ?$

فم+نهاية مغلقة \leftarrow مختلف

♥ $v = 324(m.s^{-1}) \quad f = 162(Hz) \quad (2n - 1) = 1$

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

♥ $L = 1 \frac{324}{4(162)} = \frac{1}{2}(m)$

(D) عمود هوائي طوله $L = 2m$ سرعة انتشار الصوت في الهواء $v = 330 m.s^{-1}$

(1) احسب تواتر الصوت الأساسي (أصغر تواتر يحدث عند التجاوب ، الرنين الأول) ومن ثم تواتر المدروج الثالث الذي يصدره إذا كان العمود مغلقاً (قناة سمعية)

(2) احسب تواتر الصوت الأساسي (أصغر تواتر يحدث عند التجاوب ، الرنين الأول) ومن ثم تواتر المدروج الثالث الذي يصدره إذا كان العمود مفتوحاً.

تواتر العمود الهوائي المفتوح (متشابه الطرفين) : $f = \frac{nv}{2L}$

♥ صوت أساسي $n = 1$

تواتر الصوت الأساسي : $f = \frac{1 \times 330}{2 \times 2} \Rightarrow f = \frac{330}{4} Hz$

♥ مدروج ثالث : $n = 3$

تواتر المدروج الثالث : $f = \frac{3 \times 330}{2 \times 2} \Rightarrow f = \frac{990}{4} Hz$

ملاحظة القوة الضاغطة تساوي الضغط ضرب مساحة السطح $F = P \cdot S$

(3) حدد البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول عندما تهتز رنانة تواترها $f = \frac{330}{4} Hz$ فوق العمود الهوائي المغلق

البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول هو $L_1 = ?$ وإن تواتر العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين) الرنين الأول : $f = (2n - 1) \frac{v}{4L_1}$

♥ $(2n - 1) = 1 \Rightarrow f = \frac{v}{4L_1} \Rightarrow L_1 = \frac{v}{4f} \Rightarrow L_1 = \frac{330}{4 \times \frac{330}{4}} = 1 m$

التسجيل يباقي المواد والجلسات الامتحانية في منصتنا الافتراضية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو تواصلوا معنا (0947050592)

المسألة رقم [10] الموائع

(A) يتدفق الماء عبر مضخة حيث : $S_1=20 \text{ cm}^2$ $S_2=60 \text{ cm}^2$ $z=20 \text{ m}$ $v_1=15 \text{ m.s}^{-1}$ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ $\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

1. احسب v_2 ، السرعة عند المقطع S_2 والضغط P_1 عند المقطع S_1 علماً أن : $P_2 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$

حساب العمل الميكانيكي : $W = -m g z + (P_1 - P_2)\Delta V$

$$m = \rho V = 1000 \times 100 \times 10^{-3} = 100 \text{ kg}$$

$$W = -100 \times 10 \times 7 + (2 \times 10^5 - 1 \times 10^5)100 \times 10^{-3}$$

$$W = -7 \times 10^3 + 1 \times 10^4 = -7000 + 10000 \Rightarrow W = 3000 \text{ J}$$

3. احسب قيمة فرق الضغط $P_1 - P_2$ عند $Z = 5 \text{ m}$

نطبق معادلة برنولي : $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g Z = \text{const}$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g Z_2$$

$$\xrightarrow{\text{نعزل } P_1 - P_2} P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g Z_2 - \rho g Z_1$$

$$\xrightarrow{\text{عامل مشترك}} P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g \frac{(Z_2 - Z_1)}{z}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \times 1000(25 - 225) + 1000(10)(5)$$

$$P_1 - P_2 = -100000 + 50000 = -50000 \text{ pa}$$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = \text{const} \Rightarrow v_2 = \frac{S_1}{S_2} \cdot v_1$$

$$v_2 = \frac{20 \times 10^{-4}}{60 \times 10^{-4}} \times 15 = 5 \text{ m.s}^{-1}$$

لحساب P_1 نطبق معادلة برنولي : $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g Z = \text{const}$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g Z_2$$

$$\xrightarrow{\text{نعزل } P_1} P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g Z_2 - \rho g Z_1$$

$$\xrightarrow{\text{عامل مشترك}} P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g \frac{(Z_2 - Z_1)}{z}$$

$$P_1 = 10^5 + \frac{1}{2}(1000)(25 - 225) + 1000 \times 10(20)$$

$$P_1 = 100000 - 100000 + 200000$$

$$P_1 = 200000 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(B) يفرغ خزان (مضخة) ماء حجمه 8 m^3 بمعدل ضخ $0.04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

2. سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه 100 cm^2

$$Q' = S \cdot v$$

$$v = \frac{Q'}{S} = \frac{4 \times 10^{-2}}{10^{-2}} \Rightarrow v = 4 \text{ m.s}^{-1}$$

1. أحسب الزمن اللازم لتفريغ الخزان

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{V}{Q'}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{8}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow \Delta t = 200 \text{ S}$$

4. احسب معدل التدفق الحجمي اذا استغرقت عملية التفريغ 100 sec

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{8}{100} \Rightarrow Q' = 0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

3. سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم إذا نقص مقطعها ليصبح نصف ما كان عليه.

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$

$$S_2 = \frac{1}{2} S_1 \text{ فرضاً} \Rightarrow S_1 \cdot v_1 = \frac{1}{2} S_1 v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = 2v_1 \Rightarrow v_2 = 2 \times 4 = 8 \text{ m.s}^{-1}$$

تنويه: يوجد وريقات تشمل نظري مادة الفيزياء كاملاً سؤال وجواب للدورة المكثفة

للمدرس أنس أحمد

تصل عليها من منصة طريقي التعليمية

دمشق - ساعة عرنوس بناء الصباغ خلف بناء المهندسين الطابق 6

هاتف: 0947050592

تنويه: تستطيع التسجيل لباقي مواد الدورة المكثفة وجلسات المراجعة الامتكانية في

منصة طريقي التعليمية الافتراضية

تحميل تطبيق منصة طريقي التعليمية أو زيارة موقعنا أو التواصل معنا على الرقم السابق

المسألة رقم 11 النسبية

ثوابت معطاة بالمسألة : سرعة الضوء : $C = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$

سافر رائد فضاء في مركبة فضائية لها شكل مستطيل إلى أحد كواكب المجرة وفق مسار مستقيم، بحيث يكون شعاع سرعة المركبة دوماً موازياً لطول المركبة فتسجل أجهزة المركبة المسافة المقطوعة: 4 سنة ضوئية، المسافة المقطوعة: 25 m ، عرض المركبة 100m ، طول المركبة 100m ، عرض المركبة 25 m ، المسافة المقطوعة: 4 سنة ضوئية ، زمن الرحلة $\frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة المطلوب

(1) احسب كلاً من سرعة المركبة وطولها وعرضها أثناء الرحلة، والمسافة

التي قطعتها وزمن الرحلة وفق قياسات المحطة الأرضية

المعطيات بالنسبة للمركبة المسافرة (المراقب الداخلي) سجلت القياسات الآتية

طول المركبة $L'_0 = 100m$ عرض المركبة $d_0 = 25 m$ ، المسافةالمقطوعة: $L' = 4C$ سنة ضوئية ، زمن الرحلة $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنةالمطلوب : السرعة ، طول المركبة L ، عرض المركبة d ، المسافة المقطوعة L'_0 ، زمن الرحلة t

بالنسبة للمراقب الخارجي (المحطة الأرضية)

♥ حساب v السرعة :

$$v = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن}} = \frac{L'}{t_0} = \frac{4C}{\frac{8}{\sqrt{3}}} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$$

♥ حساب γ :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{3}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$$

♥ طول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي (المحطة الأرضية) يتقلص لأن شعاع السرعة موازياً له:

$$L = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{100}{2} = 50m$$

♥ عرض المركبة يبقى نفسه ولا يتغير لأن شعاع السرعة موازٍ لطول المركبة أي :

$$d = d_0 = 25 m$$

♥ مسافة الرحلة المقطوعة بالنسبة للمراقب الخارجي :

$$L' = \frac{L'_0}{\gamma} \Rightarrow L'_0 = \gamma \cdot L' = 2 \times 4 = 8 \text{ light years}$$

♥ زمن الرحلة بالنسبة للمراقب الخارجي (المحطة الأرضية) يتمدد :

$$t = \gamma \cdot t_0 = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}} \text{ years}$$

(2) درس رائد الفضاء الكتلة السكونية لجسيم $m_0 = 9 \times 10^{-31} kg$ ،

وفي أحد التجارب كانت طاقته الكلية تساوي ثلاثة أضعاف طاقته السكونية.

(a) احسب الطاقة السكونية للجسيم وطاقته الكلية .

$$E_0 = m_0 c^2$$

$$E_0 = m_0 c^2 = 9 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$E_0 = 9 \times 10^{-31} \times 9 \times 10^{16} = 81 \times 10^{-15} J$$

$$E = 3E_0 = 3 \times 81 \times 10^{-15} = 243 \times 10^{-15} J$$

(b) احسب قيمة γ : من الفرض : $E = 3E_0$

$$mc^2 = 3m_0 c^2 \xrightarrow{\text{بالاختصار}} \gamma m_0 = 3m_0 \Rightarrow \gamma = 3$$

(c) احسب كتلته أثناء حركته خلال التجربة (في الميكانيك النسبي)

$$m = \gamma m_0 = 3 \times 9 \times 10^{-31} \Rightarrow m = 27 \times 10^{-31} kg$$

(d) احسب سرعة الجسيم في هذه التجربة.

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

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

$$v^2 = \frac{(9-1)c^2}{9} \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c$$

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8 \Rightarrow v = 2\sqrt{2} \times 10^8 m.s^{-1}$$

(e) احسب الطاقة الحركية لهذا الجسيم وفق الميكانيك النسبي

$$E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0$$

$$E_k = 2E_0 = 2 \times 81 \times 10^{-15} = 162 \times 10^{-15} J$$

(f) احسب كمية الحركة وفق الميكانيك الكلاسيكي ثم وفق الميكانيك النسبي

كلاسيكياً: لا تتغير الكتلة بين حالي السكون والحركة أي: $p = m_0 v$

$$p = 9 \times 10^{-31} \times 2\sqrt{2} \times 10^8 \Rightarrow p = 18\sqrt{2} \times 10^{-23} kg.m.s^{-1}$$

نسبياً: تزداد الكتلة m_0 عند الحركة وتصبح m فتكون كمية حركته:

$$p = mv = \gamma m_0 v = 3 \times 9 \times 10^{-31} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$$

$$\Rightarrow p = 54\sqrt{2} \times 10^{-23} kg.m.s^{-1}$$

مسألة : افترض أن أخوين توأمين أحدهما رائد فضاء طار بسرعة قريبة من سرعة الضوء في الخلاء $v = \frac{\sqrt{899}}{30} c$ ، وبقي رائد الفضاء في رحلته سنة واحدة وفق مقياسية يحملها، فما

الزمن الذي انتظره أخوه التوأم على الأرض ليعود رائد الفضاء من رحلته؟

الزمن الذي سجله المراقب الخارجي للرحلة (الأخ التوأم الذي بقي على الأرض): t الزمن الذي سجلته المقياسية التي يحملها رائد الفضاء: $t_0 = 1 \text{ year}$

$$t = \gamma t_0 \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\left(\frac{\sqrt{899}}{30}c\right)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{900-899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{900}}} = \sqrt{900} = 30$$

أي أن الأخ التوأم انتظر ثلاثين عاماً حتى انتهت رحلة أخيه التوأم التي استغرقت بالنسبة له عاماً واحداً. $t = 30 \times 1 = 30 \text{ year}$

المسألة رقم 12 «الكترونييات»

ثوابت معطاة بالمسألة : سرعة الضوء : $C = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$ ثابت بلانك : $h = 6.6 \times 10^{-34} = 66 \times 10^{-35} J.s$
شحنة الإلكترون : $e = 1.6 \times 10^{-19} = 16 \times 10^{-20} (c)$ كتلة الإلكترون : $m_e = 9 \times 10^{-31} (kg)$

(A) نطبق فرقاً في الكمون ، قيمته $V = 720 (V)$ بين اللبوسين الشاقولين لمكثفة مستوية ، ندخل إلكترونات ساكنة في نافذة اللبوس السالب
استنتج العلاقة المحددة لسرعة هذا الإلكترون عندما يخرج من نافذة مقابلة اللبوس الموجب _ بإهمال ثقل الإلكترون _ ثم احسب قيمتها
عند دخول الإلكترون من النافذة فإنه يخضع لقوة كهربائية F محمولة على الحقل الكهربائي وتعاكسه بالاشارة

بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

الوضع الأول : لحظة ترك المهبط (اللبوس السالب) بدون سرعة ابتدائية

الوضع الثاني : لحظة الوصول للمصعد (اللبوس الموجب)

$$\begin{aligned}\overline{\Delta E_K} &= \sum \overline{W_{\vec{F}}} \\ E_K - E_{K_0} &= W_{\vec{F}} \\ \frac{1}{2} m_e v^2 &= \vec{F} \cdot d \\ \frac{1}{2} m_e v^2 &= e E \cdot d \\ \frac{1}{2} m_e v^2 &= e U\end{aligned}$$

يمكن استخدام نظرية الطاقة الحركية
راسم الاهتزاز - الأشعة المهبطية
الأشعة السينية - الكترونات مسرعة

$$v^2 = \frac{2eU}{m_e} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 16 \times 10^{-20} \times 720}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow v = 16 \times 10^6 (m.s^{-1})$$

(B) على فرض أن الإلكترون الأفقي يتحرك بسرعة $4 \times 10^4 km.s^{-1}$ يدخل بهذه السرعة لحظة بدء خضوعه لتأثير اللبوسين الأفقيين لمكثفة مشحونة
يعدان عن بعضهما $2cm$ بينهما فرق الكمون $10^3 (V)$

(1) أحسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوس المكثفة.

(2) أحسب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها الإلكترون بإهمال ثقله.

$$F = eE = 16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^4 = 8 \times 10^{-15} (N)$$

$$v_0 = 4 \times 10^7 (m.s^{-1}) \quad d = 2 \times 10^{-2} (m) \quad U = 10^3 (V)$$

$$U = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{10^3}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^4 (V.m^{-1})$$

(3) استنتج معادلة حامل مسار الإلكترون المتحرك بين لبوس المكثفة

(4) حساب شدة الحقل المغناطيسي المعاكس للحقل الكهربائي المتولد بين لبوس المكثفة
الذي يجعل الإلكترون يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ...

حقل مغناطيسي ← قوة مغناطيسية

حقل كهربائي ← قوة كهربائية

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

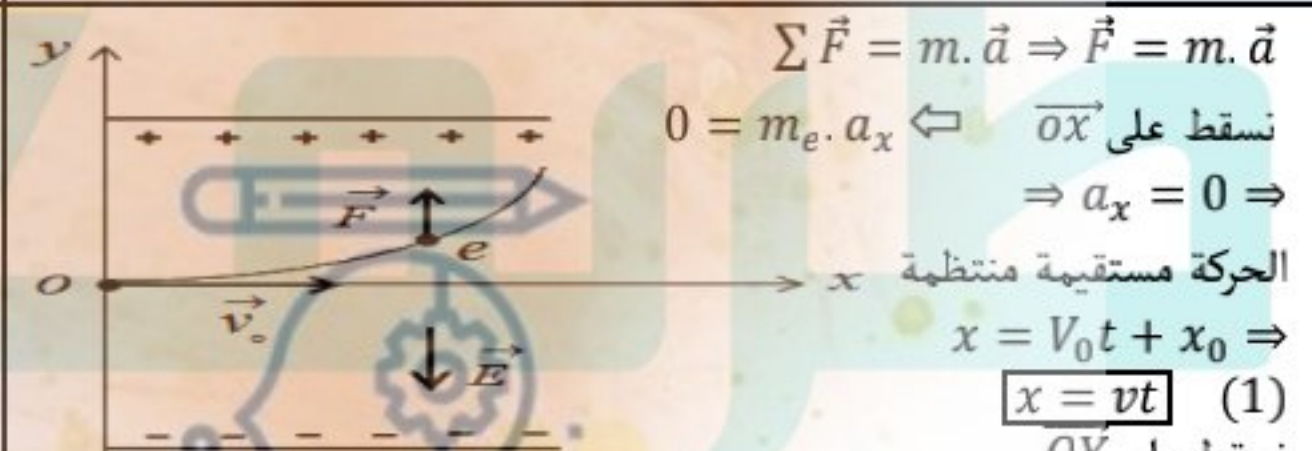
حركته مستقيمة منتظمة ⇒ $a=0$

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

$$F_{\text{لورنتز}} = F$$

$$eE = evB \sin \frac{\pi}{2}$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{5 \times 10^4}{4 \times 10^7} = \frac{5}{4} \times 10^{-3} (T)$$



$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$0 = m_e \cdot a_x \Rightarrow \overline{0x} \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow$$

الحركة مستقيمة منتظمة

$$x = V_0 t + x_0 \Rightarrow$$

$$\boxed{x = vt} \quad (1)$$

نسقط على OY

$$F = m_e \cdot a_y \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e} = \text{CONST}$$

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$y = \frac{1}{2} \frac{eE}{m_e} \cdot t^2 \quad (2)$$

نعزل الزمن من (1) ونعوض في (2) :

$$t = \frac{x}{v} \Rightarrow y = \frac{1}{2} \frac{eE}{m_e} \cdot \frac{x^2}{v^2}$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow y = \frac{1}{2} \frac{e \cdot U}{m_e \cdot v^2 \cdot d} \cdot x^2$$

$$y = \frac{1 \times 16 \times 10^{-20} \times 10^3}{2 \times 9 \times 10^{-31} \times 16 \times 10^{14} \times 2 \times 10^{-2}} \cdot x^2$$

$$y = \frac{25}{9} x^2$$

حامل مسار الإلكترون يمثل قطع مكافئ

(C) خلية ضوئية (حجيرة كهروضوئية). يتكون المهبط فيها من صفيحة من السيزيوم حيث تساوي عتبة طول الموجة اللازم لانتراع الالكتران $\lambda_s = 6600 \text{Å}$

(1) أحسب الطاقة اللازمة لانتراع الالكتران ، وما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء لتعمل الحجيرة الكهروضوئية

(2) أحسب عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط في الثانية إذا كانت شدة التيار $16mA$

$$\lambda_s = 66 \times 10^2 \text{Å} = 66 \times 10^2 \times 10^{-10} = 66 \times 10^{-8} (m)$$

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

$$E_s = 66 \times 10^{-35} \times \frac{3 \times 10^8}{66 \times 10^{-8}} \Rightarrow \boxed{E_s = 3 \times 10^{-19} J}$$

شرط عمل الحجيرة الكهروضوئية : $\lambda \leq \lambda_s \Rightarrow \lambda \leq 66 \times 10^{-8} m$

$$q = \left\{ \begin{array}{l} It \\ Ne \end{array} \right. \Rightarrow It = Ne$$

$$N = \frac{It}{e} = \frac{16 \times 10^{-3} \times 1}{16 \times 10^{-20}} = 10^{17} \text{ إلكترون}$$

(3) نعرض الخلية لحزمة ضوئية بطول موجة $\lambda = 4400 \text{ \AA}$ فيجري انتزاع الكترولونات ، أحسب الطاقة الحركية والسرعة العظمى لكل الكترولون منتزع

$$E_K = E - E_s \Rightarrow E_K = hf - E_s$$

$$E_K = h \cdot \frac{c}{\lambda} - E_s$$

$$E_K = \frac{66 \times 10^{-35} \times 3 \times 10^8}{44 \times 10^{-8}} - 3 \times 10^{-19} = \frac{18}{4} \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19}$$

$$E_K = (4.5 - 3) \times 10^{-19} \Rightarrow \boxed{E_K = 1.5 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$E_K = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = \sqrt{\frac{1.5 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}}$$

$$\boxed{v = \frac{\sqrt{1.5}}{3} \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}}$$

(4) أحسب كمية حركة الفوتون

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{66 \times 10^{-35}}{44 \times 10^{-8}} = \frac{6}{4} \times 10^{-27} = 1.5 \times 10^{-27} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

(5) أحسب قيمة كمون الإيقاف

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول: عند المهبط بسرعة عظمى الوضع الثاني: قبيل المصعد بسرعة معدومة

$$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{k_1} = e(-U_0) \Rightarrow U_0 = \frac{E_{k_1}}{e} = \frac{1.5 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 0.9 \text{ V}$$

(D) يعمل أنبوب لتوليد الأشعة السينية بفرق كمون $8 \times 10^4 \text{ volt}$ حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عملياً.

(2) احسب قيمة التواتر الأعظمي للأشعة السينية الصادرة وطول الموجة الموافق لذلك التواتر (أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة)

$$E = E_K$$

$$h \cdot f_{\max} = e \cdot U$$

$$f_{\max} = \frac{e \cdot U}{h} = \frac{16 \times 10^{-20} \times 8 \times 10^4}{66 \times 10^{-35}} = 19,4 \times 10^{18} \text{ Hz}$$

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

$$\lambda_{\min} = \frac{3 \times 10^8}{19,4 \times 10^{18}} = 0,155 \times 10^{-10} \text{ m}$$

(1) استنتج بالرموز الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله لمقابل المهبط (صفيحة البلاتين) ، وسرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بالهدف

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين

الوضع الأول: لحظة تركه المهبط دون سرعة ابتدائية

الوضع الثاني: لحظة الوصول للمصعد

$$\Delta E_K = \sum W_{\vec{F}} \Rightarrow \Delta E_K = W_{\vec{F}} = F \cdot d \Rightarrow$$

$$E_K - E_{K_0} = e \cdot E \cdot d \Rightarrow \boxed{E_K = e \cdot U}$$

$$E_K = 16 \times 10^{-20} \times 8 \times 10^4 = 128 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 16 \times 10^{-20} \times 8 \times 10^4}{9 \times 10^{-31}}} = \frac{16}{3} \times 10^{12,5} \text{ m.s}^{-1}$$

(E) إذا علمت أن طاقة تآين جزئيات الهواء هي $E' = 10 \text{ eV}$ ، أوجد المسار الحر الوسطي (L) للإلكترون في الهواء علماً أن $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، وأن الاتفراغ الشروري يظهر عندما تصل شدة الحقل الكهربائي إلى $E = 3 \times 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

نحول طاقة التآين E' المعطاة من eV إلى J ← بضرب بشحنة الإلكترون

$$E' = 10 \times 1.6 \times 10^{-19} = 16 \times 10^{-19} \text{ J}$$

طول المسار الحر الوسطي: $L = \frac{U}{E}$ ، حقل كهربائي

$$E' = eU \Rightarrow U = \frac{E'}{e} = \frac{16 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 10 \text{ V}$$

$$L = \frac{U}{E} = \frac{10}{3 \times 10^6} = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \text{ m}$$

(F) احسب الطاقة المتحررة وطول موجة الإشعاع الصادر عندما يهبط إلكترون من السوية الثالثة ذات الطاقة $E_3 = -1.51 \text{ eV}$ إلى السوية الثانية ذات الطاقة $E_2 = -3.4 \text{ eV}$

نحول من eV إلى J بضرب بشحنة الإلكترون

$$\Delta E = E_2 \text{ نهائي} - E_3 \text{ بدائي} = (-3.4) - (-1.51) = -1.89 \text{ eV}$$

$$\Delta E = -1.89 \times 1.6 \times 10^{-19} = -3.024 \times 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow \boxed{\Delta E = 3.024 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

تقمان الطاقة

$$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.024 \times 10^{-19}} = 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

(G) يخضع إلكترون يتحرك بسرعة $8 \times 10^3 \text{ km.s}^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع شدته $B = 5 \times 10^{-3} \text{ T}$ ، المطلوب.

1. أحسب شدة القوة المغناطيسية

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

$$F = e \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-3} \times 1$$

$$\boxed{F = 6.4 \times 10^{-15} \text{ N}}$$

2. برهن أن حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسدها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

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

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

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

التسارع ناظمي فحركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

3. استنتج العلاقة المحددة لنصف القطر لهذا المسار ، واحسب قيمته

جملة المقارنة: خارجية

$$\vec{B} \perp \vec{v}$$

الجملة المدروسة: الإلكترون يتحرك سرعته \vec{v} والقوى الخارجية المؤثرة: \vec{F} المغناطيسية ، ثقل الإلكترون W ومهمل لصغره أمام القوة المغناطيسية

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

بالاسقاط على الناظم:

$$F_{\text{لورنتز}} = m \cdot a_c \Rightarrow e \cdot v \cdot B \cdot \sin \frac{\pi}{2} = m \frac{v^2}{r}$$

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

4. أحسب دور الحركة

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times 9 \times 10^{-3}}{8 \times 10^6} \Rightarrow \boxed{T = \frac{9\pi}{4} \times 10^{-9} \text{ S}}$$

المسألة رقم 13، الفيزياء الفلكية

ثوابت معطاة بالمسألة : سرعة الضوء : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ثابت هابل $H_0 = 68 \text{ km.s}^{-1}/\text{Mpc}$ ، الفرسخ الفلكي $1 \text{ pc} = 3.26 \text{ ly}$
سافر رائد فضاء في مركبة فضائية إلى أحد كواكب المجرة باعتبار لهذا الكوكب شكل كروي قطره 6800 km وكتلته $M = 6.4 \times 10^{23} \text{ kg}$ وثابت الجاذبية العام $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2\text{kg}^{-2}$

1. احسب سرعة الإفلات من جاذبية هذا الكوكب

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_G \cdot r$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{3400 \times 10^3}}$$

$$\Rightarrow v = 15.5 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

هي سرعة الإفلات من جاذبية هذا الكوكب

2. لو ضغط الكوكب حتى أصبح تقباً أسوداً. فاحسب نصف قطره عندئذ.

$$v^2 = \frac{2GM}{r} \xrightarrow{v=c} c^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$$

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

$$r = 9.3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

3. على فرض أن المحطة الأرضية قاست الانزياح في طول موجة الهيدروجين لتلك المجرة فكان 5% مما كان عليه، احسب بعد تلك المجرة.

نحسب بعد المجرة من قانون هابل : $v' = H_0 d \Rightarrow d = \frac{v'}{H_0}$

• يجب حساب سرعة الابتعاد v' حسب تأثير دوبلر:

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

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

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c} \xrightarrow{\text{نعرض لحساب } v'}$$

من الفرض الانزياح في طول الموجة : $\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = 5\% = 5 \times 10^{-2}$

$$5 \times 10^{-2} = \frac{v'}{3 \times 10^8} \Rightarrow v' = 15 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$$

• يجب حساب ثابت هابل بالوحدات الدولية: $H_0 = \frac{68 \text{ km.s}^{-1}}{\text{Mpc}}$

$$H_0 = \frac{68 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}}{10^6 \times 3.26 \text{ light year}}$$

$$H_0 = \frac{68 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}}{10^6 \times 3.26 \times 3 \times 10^8 \times 365.25 \times 24 \times 3600 \text{ m}}$$

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

نعوض في قانون هابل :

$$d = \frac{v'}{H_0} = \frac{15 \times 10^6}{\frac{68}{3} \times 10^{-19}} \Rightarrow d = \frac{45}{68} \times 10^{25} \text{ m}$$

وهو بعد تلك المجرة عنا.

4. باعتبار لهذا الكوكب شكل كروي قطره 6800 km

وكتلته $6.4 \times 10^{23} \text{ kg}$

1. احسب سرعة الإفلات من جاذبية المريخ.

2. لو ضغط المريخ حتى أصبح تقباً أسوداً. فاحسب نصف قطر المريخ عندئذ.

الحل:

$$E_k = E_p \quad -1$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_G \cdot r$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{3400 \times 10^3}}$$

$$v = 15.5 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

هي سرعة الإفلات من جاذبية المريخ.

$$v^2 = \frac{2GM}{r} \xrightarrow{v=c} c^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2} \quad -2$$

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

$$r = 9.3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

ألقاكم في جلسة المراجعة الامتحانية

قبل الامتحان بأيام

للتسجيل فيها وببأقي المواد :

منصة طريقي التعليمية الافتراضية

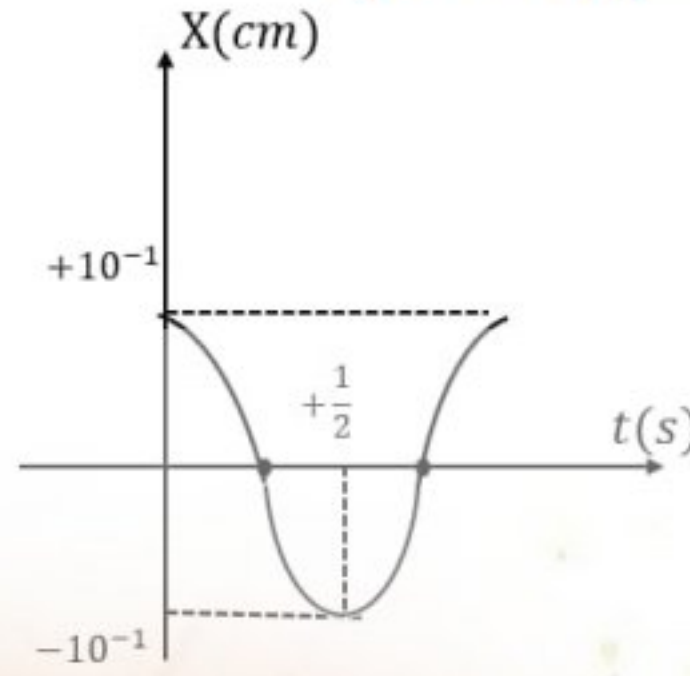
موبايل: 0947050592

بإدارة محبكم : أنس أحمد

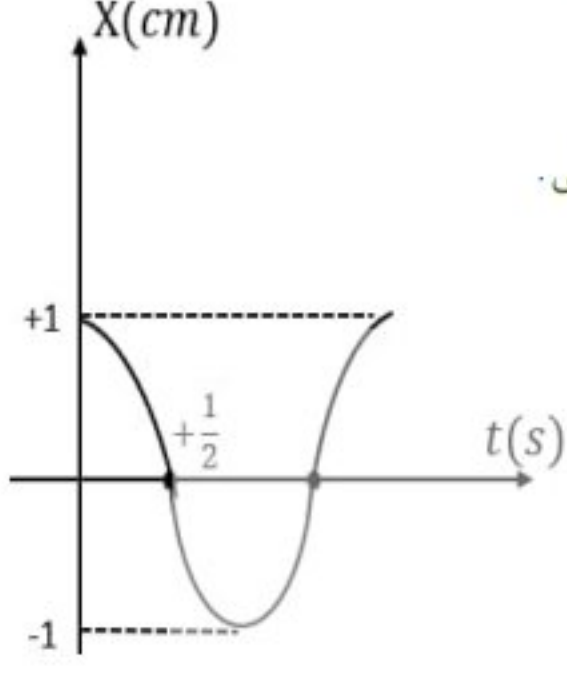
سؤال الخطوط البيانية

(1) يمثل الخط البياني تابع المطال للنواس المرن استنتج من هذا المنحني :

الدور الخاص للحركة ونبضها وسعتها
السرعة العظمى (طويلة)
التابع الزمني لمطالها .
التابع الزمني للسرعة .

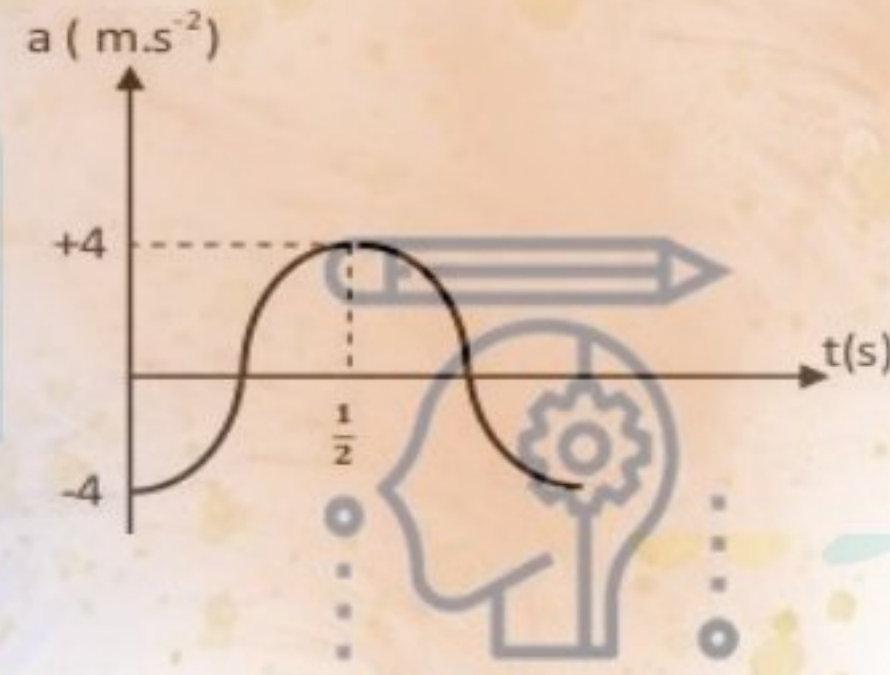


(2) اقرأ الخط البياني استنتج من هذا المنحني :
ماذا يمثل الخط البياني .
التابع الزمني للمطال .
عين زمن مرور الجسم بوضع التوازن للمرة الأولى .

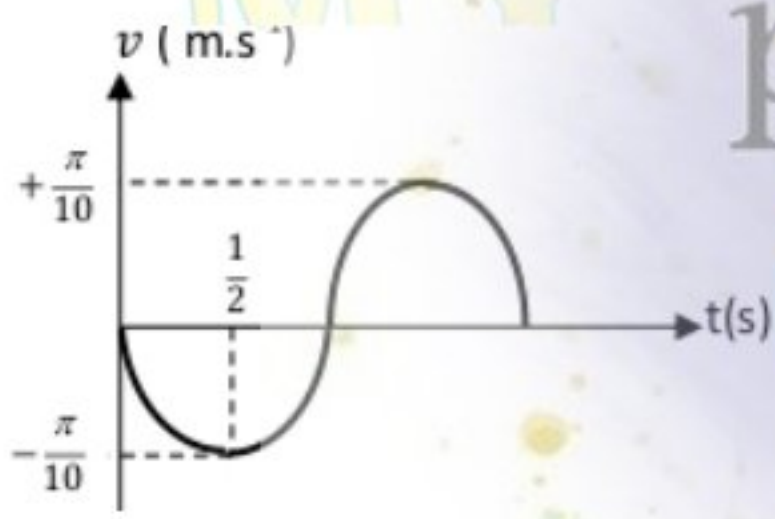


(3) يمثل الخط البياني تابع التسارع لحركة جيبيية انسحابية استنتج من هذا المنحني :

الدور الخاص للحركة وسعتها
التابع الزمني لتسارعها



(4) يمثل الخط البياني تابع السرعة لحركة جيبيية انسحابية استنتج من هذا المنحني :
الدور الخاص للحركة ونبضها وسعتها
التابع الزمني لمطالها .



(5) يبين الخط البياني الطاقة الميكانيكية لنواس مرن والطاقة الكامنة للجبهة بدلالة المطال والمطلوب :

استنتج سعة الحركة .

احسب ثابت صلابة النابض .

احسب الطاقة الحركية من أجل : $\bar{x} = -2 \text{ cm}$, $\bar{x} = 0$

