المسألة رقم «1» النواس المرن

هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نقطة مادية كتلتها $(m = 0.1kg)$ معلقة بنابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولي تهتز بدور خاص $(1sec)$ وبسعة اهتزاز $(16cm)$ ، 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.

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

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

$X_{max} = 16cm \Rightarrow \boxed{X_{max} = 16 \times 10^{-2} m}$ (سعة الاهتزاز)

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

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

ترك دون سرعة ابتدائية $+X_{max} = X_{max}\cos\bar{\varphi} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = +1 \Rightarrow \boxed{\bar{\varphi} = 0}$

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام: $\boxed{\bar{x} = 16 \times 10^{-2}\cos 2\pi t\ (m)}$

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 $+X_{max} \longrightarrow -X_{max}$ هو : $\frac{T_0}{2}$

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

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

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

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

3) احسب قيمة السرعة العظمى للنقطة المادية (طويلة)

السرعة العظمى طويلة : $v_{max} = \omega_0 X_{max}$

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

إضافي : أحسب سرعة النقطة المادية طويلة عند مرورها في المطال $x = 14cm$

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

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

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

4) احسب قيمة كمية الحركة العظمى للنقطة المادية

قانون كمية الحركة : $p = m.v \Rightarrow P_{max} = m.v_{max}$

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

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

ملاحظة: قد يعطينا P_{max} ويطلب ω_0

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

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

5) احسب قيمة ثابت صلابة النابض.

$k = m.\omega_0^2$ (يحسب من هنا أو من علاقة الدور الخاص)

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

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

6) احسب مقدار الاستطالة السكونية للنابض

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

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

7) احسب قيمة قوة الارجاع وتسارع النقطة المادية في نقطة مطالها $(x = 5cm)$ وحدد على الرسم جهة كل منهما .

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

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

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

ملاحظة: عندما يطلب شدة قوة الارجاع تكون بالقيمة المطلقة $\left|-K\bar{x}\right| = \bar{F} \Leftarrow$:

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

8) احسب الطاقة الميكانيكية للهزازة

$E = \frac{1}{2}KX_{max}^2$

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

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

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

9) احسب الطاقة الحركية للنقطة المادية عندما يكون مطالها $(x = 10cm)$

$x = 10 \times 10^{-2}m$ ، $E_k = ?$

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

$E_k = \frac{1}{2}KX_{max}^2 - \frac{1}{2}KX^2$

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

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

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

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

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

10) أحسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص $T_0 = 2sec$

$m = ?$ ، $T_0 = 2sec$

من علاقة الدور الخاص

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

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

$\boxed{m = 0.4kg}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

نعوض شروط البدء بتابع السرعة:

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

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

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

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

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام: $\boxed{\bar{x} = 16 \times 10^{-2}\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)\ m}$

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

في مركز التوازن: $x = 0$ أي نعدم 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)

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

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

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

زمن المرور الأول $k = 0 \Leftarrow \boxed{t_1 = \frac{5}{12} sec}$

زمن المرور الثاني $k = 1 \Leftarrow \boxed{t_2 = \frac{5}{12} + \frac{1}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{11}{12} sec}$

النواس الثقلي المركب

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

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

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

(بعد O عن C)

تعيين $d = \widehat{OC}$: $\boxed{d = \frac{L}{2}}$

تعيين I_Δ : هايغنز $I_\Delta = I_{\Delta/c} + md^2$

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

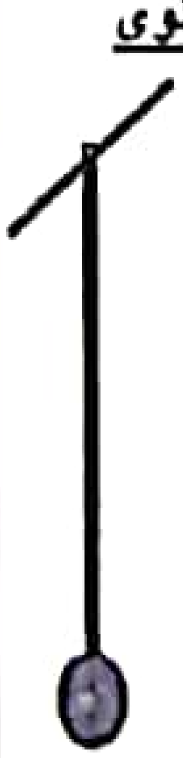
$\xrightarrow{\text{نعوض في الدور}} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}mL^2}{mg\frac{L}{2}}}$

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

- **قد يعطينا الدور الخاص ويطلب طول الساق نحل بنفس الطريقة ومن علاقة الدور الخاص نعزل طول الساق L:**

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

2) ساق متجانسة M تهتز حول محور مار من طرفها العلوي ومعلق بنهايتها السفلية كتلة نقطية m'



توضيح m' تبعد عن O مسافة $r' \Leftarrow r' = L$

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

$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}}\ \text{هايغنز} + I_{\Delta/m'}\ \text{كتلة}}$

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

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

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

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

تعيين d:

$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{M.\overset{(\text{بعد } M \text{ عن } O)}{r} + m'.\overset{(\text{بعد } m' \text{ عن } O)}{r'}}{M + m'} \xrightarrow{r = \frac{L}{2},\ r' = L} \boxed{d = \frac{M\frac{L}{2} + m'L}{M + m'}}$

تعيين $m_{\text{جملة}}$: $\boxed{m_{\text{جملة}} = M + m'}$

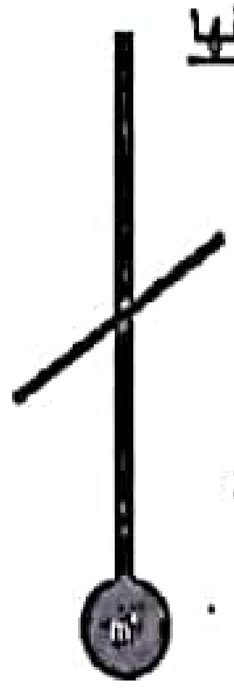
نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_{\Delta\,\text{جملة}}$ ، d ، $m_{\text{جملة}}$) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

- **إذا كانت الساق مهملة الكتلة $M = 0$ فيكون:**

$\boxed{I_{\Delta\,\text{ساق}} = 0 \Rightarrow I_{\Delta\,\text{جملة}} = m'L^2}$ و $\boxed{\boxed{m_{\text{جملة}} = m'}\ \boxed{d = L}}$

- **إذا كانت $M = m'$ نعوض في علاقات ($I_{\Delta\,\text{جملة}}$ ، d ، m) فنحصل على قيمها**

3) ساق متجانسة M تهتز حول محور مار من منتصفها ومعلق بنهايتها السفلية كتلة نقطية m'



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

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

$$I_{\Delta\,جملة} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta/m'} = \frac{1}{12}ML^2 + m'r'^2 \xRightarrow{r' = \frac{L}{2}}$$

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

تعيين d :

$$d = \frac{\Sigma mr}{\Sigma m} = \frac{Mr + m'r'}{M + m'} \xRightarrow{r = 0 , r' = \frac{L}{2}} \boxed{d = \frac{m'\frac{L}{2}}{M + m'}}$$

تعيين جملةm : $\boxed{m = M + m'}$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

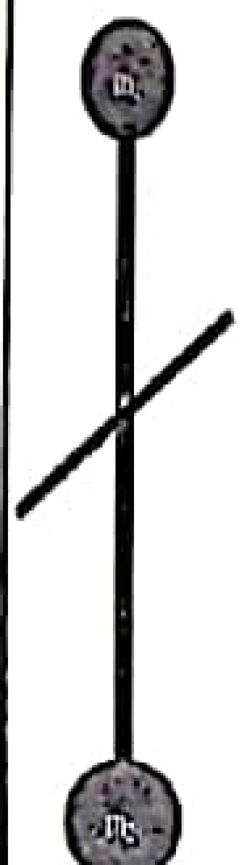
- إذا كانت $M = m'$ نعوض في علاقات (I_Δ , d , m جملة) فنحصل على قيمها

تعيين جملةm : $\boxed{m = M + m' = 2M}$

تعيين d : $\boxed{d = \frac{m'\frac{L}{2}}{M + m'} = \frac{m'\frac{L}{2}}{2M} \xRightarrow{M , m' \text{ نختصر}} \boxed{d = \frac{L}{2}}}$

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

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



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

توضيح m_1 تبعد عن o مسافة $r_1 \Leftarrow r_1 = \frac{L}{2}$.

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

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

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

$$I_{\Delta\,جملة} = 0 + m_1r_1^2 + m_2r_2^2 \xRightarrow{r_1 = r_2 = \frac{L}{2}}$$

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

تعيين جملةm : $\boxed{m_{جملة} = M_{ساق} + m_1 + m_2}$

تعيين d : $d = \frac{\Sigma mr}{\Sigma m} = \frac{m_2 . \underset{(\text{بعد } m_2 \text{ عن } 0)}{r_2} - m_1 . \underset{(\text{بعد } m_1 \text{ عن } 0)}{r_1}}{m_{ساق} + m_1 + m_2}$

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

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m_{جملة}$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

5) ساق مهملة 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 مهملة الكتلة : ($M_{ساق} = 0 \quad I_{\Delta/c} = 0$)

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

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

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

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

$$I_{\Delta\,جملة} = 0 + m_1r_1^2 + m_2r_2^2 \xRightarrow{(r_1 = \frac{L}{3} , r_2 = \frac{2L}{3})}$$

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

تعيين جملةm : $\boxed{m_{جملة} = M_{ساق} + m_1 + m_2}$

تعيين d : $d = \frac{\Sigma mr}{\Sigma m} = \frac{m_2r_2 - m_1r_1}{m_{ساق} + m_1 + m_2}$

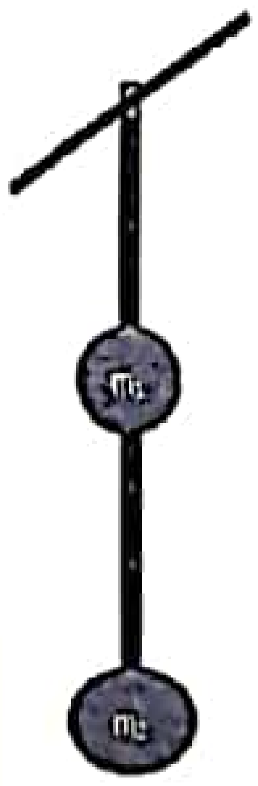
$$\xRightarrow{(r_1 = \frac{L}{3} , r_2 = \frac{2L}{3})} \boxed{d = \frac{m_2\frac{2L}{3} - m_1\frac{L}{3}}{m_{جملة}}}$$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m_{جملة}$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

- أعد هذه المسألة من أجل معطيات أخرى :

ساق مهملة 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

6) ساق مهملة الكتلة تهتز حول محور مار من طرفها العلوي نثبت في منتصفها كتلة نقطية m_1 ومن طرفها السفلي كتلة نقطية m_2



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

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

m_2 تبعد عن o مسافة $r_2 \Leftarrow r_2 = L$

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

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

$$I_{\Delta\,جملة} = 0 + m_1r_1^2 + m_2r_2^2 \xRightarrow{(r_1 = \frac{L}{2} , r_2 = L)}$$

$$I_{\Delta\,جملة} = m_1\frac{L^2}{4} + m_2L^2 \Rightarrow \boxed{I_{\Delta\,جملة} = L^2\left(\frac{m_1}{4} + m_2\right)}$$

تعيين جملةm : $\boxed{m_{جملة} = M_{ساق} + m_1 + m_2}$

تعيين d : $d = \frac{\Sigma mr}{\Sigma m} = \frac{m_2r_2 + m_1r_1}{m_{ساق} + m_1 + m_2}$

$$\xRightarrow{(r_1 = \frac{L}{2} , r_2 = L)} \boxed{d = \frac{m_2L + m_1\frac{L}{2}}{m_{جملة}}}$$

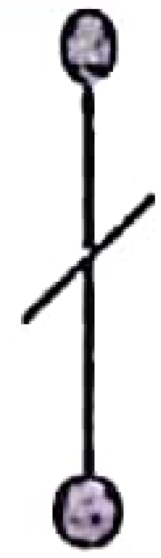
نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

المسألة رقم «2» النواس الثقلي المركب ، النواس الفتل (ساق)

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

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

1) احسب دور اهتزازاتها صغيرة السعة:



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

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

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

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

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

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

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

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

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

2) احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس.

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

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

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

نربع الطرفين $\Rightarrow 4 . \frac{L'}{10} = 1 \Rightarrow L' = \frac{10}{4}$

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

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

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

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

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

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

$$\sum \overline{W}_{F_{1\to2}} = \overline{\Delta E_K}$$

$$\underbrace{W_{\vec{R}}}_{0} + W_{\vec{w}} = E_k - \underbrace{E_{K_0}}_{0}$$

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل — 0 دون سرعة ابتدائية

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

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

نأخذ قيم كل من m ، I_Δ ، d من طلب العودة:

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

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

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

السرعة الخطية : $v = \omega . r$

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

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

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

$$\omega = 2\sqrt{2}\ rad.s^{-1} \quad , \quad \theta_{max} = ?$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

الوضع الثاني لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \overline{W}_{F_{1\to2}} = \overline{\Delta E_K}$$

$$\underbrace{W_{\vec{R}}}_{0} + W_{\vec{w}} = E_k - \underbrace{E_{k_0}}_{0}$$

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل — 0 دون سرعة ابتدائية

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

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

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

نأخذ قيم كل من m ، I_Δ ، d من طلب العودة:

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

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

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

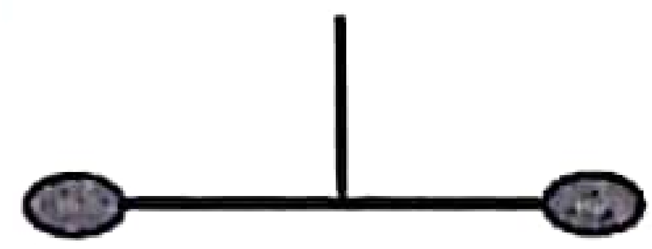
$$\cos\theta_{max} = 0 \Rightarrow \boxed{\theta_{max} = \frac{\pi}{2} rad}$$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب : أنس أحمد فيزياء

4) نأخذ الساق فقط ونعلقها من منتصفها بسلك فتل شاقولي ثابت فتله $(K = 0,1 m.N.rad^{-1})$ 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 $(t = 0)$ فتهتز بحركة جيبية دورانية $(\pi^2 = 10)$ والمطلوب:

a) احسب دورها الخاص.

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



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

$I_{\Delta_{جملة}} = I_{\Delta_{/c}} + 2I_{\Delta m_1}$

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

$I_{\Delta_{جملة}} = 2m_1r_1^2 \xrightarrow{r_1 = r_2 = \frac{L}{2}} \boxed{I_{\Delta_{جملة}} = 2m_1\frac{L^2}{4}}$

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

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

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

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}} \xrightarrow[\text{نعوض}]{I_{\Delta_{جملة}} = 2m_1\frac{L^2}{4}} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2m_1\frac{L^2}{4}}{K}} \xrightarrow{\text{نربع}}$

$T_0^2 = 4\pi^2\left(\frac{2m_1\frac{L^2}{4}}{K}\right) \xrightarrow{\text{نعزل } L^2} L^2 = \frac{4k.T_0^2}{4\pi^2(2m_1)}$

$\xrightarrow{\text{نختصر ونجذر}} \boxed{L = \sqrt{\frac{k.T_0^2}{\pi^2(2m_1)}}}$

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

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

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

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

$\theta = \theta_{max} = \frac{\pi}{3} rad$ تركت دون سرعة ابتدائية

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

$+\theta_{max} = \theta_{max}\cos\bar{\varphi} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \boxed{\bar{\varphi} = 0}$ تركت دون سرعة ابتدائية

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام $\boxed{\theta = \frac{\pi}{3}\cos 2t\ (rad)}$

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

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

الطاقة الحركية : من فرق الطاقات

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

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

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

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

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

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

نستطيع حساب E_k فوراً
$E_k = E - E_p$
إذا عُلمت قيم E و E_p

d) 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 : $t_1 = \frac{T_0}{4} = \frac{\pi}{4} sec$

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

e) احسب التسارع الزاوي للساق في وضع تصنع فيه زاوية قدرها $(\theta = -\frac{\pi}{4} rad)$ مع وضع توازنها الأفقي.

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

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

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

فرضاً: $L_2 = 2L_1$

قبل التغيير $T_{0_1} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K_1}}$

بعد التغيير $T_{0_2} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K_2}}$

$\frac{T_{0_2}}{T_{0_1}} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$ (•)

قبل التغيير $K_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1}$

بعد التغيير $K_2 = k'\frac{(2r)^4}{L_2}$

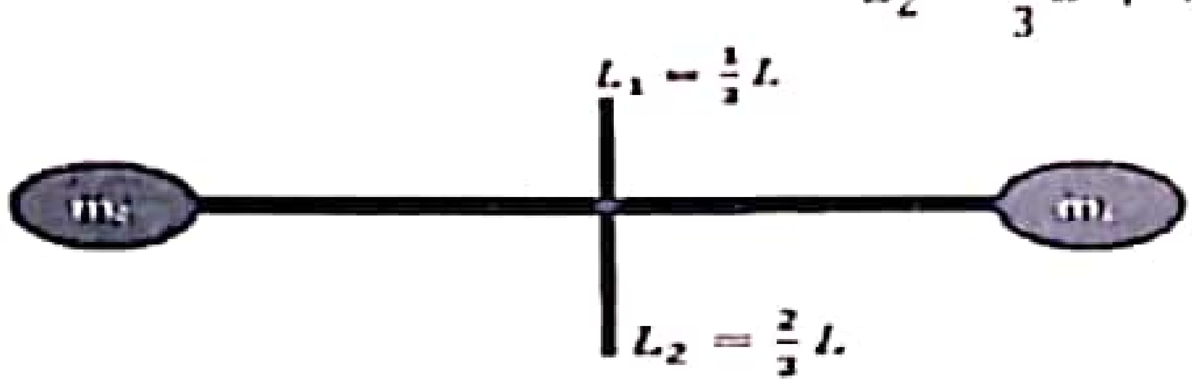
$\frac{K_1}{K_2} = \frac{L_2}{L_1} \xrightarrow{L_2 = 2L_1} \frac{K_1}{K_2} = \frac{2L_1}{L_1} = 2$

نعوض في (*) :

$\frac{T_{0_2}}{T_{0_1}} = \sqrt{2} \Rightarrow T_{0_2} = \sqrt{2}.T_{0_1} \Rightarrow \boxed{T_{0_2} = \pi\sqrt{2}\ sec}$

6) نقسم سلك الفتل إلى قسمين احداهما $\left(L_1 = \frac{1}{3}L\right)$ والآخر $\left(L_2 = \frac{2}{3}L\right)$ ونعلق الساق من منتصفها بجزأي السلك معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل ، احسب الدور الجديد للجملة.

$L_2 = \frac{2}{3}L$, $L_1 = \frac{1}{3}L$



للسلك الأول $K_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1} = k'\frac{(2r)^4}{\frac{L}{3}} \xrightarrow{\text{مقلوب المقلوب}} K_1 = 3\left(k'\frac{(2r)^4}{L}\right) \Rightarrow \boxed{K_1 = 3K}$

للسلك الثاني $K_2 = k'\frac{(2r)^4}{L_2} = k'\frac{(2r)^4}{\frac{2L}{3}} \xrightarrow{\text{مقلوب المقلوب}} K_2 = \frac{3}{2}\left(k'\frac{(2r)^4}{L}\right) \Rightarrow \boxed{K_2 = \frac{3}{2}K}$

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

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

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

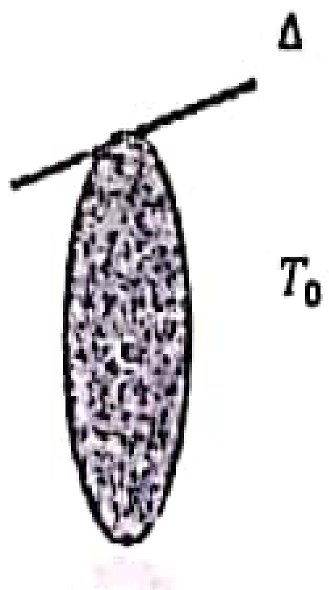
المسألة رقم «3» النواس الثقلي المركب + النواس الفتل [قرص]

A) يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس نصف قطره $\left(r = \frac{1}{6}m\right)$ يمكنه أن ينوس في مستوٍ 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 $\left(I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2\right)$ $(\pi^2 = 10)$ والمطلوب:

1) احسب الدور الخاص للاهتزاز

$\theta_{max} = 60^\circ = \frac{\pi}{3}rad > 0,24\, rad$ (الزوايا الشهيرة سعاتا كبيرة)

سعات كبيرة: الدور بحالة السعات الكبيرة :



$$T'_0{}_{\text{كبيرة}} = T_0{}_{\text{صغيرة}}\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]$$

حساب الدور بحالة السعات الصغيرة : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$

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

$\boxed{d = r}$

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

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

الدور بحالة السعات الصغيرة : $\boxed{T_0 = 1\, sec}$ ⇐ نعوض للسعات الكبيرة

$T'_0 = 1\left[1 + \frac{\frac{\pi^2}{9}}{16}\right] = 1 + \frac{10}{144} = \frac{144}{144} + \frac{10}{144} \Rightarrow \boxed{T'_0 = \frac{154}{144}\, sec}$

إضافي : احسب كتلة القرص إذا فرضنا أن عزم عطالة القرص حول محور أفقي مار من مركزه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{24}kgm^2$

من قانون $I_{\Delta/c}$ نجد : $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \Rightarrow \frac{1}{24} = \frac{1}{2} \times m \times \frac{1}{36}$

$\boxed{m = 3kg}$

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

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

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

$\sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to 2}} = \overline{\Delta E_K}$

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

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل — 0 دون سرعة ابتدائية

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

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

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

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

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

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

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

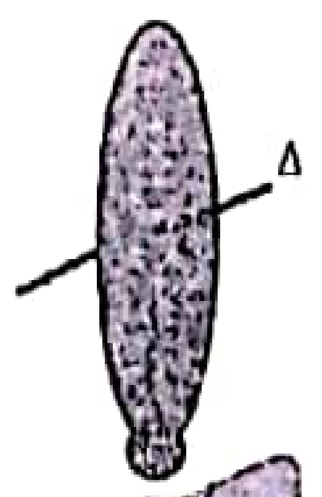
$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 10\left[1 - \frac{1}{2}\right]}{\frac{3}{2} \times \frac{1}{6}}} = \sqrt{40} = 2\sqrt{10} \Rightarrow$ السرعة الزاوية $\boxed{\omega = 2\pi\, rad.s^{-1}}$

السرعة الخطية $v = \omega.r = 2\pi \times \frac{1}{6} \Rightarrow \boxed{v = \frac{\pi}{3}\, m.s^{-1}}$

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

1) احسب الدور الخاص للجملة من أجل السعات الصغيرة .

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



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

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

نوحد المقامات حيث $(m = m')$ فرضاً

$\boxed{I_{\Delta}{}_{\text{جملة}} = \frac{3}{2}mr^2}$

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

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

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

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

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

2) احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس .

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

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

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

$2\sqrt{L'} = 1$

نربع الطرفين $\Leftarrow \sqrt{L'} = \frac{1}{2}$

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

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب: أنس أحمد فيزياء

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

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

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

$$\sum W_{\vec{F}_{1\to 2}} = \Delta E_k$$

$$\underbrace{W_{\vec{R}}}_{0} + W_{\vec{w}} = E_k - \underbrace{E_{k_0}}_{0}$$

نقطة تأثيرها لا تنتقل 0 — 0 دون سرعة ابتدائية

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

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

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

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

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

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

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

نعوض كل الرموز في العلاقة $(*)$

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

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

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

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

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 $T_0 = 4\ sec$ فإذا علمت أن عزم عطالة هذا القرص حول السلك $I_{\Delta/c} = 0,01\ kg.m^2$ $(\pi^2 = 10)$

1) احسب قيمة كتلة القرص علماً أن عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه $I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ملاحظة

(دورة كاملة $\theta = 2\pi\ rad$ ، نصف دورة $\theta = \pi\ rad$ ، ربع دورة $\theta = \frac{\pi}{2} rad$)

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

$+\theta_{max} = \theta_{max} cos\bar{\varphi} \Rightarrow cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \boxed{\bar{\varphi} = 0}$ ترك دون سرعة ابتدائية

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام: $\boxed{\bar{\theta} = \pi cos\frac{\pi}{2}t\ (rad)}$

3) احسب السرعة الزاوية العظمى للقرص (طويلة)

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

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

$$\Rightarrow \boxed{\omega_{max} = 5\ rad.s^{-1}}$$

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

$\alpha = ?$

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

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

5) احسب قيمة ثابت فتل السلك :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء

النواس الثقلي البسيط

(D) يتألف نواس ثقلي بسيط من كرة صغيرة كتلتها ($100g$) معلقة بخيط خفيف طوله ($L=1m$) بدرجة حرارة ($0\,C^0$) درجة سيليزيوس

نزيح هذا النواس عن وضع توازنه الشاقولي ($\theta_{MAX}=60^0$) ونتركه دون سرعة ابتدائية:

1) احسب 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 نقوم أولاً بحساب الدور بحالة السعات الصغيرة ومن ثم نعوضه في قانون الدور من أجل السعات الكبيرة

الدور بحالة سعات صغيرة : $T_0=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{1}{10}}=2(s)$

قانون الدور من أجل السعات الكبيرة : $T_0'=T_0\left[1+\frac{\theta^2{}_{max}}{16}\right]$

$$T_0'=2\left[1+\frac{\frac{\pi^2}{9}}{16}\right]$$

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

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

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

2) استنتج العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرور الشاقول ثم احسب قيمتها

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين :

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

الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta=0$

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

$$\cancel{\overline{W_{\vec T}}}+\overline{W_{\vec w}}=\overline{E_K}-\cancel{\overline{E_{K_0}}}$$

0 لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة — 0 بدون سرعة ابتدائية

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

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

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

$$v^2=2gL[1-cos\theta max]$$

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

$$v=\sqrt{2.10.1.(1-\tfrac{1}{2})}=\sqrt{10}\Rightarrow\boxed{v=\pi(m.s^{-1})}$$

3) استنتج العلاقة المحددة لتوتر السلك لحظة المرور بالشاقول ثم احسب قيمتها

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

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

$$\vec W+\vec T=m.\vec a$$

بإسقاط طرفي العلاقة على حامل $\vec T$ (n'الناظم) نجد

$$-W+T=m.a_c$$

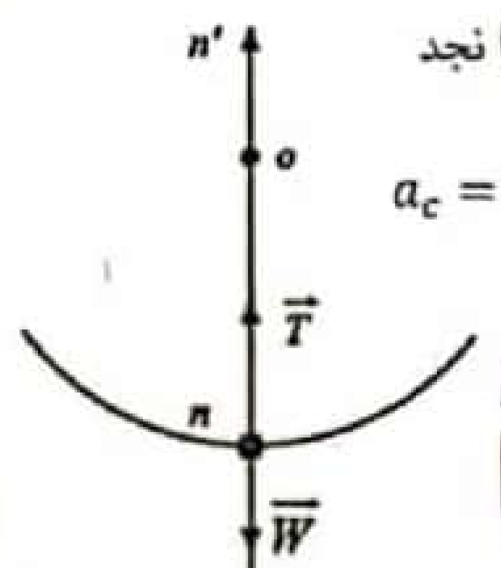
مسقط التسارع على الناظم هو تسارع ناظمي $a_c=\frac{v^2}{r}$

$$T=w+ma_c$$

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

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

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



4) على فرض أننا أزحنا الكرة إلى مستوٍ 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 الشاقول ثم احسب قيمتها

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين :

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

الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta=0$

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

$$\cancel{\overline{W_{\vec T}}}+\overline{W_{\vec w}}=\overline{E_K}-\cancel{\overline{E_{K_0}}}$$

0 لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة — 0 بدون سرعة ابتدائية

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

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

$$v=\sqrt{2\times10\times1}=2\sqrt5 m.s^{-1}$$

b. احسب قيمة الزاوية θ

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

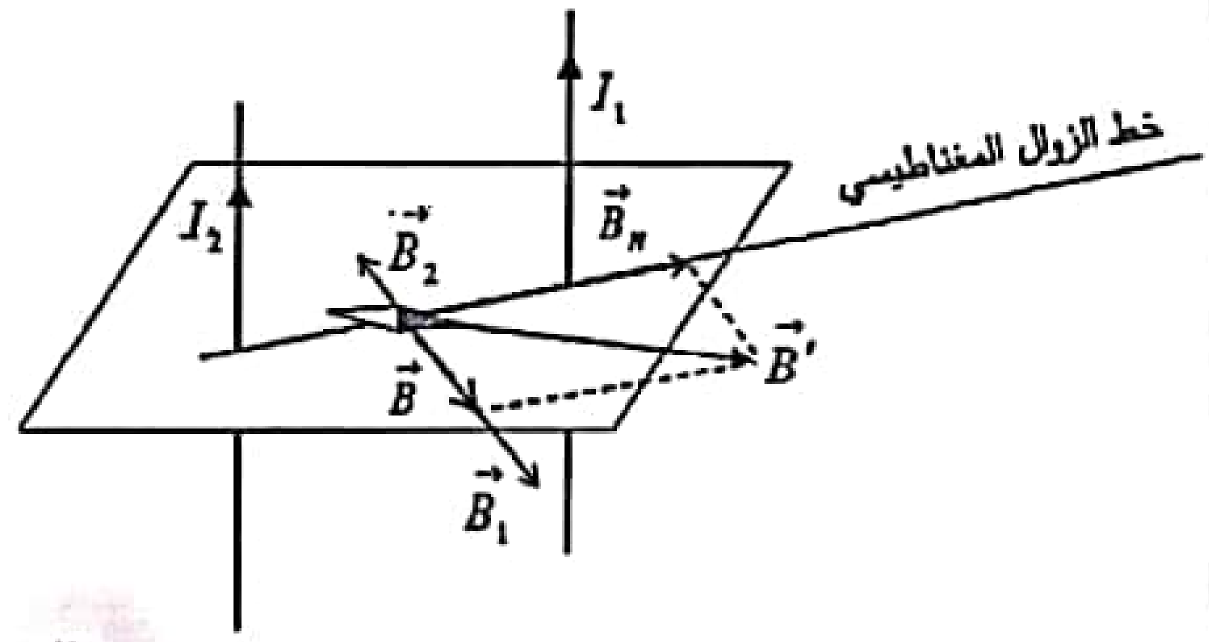
$$\Rightarrow cos\theta_{max}=\frac{L-h}{L}=\frac{1-1}{1}=0\Rightarrow\theta_{max}=\frac{\pi}{2}rad$$

المسألة رقم (4) مغناطيسية ، كهرطيسية

A) نضع في مستوي الزوال المغناطيسي سلكين نحاسيين طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (C_1, C_2) عن بعضهما مسافة ($d = 40\ cm$) ، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة (C) منتصف المسافة C_1, C_2 نمرر في السلك الأول تيار كهربائياً شدته ($I_1 = 3A$) وفي السلك الثاني نمرر تياراً كهربائياً شدته ($I_2 = 1\ A$) وبجهة 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 : $B = B_1 - B_2$

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

$$B = \frac{2\times10^{-7}}{d}(I_1 - I_2)$$

$B = \frac{2\times10^{-7}}{20\times10^{-2}}[3-1] = 2 \times 10^{-6}(T)$ والحقل المحصل بجهة الحقل الاكبر B_1

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

تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين $\Leftarrow$ $B_{كلي} = B_1 - B_2 = 0$

$$B_1 = B_2$$

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

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

$$I_2 d_1 = I_1 d - I_1 d_1 \xRightarrow{d_1 \text{ نعزل}} I_2 d_1 + I_1 d_1 = I_1 d$$

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

$$d_1 = \frac{3\times40\times10^{-2}}{(1+3)} = 3 \times 10^{-1} m$$

أي النقطة التي تنعدم عندها شدة الحقل المحصل هي نقطة واقعة بين السلكين وتبعد عن السلك الأول مسافة $\boxed{d'_1 = 3 \times 10^{-1} m}$

✓ لا يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة تقع خارج السلكين لأن الحقلين على حامل واحد وبجهة واحدة بالنسبة لنقطة تقع خارج السلكين

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

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

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

قوة التأثير المتبادل : $\boxed{F = 2 \times 10^{-7}\frac{I_2 I_1}{d}\ell}$

$$F = 2 \times 10^{-7}\frac{1\times3\times5\times10^{-2}}{40\times10^{-2}} \Rightarrow \boxed{F = 75 \times 10^{-9}\ N}$$

4) نأخذ أحد الأسلاك والذي طوله ($L' = 16\pi\ m$) ونشكل منه وشيعة طولها $L = 16\ cm$ نصف قطرها ($r = 8\ cm$) ونضع هذه الوشيعة في مستوي الزوال المغناطيسي ونمرر تيار شدته $I = \frac{8}{\pi} \times 10^{-2} A$

$$L' = 16\pi(m^2)\quad I = \frac{8}{\pi}\times10^{-2}(A)\quad r = 8\times10^{-2}(m)$$

a. احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة

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

لو طلب طول سلك الوشيعة : $\boxed{L' = N.2\pi r}$

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

$N = \frac{16\pi}{2\pi\times8\times10^{-2}} = 100$ لفة

$$B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{100}{16\times10^{-2}}\frac{8}{\pi}\times10^{-2} = 2 \times 10^{-5} T$$

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 $\overrightarrow{B_H}$

بعد إمرار التيار أصبحت الابرة خاضعة لمحصلة الحقلين الأرضي $\overrightarrow{B_H}$ والحقل الناتج عن تيار الوشيعة $\vec{B}$

$$\tan\theta = \frac{B}{B_H} = \frac{2\times10^{-5}}{2\times10^{-5}} = 1 \Rightarrow \boxed{\theta = 45^\circ}$$

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

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

عدد اللفات الكلية $N = 100$ لفة يجب حسب حساب N' :

$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك الملف}} = \frac{L}{2r'} = \frac{16\times10^{-2}}{8\times10^{-3}} = 20$ لفة في الطبقة

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

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

$N_{ملف} = 10$ لفة ، $B_{وشيعة} = 2 \times 10^{-5} T$ ، $\alpha = 60°$

$$r = 4\times10^{-1} m \Rightarrow S = \pi r^2 = 16\pi \times 10^{-2} m^2 = 50 \times 10^{-2} m^2$$

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

$$\Phi = 10 \times 2\times10^{-5} \times 50\times10^{-2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\Phi = 5 \times 10^{-5}\ Weber}$$

♥ التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي:

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

بوجود تيار الوشيعة $I_{1\,وشيعة} \Rightarrow B_{1\,وشيعة} = 0 \Rightarrow \Phi_{1\,ملف} = 5 \times 10^{-5}\ Weber$

عند قطع تيار الوشيعة $I_{2\,وشيعة} = 0 \Rightarrow B_{2\,وشيعة} = 0 \Rightarrow \Phi_{1\,ملف} = 0$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0 - 5\times10^{-5} = -5 \times 10^{-5}\ Weber$$

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

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب: أنس أحمد فيزياء

B) تجعل من الوشيعة اطاراً و نعلق 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 ($64\pi = 200$) ($r = 8\times10^{-2}m \Rightarrow S = \pi r^2 = 64\pi\times10^{-4} = 200\times10^{-4} = 2\times10^{-2}m^2$)

1) احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار

$N = 100 \quad I = 0.5(A) \quad B = 5\times10^{-2}T$ ، $S = \pi r^2$

عزم المزدوجة الكهرطيسية : $\Gamma_\Delta = NI\ S\ B.Sin\alpha$

$\Gamma_\Delta = 100\times5\times10^{-1}\times2\times10^{-2}\times5\times10^{-2}\times Sin\frac{\pi}{2}$

$\boxed{\Gamma_\Delta = 5\times10^{-2}(m.N)}$

ملاحظة :أحسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الاطار عندما يدور بزاوية $\theta' = 60^0$

$\alpha = 90^0 - 60^0 = 30^0$ نعوض $\Gamma_\Delta = NISB.Sin\alpha$

2) احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطارمن وضعه السابق ليصبح في حالة توازن مستقر

عمل المزدوجة الكهرطيسية : $W = I.\Delta\phi = I(\phi_2 - \phi_1)$

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

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

توازن مستقر بعد الدوران $\alpha_2 = 0$

$W = 100\times5\times10^{-1}\times2\times10^{-2}\times5\times10^{-2}(1-0)$

$\boxed{W = 5\times10^{-2}J}$

C) نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله ($K = 8\times10^{-4}\,m.N.rad^{-1}$) حيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيه تيار شدته ($0.8\,mA$) فيدور الإطار بزاوية 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 ،

$K = 8\times10^{-4}(mN\ rad^{-1}) \quad I = 8\times10^{-1}\times10^{-3} = 8\times10^{-4}(A)$

$B = 5\times10^{-2}(T)$

يخضع الملف إلى عزمين

-عزم المزدوجة الكهرطيسية $\Gamma_\Delta = NISB.Sin\alpha$

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

وحتى يتوازن الاطار بعد أن يدور زاوية يكون θ'

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

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

$NISBSin\,\alpha - k\theta' = 0$

$NISBSin\,\alpha = k\theta'$

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

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

$NISBcos\theta' = k\theta'$

زاوية صغيرة $cos\theta' = 1$

$NISB = k\theta'$

نعزل $\theta' = ?$

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

$\theta' = \frac{100\times5\times10^{-2}\times2\times10^{-2}\times8\times10^{-4}}{8\times10^{-4}} \Rightarrow \boxed{\theta' = 10^{-1}(rad)}$

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

$G = \frac{\theta'}{I} = \frac{10^{-1}}{8\times10^{-4}} = 125\frac{rad}{A}$

♥ عند زيادة الحساسية عشر مرات ⟵ ينقص K عشر مرات

$\begin{cases} G = \frac{NSB}{K} & \text{قبل التغيير} \\ G' = \frac{NSB}{K'} & \text{بعد التغيير} \end{cases} \xrightarrow{\text{بأخذ النسبة}} \frac{G}{G'} = \frac{K'}{K} \Rightarrow$

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

$K' = \frac{K}{10} = \frac{8\times10^{-4}}{10} \Rightarrow \boxed{K' = 8\times10^{-5}(m.N.rad^{-1})}$

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 ندير حول المحور الشاقولي بزاوية ($\frac{\pi}{2}$ rad) خلال ($0.5\,s$) أحسب شدة التيار المتحرض إذا كانت مقاومة سلك الإطار ($R = 4\,\Omega$) وكمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق

عند وصل الدارة إلى مقياس غلفاني تصبح المسالة (تحريض)

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 بزاوية $\alpha_2 = \frac{\pi}{2} \xleftarrow{\text{نديره}}$ توازن مستقر $\alpha_1 = 0$

$\varepsilon = -\frac{100\times5\times10^{-2}\times2\times10^{-2}\times(0-1)}{5\times10^{-1}}$

$\boxed{\varepsilon = 64\pi\times10^{-3} = 0.2(Volt)}$

$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2\times10^{-1}}{4} \Rightarrow \boxed{i = 5\times10^{-2}(A)}$

حساب كمية الكهرباء المتحرضة :

$q = i\Delta t = 5\times10^{-2}\times0.5 = 25\times10^{-3}\ C$

قد يعطنا شدة التيار المتحرض المتولد ويطلب استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة

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

إضافي : نعيد الإطار إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخله نواة حديدية عامل انفاذها $\mu = 50$ احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية

$\mu = \frac{B_t}{B} \Rightarrow B_t = \mu B = 50\times5\times10^{-2} \Rightarrow \boxed{B_t = 2.5\,T}$

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

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 الآنية المتناوبة

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

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

التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية:

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

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

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

$$\varepsilon_{max} = 100 \times 5\times10^{-2} \times 2\times10^{-2} \times 10^{-4} \times 4$$

$$\varepsilon_{max} = 4\times10^{-1}\,V$$

نعوض الثوابت بالشكل العام: $\boxed{\bar{\varepsilon} = 4\times10^{-1}\sin(4t)\,volt}$

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

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

$$4\times10^{-1}\sin(4t) = 0$$

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

$$4t = \pi k \Longrightarrow \boxed{t = \frac{\pi k}{4}}$$

لحظة الانعدام الأولى: $k = 0 \Longrightarrow \boxed{t = 0}$

لحظة الانعدام الثانية: $k = 1 \Longrightarrow \boxed{t = \frac{\pi}{4}\,sec}$

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

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

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

$$\bar{i} = \frac{4\times10^{-1}\sin(4t)}{4}$$

التابع لشدة التيار الكهربائي المتحرض اللحظي:

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

ملاحظات:

....

....

....

المسألة رقم «5» فعل الحقل المغناطيسي

نجري تجربة السكتين الكهرطيسية حيث تبلغ كتلة الساق الأفقية المستندة على السكتين الأفقيتين والمعامدة لهما $(20\,g)$ وطولها $(L = 20\ cm)$ تخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم عمودي على مستوي السكتين ، ويمر في الدارة تيار متواصل شدته $(10\ A)$ $(m = 20\times10^{-3}kg \quad , \quad I = 10\,A \quad , \quad L = 20\times10^{-2}\ m)$

1) احسب شدة الحقل المغناطيسي لتكون شدة القوة الكهرطيسية مساوية مثلي ثقل الساق .

$$F = 2W$$
$$ILB\sin\theta = 2mg$$
(نعزل $B = ?$)

$$B = \frac{2mg}{IL\sin\frac{\pi}{2}} = \frac{2\times20\times10^{-3}\times10}{10\times20\times10^{-2}} \Rightarrow \boxed{B = 2\times10^{-1}\ T}$$

ملاحظة (قد يعطينا شدة الحقل المغناطيسي ويطلب حساب شدة القوة الكهرطيسية فنحسبها من العلاقة : $F = ILB\sin\theta$)

2) حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق.

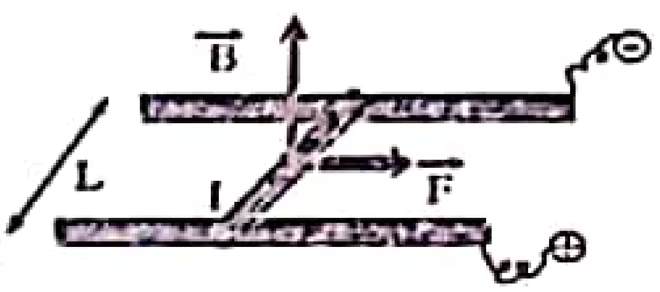
نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي لمنتظم

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 الابهام لجهة القوة الكهرطيسية بحيث تحقق الأشعة $\vec{B}, I\vec{L}, \vec{F}$ ثلاثية قائمة



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

$$F = 10\times20\times10^{-2}\times2\times10^{-1}\times1 \Rightarrow \boxed{F = 4\times10^{-1}\ N}$$

3) احسب عمل القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق فيما لو انتقلت على السكتين بسرعة ثابتة $(0,1\ m.s^{-1})$ وخلال ثانية واحدة واحسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عن ذلك .

عمل القوة الكهرطيسية : $W = F.\Delta x$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v.\Delta t$$
$$W = F.v.\Delta t = 4\times10^{-1}\times10^{-1}\times1 \boxed{\Rightarrow W = 4\times10^{-2}\ J}$$

الاستطاعة الميكانيكية الناتجة :

$$P = \frac{W}{t} = \frac{4\times10^{-2}}{1} \Rightarrow \boxed{W = 4\times10^{-2}\ Wat}$$

4) نميل السكتين عن الأفق بزاوية α فتنزلق الساق دون احتكاك بسرعة ثابتة بيّن أنه تنشأ قوة كهرطيسية 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 $\vec{F} = e\vec{v}\wedge\vec{B}$ وبتأثير هذه القوة تتحرك الإلكترونات الحرة عبر الدارة فيتولد تيار كهربائي متحرض ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فتنشأ القوة الكهرطيسية معاكسة لجهة حركة الساق.

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

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

بالاسقاط على $\overline{xx'}$ نجد:

$$0 + (-F\cos\alpha) + (+W\sin\alpha) = 0$$
$$-F\cos\alpha + W\sin\alpha = 0$$
$$F\cos\alpha = W\sin\alpha$$
$$ILB.\sin\frac{\pi}{2}.\cos\alpha = mg\sin\alpha$$
(نعزل $I = ?$)

$$I = \frac{mg.\sin\alpha}{LB\cos\alpha} = \frac{20\times10^{-3}\times10\times\sin30}{20\times10^{-2}\times2\times10^{-1}\times\cos30}$$
$$I = 5.\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \boxed{I = \frac{5}{\sqrt{3}}\ A}$$

قد يعطينا شدة التيار ويطلب استنتاج كتلة الساق (نعزل $m = ?$) $\boxed{m = \frac{ILB.\cos\alpha}{g\sin\alpha}}$

6) نعيد السكتين إلى حالتها قبل الإمالة بشكل أفقي و نرفع المولد من الدارة السابقة ونستبدله بمقياس غلفاني وندحرج 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 $(R = 4\Omega)$ ثم ارسم شكلاً توضيحياً يبين جهة كل من التيار المتحرض و قوة لورنز (المغناطيسية) و القوة الكهرطيسية والسرعة وشعاع الحقل المغناطيسي

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

فتمسح سطحاً كـ ΔS : $\Delta S = L.\Delta x \xrightarrow{\text{ولكن } \Delta x = v\Delta t} \boxed{\Delta S = L.v.\Delta t}$

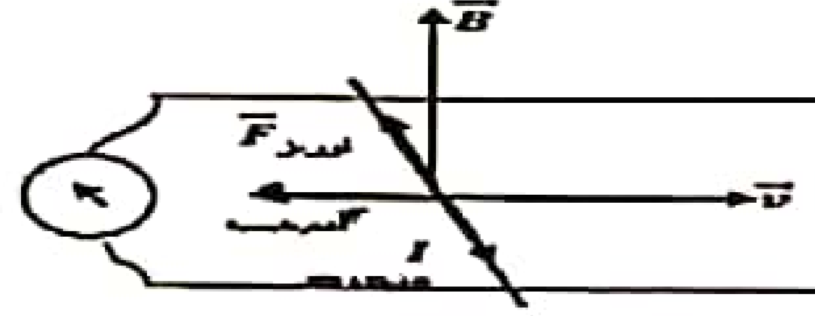
فيتغير التدفق: $\Delta\phi = B\Delta S \Rightarrow \boxed{\Delta\phi = B.L.v.\Delta t}$

تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة: $|\varepsilon| = \left|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right|$

$$\varepsilon = \frac{BLv.\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\varepsilon = BLv}$$
$$\varepsilon = 2\times10^{-1}\times20\times10^{-2}\times4\times10^{-1}$$
$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = 16\times10^{-3}\ Volt}$$

حساب شدة التيار المتحرض

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\times10^{-3}}{4} \Rightarrow \boxed{i = 4\times10^{-3}\ A}$$



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 :

$U = \varepsilon = BLv \xrightarrow{\text{نعزل } v} \boxed{v = \frac{U}{BL}}$ راجع الطلب 8 والمسألة 21 عامة

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

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب «أنس أحمد فيزياء»

7) احسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة ، ثم احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة على الساق أثناء تدحرجها ..

الاستطاعة الكهربائية : $P = \varepsilon . i$

$P = 16 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow \boxed{P = 64 \times 10^{-6}\ Wat}$

حساب شدة القوة الكهرطيسية: $F = I_{متحرض} LB\sin\theta$

$F = 4 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times \sin\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \boxed{F = 16 \times 10^{-5}\ N}$

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: استنتج العلاقة المحددة لسرعة الساق واحسب قيمتها.

عند دحرجة الساق بسرعة $\vec{v}$ خلال زمن Δt فإنها تنتقل مسافة

$\Delta x = v . \Delta t$

فتمسح سطحاً ΔS : $\Delta S = L . \Delta x \xrightarrow[]{\Delta x = v.\Delta t \text{ ولكن}} \boxed{\Delta S = L . v . \Delta t}$

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

تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة: $|\varepsilon| = \left|\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right|$

وبما أن الدارة مفتوحة فإن فرق الكمون بين طرفي الساق يساوي القوة المحركة الكهربائية المتحرضة: $U = \varepsilon = BLv \xrightarrow{v \text{ نعزل}} \boxed{v = \frac{U}{BL}}$

$\Rightarrow v = \frac{4 \times 10^{-1}}{\frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-2}} = 4\ m.s^{-1}$

9) تعلق الساق من أحد طرفيها بمحور أفقي Δ بحيث يمكنها الدوران حوله بحرية كاملة ونغمر طرفها السفلي في الزئبق ونؤثر على طول $(L = 2\ cm)$ من القسم المتوسط بحقل مغناطيسي منتظم شدته $0.1T$ ثم نمرر في الساق تياراً متواصلاً جديداً فتنحرف الساق من الشاقول بزاوية $\alpha = 0,1\ rad$ وتتوازن ، استنتج بالرموز العلاقة المحددة لشدة التيار الكهربائي المار في الساق . مع الرسم

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

$\boxed{\Gamma_{\vec{R}} + \Gamma_{\vec{W}} + \Gamma_{\vec{F}} = 0 \quad (*)}$

لأنها تلاقي محور الدوران في كل لحظة $\boxed{\Gamma_{\vec{R}} = 0 \quad (1)}$

$\Gamma_{\vec{F}} = d_1 . F$

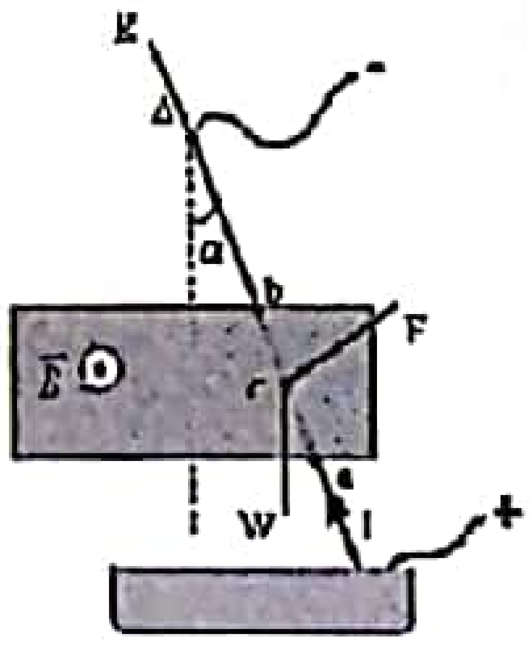
$\boxed{\Gamma_{\vec{F}} = oc\, F \quad (2)}$

$\Gamma_{\vec{W}} = -d_2 . W$

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

$\Gamma_{\vec{W}} = -\left(oc . \sin\alpha\right) . W$

$\boxed{\Gamma_{\vec{W}} = -oc . W . \sin\alpha \quad (3)}$



نعوض (1) و (2) و (3) في (*)

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

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

$F = W\sin\alpha$

$ILB\sin\frac{\pi}{2} = mg\sin\alpha$

(نعزل $I = ?$)

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

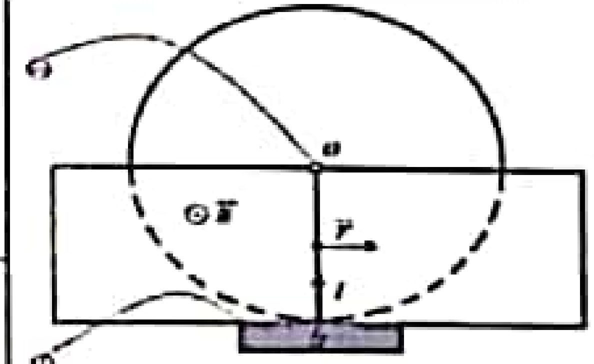
$I = \frac{20 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-2} \times 10^{-1}} \Rightarrow \boxed{I = 10\ A}$

D) نجعل من القرص دولاب بارلو نصف قطره $\left(r = \frac{1}{6} m\right)$ 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 $(I = 12\ A)$

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

العناصر :

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 الابهام لجهة القوة الكهرطيسية بحيث تحقق الأشعة الثلاثة ثلاثية قائمة

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

$\xRightarrow{L = r} F = IrB\sin\theta$

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

2) احسب عزم تلك القوة بالنسبة لمحور الدوران

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

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

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

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

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

$\Rightarrow \boxed{P = 3 \times 10^{-2} wat}$

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

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

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

جملة المقارنة : خارجية الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن. القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الدولاب ، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران $\vec{W'}$ ثقل الكتلة المضافة.	شرط التوازن الدوراني $\sum \Gamma_{\Delta} = 0$ $\left(\Gamma_{\vec{W}/\Delta} + \Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{R}/\Delta} + \Gamma_{\vec{W'}/\Delta} = 0\right) (*)$ $\Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران Δ $\Gamma_{\vec{W}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران Δ $\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = d . F = \left(\frac{r}{2}\right) F$	$\Gamma_{\vec{W'}/\Delta} = -d' . w' = -(r) m' g$ $\xrightarrow{(*) \text{ نعوض}} 0 + \left(\frac{r}{2}\right) F - (r) m' g + 0 = 0$ $\left(\frac{r}{2}\right) F = (r) m' g \Rightarrow m' = \frac{F}{2g}$ $m' = \frac{F}{2g} = \frac{6 \times 10^{-2}}{2 \times 10} \Rightarrow \boxed{m' = 3 \times 10^{-3}\ kg}$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم «6» التحريض الكهرطيسي

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

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

1) نقرب من أحد وجهي الوشيعة القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم وعندما تزداد شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الوشيعة 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.

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

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

نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي قد ازدادت وبالتالي يزداد التدفق المحرض وبالتالي حسب لنز : $\Delta\Phi > 0$ محرّض متزايد

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

- جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المتحرض الذي يعاكس الحقل المحرض لأنه متزايد.

c. احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة في الوشيعة

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

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{N\Delta BS\cos\alpha}{\Delta t}$$

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

$$\mathcal{E} = -\frac{200\overbrace{(0.06-0.04)}^{0.02}20\times10^{-4}}{5\times10^{-1}} \Rightarrow \boxed{\mathcal{E} = -16\times10^{-3}}\ Volt$$

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

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-16\times10^{-3}}{5} \Rightarrow \boxed{i = -32\times10^{-4}\ A}$$

e. احسب ذاتية الوشيعة

قانون ذاتية الوشيعة : $L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2S}{l}$

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{4\times10^{4}\times20\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} \Rightarrow \boxed{L = 8\times10^{-5}H}$$

2) نرفع الوشيعة من الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته اللحظية $I = 6 + 2t$

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

القوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية : $\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$

$$\xrightarrow{\text{مشتق } I} \frac{di}{dt} = 2$$

$$\mathcal{E} = -8\times10^{-5}\times2 = -16\times10^{-5}\ V$$

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

التدفق الذاتي $\Phi = L\,i$

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

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

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

$$\xrightarrow{\text{نعوض في } \Delta\Phi} \Delta\Phi = 8\times10^{-5}(8-6)$$

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

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

$$E = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}\times8\times10^{-5}\times100 = 4\times10^{-3}\ J$$

3) على فرض أننا مررنا تيار كهربائي في الوشيعة فنشأ فيها حقل مغناطيسي $5\times10^{-3}T$ ونحيط منتصف الوشيعة بملف دائري يتألف من 10 لفة معزولة مساحة كل منها $0,05\ m^2$ بحيث ينطبق محوره على محور الوشيعة ونصل طرفي الملف بمقياس غلفاني حيث تكون المقاومة الكلية لدارة الملف 5Ω ثم نجعل شدة التيار في الوشيعة تتناقص بانتظام لتنعدم خلال نصف ثانية والمطلوب: احسب شدة التيار المتحرض وحدد جهته

$N = 10$ لفة

$S = 5\times10^{-2}m^2$

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

$t = 0,5\ sec$

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{N\Delta BS\cos\alpha}{\Delta t}$$

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

تتناقص شدة التيار لتنعدم $\Rightarrow I_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0$

$$\mathcal{E} = -\frac{10(0-5\times10^{-3})5\times10^{-2}}{5\times10^{-1}} \Rightarrow \boxed{\mathcal{E} = 5\times10^{-3}}\ Volt$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{5\times10^{-3}}{5} = 10^{-3}\ A$$

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

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب انس احمد فيزياء

المسألة رقم «7» التيار المتناوب الجيبي ، دارة مهتزة

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

1) التوتر المنتج بين طرفي المآخذ وتواتر التيار .

$$u_{eff} = \frac{u_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50\ (V)$$

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

2) اتساعية المكثفة .

$$Xc = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{100\pi\frac{1}{2000\pi}} \Rightarrow \boxed{Xc = 20\Omega}$$

(كل الممانعات واحدتها Ω)

3) احسب الممانعة الكلية للدارة

$$Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega c})^2} = \sqrt{225 + 400} = \sqrt{625} = 25\ \Omega$$

4) احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية واكتب تابع الشدة الكلية

$$I_{eff} = \frac{u_{eff}}{z} = \frac{50}{25} = 2(A)$$

$$\overline{\iota} = I_{max}\cos(\omega t + \overline{\varphi})$$

الوصل تسلسل I ثابت $\overline{\varphi} = 0$ ، $\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

$$I_{max} = I_{eff}.\sqrt{2} = 2\sqrt{2}A$$

$$\boxed{\overline{\iota} = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t\ \ (A)}$$

5) احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي المقاومة واكتب تابع التوتر فيها (معادلة التوتر) $U_{eff_R} = ?$ ، $\overline{U}_R = ?$

$$U_{eff_R} = R.I_{eff} = 15 \times 2 = 30\ V$$

تابع التوتر بين طرفي المقاومة $\Rightarrow \overline{U}_R = U_{max_R}\cos(\omega t + \overline{\varphi_R})$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$ ، $\varphi_R = 0$

$$U_{max_R} = U_{eff_R}.\sqrt{2} = 30\sqrt{2}\ V$$

$$\boxed{\overline{U}_R = 30\sqrt{2}\cos 100\pi t\ \ (V)}$$

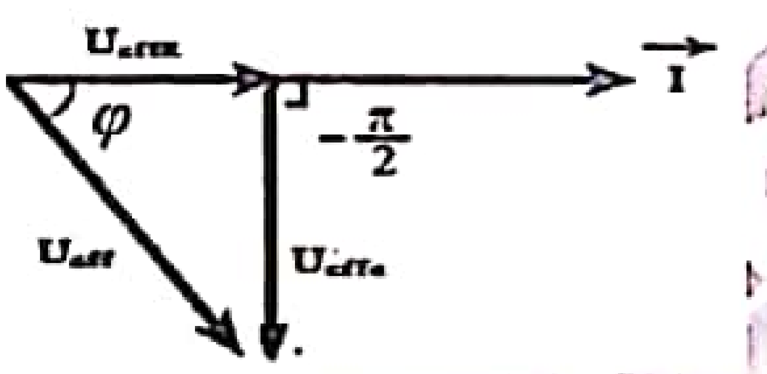
إضافي : احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة

$$P_{avg} = R.I_{eff}^2$$

$$P_{avg} = 15 \times 4 = 60\ Wat$$

6) احسب قيمة التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام انشاء فرينل واكتب تابع التوتر بين لبوسيها . $U_{eff_C} = ?$ ، $U_C = ?$

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



مثلث قائم: حسب فيثاغورث:

$$U_{eff}^2 = U_{effR}^2 + U_{effc}^2$$

$$2500 = 900 + U_{effc}^2$$

$$U_{effc}^2 = 2500 - 900 = 1600 \Rightarrow$$

$$\boxed{U_{eff_c} = 40\ V}$$

تابع التوتر بين لبوسي المكثفة $\Rightarrow \overline{U}_C = U_{max_C}\cos(\omega t + \overline{\varphi_C})$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$ ، $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}\ rad$

$$U_{max_C} = U_{eff_C}.\sqrt{2} = 40\sqrt{2}\ V$$

$$\boxed{\overline{U}_C = 40\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\ \ V}$$

7) احسب الطاقة الحرارية المنتشرة عن المقاومة الصرفة خلال دقيقة

الطاقة الحرارية تساوي الاستطاعة الحرارية ضرب الزمن $E = P_{avgR}.t$

$$E = 60 \times 60 = 3600\ J$$

8) احسب عامل استطاعة الدارة $(\cos\varphi = ?)$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{15}{25} \Rightarrow \boxed{\cos\varphi = \frac{3}{5}}$$

9) نضيف إلى الدارة السابقة على التسلسل وشيعة مهملة المقاومة فتبقى الشدة المنتجة للدارة نفسها ، احسب ذاتية الوشيعة $(L = ?)$

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 : $X_C^2 = (X_L - X_C)^2$

نجذر الطرفين : $\pm X_C = X_L - X_C$

إما: $-X_C = X_L - X_C \Rightarrow X_L = 0$ مرفوض

أو: $+X_C = X_L - X_C \Rightarrow \boxed{X_L = 2X_C}$

$$L\omega = 2X_C \Rightarrow L = \frac{2X_C}{\omega} = 2\frac{20}{100\pi} \Rightarrow \boxed{L = \frac{4}{10\pi}H}$$

إضافي : نغير تواتر التيار في الدارة الاخيرة بحيث يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق ، احسب قيمة التواتر الجديد.

حالة طنين (تجاوب كهربائي) $X_L = X_C$

$$\omega' L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega' = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow 2\pi f' = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{2}{5\pi}\times\frac{1}{2000\pi}}} \Rightarrow \boxed{f' = \frac{\sqrt{5000}}{2} \approx 35.35\ Hz}$$

10) نعيد التواتر الأصلي $f = 50\ Hz$ ونضيف إلى المكثفة C في الدارة السابقة مكثفة جديدة C' مناسبة فيصبح عامل استطاعة الدارة يساوي الواحد.

a) **ماذا نسمي هذه الحالة ؟** نسمي هذه الحالة تجاوب كهربائي (طنين)

b) **احسب شدة التيار المار في الدارة .** $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3}\ A$

c) **احسب السعة المكافئة للمكثفتين وحدد طريقة الضم .**

$$L.\omega = \frac{1}{\omega C_{eq}} \Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{\frac{4}{10\pi}\times 10000\pi^2} = \frac{1}{4000\pi}F$$

$$\left.\begin{aligned} C_{eq} &= \frac{1}{4000\pi}F \\ C &= \frac{1}{2000\pi}F \end{aligned}\right\} C_{eq} < C \Rightarrow$$ الوصل تسلسل

d) **احسب سعة المكثفة C' الجديدة المضافة .** $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}$

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{\frac{1}{4000\pi}} - \frac{1}{\frac{1}{2000\pi}} = 4000\pi - 2000\pi = 2000\pi$$

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

e) **احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في هذه الحالة .**

(بحالة التجاوب دوماً نحسب تيار جديد من $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ ونعوضه في الاستطاعة)

$$P_{avg} = I'_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi = \frac{10}{3}\times 50 \times 1 = \frac{500}{3}Wat$$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء:

11) إذا كانت المكثفة c مؤلفة من ضم عدة مكثفات متماثلة السعة كل منها $\left(C_1 = \frac{1}{2\pi} \times 10^{-4} F\right)$ حدد الطريقة التي تم بها ضم هذه المكثفات ثم احسب عددها n .

$C_1 = \frac{1}{2\pi} \times 10^{-4} = \frac{1}{20000\pi} F \quad , \quad c = \frac{1}{2000\pi} F$

(الضم تفرع لأن $C > C_1$)

$C = nC_1 \Rightarrow n = \frac{C}{C_1} = \frac{\frac{1}{2000\pi}}{\frac{1}{20000\pi}}$

$\Rightarrow \boxed{n = 10}$ مكثفة

12) نعيد ربط المكثفة $C = \frac{1}{2000\pi} F$ على التفرع مع الوشيعة $L = \frac{2}{5\pi} H$ بين طرفي المآخذ السابق والمطلوب:

a) احسب كلاً من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة

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

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

b) احسب كل من الشدة المنتجة في كلا الفرعين .

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

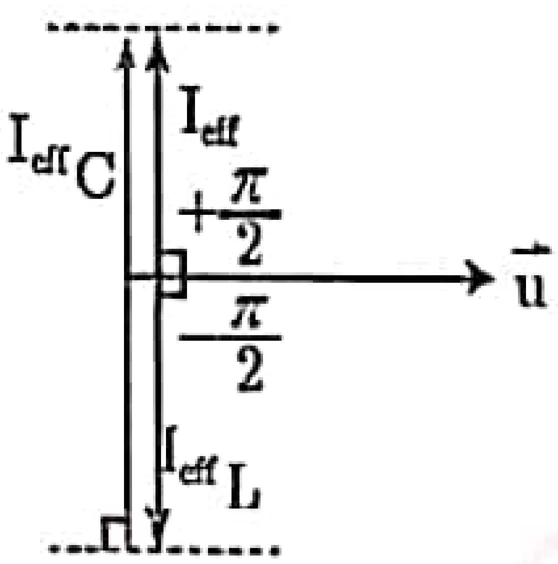
فرع المكثفة $I_{effC} = \frac{u_{eff}}{X_C} = \frac{50}{20} = \frac{5}{2} A$

c) احسب الشدة المنتجة الكلية للدارة باستخدام إنشاء فرينل واكتب تابع الشدة :

$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{effL}} + \overrightarrow{I_{effC}}$

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

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



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

من الشكل : $\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{2} \, rad$

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

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

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

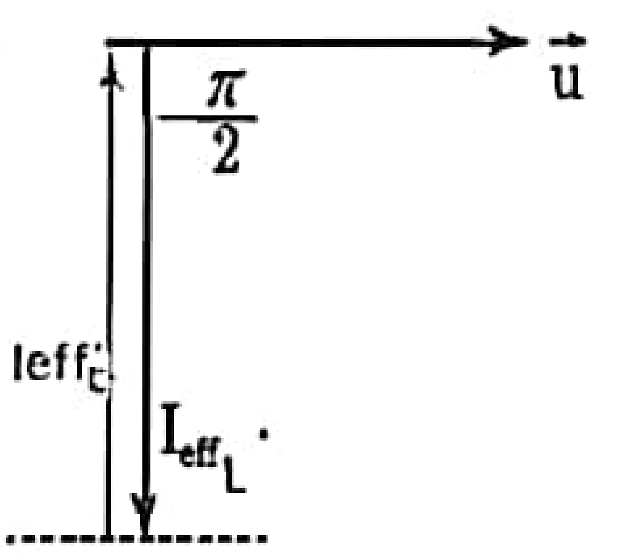
d) برهن أن الشدة المنتجة الكلية تنعدم في الدارة عندما تتساوى ردية الوشيعة واتساعية المكثفة باستخدام إنشاء فرينل ، وماذا تسمى هذه الحالة

$X_L = X_C \Rightarrow I_{effL} = I_{effC}$

$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{effL}} + \overrightarrow{I_{effC}}$

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

حالة خنق للتيار



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

a) اشرح ماذا يحدث عند وصل المكثفة بالتوتر , ثم احسب الشحنة الكهربائية q_{max} للمكثفة والطاقة المختزنة فيها

عند وصل المكثفة بالتوتر : تشحن المكثفة من خلال المولد :

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

حساب شحنة المكثفة : $q_{max} = C.U = 10^{-6} \times 10^{2}$

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

حساب الطاقة الكهربائية المختزنة: $E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}{}^2}{C}$

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

b) اشرح ماذا يحدث عند وصل المكثفة بالوشيعة , ثم احسب التواتر الخاص للاهتزازات الكهربائية المارة فيها

تبدأ المكثفة المشحونة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فينشأ تيار في الوشيعة ويزداد تدريجياً إلى أن يصل الشدة العظمى في نهاية ربع الدور الأول وتنعدم الشحنة في المكثفة فيتولد في الوشيعة قوة محركة متحرضة وتختزن طاقة كهرطيسية $E_L = \frac{1}{2} L I_{max}^2$ ومن ثم تلعب الوشيعة دور مولد على تضاد مع المكثفة فيبدأ التيار في الوشيعة بشحن المكثفة فينقص تدريجياً لتزداد شحنة المكثفة إلى أن ينعدم تيار الوشيعة فتصبح الشحنة عظمى في المكثفة بقوة أقل من بداية التفريغ وتختزن 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)

$T_0 = 2\pi\sqrt{L.C} = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-6}} = 2\sqrt{\pi^2.10^{-9}}$

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

$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\times10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^{4} Hz \; \boxed{f_0 = 5000Hz}$

c) احسب شدة التيار الأعظمي Imax المار في الدارة و اكتب التابع الزمني لكل من الشحنة و شدة التيار بدءاً من الشكل العام معتبراً بدء الزمن لحظة وصل المكثفة المشحونة بالوشيعة

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

♥ شدة التيار الأعظمي : $I_{max} = \omega_0 q_{max} = \pi \times 10^{4} \times 10^{-4} = \pi (A)$

♥ تابع الشحنة : $\bar{q} = q_{max} \cos \omega_0 t \xrightarrow{\varphi=0} \boxed{\bar{q} = 10^{-4} \cos \pi \times 10^{4} t \; (c)}$

♥ تابع شدة التيار: $\bar{I} = I_{max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) \xrightarrow{I_{max}=\pi A} \boxed{\bar{I} = \pi \cos\left(\pi.10^{4} t + \frac{\pi}{2}\right) A}$

المسألة رقم «8» التيار المتناوب الجيبي ، المحولة الكهربائية

A) نطبق على دارة توتر لحظي يعطى تابعه بالعلاقة: $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 120\pi t(V)$ والمطلوب

1) أحسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار

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

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

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

2) نضع بين طرفي المأخذ مقاومة صرفة ، فيمر تيار شدته المنتجة 6A أحسب قيمة المقاومة الصرفة ، وأكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها

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

حساب المقاومة الصرفة: $R = \frac{U_{eff}}{I_{effR}} = \frac{120}{6} = 20\Omega$

تابع الشدة في المقاومة $\bar{i}_R = I_{max_R}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_R)$

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

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

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

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

الوشيعة لها مقاومة $\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$I_{eff2} = 10(A)$

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

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

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

♥ حساب ردية الوشيعة : من تحت الجذر

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

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

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

♥ حساب الاستطاعة المستهلكة في الوشيعة:

$P_{avg2} = .I_{eff2}.U_{eff}\cos\varphi_2$

$= 10 \times 120 \times \frac{1}{2} = 600(wat)$

♥ تابع الشدة اللحظية في الوشيعة:

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

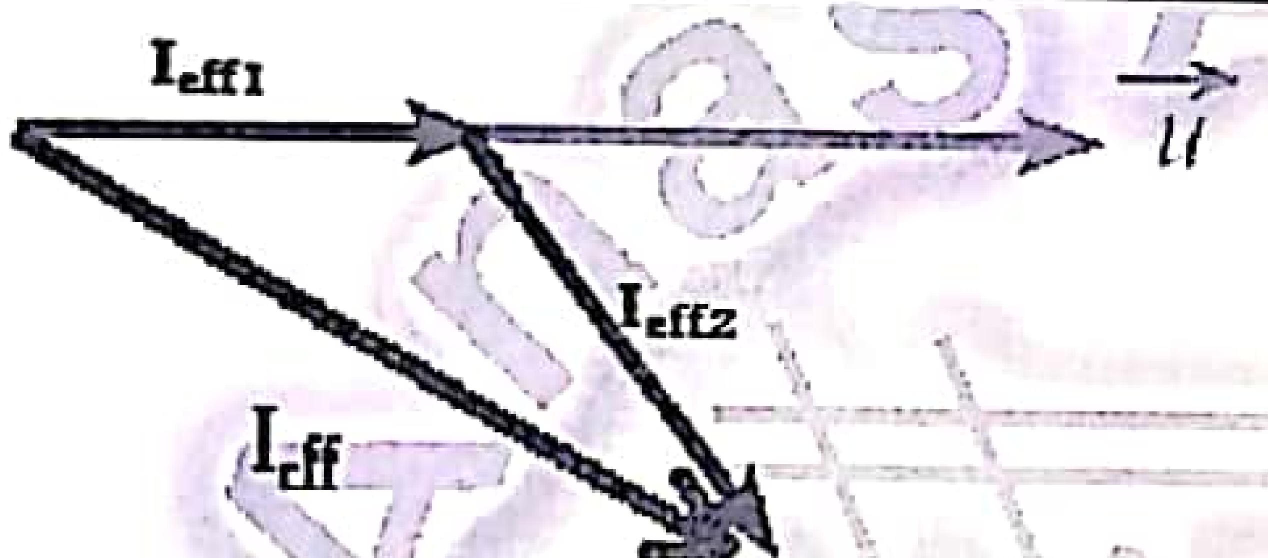
$I_{max2} = I_{eff2}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}(A)$

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

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

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

4) أحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل



$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff1}} + \overrightarrow{I_{eff2}}$

نربع الطرفين ، علاقة التجيب :

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

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

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

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

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

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

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

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

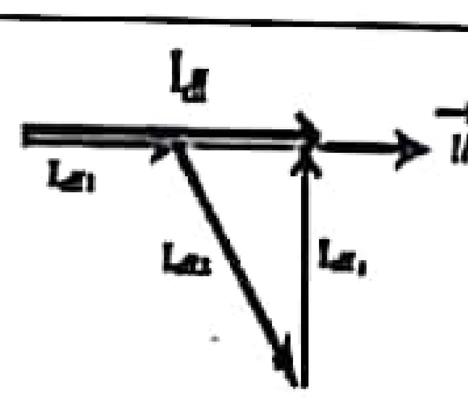
$\boxed{P_{avg} = 1320(wat)}$

حساب عامل استطاعة الدارة (لا تنس رايات التفرع محروقين)

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

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

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.



$X_c = \frac{U_{eff}}{I_{eff3}}$

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

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

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

$X_c = \frac{1}{\omega c} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{120\pi . 8\sqrt{3}} = \frac{1}{960\pi\sqrt{3}}\, F$

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 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.

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 :

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

♥ التوتر المنتج بين طرفي الدارة الأولية : من نسبة التحويل

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

3) نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة صرف $R = 30\Omega$ ، احسب قيمة كلاً 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 : $\mu = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}$

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

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

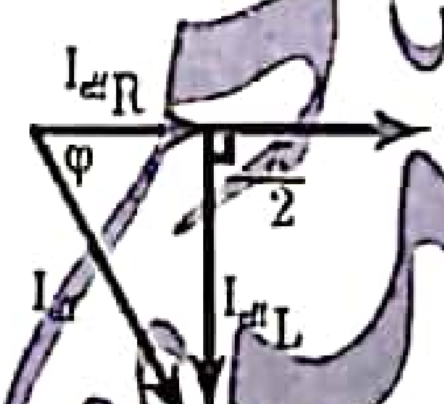
♥ التابع الزمني لشدة التيار في فرع الوشيعة : $\bar{i}_L = I_{max\,L}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_L)$

$I_{max\,L} = I_{effL}\sqrt{2} \Rightarrow I_{max\,L} = 3\sqrt{2}\,(A)$

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

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

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



$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{effR}} + \overrightarrow{I_{effL}}$$

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 $P_{avg} = P_{avgR} + P_{avgL}$

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

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

$$\boxed{P_{avg} = 480(wat)}$$

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

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

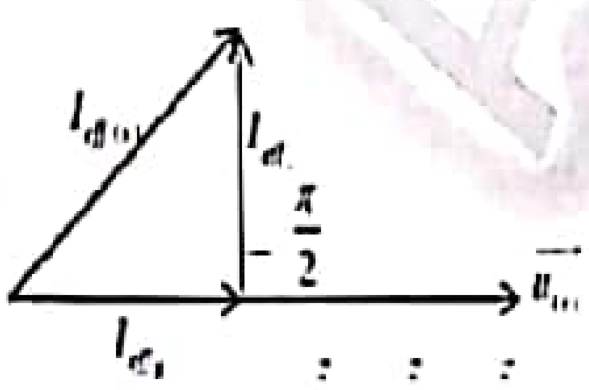
5) نرفع الوشيعة السابقة ونصل على التفرع مع المقاومة السابقة مكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi}F$ فتصبح الشدة المنتجة في الدارة الثانوية $I_{effs} = 5A$

a) احسب اتساعية المكثفة

$$X_C = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{100\pi . \frac{1}{4000\pi}} = 40\Omega$$

b) احسب قيمة الشدة المنتجة في فرع المكثفة باستخدام إنشاء فرينل وأكتب التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{effR}} + \overrightarrow{I_{effc}}$$



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

$I_{max\,c} = I_{effc}\sqrt{2} \Rightarrow I_{max\,c} = 3\sqrt{2}\,(A)$

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

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

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 $P'_p = R_p . I_{effp}^2$

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

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء:

المسألة رقم «9» أمواج ومزامير

A) خيط مرن(وتر مشدود) أفقي طوله $1m$ وكتلته $10\,g$, نربط أحد طرفيه برنانة كهربائية شعبتاها 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 ؟

$L = 1(m) \qquad m = 10^{-2}kg$

$f = 50HZ \qquad \lambda = 4\times10^{-1}$

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

$\boxed{n = \frac{2\times1}{4\times10^{-1}} = 5}$

البعد بين بطنين/عقدتين متتاليين $\frac{\lambda}{2} = 2\times10^{-1}(m)$

البعد بين عقدة وبطن $\frac{\lambda}{4} = 1\times10^{-1}(m)$

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

نقطة الأولى على بعد $2\times10^{-1}m$ عن النهاية العقيدة

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

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

$y_{max_{n1}} = 2(10^{-2})\sin\left|\frac{2\pi}{4\times10^{-1}}\times2\times10^{-1}\right|$

$\boxed{y_{max_{n1}} = 0 \Rightarrow n_1 \text{ عقدة اهتزاز}}$

النقطة الثانية على بعد $3\times10^{-1}(m)$ عن النهاية المقيدة

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

$y_{max_{n2}} = 2(10^{-2}).\sin\left|\frac{2\pi\times3\times10^{-1}}{4\times10^{-1}}\right|$

$\boxed{y_{max_{n2}} = 2\times10^{-2}(m) \Rightarrow n_2 \text{ بطن اهتزاز}}$

3) احسب الكتلة الخطية للخيط , واحسب قوة شد (قد يعطينا قوة الشدة ويطلب سرعة الانتشار)هذا الخيط وسرعة انتشار الاهتزاز فيه

♥ حساب الكتلة الخطية:

$\mu_{\text{الكتلة الخطية للخيط}} = \frac{m}{L} = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2}(kg.m^{-1})$

♥ حساب قوة الشد

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

$2500 = \frac{25\times F_T}{4\times1\times10^{-2}} \rightarrow \boxed{F_T = 4N}$

♥ حساب سرعة الاهتزاز

$v_{\text{سرعة انتشار الاهتزاز}} = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4}{10^{-2}}} = \sqrt{400} = 20(m.s^{-1})$

4) احسب التواترات الخاصة لمدروجاته الثلاثة الأولى.

$f = \frac{n\,v}{2L}$

المدروج الأول(الأساسي) $n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{1}{2(1)}\times20 = 10(Hz)$

المدروج الثاني $n = 2 \Rightarrow f_2 = \frac{2}{2(1)}\times20 = 20(Hz)$

المدروج الثالث $n = 3 \Rightarrow f_3 = \frac{3}{2(1)}\times20 = 30(Hz)$

5) احسب قوة شد الخيط التي تجعله يهتز بمغزلين , وحدد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة في هذه الحالة .

من أجل مغزلين : $n = 2$

♥ حساب قوة الشد

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

$2500 = \frac{4.F_T}{4.1.10^{-2}} \rightarrow \boxed{F_T = 25N}$

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

نحسب λ جديدة $\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2.1}{2} = 1\,m$

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

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

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

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

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

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

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

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

(فرضاً) $l' = \frac{L}{2} \Rightarrow m' = \frac{m}{2}$

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

لا تتغير كتلته الخطية بما أن الوتر متجانس

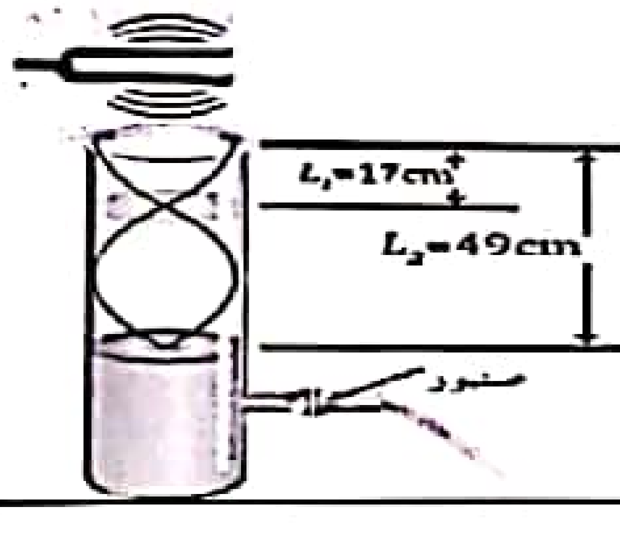
إضافي للطلب D من هذه المسألة :

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 ثان يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_2 = 49\,cm$ ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة السابقة $v = 340\,m.s^{-1}$. احسب تواتر الرنانة المستخدمة.

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

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

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



تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء

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

1) احسب طول الموجة المتكونة وعدد أطوال الموجة و البعد بين بطنين متتالين , ثم استنتج رتبة الصوت .

مزمار ذو فم و نهاية مفتوحة ⇦ 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 : $L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2\times3}{3} = 2$

هنا قد يعطينا رتبة الصوت n ويطلب طول الموجة λ :

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

2) نسخن مزمار إلى درجة 819^oC , احسب سرعة انتشار الصوت عند هذه الدرجة ثم استنتج طول الموجة المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه .

ليصدر الصوت نفسه أي نفس التواتر $f=110Hz$

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

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

$\boxed{\Rightarrow v_2 = 660m.s^{-1}}$

♥ طول الموجة المتكونة : $\boxed{\lambda_2 = \frac{v_2}{f} = \frac{660}{110} = 6(m)}$

3) احسب طول المزمار اخر ذي فم , نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة 0^oC تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصادر عن المزمار السابق

$f' = (2n-1)\frac{v}{4L'} \Rightarrow L' = (2n-1)\frac{v}{4f'}$ $\quad L' = ?\xRightarrow{\text{مختلف}}$

المدروج الثالث $(2n-1) = 3$, $v = 330m.s^{-1} \Leftarrow (0^oC)$

يساوي تواتر المزمار السابق : مختلف $f' = f$ متشابه $= 110Hz$

$L' = (2n-1)\frac{v}{4f'} \Rightarrow L' = \frac{330\times3}{110\times4} = \frac{9}{4} = 2{,}25\ m$

4) إذا تكوّنت عقدة واحدة في منتصف المزمار في الدرجة 0^oC فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ

الدرجة $(0^oC) \Rightarrow v = 330m.s^{-1}$

الصوت البسيط $n = 1$

$f = \frac{n.v}{2L} = \frac{1\times330}{2\times3} \Rightarrow \boxed{f = 55\ Hz}$

لو طلب التواتر عند الدرجة 819^oC كنا عوضنا السرعة $v = 660m.s^{-1}$

C) مزمار ذو فم نهايته مغلقة يحوي غاز الأكسجين سرعة انتشار الصوت فيه $324m.s^{-1}$ يصدر صوتاً أساسياً تواتره $162Hz$.

1) احسب طول الموجة المتكونة وطول هذا المزمار

♥ طول الموجة : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{324}{162} = 2(m)$

♥ حساب طول هذا المزمار : $L = ?$

فم+نهاية مغلقة ⇦ مختلف

$v = 324(m.s^{-1})$ $\quad f = 162(Hz)$ $\quad (2n-1) = 1$

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

$L = 1\frac{324}{4(162)} = \frac{1}{2}(m)$

2) نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهدروجين في درجة الحرارة نفسها , احسب سرعة انتشار الصوت في غاز الهدروجين ثم أحسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة .$(H = 1 \quad O = 16)$

♥ حساب سرعة انتشار الصوت في غاز الهدروجين $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}.v_1$

$M_{H_2} = 2$, $M_{O_2} = 32 \Rightarrow \quad D_1 = \frac{M_1}{29} = \frac{32}{29} \quad D_2 = \frac{M_2}{29} = \frac{2}{29}$

$v_2 = \sqrt{\frac{\frac{32}{29}}{\frac{2}{29}}}\times 324 = \sqrt{16}\times 324 \Rightarrow v_2 = 4\times 324 = 1296(m.s^{-1})$

♥ حساب التواتر : للصوت الأساسي $(2n-1) = 1$

$\boxed{f_2 = (2n-1)\frac{v_2}{4L} = 1\times\left(\frac{1296}{4\times\frac{1}{2}}\right) = 648Hz}$

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)

تواتر العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين): $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$

صوت أساسي $(2n-1) = 1$

تواتر الصوت الأساسي : $f = 1\times\frac{330}{4\times2} \Rightarrow \boxed{f = \frac{330}{8}Hz}$

مدروج ثالث : $(2n-1) = 3$

تواتر المدروج الثالث : $f = 3\times\frac{330}{4\times2} \Rightarrow \boxed{f = \frac{990}{8}Hz}$

البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين متعاقبين) : $\frac{\lambda}{2}$

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 : $f = \frac{1\times330}{2\times2} \Rightarrow \boxed{f = \frac{330}{4}Hz}$

مدروج ثالث : $n = 3$

تواتر المدروج الثالث : $f = \frac{3\times330}{2\times2} \Rightarrow \boxed{f = \frac{990}{4}Hz}$

القوة الضاغطة تساوي الضغط ضرب مساحة السطح $F = P.S$

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 : $f = (2n-1)\frac{v}{4L_1}$

الرنين الأول : $(2n-1) = 1 \Rightarrow f = \frac{v}{4L_1} \Rightarrow L_1 = \frac{v}{4f} \Rightarrow L_1 = \frac{330}{4\times\frac{330}{4}} = 1\ m$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم "10" الموائع

A) يتدفق الماء عبر مضخة حيث : $S_2=60\,cm^2$ $S_1=20\,cm^2$ $z=20\,m$ $v_1=15\,m.s^{-1}$, $g=10\,m.s^{-2}$, $\rho_{H_2O}=1000\,kg.m^{-3}$

1. احسب v_2 ، P_1 السرعة عند المقطع S_2 والضغط عند المقطع S_1 علماً أن : $P_2=1\times10^5\,Pa$

الاستمرارية $S_1.v_1=S_2.v_2=const \Rightarrow v_2=\frac{S_1}{S_2}.v_1$

$$\boxed{v_2=\frac{20}{60}\times15=5\,m.S^{-1}}$$

لحساب P_2 نطبق معادلة برنولي: $P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gZ=consst$

$$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2+\rho gZ_1=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2+\rho gZ_2$$
$$P_1=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2-\frac{1}{2}\rho v_1^2+\rho gZ_2-\rho gZ_1$$
$$P_1=P_2+\frac{1}{2}\rho(v_2^2-v_1^2)+\rho g(Z_2-Z_1)$$
$$P_1=10^5+\frac{1}{2}(1000)(25-225)+1000\times10(20)$$
$$P_1=100000-100000+200000$$
$$\boxed{P_1=200000=2\times10^5\,Pa}$$

2. احسب العمل الميكانيكي اللازم لضخ $100L$ من الماء إلى الارتفاع $Z=7m$

حساب العمل الميكانيكي: $W=-m\,g\,z+(P_1-P_2)\Delta V$

$$m=\rho V=1000\times100\times10^{-3}=100\,kg$$
$$W=-100\times10\times7+(2\times10^5-1\times10^5)100\times10^{-3}$$
$$W=-7\times10^3+1\times10^4=-7000+10000\Rightarrow W=3000J$$

3. احسب قيمة فرق الضغط P_1-P_2 عند $Z=5m$

نطبق معادلة برنولي: $P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gZ=const$

$$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2+\rho gZ_1=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2+\rho gZ_2$$
$$P_1-P_2=\frac{1}{2}\rho v_2^2-\frac{1}{2}\rho v_1^2+\rho gZ_2-\rho gZ_1$$
$$P_1-P_2=\frac{1}{2}\rho(v_2^2-v_1^2)+\rho g(Z_2-Z_1)$$
$$P_1-P_2=\frac{1}{2}\times1000(25-225)+1000(10)(5)$$
$$P_1-P_2=-100000+50000=-50000pa$$

B) يفرغ خزان (مضخة) ماء حجمه $8\,m^3$ بمعدل ضخ $0.04\,m^3.s^{-1}$

1. أحسب الزمن اللازم لتفريغ الخزان

$$Q'=\frac{V}{\Delta t}\rightarrow\Delta t=\frac{V}{Q'}$$
$$\Rightarrow\Delta t=\frac{8}{4\times10^{-2}}\Rightarrow\boxed{\Delta t=200\,S}$$

2. سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه $100\,cm^2$

$$Q'=S.v$$
$$v=\frac{Q'}{S}=\frac{4\times10^{-2}}{10^{-2}}\Rightarrow\boxed{v=4\,m.S^{-1}}$$

3. سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم إذا نقص مقطعها ليصبح نصف ما كان عليه.

$$S_1.v_1=S_2.v_2$$
$S_2=\frac{1}{2}S_1$ فرضاً $\Rightarrow S_1.v_1=\frac{1}{2}S_1v_2$

$$\Rightarrow v_2=2v_1\ \boxed{\Rightarrow v_2=2\times4=8\,m.S^{-1}}$$

4. احسب معدل التدفق الحجمي اذا استغرقت عملية التفريغ 100sec

$$Q'=\frac{V}{\Delta t}=\frac{8}{100}\Rightarrow\boxed{Q'=0{,}08m^3.s^{-1}}$$

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 المسافرة القياسات الآتية: 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 $d_0 = 25\ m$ ، المسافة المقطوعة: $L' = 4C$ سنة ضوئية ، زمن الرحلة $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة

المطلوب : v السرعة ، طول المركبة L ، عرض المركبة d ، المسافة المقطوعة L'_0 ، زمن الرحلة t

بالنسبة للمراقب الخارجي (المحطة الأرضية)

- حساب v السرعة :

$$v \text{ السرعة} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن}} = \frac{L'}{t_0} = \frac{4C}{\frac{8}{\sqrt{3}}} \Rightarrow \boxed{v = \frac{\sqrt{3}}{2} c}$$

- حساب γ :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}c\right)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\frac{3c^2}{4}}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{3}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = \sqrt{4} \Rightarrow \boxed{\gamma = 2}$$

- 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 موازي لطول المركبة أي :

$$d = d_0 = 25\ m$$

- مسافة الرحلة المقطوعة بالنسبة للمراقب الخارجي :

$$L' = \frac{L'_0}{\gamma} \Rightarrow L'_0 = \gamma . L' = 2 \times 4 = 8 \ light\ years$$

- زمن الرحلة بالنسبة للمراقب الخارجي (المحطة الأرضية) يتمدد :

$$t = \gamma . t_0 = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}} years$$

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 .

الطاقة السكونية : $E_0 = m_0 c^2$

$$E_0 = m_0 c^2 = 9 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^8)^2$$
$$E_0 = 9 \times 10^{-31} \times 9 \times 10^{16} = 81 \times 10^{-15} J$$

الطاقة الكلية : $E = 3E_0 = 3 \times 81 \times 10^{-15} = 243 \times 10^{-15} J$

b) احسب قيمة γ : من الفرض : $E = 3E_0$

$$mc^2 = 3m_0c^2 \xRightarrow{m=\gamma m_0} \gamma m_0 = 3m_0 \xRightarrow{\text{بالاختصار}} \gamma = 3$$

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.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \xRightarrow{\text{نربع الطرفين}} \gamma^2 = \frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$\gamma^2 \left(1-\frac{v^2}{c^2}\right) = 1 \Rightarrow \gamma^2 - \frac{\gamma^2 v^2}{c^2} = 1$$

$$\frac{\gamma^2 v^2}{c^2} = \gamma^2 - 1 \xRightarrow{\text{نعزل } v^2} v^2 = \frac{\left(\gamma^2 - 1\right)c^2}{\gamma^2}$$

$$v^2 = \frac{(9-1)c^2}{9} \xRightarrow{\text{نجذر}} \boxed{v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c}$$

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8 \Rightarrow \boxed{v = 2\sqrt{2} \times 10^8 m.s^{-1}}$$

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 حالتي 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:

$$p = mv = \gamma m_0 v = 3 \times 9 \times 10^{-31} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$$
$$\Rightarrow \boxed{p = 54\sqrt{2} \times 10^{-23} kg.m.s^{-1}}$$

مسألة : بفرض أن أخويين 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 ميقاتية يحملها ، فما الزمن الذي انتظره أخوه التوأم على الأرض ليعود رائد الفضاء من رحلته ؟

الزمن الذي سجلته الميقاتية التي يحملها رائد الفضاء: $t_0 = 1\ year$.

الزمن الذي سجله المراقب الخارجي للرحلة (الأخ التوأم الذي بقي على الأرض) : t

$$t = \gamma t_0 \xRightarrow{\text{نحسب}} \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\left(\frac{\sqrt{899}}{30}c\right)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{900}{900}-\frac{899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{900}}} = \sqrt{900} = 30$$

$t = 30 \times 1 = 30\ year \Rightarrow$ أي أن الأخ التوأم انتظر ثلاثين عاماً حتى انتهت رحلة أخيه التوأم التي استغرقت بالنسبة له عاماً واحداً.

المسألة رقم 12 ، الكترونيات

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 $720 (V)$ بين اللبوسين الشاقولين لمكثفة مستوية, ندخل إلكتروناً ساكناً في نافذة اللبوس السالب استنتج العلاقة المحدّدة 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)

يمكن استخدام نظرية الطاقة الحركية
راسم الاهتزاز – الأشعة المهبطية
الأشعة السينية – الكترونات مسرعة

$$\overline{\Delta E_K} = \sum \overline{W_{\vec{F}}}$$
$$E_K - E_{K_0} = W_{\vec{F}}$$
$$\frac{1}{2} m_e v^2 = F.d$$
$$\frac{1}{2} m_e v^2 = e\,E.d$$
$$\frac{1}{2} m_e v^2 = e\,U$$

$$v^2 = \frac{2eU}{m_e} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 16 \times 10^{-20} \times 720}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow \boxed{v = 16 \times 10^6 (m.s^{-1})}$$

B) على فرض أن الإلكترون الأفقي يتحرك بسرعة $4 \times 10^4 km.s^{-1}$ ليدخل بهذه السرعة لحظة بدء خضوعه لتأثير اللبوسين الأفقيين لمكثفة مشحونة يبعدان عن بعضهما $2cm$ بينهما فرق الكمون $10^3 (V)$

1) احسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوسي المكثفة.

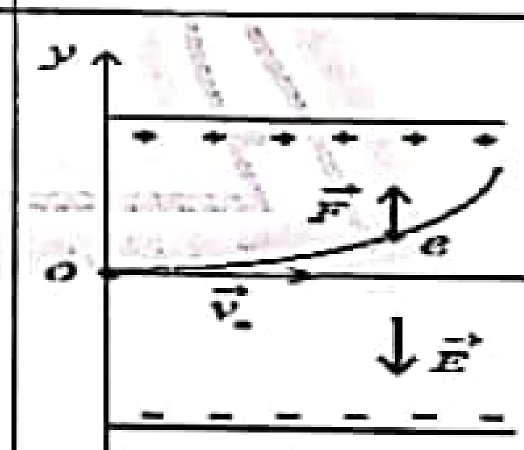
$v_0 = 4 \times 10^7 (m.s^{-1})$ $d = 2 \times 10^{-2} (m)$ $U = 10^3 (V)$

$$U = E.d \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{10^3}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^4 (V.m^{-1})$$

2) احسب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها الإلكترون بإهمال ثقله.

$$F = eE = 16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^4 = 8 \times 10^{-15} (N)$$

3) استنتج معادلة حامل مسار الإلكترون المتحرك بين لبوسي المكثفة



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

نسقط على $\overrightarrow{ox}$ $\Leftarrow 0 = m_e . a_x$

$\Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow$

الحركة مستقيمة منتظمة

$x = V_0 t + x_0 \Rightarrow$

$\boxed{x = vt}$ (1)

نسقط على OY

$F = m_e . a_y \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e} = CONST$

الحركة متغيرة بانتظام $y = \frac{1}{2} a_y t^2$

$y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e} . t^2$ (2)

نعزل الزمن من (1) ونعوض في (2) :

$$t = \frac{x}{v} \Rightarrow y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e} . \frac{x^2}{v^2}$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow \boxed{y = \frac{1}{2}\frac{e.U}{m_e . v^2 . d} x^2}$$

$$y = \frac{1 \times 16 \times 10^{-20} \times 10^3}{2 \times 9 \times 10^{-31} \times 16 \times 10^{14} \times 2 \times 10^{-2}} . x^2$$

$\boxed{y = \frac{25}{9} x^2}$ حامل مسار الالكترون يمثل قطع مكافئ

4) حساب شدة الحقل المغناطيسي المعامد للحقل الكهربائي المتولد بين لبوسي المكثفة الذي يجعل الإلكترون يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ...

حقل مغناطيسي ⇦ قوة مغناطيسية

حقل كهربائي ⇦ قوة كهربائية

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

حركته مستقيمة منتظمة ⇦ $a=0$

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

$$F_{e\,\text{كهربائية}} = F_{\text{لورنتز}}$$

$$eE = evB\sin\frac{\pi}{2}$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{5 \times 10^4}{4 \times 10^7} = \frac{5}{4} \times 10^{-3} (T)$$

C) خلية ضوئية (حجيرة كهرضوئية), يتكون المهبط فيها من صفيحة من السيزيوم حيث تساوي عتبة طول الموجة اللازم لانتزاع الالكترون $\lambda_s = 6600 A^0$

1) احسب الطاقة اللازمة لانتزاع الالكترون , وما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء لتعمل الحجيرة الكهرضوئية

$$\lambda_0 = 66 \times 10^2 A^\circ = 66 \times 10^2 \times 10^{-10} = 66 \times 10^{-8} (m)$$

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

$$E_s = 66 \times 10^{-35} \times \frac{3 \times 10^8}{66 \times 10^{-8}} \Rightarrow \boxed{E_s = 3 \times 10^{-19} J}$$

شرط عمل الحجيرة الكهرضوئية : $\lambda \leq \lambda_s \Rightarrow \lambda \leq 66 \times 10^{-8} m$

2) احسب عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط في الثانية إذا كانت شدة التيار $16mA$

$$q = \begin{cases} It \\ Ne \end{cases} \Rightarrow It = Ne$$

$$N = \frac{It}{e} = \frac{16 \times 10^{-3} \times 1}{16 \times 10^{-20}} = 10^{17}$$ إلكترون

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

3) تعرض الخلية لحزمة ضوئية بطول موجة $\lambda = 4400A^0$ فيجري انتزاع الالكترونات , أحسب الطاقة الحركية والسرعة العظمى لكل الكترون منتزع

$$E_K = E - E_s \Rightarrow E_K = hf - E_s$$

$$E_K = h.\frac{c}{\lambda} - E_s$$

$$E_K = \frac{66\times10^{-35}\times3\times10^8}{44\times10^{-8}} - 3\times10^{-19} = \frac{18}{4}\times10^{-19} - 3\times10^{-19}$$

$$E_K = (4.5-3)\times10^{-19} \Rightarrow \boxed{E_K = 1.5\times10^{-19}J}$$

$$E_K = \frac{1}{2}m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = \sqrt{\frac{1.5\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}}$$

$$\boxed{v = \frac{\sqrt{1.5}}{3}\times10^6 m.s^{-1}}$$

4) أحسب كمية حركة الفوتون

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{66\times10^{-35}}{44\times10^{-8}} = \frac{6}{4}\times10^{-27} = 1.5\times10^{-27}kg.m.s^{-1}$$

5) أحسب قيمة كمون الإيقاف

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول: عند المهبط بسرعة عظمى الوضع الثاني: قبيل المصعد بسرعة معدومة

$$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{k_1} = e(-U_0) \Rightarrow U_0 = \frac{E_{k_1}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.9\,V$$

D) يعمل أنبوب لتوليد الأشعة السينية بفرق كمون $8\times10^4 volt$ حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عملياً.

1) استنتج بالرموز الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله لمقابل المهبط (صفيحة البلاتين), وسرعة الالكترون لحظة اصطدامه بالهدف

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين

الوضع الأول: لحظة تركه المهبط دون سرعة ابتدائية

الوضع الثاني : لحظة الوصول للمصعد

$$\overline{\Delta E_K} = \sum \overline{W_{\vec{F}}} \Rightarrow \Delta E_K = W_{\vec{F}} = F.d \Rightarrow$$

$$E_K - E_{K_0} = e.E.d \Rightarrow \boxed{E_K = e.U}$$

$$E_K = 16\times10^{-20}\times8\times10^4 = 128\times10^{-16}J$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times16\times10^{-20}\times8\times10^4}{9\times10^{-31}}} = \frac{16}{3}.10^{12.5}\,m.s^{-1}$$

2) احسب قيمة التواتر الأعظمي للأشعة السينية الصادرة وطول الموجة الموافق لذلك التواتر (أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة)

$$E = E_K$$

$$h.f_{max} = e.U$$

التواتر الأعظمي : $f_{max} = \frac{e.U}{h} = \frac{16\times10^{-20}\times8\times10^4}{66\times10^{-35}} = 19.4\times10^{18}Hz$

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

أقصر طول موجة: $\lambda_{min} = \frac{3\times10^8}{19.4\times10^{18}} = 0,155\times10^{-10}\,m$

E) إذا علمت أن طاقة تاين جزيئات الهواء هي $E' = 10\,eV$ ، اوجد المسار الحر الوسطي (L) للإلكترون في الهواء علماً أن $e = 1.6\times10^{-19}C$ ، وأن الانفراغ الشرري يظهر عندما تصل شدة الحقل الكهربائي إلى $E = 3\times10^6\frac{V}{m}$

نحول طاقة التأين E' المعطاة من eV إلى J $\xrightarrow{\text{نضرب بشحنة الإلكترون}}$ $E' = 10\times1.6\times10^{-19} = 16\times10^{-19}J$

طول المسار الحر الوسطي : $U = E_{\text{حقل كهربائي}}.L \Rightarrow L = \frac{U}{E}$

نحسب U : $E' = eU \Rightarrow U = \frac{E'}{e} = \frac{16\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 10\,V$

طول المسار الحر الوسطي : $L = \frac{U}{E} = \frac{10}{3\times10^6} = \frac{1}{3}\times10^{-5}m$

F) احسب الطاقة المتحررة وطول موجة الإشعاع الصادر عندما يهبط إلكترون من السوية الثالثة ذات الطاقة $E_3 = -1.51\,ev$ إلى السوية الثانية ذات الطاقة $E_2 = -3.4\,ev$

$$\Delta E = E_{2\,\text{نهائي}} - E_{3\,\text{بدائي}} = (-3.4) - (-1.51) = -1.89\,eV \xrightarrow{\text{نحول من } eV \text{ إلى } J \text{ نضرب بشحنة الإلكترون}}$$

$$\Delta E = -1.89\times1.6\times10^{-19} = \underset{\text{تحصل الطاقة}}{-}\;3.024\times10^{-19}J \xrightarrow{\text{الطاقة المتحررة}} \boxed{\Delta E = 3.024\times10^{-19}J}$$

$$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^8}{3.024\times10^{-19}} = 6.6\times10^{-7}m$$

G) يخضع إلكترونا يتحرك بسرعة $8\times10^3\,km.s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع شدته $B = 5\times10^{-3}T$ ، المطلوب.

1. احسب شدة القوة المغناطيسية

$$v = 8\times10^3 km.s^{-1} = 8\times10^3\times10^3 = 8\times10^6 m.s^{-1}$$

قوة مغناطيسية $F = e.v.B.Sin\theta$

$$F = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^6\times5\times10^{-3}\times1$$

$$\boxed{F = 6.4\times10^{-15}\,N}$$

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: $\vec{a}\perp\vec{B}$. $\vec{a}\perp\vec{v}$

بما أن $\vec{v}$ محمول على المماس و $\vec{a}\perp\vec{v}$ فالتسارع محمول على الناظم أي أنه تسارع 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

الجملة المدروسة: الإلكترون يتحرك سرعته $\vec{B}\perp\vec{v}$

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{F}$ المغناطيسية . ثقل الإلكترون W ومهمل لصغره امام القوة المغناطيسية

$$\sum\vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{\text{المغناطيسية}} = m.\vec{a}$$

بالاسقاط على الناظم:

$$F_{\text{لورنز}} = m.a_c \Rightarrow e.v.B.Sin\frac{\pi}{2} = m\frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{eB} = \frac{9\times10^{-31}\times8\times10^6}{16\times10^{-20}\times5\times10^{-3}} \Rightarrow \boxed{r = 9\times10^{-3}\,m}$$

4. احسب دور الحركة

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\times9\times10^{-3}}{8\times10^6} \Rightarrow \boxed{T = \frac{9\pi}{4}\times10^{-9}\,S}$$

المسألة رقم 13» الفيزياء الفلكية

ثوابت معطاة بالمسألة، سرعة الضوء: $C = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$ ثابت هابل $H_0 = 68\ kg.s^{-1}/Mpc$ الفرسخ الفلكي $pc = 3.26\ ly$

سافر رائد فضاء في مركبة فضائية إلى أحد كواكب المجرة باعتبار لهذا الكوكب شكل كروي قطره $6800\ km$ وكتلته $M = 6.4 \times 10^{23} kg$ وثابت الجاذبية العام $G = 6.673 \times 10^{-11} N.m^2kg^{-2}$

1. احسب سرعة الإفلات من جاذبية هذا الكوكب

$$E_k = E_p$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = F_G.r$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r \Rightarrow v^2 = \frac{2GM}{r}$$
$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2\times 6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3400\times10^3}}$$
$$\Rightarrow \boxed{v = 15.5 \times 10^3 m.s^{-1}}$$

هي سرعة الإفلات من جاذبية هذا الكوكب

2. لو ضغط الكوكب حتى أصبح ثقباً أسوداً، فاحسب نصف قطره عندئذٍ.

$$v^2 = \frac{2GM}{r} \xRightarrow{v=c} c^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$$
$$r = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{(3\times10^8)^2} \Rightarrow \boxed{r = 9.3 \times 10^{-4} m}$$

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 : $v' = H_0 d \Rightarrow \boxed{d = \frac{v'}{H_0}}$

- يجب حساب سرعة الابتعاد v' حسب تأثير دوبلر:

$$\lambda' = \left(1 + \frac{v'}{c}\right)\lambda \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{v'}{c}\lambda$$
$$\lambda' - \lambda = \frac{v'}{c}\lambda \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{v'}{c}\lambda$$
$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c} \xRightarrow{\text{نعوض لنحسب } v'}$$

من الفرض الانزياح في طول الموجة : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 5\% = 5 \times 10^{-2}$

$$5 \times 10^{-2} = \frac{v'}{3\times10^8} \Rightarrow v' = 15 \times 10^6\ m.s^{-1}$$

- يجب حساب ثابت هابل بالواحدات الدولية: $H_0 = \frac{68\ km.s^{-1}}{Mpc}$

$$H_0 = \frac{68\times10^3 m.s^{-1}}{10^6\times3.26\ light\ year}$$
$$H_0 = \frac{68\times10^3 m.s^{-1}}{10^6\times3.26\times3\times10^8\times365.25\times24\times3600\ m}$$
$$H_0 = \frac{68\times10^3 s^{-1}}{10^6\times3\times10^{16}} = \frac{68}{3}\times10^{-19}s^{-1}$$

نعوض في قانون هابل :

$$d = \frac{v'}{H_0} = \frac{15\times10^6}{\frac{68}{3}\times10^{-19}} \Rightarrow \boxed{d = \frac{45}{68}\times10^{25} m}$$

وهو بعد تلك المجرة عنا.

4. باعتبار لهذا الكوكب شكل كروي قطره $6800\ km$ وكتلته $6.4 \times 10^{23} kg$.

1. احسب سرعة الإفلات من جاذبية المريخ.
2. لو ضغط المريخ حتى أصبح ثقباً أسوداً، فاحسب نصف قطر المريخ عندئذٍ.

الحل:

-1
$$E_k = E_p$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = F_G.r$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r \Rightarrow v^2 = \frac{2GM}{r}$$
$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3400\times10^3}} \Rightarrow$$
$$\boxed{v = 15.5 \times 10^3 m.s^{-1}}$$

هي سرعة الإفلات من جاذبية المريخ .

-2 نحسب قطر شفارتزشيلد $r = \frac{2GM}{c^2}$

$$v^2 = \frac{2GM}{r} \xRightarrow{v=c} c^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow r =$$
$$r = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{(3\times10^8)^2} \Rightarrow$$
$$\boxed{r = 9.3 \times 10^{-4} m}$$

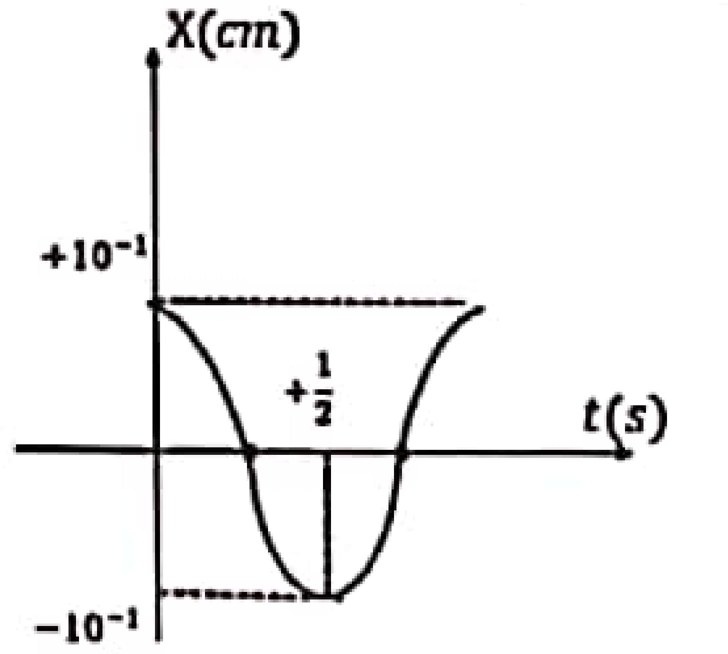
أي يجب أن يصبح المريخ بحجم كرة نصف قطرها أقل من واحد ميلي متر.

القاكم في جلسة المراجعة
قبل الامتحان بأيام
محبكم : أنس أحمد

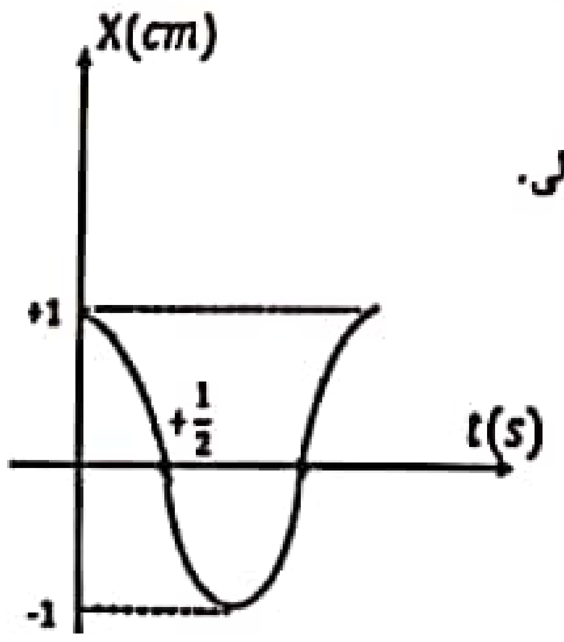
تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب أنس أحمد فيزياء

سؤال الخطوط البيانية

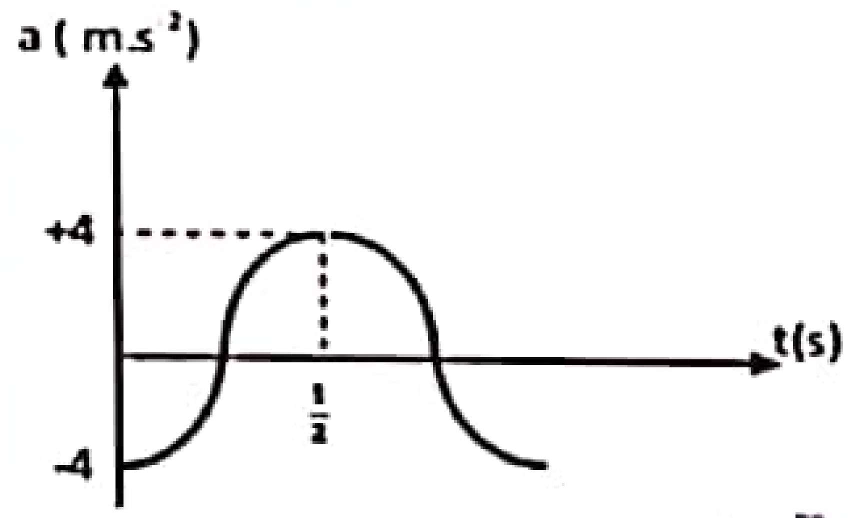
1) يمثل الخط البياني تابع المطال للنواس المرن استنتج من هذا المنحني :
الدور الخاص للحركة ونبضها وسعتها
السرعة العظمى (طويلة)
التابع الزمني لمطالها .
التابع الزمني للسرعة.



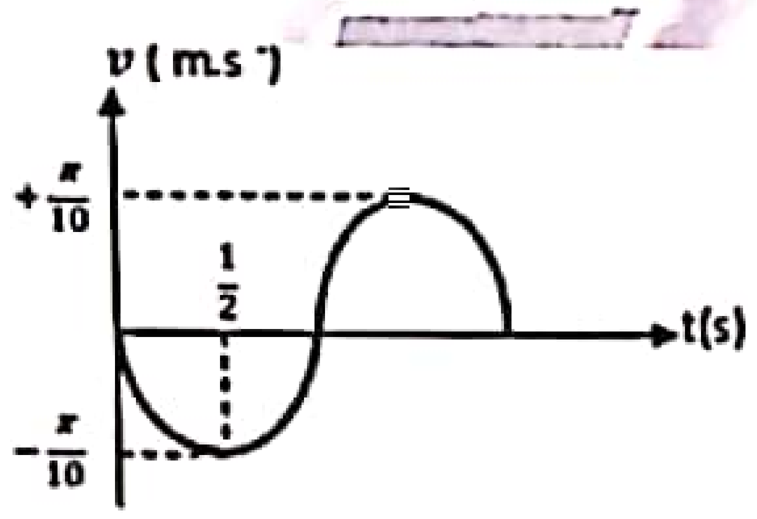
2) اقرأ الخط البياني استنتج من هذا المنحني :
ماذا يمثل الخط البياني .
التابع الزمني للمطال .
عين زمن مرور الجسم بوضع التوازن للمرة الأولى.



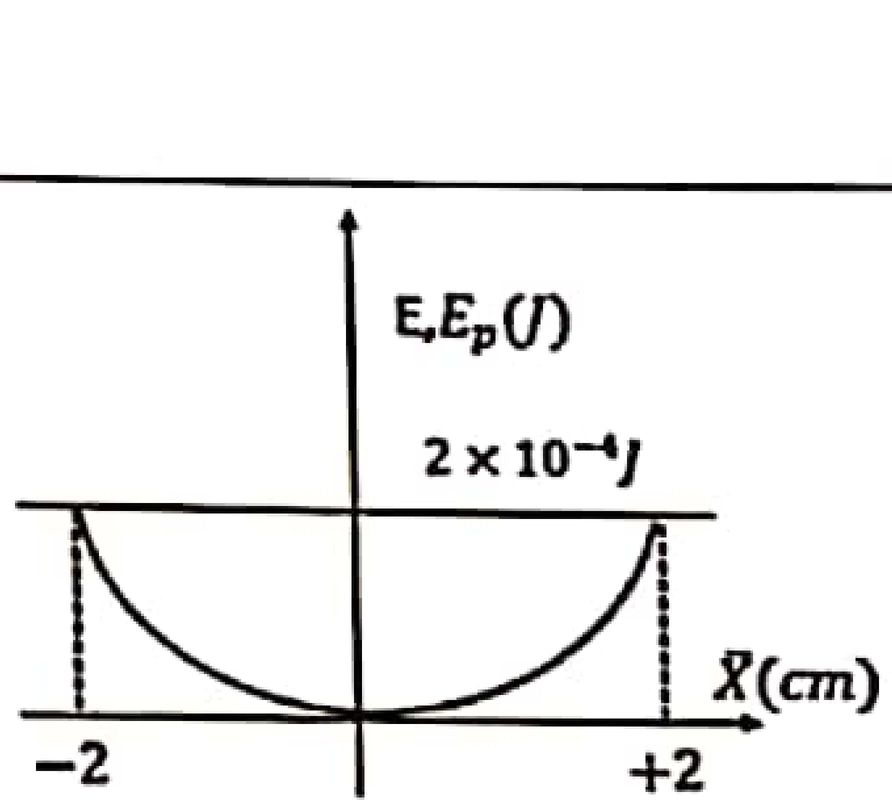
3) يمثل الخط البياني تابع التسارع لحركة جيبية انسحابية استنتج من هذا المنحني:
الدور الخاص للحركة وسعتها
التابع الزمني لتسارعها



4) يمثل الخط البياني تابع السرعة لحركة جيبية انسحابية استنتج من هذا المنحني :
الدور الخاص للحركة ونبضها و سعتها
التابع الزمني لمطالها



5) يبين الخط البياني الطاقة الميكانيكية لنواس مرن والطاقة الكامنة للجملة بدلالة المطال والمطلوب :
استنتج سعة الحركة
احسب ثابت صلابة النابض
احسب الطاقة الحركية من أجل: $\bar{x}=0$ ، $\bar{x}=-2\ cm$



تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب أنس أحمد فيزياء.

ملاحظات الميكانيك

ملاحظات حل مسائل النواس المرن

1. الدور الخاص وواحدته (sec) T_0 حسب المعطيات من ثلاثة طرق
$$T_0=\begin{cases} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ T_0 = \frac{2\pi}{\text{النبض}\ \omega_0} \\ T_0 = \frac{\text{زمن الهزات}\ t}{\text{عدد الهزات}\ N}\ \text{تجريبياً} \end{cases}$$

✓ الدور الخاص للنواس المرن لاعلاقة له بالجاذبية g ولا بسعة الاهتزاز X_{max} (يعني لا يغيرن يبقى الدور كما هو $T'_0 = T_0$)

✓ الدور الخاص للنواس المرن له علاقة بالكتلة m (تناسب طردي) وبثابت صلابة النابض k (تناسب عكسي)

2. الاستطالة السكونية: $mg = kx_0 \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{mg}{k}}$

وإذا لم تعطى قيم m , k

✓ نستطيع تبديل $k = m.\omega_0^2$ فيكون $x_0 = \frac{mg}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{m\omega_0^2} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{g}{\omega_0^2}}$

✓ $mg = kx_0 \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x_0}{g} \xRightarrow{\text{نعوض بدل } \frac{m}{k} \text{ في علاقة الدور}} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}} \xRightarrow{\text{تربيع ونعزل } x_0}$

3. قوة الارجاع $\bar{F} = -k\bar{x}$ (N) ، التسارع $\bar{a} = -\omega_0^2\bar{x}$ $(m.s^{-2})$ لما يطلبن رح يعطي قيمة المطال x أو (اللحظة $t = 0$ تكون مثلاً $x = +X_{max}$)

✓ شدة قوة الارجاع بالقيمة المطلقة وشدة محصلة القوى هي نفسها شدة قوة الارجاع $\sum F = |m.\bar{a}| = |-k\bar{x}|$

4. ثابت صلابة النابض k $(N.m^{-1})$

✓ إذا أعطانا النبض الخاص ω_0 : $\boxed{k = m.\omega_0^2}$ أو عندما يعطينا خط بياني للطاقة نحسب منه k : من علاقة الطاقة الكلية : $E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$ ونعزل k :

✓ أو نحسبه من علاقة الدور بعد تربيعها: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{\text{تربيع}} T_0^2 = 4\pi^2\frac{m}{k} \Rightarrow \boxed{k = 4\pi^2\frac{m}{T_0^2}}$

5. استنتاج التابع الزمني:

1) نكتب الشكل العام: $\boxed{\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})}$

2) نعين الثوابت: ω_0 ، X_{max} ، $\bar{\varphi}$

3) نعوض الثوابت بالشكل العام

- ω_0 النبض الخاص $(rad.s^{-1})$: $\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}}$ أو $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}}$
- سعة الحركة ، سعة الاهتزاز ، ضمن جدول مرونة النابض ، $\frac{\text{طول القطعة المستقيمة التي تقطعها}}{2} \Longrightarrow \boxed{X_{max}}$
- تعيين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء

في الوضعين الطرفيين $x = \pm X_{max}$ تنعدم السرعة في كلا الاتجاهين $v = 0$	الاتجاه الموجب $v > 0$ السرعة موجبة , الاتجاه السالب $v < 0$ السرعة سالبة
▪ شروط البدء : $t = 0$, $x = +X_{max}$ تركت دون سرعة ابتدائية نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ $+X_{max} = X_{max}\cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$ ▪ شروط البدء : $t = 0$, $x = -X_{max}$ تركت دون سرعة ابتدائية نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ $-X_{max} = X_{max}\cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \boxed{\varphi = \pi\, rad}$	▪ شروط البدء : $t = 0$, $x = \frac{X_{max}}{2}$ الاتجاه سالب مثلاً نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ $\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(\frac{\pi}{2}(0) + \bar{\varphi})$ $\Rightarrow \cos\varphi = +\frac{1}{2}\begin{cases} \varphi = +\frac{\pi}{3}\ rad\ \text{(إما} \\ \varphi = -\frac{\pi}{3}\ rad\ \text{(أو} \end{cases}$ نختار φ قيمة التي تجعل السرعة سالبة: $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ نعوض شروط البدء $t = 0$, $v < 0$ لأن الاتجاه سالب: $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\bar{\varphi} < 0$ $\varphi = +\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\left(+\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v < 0$ مقبول $\varphi = -\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \bar{v} = +\omega_0 X_{max}\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v > 0$ مرفوض

6. السرعة الخطية لمركز عطالة الجسم
- تابع السرعة : $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
- السرعة العظمى طويلةً (موجبة) : $\boxed{v_{max} = \omega_0 X_{max}}$
- سرعة المرور الاول بوضع التوازن في كلا الاتجاهين $(t = 0, x = \pm X_{max})$: $\boxed{v = \pm\omega_0 X_{max}}$

حساب السرعة طويلة عند المطال x معلوم $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x_{\text{معطى}}^2}$ وعندما يكون الاتجاه الموجب $v > 0$ السرعة موجبة , الاتجاه السالب $v < 0$ السرعة سالبة

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

7. تعيين (زمن) او لحظات المرور بوضع التوازن لعدة مرات :

✓ إذا كانت شروط بدء الحركة من الوضعين الطرفيين $(t = 0\ ,\ x = \pm X_{max})$

الأول	الثاني	الثالث	الرابع
$t_1 = \frac{T_0}{4}$	$t_2 = 3\frac{T_0}{4}$	$t_3 = 5\frac{T_0}{4}$	$t_4 = 7\frac{T_0}{4}$

✓ إذا كانت شروط بدء الحركة ليس من الوضعين الطرفيين

$(t = 0\ ,\ x \neq \pm X_{max})$

1) نعدم تابع المطال لأن في وضع التوازن $x = 0 \leftarrow$ $0 = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$$X_{max} \neq 0 \Rightarrow \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = 0$$

2) نضع بدل (0) $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right)$ لأن $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) = 0$ حيث k عدد الدورات التي ينعدم عندها الcos : $k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

فيصبح $\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) \Rightarrow \omega_0 t + \bar{\varphi} = \frac{\pi}{2} + \pi k$

3) نعزل الزمن t من المعادلة السابقة حيث تكون قيم $\bar{\varphi}$، ω_0 معلومة من تابع المطال مسبقاً : $\boxed{t = \frac{\frac{\pi}{2} - \bar{\varphi} + \pi k}{\omega_0}}$

✓ نعوض$k = 0$ للحصول على زمن المرور الأول و$k = 1$ للمرور الثاني زمن الوصول من المطال الأعظمي الموجب إلى المطال الأعظمي السالب (الزمن بين الوضعين المتناظرين$\pm X_{max}$) : $\boxed{t = \frac{T_0}{2}}$

8. الطاقات :

الطاقة الكامنة المرونية التي يقدمها المجرب (بدون ماكس) : $\boxed{E_p = \frac{1}{2}kX^2}$

الطاقة الميكانيكية (الكلية) (مع ماكس) : $\boxed{E = \frac{1}{2}kX_{max}^2}$ ، $\boxed{E = E_k + E_p}$

الطاقة الحركية (من الفرق) : $\boxed{E_k = E - E_p}$

$$E_k = \frac{1}{2}kX_{max}^2 - \frac{1}{2}kX^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2}k\left[X_{max}^2 - X^2\right]$$

سعة الحركة X_{max} – معطاة بالطلب X^2

الطاقة الحركية عند مرور المتحرك بوضع التوازن $x = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow E_k = E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$

تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم عندما تتساوى الطاقتين الكامنة والحركية $E_k = E_p$

$$E = E_k + E_p \xrightarrow{\text{نضع } E_p \text{ بدل } E_k} E = E_p + E_p \Rightarrow E = 2E_p \xrightarrow{\text{نعوض القوانين}} \frac{1}{2}kX_{max}^2 = 2.\frac{1}{2}kX^2 \xrightarrow{\text{تختصر}} X^2 = \frac{X_{max}^2}{2} \xrightarrow{\text{نجذر الطرفين}} \boxed{x = \pm\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}}$$

9. تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم في اللحظة t او لحظة بدء الزمن $t = 0$

نعوض هذا الزمن المعطى في تابع المطال فتنتج لدينا قيمة x تكون هي موضع الجسم في ذلك الزمن المعطى

10. التوابع الزمنية الموجودة داخل الكتاب وخارجه :

اسم التابع و قانونه	التابع الزمني	تفصيل التابع الزمني	القيمة العظمى الطويلة له
المطال (موضع الجسم) : $\bar{x}$	$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{x} = X_{max}$
السرعة: $\bar{v} = (\bar{x})'_t$	$\bar{v} = -v_{max}.\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$v_{max} = \omega_0 X_{max}$
التسارع: $\bar{a} = (\bar{v})'_t = (\bar{x})''_t$	$\bar{a} = -\omega_0^2.\bar{x}$	$\bar{a} = -\omega_0^2 x_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$a_{max} = \omega_0^2 x_{max}$
قوة الإرجاع : $\bar{F} = -k\bar{x}$	$\bar{F} = -F_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{F} = -kX_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$F_{max} = kX_{max} = m\omega_0^2 x_{max}$

ملاحظات حل النواس الفتل:

الدور الخاص للنواس الفتل: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}}$

✓ الدور الخاص للنواس الفتل لاعلاقة له بالجاذبية g ولا بسعة الاهتزاز θ_{max} (يعني لما يغيرن يبقى الدور كما هو$T'_0 = T_0$)

✓ الدور الخاص للنواس االفتل له علاقة بعزم العطالة للنواس I_Δ (تناسب طردي) وبثابت فتل سلك الفتلk(تناسب عكسي)

11. عزم العطالة I_Δ :

✓ $I_{\Delta/m}$: عزم عطالة اي نقطة مادية (كتلة نقطية) هو جداء الكتلة بمربع بعدها عن محور ثابت (سلك الفتل) $I_{\Delta/m} = m.r^2 \begin{cases} r = \frac{L}{2} \xrightarrow{\text{الكتل على طرفي الساق}} I_{\Delta/m} = m.\frac{L^2}{4} \\ I_{\Delta/m} = m.r^2 \text{ الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$

✓ $I_{\Delta/c}$: عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور مار من منتصفه وعمودي على مستويه : $I_{\Delta/c} \begin{cases} I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \text{ للقرص} \end{cases}$ معطى بنص المسألة

✓ $I_{\Delta/\text{جملة}}$: عزم عطالة الجملة (بوجود كتل نقطية) هو مجموع عزوم عطالة مكونات النواس $I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق او قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1}$

✓ خلاصة عزم العطالة بالنواس الفتل $I_\Delta \begin{cases} I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق او قرص)}}} \text{ لايوجد كتل} \\ I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق او قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} \text{ بوجود كتل} \end{cases}$

✓ ثابت فتل السلك k: $(m.N.rad^{-1})$ إذا أعطانا النبض الخاص ω_0 : $\boxed{k = I_\Delta.\omega_0^2}$ او نحسبه من علاقة الدور بعد تربيعها: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \xrightarrow{\text{نربع}} T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{k} \Rightarrow \boxed{k = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2}}$

12. ملاحظات للاختيار من متعدد :

$\boxed{K = k'\frac{(2r)^4}{L}}$ تستخدم هذه العلاقة فقط عند التغيير في سلك الفتل حيث: k' : ثابت يتعلق بنوع السلك $2r$: قطر مقطع السلك (ثخنه) L : طول السلك

$\sqrt{L} \xleftarrow{\text{عكساً}} \sqrt{K} \xleftarrow{\text{عكساً}} T_0$ لما يغير طول سلك الفتل ويطلب T_0' الجديد هنا فقط نجذر نسبة الطول الجديد

✓ نجعل طول سلك الفتل أربع أضعاف ما كان عليه فيكون الدور الجديد: $T_0' = 2T_0$

✓ نجعل طول سلك الفتل ثلاثة أرباع ما كان عليه فيكون الدور الجديد: $T_0' = \frac{\sqrt{3}}{2}T_0$

✓ نحذف ثلاثة أرباع طول سلك الفتل فيكون الدور الجديد: $T_0' = \frac{1}{2}T_0$ (الطول الجديد هنا هو الربع لأنه حذف ثلاثة أرباع من طوله)

- ✓ نقسم سلك الفتل قسمين (متساويين ، ربع وثلاثة أرباع ، ثلث وثلثين) فيكون الدور الجديد بعد تعليق الساق بجزأي السلك معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل ويطلب T_0' الجديد هنا نضرب نسبتي الطولين ونجذرهما .

- قسمين متساويين: $\sqrt{\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}} \rightarrow \boxed{T_0' = \frac{1}{2}T_0}$ ❖ ثلث وثلثين: $\sqrt{\frac{2}{3}\times\frac{1}{3}} \rightarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3}T_0}$ ❖ ربع وثلاثة أرباع: $\sqrt{\frac{3}{4}\times\frac{1}{4}} \rightarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{3}}{4}T_0}$

13. ملاحظات للمسائل وخصوصاً عند الدمج مع الثقلي المركب :

- ✓ عند إضافة كتل على النواس فإن الذي يتغير هو عزم العطالة أما ثابت فتل السلك فلا يتغير وعند طلب الدور الجديد هنا : ننسب الدورين

$$\begin{cases} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c}}{k}} : I_{\Delta/c} \text{ الدور بدون كتل} & \text{معطى بنص المسألة}_{\text{جسم (ساق او قرص)}} \\ T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/\text{جملة}}}{k}} : I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم (ساق او قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} & \text{الدور بوجود كتل} \end{cases} \xrightarrow{\text{ننسب الدورين}} \frac{T_0'}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/\text{جملة}}}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c\,\text{جسم}}}{k}}} \xrightarrow{\text{نختصر } k} \frac{T_0'}{T_0} = \sqrt{\frac{I_{\Delta/\text{جملة}}}{I_{\Delta/c\,\text{جسم}}}}$$

نعوض قيم العزوم ونعزل المجهول المطلوب

- ✓ إذا علقنا الساق بسلكي فتل معاً أطوالهما L_2, L_1 أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل وطلب حساب الدور الجديد :

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_{\text{جملة}}}} : \xrightarrow{k_{\text{جملة}} = k_1 + k_2} \begin{cases} k_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1} \\ k_2 = k'\frac{(2r)^4}{L_2} \end{cases} : \xrightarrow{\text{السلكين متماثلين}} L_1 = L_2 \Rightarrow k_1 = k_2 \Rightarrow T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{2k_1}}$$

	مرن (خطي)		فتل (زاوي)
المطال	$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	المطال الزاوي	$\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
السرعة الخطية	$\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	السرعة الزاوية	$\bar{\omega} = (\bar{\theta})'_t = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
السرعة الخطية العظمى (طويلة)	$v_{max} = \omega_0 X_{max}$	السرعة الزاوية العظمى (طويلة)	$\omega_{max} = \omega_0\theta_{max}$
التسارع الخطي	$\bar{a} = -\omega_0^2\bar{x}$	التسارع الزاوي	$\bar{\alpha} = -\omega_0^2\bar{\theta}$
التسارع الأعظمي (طويلة)	$a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$	التسارع الأعظمي (طويلة)	$\alpha_{max} = \omega_0^2\theta_{max}$
الدور الخاص	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	الدور الخاص	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$
ثابت صلابة النابض	$(N.m^{-1})\ k = m.\omega_0^2$	ثابت فتل السلك	$(m.N.rad^{-1})\ k = I_\Delta.\omega_0^2$
قوة الارجاع	$\bar{F} = -K.\bar{x}$	عزم الارجاع	$\bar{\Gamma} = -K.\bar{\theta}$
النبض الخاص	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	النبض الخاص	$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}}$
الطاقة الكلية (الميكانيكية)	$E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$	الطاقة الكلية (الميكانيكية)	$E = \frac{1}{2}k\theta_{max}^2$
الطاقة الكامنة المرونية	$E_P = \frac{1}{2}kX^2$	الطاقة الكامنة	$E_P = \frac{1}{2}k\theta^2$
الطاقة الحركية الانسحابية	$E_k = \frac{1}{2}m.v^2$	الطاقة الحركية الدورانية	$E_k = \frac{1}{2}I_\Delta.\omega^2$
كمية الحركة الانسحابية	$(kg.m.s^{-1})\ P = m.v$	العزم الحركي الدوراني	$(kg.m^2.rad.s^{-1})\ L = I_\Delta.\omega$
سرعة المرور الأول بوضع التوازن	$v = -\omega_0 X_{max}$	سرعة المرور الأول بوضع التوازن	$\omega = -\omega_0\theta_{max}$

ملاحظات لحل مسائل النواس البسيط

1. الدور الخاص للنواس الثقلي البسيط وتغيراته :

- ✓ الدور بحالة سعات كبيرة $\theta > 0,24\ rad$ أو $\theta > 14^0$ (الزوايا الشهيرة) $\boxed{T_{0\,\text{سعات كبيرة}}' = T_{0\,\text{سعات صغيرة}}\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$
- ✓ الدور بحالة سعات صغيرة $\theta \le 0,24\ rad$ أو $\theta \le 14^0$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}$$

- ✓ الدور T_0 يتناسب عكساً مع g

أي اذا انتقلنا بالنواس من سطح البحر إلى قمة الجبل فتنقص $\sqrt{g}$ ويزداد الدور T_0 أي (الميقاتية تؤخر) وبالعكس (الميقاتية تقدم)

2. **استنتاج علاقة توتر الخيط لحظة المرور في الشاقول**

جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : كرة النواس

القوى المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الكرة ، $\vec{T}$ توتر الخيط

$$\sum\vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{T} = m\vec{a}$$

بالاسقاط على الناظم نجد:

$$T - W = m.a_c$$

$$T = m.a_c + W \xrightarrow{\text{التسارع الناظمي } a_c = \frac{v^2}{r}} T = m\frac{v^2}{r} + mg \xrightarrow{\text{طول الخيط } L = r}$$

$\boxed{T = m\left[\frac{v^2}{L} + g\right]}$ علاقة توتر الخيط

3. **نزيح بزاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية احسب السرعة الخطية لحظة المرور بالشاقول**

كليشة: نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه دون سرعة ابتدائية $\theta = \theta_{max}$

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

$$\Delta\overline{E_K} = \sum\overline{W}_{F_{1\to2}}$$
$$E_k - E_{k_0} = \overline{W}_{\vec{T}} + \overline{W}_{\vec{W}}$$

($E_{k_0}=0$ تركت دون سرعة ابتدائية) ($\overline{W}_{\vec{T}} = 0$ لأن $\vec{T}$ تعامد الانتقال في كل لحظة.)

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

$$h = d[\cos\theta - \cos\theta_{max}] \xrightarrow[\text{عند المرور بالشاقول}]{d=L,\ \theta=0\to\cos\theta=1} h = L[1 - \cos\theta_{max}]$$

$$\xrightarrow{\text{نختصر } m} gL[1 - \cos\theta_{max}] = \frac{1}{2}v^2$$

$$\xrightarrow{\text{نعزل حسب المجهول}} \begin{cases} v^2 = 2.gL[1 - \cos\theta_{max}] \xRightarrow{\text{نجذر}} v = \sqrt{2.gL[1 - \cos\theta_{max}]} \\ [1 - \cos\theta_{max}] = \frac{v^2}{2.gL} \Rightarrow \cos\theta_{max} = 1 - \frac{v^2}{2.gL} \end{cases}$$

4. **علاقة التسارع المماسي عندما يصنع الخيط زاوية θ مع الشاقول**

$$\sum\vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{T} = m\vec{a}$$

بالاسقاط على المماس نجد :

$$W.\sin\theta = m.a_t \Rightarrow m.g.\sin\theta = m.a_t$$

$\boxed{a_t = g.\sin\theta}$ التسارع المماسي $(m.s^{-2})$

- **التسارع الزاوي** α : $a_t = \alpha.r \Rightarrow \alpha = \frac{a_t}{r} \xrightarrow{\text{طول الخيط } L=r} \alpha = \frac{a_t}{L}\ (rad.s^{-2})$
- **ملاحظة** اسقاط التسارع على الناظم هو تسارع ناظمي $a_c = \frac{v^2}{r}$ وعلى المماس هو تسارع مماسي a_t

تنويه ، تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

ملاحظات لحل مسائل النواس الثقلي المركب

الدور بحالة السعات الصغيرة: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$ الدور بحالة سعات كبيرة (زوايا شهيرة أو $\theta > 0.24rad$) : $\boxed{T_0' = T_0\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$

نواس يدق الثانية $\boxed{T_0 = 2sec}$

الدور يتناسب عكساً مع $\sqrt{g}$ اذا انتقلنا بالنواس من سطح البحر إلى قمة الجبل فتنقص g ويزداد T_0 اي (الميقاتية تؤخر) وبالعكس (الميقاتية تقدم)

الدور لا علاقة له بالكتلة العطالية m (يعني بس يغير m ويطلب الدور الجديد نختار $T_0' = T_0$)

طلبات مسألة النواس الثقلي المركب

السؤال الأول حساب T_0 من العلاقة $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$ يجب تعيين كل من I_Δ ، d ، m ونختصر g مع π بعد تعويض g بـ 10

- **عزم العطالة I_Δ :**

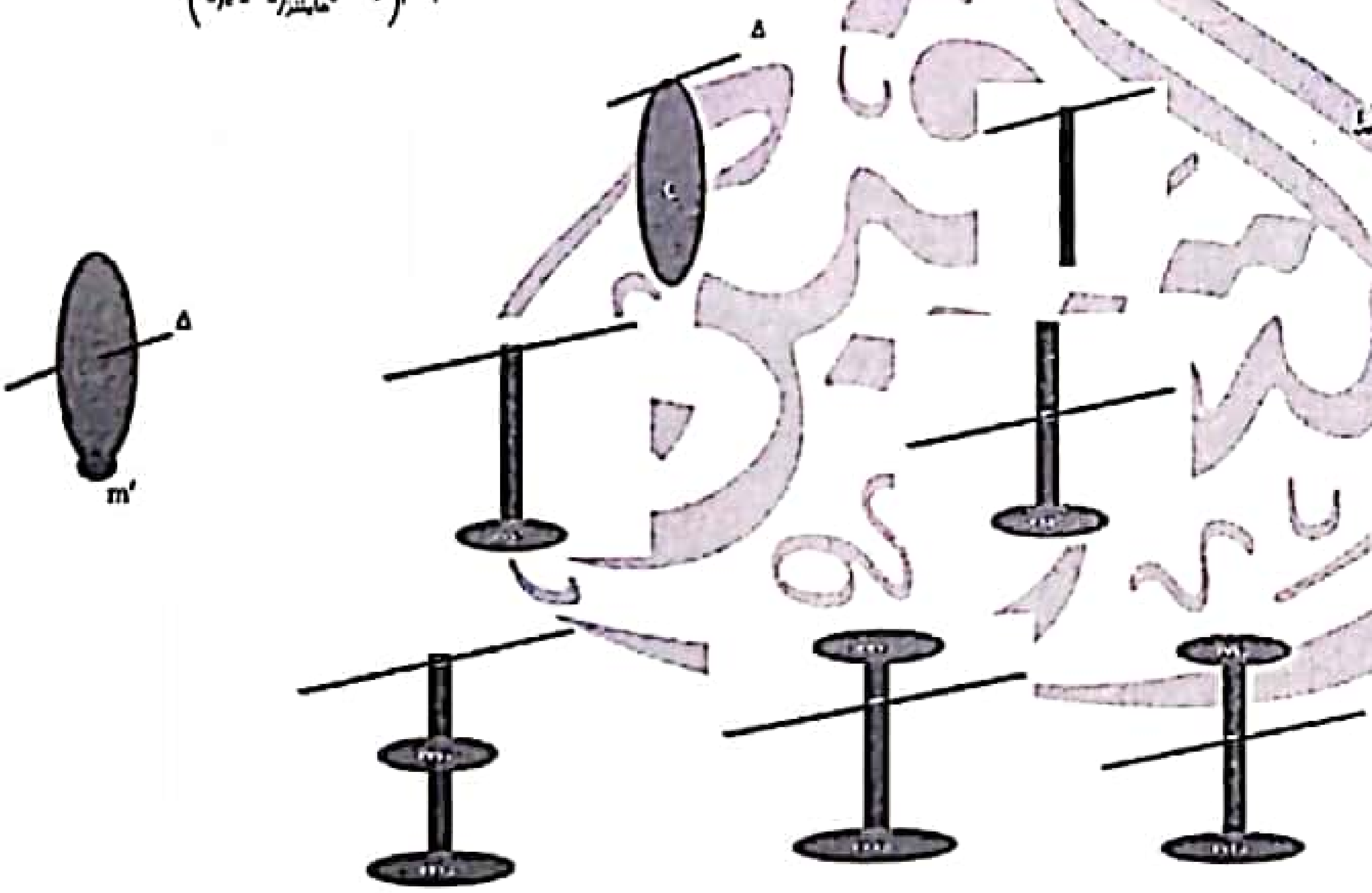
✓ $I_{\Delta/m}$: عزم عطالة أي نقطة مادية (كتلة نقطية) هو جداء الكتلة بمربع بعدها عن محور ثابت (سلك الفتل) $I_{\Delta/m} = m.r^2 \begin{cases} r = \frac{L}{2} \xrightarrow{\text{الكتل على طرفي الساق}} I_{\Delta/m} = m.\frac{L^2}{4} \\ I_{\Delta/m} = m.r^2 \text{ الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$

✓ $I_{\Delta/c}$: عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور مار من منتصفه وعمودي على مستويه : $I_{\Delta/c} \begin{cases} I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \text{ للقرص} \end{cases}$ معطى بنص المسألة

✓ $I_{\Delta/\text{هايغنز}}$: عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور لا يمر من منتصفه وعمودي على مستويه

✓ $I_{\Delta/\text{جملة}}$: عزم عطالة الجملة (بوجود كتل نقطية) هو مجموع عزوم عطالة مكونات النواس $I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{جسم}\left(I_{\Delta/c} \text{ أو } I_{\Delta/\text{هايغنز}} \text{ أو مهملة}\right)} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$

حالات النواس الثقلي المركب :



1) ساق حاف (ما في كتل): يعني I_Δ حسب هايغنز:

$I_{\Delta\,\text{هايغنز لا تمر}} = I_{\Delta/c\,\text{تمر}} + m.d^2$

تعيين d : $d = oc$

2) ساق مع كتلة :

تعيين I_Δ حسب جملة:

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c\,\text{ساق}} + I_{\Delta m_1}$

تعيين d : $d = \frac{\Sigma mr}{\Sigma m} = \frac{m_1 r_1}{m+m_1}$

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

3) ساق مع كتلتين : نعيّن أولاً (r_1, r_2)

تعيين I_Δ حسب جملة:

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c\,\text{ساق}} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

تعيين d : $d = \frac{\Sigma mr}{\Sigma m} = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m+m_1+m_2}$

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

السؤال الثاني : احسب طول النواس البسيط المواقت للنواس المركب:

$\underset{(\text{رقم})}{T_{0\,\text{مركب}}} = \underset{(\text{قانون})}{T_{0\,\text{بسيط}}}$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \text{رقم}$

السؤال الثالث : نزيح النواس (ساق أو قرص) عن وضع توازنه الشاقولي زاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الزاوية لحظة المرور بالشاقول

$\omega\surd$ ، θ_{max} ؟ نفصل ثم نعوض فوراً أو $\theta_{max}\surd$ ، ω ؟ نعزل ثم نعوض

الحل

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه دون سرعة ابتدائية $\theta = \theta_{max}$

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

$\Sigma \overline{W}_{\bar{F}_{1\to2}} = \Delta \overline{E_K}$

$\cancel{\overline{W}_{\bar{R}}} + \overline{W}_{\bar{W}} = E_k - \cancel{E_{k_0}}$

لأن نقطة تأثيرها لا تنتقل   دون سرعة ابتدائية

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

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

I_Δ , d , m نحصل على قيمهم من طلب الدور.

احسب السرعة الخطية: $\boxed{v_{\text{خطية}} = \omega_{\text{زاوية}} \; \underset{\text{بعد } m \text{ عن } O}{r}}$ السرعة الخطية لمركز العطالة: $v = \omega.r \xrightarrow{r=d} \boxed{v = \omega.d}$ لإحدى الكتلتين: $\underset{\text{بعد } m \text{ عن } O}{r}$: $v = \omega.r$

ملاحظات الموائع :

✓ بعض التحويلات الهامة :

V الحجم تحويلة $cm^3 \xrightarrow{\times10^{-6}} m^3$	s المساحة تحويلة $cm^2 \xrightarrow{\times10^{-4}} m^2$	(h,L,z,y,x) تحويلة الطول $cm \xrightarrow{\times10^{-2}} m$
V الحجم تحويلة لتر $L \xrightarrow{\times10^{-3}} m^3$	m تحويلة الكتلة $g \xrightarrow{\times10^{-3}} kg$	ρ تحويلة $g.cm^{-3} \xrightarrow{\times1000} kg.m^{-3}$

✓ قوانين الحجوم لبعض الأجسام المتجانسة :

النوع	الكرة	الاسطوانة	المكعب
قانون الحجم	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	$V = s.h = \pi r^2.h$	$V = L^3$

المنسوب الكتلي : كمية السائل التي تعبر المقطع s خلال وحدة الزمن وهو ثابت.$(kg.s^{-1})$ $Q = \frac{m}{\Delta t}$

المنسوب الحجمي (معدل التدفق الحجمي او معدل الضخ) : حجم السائل الذي يعبر المقطع s خلال وحدة الزمن وهو ثابت$(m^3.s^{-1})$ $Q' = \frac{V}{\Delta t}$

العلاقة بين المنسوب الكتلي والمنسوب الحجمي (هامة متعدد)

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\frac{m}{\Delta t}}{\frac{V}{\Delta t}} = \frac{m}{V} = \rho \Rightarrow \boxed{Q = \rho.Q'}$$

1. نستطيع من قانون التدفق الحجمي حساب		لحساب التدفق الحجمي من القانونين
الزمن اللازم للتفريغ	سرعة تدفق السائل	$\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t}}$
$Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{V}{Q'}}$	$Q' = s.v \Rightarrow \boxed{v = \frac{Q'}{s}}$	$Q' = \frac{V}{\Delta t} \xRightarrow{V=S.\Delta x} Q' = \frac{S.\Delta x}{\Delta t} \xRightarrow{v=\frac{\Delta x}{\Delta t}} \boxed{Q' = s.v}$

2. عندما يطلب سرعة دخول السائل v_1 عبر المقطع s_1 أو سرعة خروج السائل v_2 من المقطع s_2 نستخدم :

معادلة الاستمرارية $\Rightarrow \boxed{Q' = s_1.v_{1_{دخول}} = s_2.v_{2_{خروج}} = const} \Rightarrow$

سرعة دخول السائل $v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{s_2.v_2}{s_1}$

سرعة خروج السائل $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{s_1.v_1}{s_2}$

- إذا كان السائل يدخل من فرع واحد s لخرطوم ويخرج من أكثر من فرعs_1, s_2 فتكون معادلة الاستمرارية له :

$$\boxed{Q' = s.v = s_1.v_1 + s_2.v_2 = const}$$

- إذا كان السائل يدخل من فرع واحد s_1 لخرطوم ويخرج من أكثر من n فرع متماثلة كل منها s_2 فتكون معادلة الاستمرارية له

$$\boxed{Q' = s_1.v_{1_{دخول}} = n\, s_2.v_{2_{خروج}} = const} \text{ رشاش الاستحمام}$$

- قد يعطينا السرعات ويطلب مساحتي مقطعي الدخول والخروج s_1 , s_2 نعزلهما من معادلة الاستمرارية بدلاً من عزل السرعات

3. عندما يطلب ضغط السائل عند الدخول P_1 أو ضغط السائل عند الخروج P_2 أو فرق الضغط $P_1 - P_2$ نستخدم :

$\boxed{\text{معادلة برنولي : } P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const}$ وفق الخطوات الآتية :

1) نكتب معادلة برنولي العامة : $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$

2) نكتب معادلة برنولي المفصلة : $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g Z_2$

3) نعزل المجهول ونخرج عامل مشترك : (مثال أحسب P_2)

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g Z_1 - \rho g Z_2$$

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2) + \rho g(Z_1 - Z_2)$$

4) نعوض المعطيات وننتبه لكل من :

- إذا طلب P_2 فإن P_1 تكون معطاة أو مساوية للضغط الجوي $(P_1 = P_0)$ والعكس صحيح إذا طلب P_1
- نعوض الفرق $(Z_1 - Z_2)$ او $(Z_2 - Z_1)$ بإحدى قيم الارتفاعات (h, z, x, y) حيث تكون معطاة بنص المسألة
- إذا كان الأنبوب أفقي أي $(Z_1 - Z_2)$ فإن تغير الطاقة الكامنة الثقالية معدوم$(\Delta E_p - 0)$ ويكون تغير الطاقة الحركية في وحدة الحجوم مساوية$\left(\frac{\Delta E_k}{\Delta V}\right)$:

4. حساب العمل الميكانيكي: $W = -m\,g\,z + (P_1 - P_2)\Delta V$ **حساب كتلة المائع** $m = \rho V$

ملاحظات لحل مسائل الأمواج

- البعد بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين (هو نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2}$)
- البعد بين عقدة وبطن يليها (هو ربع طول الموجة $\frac{\lambda}{4}$)
- عدد أطوال الموجة يحسب: $\frac{L}{\lambda} = \frac{\text{طول الوتر}}{\text{طول الموجة}}$ وواحدته (طول موجة)

طول الخيط (الوتر المشدود) L: يقسم إلى عدد n من المغازل كل مغزل طوله $\frac{\lambda}{2}$ ويكون:

1. طول (الخيط المشدود) الوتر $\boxed{L = n\frac{\lambda}{2}} \xrightarrow{\text{نعزل المجهول}}$
   - عند طلب λ طول الموجة $\boxed{\lambda = \frac{2L}{n}}$
   - عند طلب n عدد المغازل $\boxed{n = \frac{2L}{\lambda}}$
2. حساب السعة لنقطة (ارتفاع النقطة) تبعد مسافة ($\bar{x}$ معطاة) عن النهاية المقيدة:
   $$\boxed{y_{max,n} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|}$$ حيث: y_{max} سعة اهتزاز المنبع
3. **الكتلة الخطية** للوتر (ميو μ) هي النسبة بين كتلته m وطوله L: $\boxed{\mu = \frac{m}{L}}$ واحدتها $kg.m^{-1}$
   - يمكن حساب الكتلة الخطية لوتر اسطواني كتلته الحجمية (كثافته ρ): $\mu = \frac{m}{L} \xrightarrow{m=\rho.V} \mu = \frac{\rho.V}{L} = \frac{\rho.s.L}{L} = \rho.s \Rightarrow \boxed{\mu = \rho.\pi r^2}$

   لحساب سرعة انتشار الاهتزاز: سرعة انتشار الاهتزاز v
   - $v = \lambda.f$ ، f: تواتر الاهتزاز
   - $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ ، F_T: قوة الشد
4. حساب التواترات الخاصة لعدة مدروجات: $f = \frac{n.v}{2L}$ حيث $n = 1, 2, 3, 4$ تمثل عدد المغازل
   (المدروج الثالث: $n = 3$ ، المدروج الثاني: $n = 2$ ، المدروج الأساسي (الأول): $n = 1$)
5. حساب قوة الشد F_T من أجل n مغزل وفق الخطوات الآتية:
   $$\left\{\begin{array}{l} v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \\ f = \frac{n.v}{2L} \end{array}\right. \Rightarrow f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين ونعوض}} f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\frac{F_T}{\mu}$$ بعد التعويض نحصل على قيمة $\boxed{F_T}$
6. حساب أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة:
   معادلة العقد: $\boxed{x = n.\frac{\lambda}{2}}$ حيث: $n = 0$ أول عقدة، 1 ثاني عقدة، 2 ثالث عقدة، 3 رابع عقدة
   معادلة البطون: $\boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$ حيث: $n = 0$ أول بطن، 1 ثاني بطن، 2 ثالث بطن، 3 رابع بطن
   ملاحظة: لما يتغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة $\boxed{\lambda_{\text{جديدة}} = \frac{2L}{n_{\text{جديدة}}}}$

ملاحظات المزامير

مزمار مختلف الطرفين		مزمار متشابه الطرفين	
ذو فم نهاية مغلقة، ذو لسان نهاية مفتوحة		ذو فم نهاية مفتوحة، ذو لسان نهاية مغلقة	
$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$	طول المزمار	$L = n.\frac{\lambda}{2}$	طول المزمار
$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$	تواتر الصوت	$f = \frac{n.v}{2L}$	تواتر الصوت
$(2n-1) = 1, 3, 5$ ($(2n-1) = 1$ صوت أساسي)	القوس $(2n-1)$ يمثل مدروجات الصوت ($n = 1, 2, 3, 4$)	$n = 1, 2, 3, 4$ ($n = 1$ صوت أساسي)	n تمثل مدروجات الصوت
$\frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}} = \frac{L}{\lambda}$	عدد أطوال الموجة يحسب:	$\lambda = \frac{v}{f}$	طول الموجة يحسب في المزامير من العلاقة:
$\frac{\lambda}{4}$	البعد بين عقدة وبطن يليها	$\frac{\lambda}{2}$	البعد بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين

تغير السرعة v عند تغير شروط التجربة (درجة حرارة الوسط أو كثافة الغاز)	
السرعة تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لكثافة الغاز	السرعة تتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة
$\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}} = \sqrt{\frac{\frac{M_1}{29}}{\frac{M_2}{29}}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$: كثافة الغاز $D = \frac{\text{الكتلة المولية}}{29}$	نسخن: $\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$ ، $T_{\text{كلفن}} = t(C^0) + 273$

تنويه: تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

ملاحظات الأعمدة الهوائية

نعوض القوس $(2n-1)$ برقم المدروج ونعوض n برقم الرنين

العمود الهوائي المفتوح (متشابه الطرفين) (نفق عبور سيارات)	العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين) (قناة سمعية)
طوله $L = n.\frac{\lambda}{2}$ الرنين الأول: $n = 1$ الرنين الثاني: $n = 2$ تواتره $f = \frac{n.v}{2L}$ $n = 1, 2, 3, 4$ (الرنين الأول $n = 1$) القوة الضاغطة تساوي الضغط ضرب مساحة السطح $F = P.S$ البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين متعاقبين): $\frac{\lambda}{2}$ طول الموجة: $\lambda = \frac{v}{f}$	طوله $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ القوس $(2n-1)$ يمثل مدوجات الصوت $(n = 1, 2, 3, 4)$ الرنين الأول: $n = 1$ $(2n-1) = 1$ الرنين الثاني $n = 2$ $(2n-1) = 3$ طول العمود الهوائي عند الرنين الأول يساوي $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ (أق صر طول) طول العمود الهوائي عند الرنين الثاني يساوي $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$ البعد بين صوتين شديدين متتالين $\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$ $\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2}$ تواتره $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$ البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول $L_1 = ?$: الرنين الأول: $(2n-1) = 1 \Rightarrow f = \frac{v}{4L_1} \Rightarrow L_1 = \frac{v}{4f}$

ملاحظات النسبية

1- المراقب الداخلي (مركبة فضائية ، رائد فضاء ، إلكترون ، بروتون)
المراقب الخارجي (محطة أرضية)

2- عامل لورنتز (معامل التمدد) : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

3- تمدد (تباطؤ الزمن) : (زمن الرحلة) $\boxed{t = \gamma . t_0}$ $\gamma > 1 \Rightarrow t > t_0$

t_0 : لايوجد تمدد (بالنسبة للمراقب الداخلي) ، t : يوجد تمدد (بالنسبة للمراقب الخارجي)

4- تقلص الأطوال (طول المركبة) : $\boxed{L = \frac{L_0}{\gamma}}$ $\gamma > 1 \Rightarrow L < L_0$

L_0 : لايوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الداخلي) ، L : يوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الخارجي)
(يتقلص الطول الموازي لشعاع سرعة الجسم المتحرك فقط)

5- تقلص المسافات (المسافة المقطوعة) : $\boxed{L' = \frac{L'_0}{\gamma}}$ $\gamma > 1 \Rightarrow L' < L'_0$

L'_0 : لايوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الخارجي) ، L' : يوجد التقلص (بالنسبة للمراقب الداخلي)

6- ازدياد الكتلة السكونية m_0 أثناء الحركة : $\boxed{m = \gamma . m_0}$ $\gamma > 1 \Rightarrow m > m_0$

7- الطاقة الكلية هي مجموع الطاقة السكونية والحركية $E = E_k + E_0$ ، $E = mc^2$

8- الطاقة السكونية : $E_0 = m_0 . c^2$

9- الطاقة الحركية : $E_k = E - E_0$

10- كمية الحركة في الميكانيك النسبي : $P = m . v$ كمية الحركة في الميكانيك الكلاسيكي : $P_0 = m_0 . v$

ملاحظات الكهرباء

ملاحظات الدرس الأول : المغناطيسية

شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن التيارات الكهربائية:

سلك مستقيم: $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$ d: بعد النقطة المدروسة عن السلك (m)

ملف دائري: $B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$ Nعدد اللفات (لفة)، r نصف قطر الملف (m)

وشيعة: $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$ l: طول الوشيعة

قوانين عدد اللفات: $\frac{\text{طول السلك}}{\text{محيط اللفة}}$ = عدد اللفات الكلية $\Leftarrow$ $\boxed{N = \frac{\ell'}{2\pi r}}$

$\frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك اللف}}$ = عدد اللفات في الطبقة الواحدة (وشيعة متلاصقة الحلقات) $\boxed{N' = \frac{l}{2r'}}$

$\frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة}}$ = عدد الطبقات $\Leftarrow$ $\boxed{n = \frac{N}{N'}}$

حساب التدفق المغناطيسي : $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$: $\overline{\Phi} = N\, B\, s \cos\bar{\alpha}$ والتدفق المغناطيسي الأرضي $\overline{\Phi}_H = N\, B_H\, s \cos\bar{\alpha}$

- عند طلب حساب تغير التدفق $\Delta\overline{\Phi}$ يكون هذا التغير ناتج عن تغير أحد العوامل وذلك حسب نص المسألة
- عامل النفاذية المغناطيسي $\mu = \frac{B_t}{B}$ ونعزل المجهول المطلوب وزاوية انحراف إبرة مغناطيسية : $\tan\theta = \frac{B}{B_H}$

السلكين : عندما يكون التيارين بجهة واحدة والإبرة بينهما فالحقلين متعاكسين $B_{\text{كلي}} = B_1 - B_2 > 0$ والعكس بجهة واحدة $B_{\text{كلي}} = B_1 + B_2 > 0$

إذا طلب النقطة الواقعة بين السلكين والتي تنعدم فيها محصلة الحقلين $B_{\text{كلي}} = B_1 - B_2 = 0 \Leftarrow B_1 = B_2 \Leftarrow$

ملاحظات الدرس الثاني : فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

حساب عمل القوة الكهرطيسية: $W = \underbrace{P.\Delta t}_{\text{بارلو}} = \underbrace{F.\Delta x}_{\text{سكتين}} = \underbrace{I.\Delta\phi}_{\text{إطار}}$:

مخطط لحساب الاستطاعة:

$P = \frac{W}{\Delta t}$

الاستطاعة الكهربائية
$P = \varepsilon.I$
$P = u.I$
$u = R.I$

الاستطاعة الميكانيكية
انسحابية (سكتين) $P = F.v$
دورانية (دولاب بارلو) $P = \Gamma.\omega$
$\omega = 2\pi f$

تجربة السكتين الكهرطيسية: بشكل عام : $\Delta x = v.\Delta t$ $\Delta\phi = B\,\Delta s$ $\Delta s = L.\Delta x$

- شدة القوة الكهرطيسية: $\sin\theta = 1$ $\theta(\overrightarrow{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$: $F = ILB\sin\theta$
- عند إمالة السكتين عن الأفق بزاوية α وطلب (حساب تلك الزاوية أو شدة التيار الواجب إمراره في الدارة) لتبقى الساق ساكنة ندرس الساق تحريكياً بدءاً من شرط التوازن الانسحابي:

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

بالإسقاط على محور موجه بجهة F: $+F\cos\alpha - W\sin\alpha = 0$

نعزل المجهول المطلوب $\boxed{ILB\cos\alpha = m.g.\sin\alpha}$

تجربة دولاب بارلو:

- شدة القوة الكهرطيسية: $L = r$: $F = ILB\sin\theta \overset{\text{ولكن}}{\Longleftarrow} \theta(\overrightarrow{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2} \overset{\text{ويكون}}{\Longleftarrow} F = IrB\sin\theta$
- عزم القوة الكهرطيسية: $d = \frac{r}{2} \Rightarrow \Gamma = \frac{r}{2}.F$: $\Gamma = d.F$
- حساب قيمة الكتلة الواجب إضافتها على طرف نصف القطر لمنع الدولاب من الدوران :

جملة المقارنة: خارجية الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الدولاب ، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران ، $\vec{W'}$ ثقل الكتلة المضافة.

شرط التوازن الدوراني $\sum \bar{\Gamma}_\Delta = 0$

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

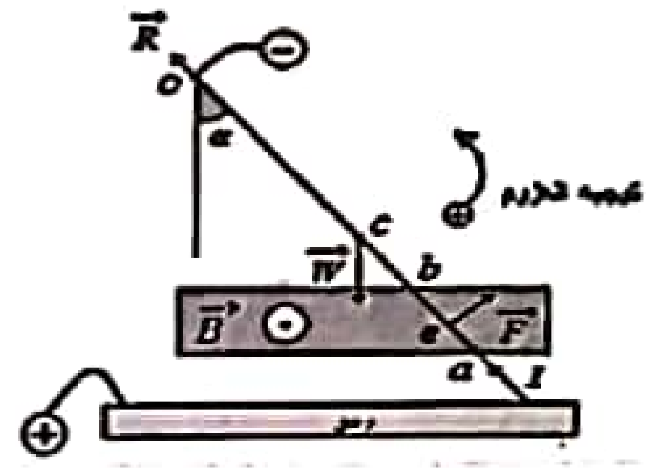
$\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي Δ $\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{W'}$ يلاقي Δ

$$\left(\frac{r}{2}\right)F - (r)m\,g = 0 \Rightarrow \left(\frac{r}{2}\right)F = (r)m\,g \Rightarrow \boxed{m = \frac{F}{2g}}$$

تجربة انحراف الساق الشاقولية: جملة المقارنة: خارجية، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الساق، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران

ينحرف السلك عن الشاقول ويتوازن أي يتحقق شرط التوازن الدوراني



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

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

$$-(oc\ sin\alpha)m\ g + (oe)F = 0$$

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

ونعزل المجهول المطلوب : $\boxed{(oc\ sin\alpha)m\ g = (oe)I\ L\ B}$

تجربة الإطار :

تجربة الإطار

سلك عديم الفتل

1.حساب التدفق المغناطيسي:
$\overline{\Phi} = N\ s\ B\ cos\alpha$
لحظة إمرار التيار : $\alpha = \frac{\pi}{2}$
لحظة الاستقرار : $\alpha = 0$
عندما يدور الإطار زاوية $30°$ أو $\frac{\pi}{6}$ ، $\alpha = \frac{\pi}{3}$

2.حساب شدة القوة الكهرطيسية لحظة إمرار التيار:
$F = NILB\ sin\theta : \theta(I\vec{L} : \vec{B})$
الأضلاع الأفقية $I\vec{L} \parallel \vec{B}$
الأضلاع الشاقولية $I\vec{L} \perp \vec{B}$

3.حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية :
$\Gamma = NISBsin\ \alpha$

3.حساب عمل القوة الكهرطيسية بين وضعين:
$W = I\Delta\emptyset = I(\emptyset_2 - \emptyset_1)$
$= I(NBScos\ \alpha_2 - NBScos\ \alpha_1)$
$= INBS(cos\ \alpha_2 - cos\ \alpha_1)$
معطاة = α_1 (الوضع الأول)
معطاة = α_2 (الوضع الثاني)

سلك فتل

نكتب الاستنتاج كاملاً ونعزل المجهول

$\sum \Gamma_\Delta = 0$

$\underset{\text{كهرطيسية}}{\Gamma_\Delta} + \underset{\text{فتل}}{\Gamma'_\Delta} = 0$

$N\ I\ s\ B\ sin\alpha - k\ \theta' = 0$

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

$N\ I\ s\ B\ cos\theta' - k\theta' = 0$

قلي شو بدك يا خال

$\boxed{N\ I\ s\ B\ cos\theta' = k\ \theta}$

وإذا كانت θ' زاوية صغيرة فإن $cos\theta' = 1$

$\boxed{N\ I\ s\ B = k\ \theta}$

نعزل المجهول من العلاقة

ثابت المقياس الغلفاني (حساسية المقياس) :

$G = \frac{NBS}{K}$ أو $G = \frac{\theta'}{I}$ وواحدته $rad.A^{-1}$

ملاحظات الدرس الثالث : التحريض الكهرطيسي

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الوسطية (دلالة مقياس الميلي فولط) $\bar{\varepsilon} = -\frac{\overline{\Delta\phi}}{\Delta t}$

تغيير الحقل	تغيير السطح (استنتاج)	تغيير الزاوية
$\Delta\phi = N\Delta BS\cos\alpha$ (نضاعف أو ننقص الحقل قطع التيار تقريب أو إبعاد مغناطيس)	$\Delta\phi = NB\Delta S\cos\alpha$ (نحرك الساق ندحرج الساق)	$\Delta\phi = NBS\Delta\cos\alpha$ (ندير أو نحرك الوشيعة ندير أو نحرك الإطار)

حساب شدة التيار المتحرض (دلالة المقياس الغلفاني – دلالة المقياس ميكرو أمبير) : $\bar{\imath} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$

- **تحديد جهته:** محرّض متزايد : $0 < \Delta\phi$ تزايد $\Leftarrow \bar{\varepsilon} < 0 \Leftarrow \bar{\imath} < 0$ تيار المتحرض يولد $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ عكس $\vec{B}_{\text{محرض}}$

  محرّض متناقص : $\Delta\phi < 0$ تناقص $\Leftarrow \bar{\varepsilon} > 0 \Leftarrow \bar{\imath} > 0$ تيار المتحرض يولد $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ مع $\vec{B}_{\text{محرض}}$
- **وتحدد جهة التيار المتحرض** حسب قاعدة اليد اليمنى: إبهامها بجهة $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ أصابع اليد تلتف بجهة التيار.
- اذا ذكر أن ملفاً دائرياً يحيط بالقسم المتوسط من وشيعة ولم يُعطَ نصف قطر ملف ولا سطحه نكتب: $S_{\text{ملف}} = S_{\text{وشيعة}} = \pi r^2$
  - تقريب قطب يعطي وجه مشابه (تنافر)
  - ابعاد قطب يعطي وجه مخالف (تجاذب)

التحريض الذاتي: يعطينا في هذه المسألة تابع للتيار بدلالة الزمن

ذاتية الوشيعة	التدفق الذاتي	القوة المحركة التحريضية الذاتية
ذاتية الوشيعة: $L = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 \times s}{l}$ أو $\left.\begin{matrix} N = \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S = \pi r^2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2}\pi r^2}{\ell}$ $\boxed{L = 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}} \Leftarrow$ ذاتية وشيعة علم طولها ℓ وطول سلكها ℓ'	التدفق الذاتي: $\overline{\emptyset} = L\bar{\imath}$ تغير التدفق المغناطيسي $\overline{\Delta\emptyset} = L\overline{\Delta\imath}$ $\overline{\Delta\emptyset} = L(I_2 - I_1)$	القوة المحركة التحريضية الذاتية: $\bar{\varepsilon} = -L\frac{di}{dt} = -L\ (\bar{\imath})'_t$ الطاقة الكهرطيسية المختزنة بالوشيعة: $E = \frac{1}{2}LI^2$ أو $E = \frac{1}{2}\emptyset I$

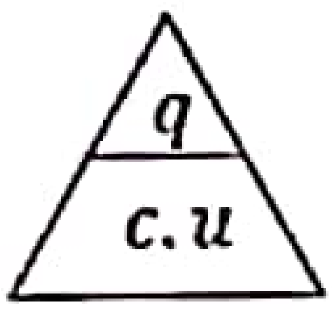
مولد التيار المتناوب الجيبي AC: استنتاج :

- التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الانية (اللحظية – المتناوبة) : $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t$
- القيمة العظمى للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة : $\varepsilon_{max} = NBs\omega$
- تعيين اللحظات التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية الناشئة معدومة:

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t \Rightarrow 0 = \varepsilon_{max} \sin \omega t \Rightarrow \sin \omega t = 0 \Rightarrow \omega t = k\pi \Rightarrow \boxed{t = \frac{k\pi}{\omega}} : k = 0,1, \dots\dots$$

- التابع الزمني لشدة التيار المتحرض المتناوب $\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{\varepsilon_{max} \sin \omega t}{R}$

ملاحظات الدرس الرابع : الدارات المهتزة



المكثفة : من المثلث : شحنة المكثفة (كولوم) $q = c.u$: سعة المكثفة : (فاراد) $c = \frac{q}{u}$

- الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة: $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{c}$: $t = 0 \Rightarrow \bar{q} = q_{max}$

الوشيعة: ذاتيتها : $\boxed{L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 s}{\ell}}$

أو يمكن حساب ذاتية وشيعة علم طولهاℓ وطول سلكهاℓ' من الاستنتاج : $\boxed{L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}}$

$$\left.\begin{array}{l} N = \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S = \pi r^2 \end{array}\right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2} . \pi r^2}{\ell} \Rightarrow \boxed{L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}}$$

الدارة المهتزة:

- دورها: $T_0 = 2\pi\sqrt{L.c} = \frac{1}{f_0} = \frac{2\pi}{\omega_0}$ * تواترها: عند طلب التواتر: نحسب الدور ونقلبه $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.c}} = \frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\pi}$
- نبضها: $w_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{L.c}}$ تابع الشحنة اللحظية: $\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t)$
- تابع الشدة اللحظية : $\bar{i} = (\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max} \sin \omega_0 t$ أو $\bar{i} = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$
- شدة التيار الأعظمي: $I_{max} = \omega_0 q_{max}$

ملاحظات الدرس الخامس التيار المتناوب الجيبي

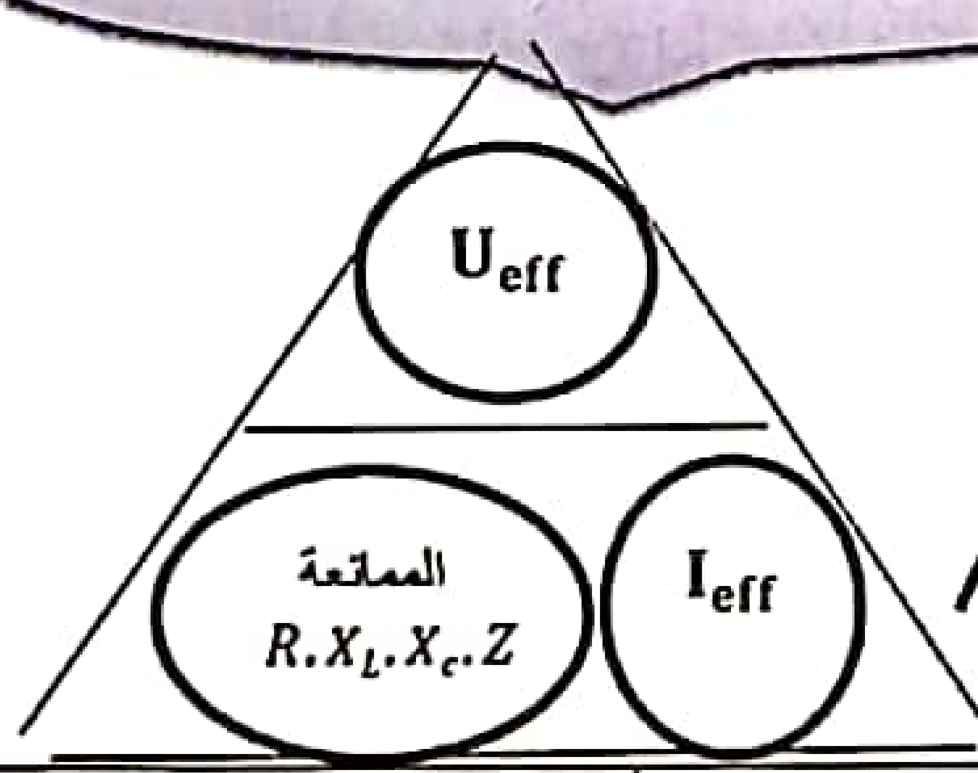
التوابع (معادلة الشدة اللحظية والتوتر اللحظي)	تابع الشدة اللحظية: $\bar{I} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_1)$		تابع التوتر اللحظي: $\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$	
عندما يعطي التابع في نص المسألة	الشدة المنتجة : $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	تواتر التيار : $f = \frac{\omega}{2\pi}$	التوتر المنتج $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$	تواتر التيار : $f = \frac{\omega}{2\pi}$
عندما يطلب إيجاد تابع أو معادلة للتوتر أو الشدة	نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة		نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة	

على التسلسل التيار I ثابت و U متغير

- التوتر المنتج $U_{eff} = Z.I_{eff}$
- الشدة المنتجة $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z}$
- من المثلث:
  - الممانعة الكلية $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$
  - المقاومة الصرفة $R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff_R}}$
  - (ممانعة) ردية الوشيعة $X_L = \frac{U_{eff_L}}{I_{eff_L}}$
  - (ممانعة) الساعية المكثفة $X_c = \frac{U_{eff_c}}{I_{eff_c}}$

على التفرع التوتر U ثابت و I متغير

المثلث الذهبي نرقم المتغير حسب نوع



الجهاز	الممانعة x	الطور φ (التسلسل)	الطور φ (التفرع)	الحالة بين I وU التسلسل	إنشاء فرينل التسلسل	الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg} = I_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi$
المقاومة الصرفة R	$X_R = R$	$\varphi = 0$	$\varphi = 0$	تجعل التوتر على توافق مع الشدة	U_{eff} I	$\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow P_{avg} = I_{eff}.U_{eff} \xrightarrow{U_{eff} = R.I_{eff}}$ الاستطاعة الحرارية $\boxed{P_{avg} = R.I_{eff}^2}$
الذاتية L (وشيعة مهملة مقاومة)	ممانعتها $X_L = L\omega$ (ردية الوشيعة)	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	تقدم التوتر على الشدة	U_{eff} I	$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ الذاتية لا تستهلك طاقة
المكثفة c	ممانعتها $X_c = \frac{1}{\omega c}$ (الساعية المكثفة)	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	تؤخر التوتر عن الشدة	U_{eff} I	$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ المكثفة لا تستهلك طاقة

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

الوشيعة التي لها مقاومة (L , r)

ردّيتها	$X_L = L\omega$	$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow$ الذاتية $L = \frac{\sqrt{Z_2^2 - r^2}}{\omega}$
ممانعتها	$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$	
طورها	على التسلسل حادة موجبة $(+\varphi)$	على التفرع حادة سالبة $(-\varphi)$
إنشاء فرينل على التفرع	تعطي مثلث غير قائم تكتب : (علاقة شعاعية – علاقة التجيب)	

العلاقة الشعاعية : $\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff1}} + \overrightarrow{I_{eff2}}$

علاقة التجيب :

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

$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{4}\,rad$	$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{6}\,rad$	$\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{3}\,rad$

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة :

- الاستطاعة المتوسطة المستهلكة على التسلسل وأجزاء التفرع من :

$P_{avg} = I_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi$ أو من : المقاومة بمربع التيار $P_{avg} = (\text{المقاومة}) \times (\text{التيار})^2$

- الاستطاعة المستهلكة في جملة الفرعين $p_{avg} = p_{avg1} + p_{avg2}$

$$p_{avg} = I_{eff1}.U_{eff}.\cos\varphi_1 + I_{eff2}.U_{eff}.\cos\varphi_2$$

حساب عامل استطاعة الدارة :

- في التسلسل وأجزاء التفرع : $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$ (زز)
- في الدارة التفرعية الكلية : $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{I_{eff}.U_{eff}}$

حساب الطاقة الحرارية للمقاومة $\boxed{E = p_{avgR}.t}$

- ✓ المصباح الكهربائي ذو الذاتية المهملة يعتبر مقاومة صرفة R
- ✓ إذا وصل جهاز من طرفي جهاز فالوصل تفرع
- ✓ إذا أعطانا شدة تيار متواصل I وتوتر متواصل U نحسب منه مقاومة الوشيعة $r = \frac{U_{\text{متواصل}}}{I_{\text{متواصل}}}$

تطبيقات لحساب الممانعة الكلية و الاستطاعة المتوسطة المستهلكة وعامل استطاعة الدارة على بعض الدارات التسلسلية

دارة تحوي على التسلسل :	مقاومة صرفة (R) ووشيعة لها مقاومة (r , L) ومكثفة (C)	مقاومة صرفة (R) ووشيعة مهملة المقاومة (L) ومكثفة (C)	مقاومة صرفة (R) ومكثفة (C)	ووشيعة لها مقاومة (r , L)
الممانعة الكلية للدارة Z :	$Z = \sqrt{(r+R)^2 + (X_L - X_C)^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$	$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}$
عامل الاستطاعة (زز) $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$	$\cos\varphi = \frac{r+R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{r}{Z}$
الاستطاعة المتوسطة $P_{avg} = (\text{المقاومة}) \times (\text{التيار})^2$	$P_{avg} = (r+R).I_{eff}^2$	$P_{avg} = R.I_{eff}^2$	$P_{avg} = R.I_{eff}^2$	$P_{avg} = r.I_{eff}^2$

- **حالة التجاوب الكهربائي (الطنين الكهربائي) $X_L = X_C$ وفق الشروط :**

1- دارة تسلسل 2- تغيير في الدارة (تغيير تواتر أو إضافة جهاز جديد) 3- ذكر إحدى الجمل الأربعة :

(❖ الممانعة أصغر ما يمكن $Z = R$ ❖ التيار بأكبر قيمة له $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ ❖ عامل الاستطاعة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$ ❖ التوتر على وفاق بالطور مع الشدة $\varphi = 0$)

في حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) نكتب ($X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega}$) ونعزل المجهول ونحسب تيار جديد من العلاقة ($I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$)

- **حالات خاصة :**

في التسلسل عندما يضيف جهاز ويذكر جملة (بقيت شدة التيار نفسها) ⇐ قبل الإضافة Z = بعد الإضافة Z

في التفرع عندما يضيف جهاز ويذكر جملة (فرق الكمون على توافق مع التيار) : نرسم إنشاء فرينل لكل الدارة وشعاع (I) المضاف نرسمه لحد ال (U) فنحصل على مثلث قائم ونحسب منه (I) المضاف

- **خاص بالمكثفات :**

خاص بالمكثفات	وصل المكثفات على التسلسل	ضم المكثفات على التفرع
تحديد نوع الضم (نقارن C مع السعة الكلية C_{eq})	$C_{eq} < C$	$C_{eq} > C$
حساب سعة المكثفة المضافة (C')	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}}$	$C_{eq} = C + C' \Rightarrow \boxed{C' = C_{eq} - C}$
حساب عدد المكثفات (n) المتماثلة	$C = \frac{C_1}{n} \Rightarrow \boxed{n = \frac{C_1}{C}}$	$C = n.C_1 \Rightarrow \boxed{n = \frac{C}{C_1}}$

ملاحظات الدرس السادس المحولة الكهربائية

ثانوي : s من قوانين المتناوب أولي : p من نسبة التحويل

نسبة التحويل : $\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}$

محولة رافعة للتوتر (الجهد) وخافضة للتيار : $\mu > 1 \Rightarrow N_s > N_p \Rightarrow U_{effs} > U_{effp}$

محولة خافضة للتوتر (الجهد) ورافعة للتيار : $\mu < 1 \Rightarrow N_s < N_p \Rightarrow U_{effs} < U_{effp}$

لحساب كل من شدة تياري الأولية I_{effp} والثانوية I_{effs} : $\begin{cases} I_{effs} = \frac{U_{effs}}{R_s} \text{ أو } I_{effs} = \frac{p_s}{U_{effs}} \\ I_{effp} = \mu.I_{effs} \end{cases}$

يتم دمج مسألة المحولة مع التيار المتناوب في الدارة الثانوية ويكون U_{effs} هو التوتر المنتج الكلي للدارة التفرع

تنويه : يوجد أوراق محلولة تشمل (النظري سؤال وجواب – العملي عشر مسائل محلولة شاملة للمنهاج