حل ومن لاعلاقة بـ g و max تتناسب طرداً مع $\sqrt{m}$

ركبا وسط و تناسب عكسي ولاعلاقة له بـ m

النواس المرن

اختر الإجابة الصحيحة:

1. تزداد شدة قوة الإرجاع بالنواس المرن بازدياد
a) مطاله b) سرعته c) دوره

2. حركة توافقية بسيطة سعة اهتزازها X_{max}، دورها الخاص T_0، نضاعف سعة الاهتزاز فيصبح دورها الخاص T'_0 يساوي
a) $T'_0 = 2T_0$ b) $T'_0 = \frac{1}{2}T_0$ c) $\boxed{T'_0 = T_0}$

3. يتألف نواس مرن النبض الخاص لحركته ω_0، نستبدل كتلته $m' = 2m$ ونابض آخر ثابت صلابته $k' = \frac{1}{2}k$ فيصبح النبض الخاص الجديد ω'_0 مساوياً
a) $\boxed{\frac{\omega_0}{2}}$ b) $\frac{\omega_0}{4}$ c) $2\omega_0$

4. تكون الطاقة الحركية للجسم عند المطال $\bar{x} = -\frac{X_{max}}{2}$ ؛ $\frac{1}{2}$ منوحها ومنه مرا حيا
a) $E_k = \frac{1}{4}E$ b) $\boxed{E_k = \frac{3}{4}E}$ c) $E_k = E$ $x=0$

5. تتساوى الطاقة الكامنة والطاقة الحركية في النواس المرن عند المطال
a) $\bar{x} = \mp X_{max}$ b) $\boxed{\bar{x} = \mp \frac{X_{max}}{\sqrt{2}}}$ c) $\bar{x} = \mp \frac{X_{max}}{2}$

لخاصية X و m

$\frac{T'_0}{T_0} = \frac{f_0}{f'} = \frac{\omega_0}{\omega'_0} = \frac{\sqrt{m'}}{...}$

أسئلة نظرية

1. ادرس صفحة الدور والتواتر والطاقة من الدورة المكثفة صفحة (1-2-3-4)
2. برهن في النواس المرن أن محصلة القوى المؤثرة في الجسم المعلق إلى النابض هي قوة ارجاع تتناسب شدتها طرداً مع المطال ؛ ص3
3. برهن صحة العلاقة: $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2}$ ص5.

المسائل:

المسألة الأولى:

نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صلابته (k) نعلق بنهايته السفلية جسماً صلباً كتلته $(m = 0.4\ kg)$ ونشكل من الجملة نواساً مرن غير متخامد بتعليق النهاية العلوية للنابض بنقطة ثابتة، يهتز الجسم بحركة انسحابية جيبية التابع الزمني لمطالها مقدراً بالمتر والزمن بالثانية:

$$\bar{x} = 0.05\ cos(2\pi t)$$

1. احسب قيمة كلاً مما يلي: الدور الخاص والتواتر الخاص لاهتزاز الجسم واحسب ثابت صلابة النابض والطاقة الميكانيكية للنواس
2. عين موضع مركز عطالة الجسم لحظة بدء الزمن
3. احسب كل من تسارع الجسم ومحصلة القوى المؤثرة فيه والطاقة الحركية للجسم عندما يكون الجسم في نقطة مطالها $(-3\ cm)$
4. احسب قيمة السرعة في موضع مطاله $x = 3\ cm$ والجسم يتحرك بالاتجاه السالب
5. استنتج قيمة الاستطالة السكونية لهذا النابض

الحل

المعطيات: $m = 0.4\ kg$ ، $\bar{x} = 0.05\ cos(2\pi t)$

1. بالمطابقة مع الشكل العام: $\bar{x} = X_{max} cos\ (\omega_0 t + \bar{\varphi})$

نجد: $\bar{\varphi} = 0\ rad\ .\ \omega_0 = 2\pi\ rad.s^{-1}\ .\ X_{max} = 0.05\ m$

حساب الدور الخاص: $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{2\pi} \Rightarrow \boxed{T_0 = 1s}$

حساب التواتر الخاص: $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{1} \Rightarrow \boxed{f_0 = 1\ HZ}$

حساب ثابت صلابة النابض: $\omega_0^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow k = m\omega_0^2$

$k = 4 \times 10^{-1} \times 4\pi^2 \Rightarrow \boxed{k = 16\ N.m^{-1}}$

حساب الطاقة الميكانيكية: $E = \frac{1}{2}K.X_{max}^2 = \frac{1}{2} \times 16 \times 25 \times 10^{-4}$

$\boxed{E = 2 \times 10^{-2} J}$

2. بدء الزمن $t = 0 \Rightarrow \bar{x} = 0.05\ cos(2\pi.(0)) = 0.05$

$\Rightarrow \boxed{\bar{x} = +X_{max}}$

3. حساب التسارع $\bar{a} = -\omega_0^2.\bar{X} = -(2\pi)^2(-3 \times 10^{-2})$

$\bar{a} = +4\pi^2 \times 3 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{\bar{a} = 12 \times 10^{-1} m.s^{-2}}$

شدة محصلة القوى: $\bar{F} = m.\bar{a} = 4 \times 10^{-1} \times 12 \times 10^{-1}$

$\boxed{\bar{F} = 48 \times 10^{-2} N}$

حساب الطاقة الحركية: $E = E_p + E_k \Rightarrow E_k = E - E_p$

$E_k = \frac{1}{2}KX_{max}^2 - \frac{1}{2}KX^2 \xrightarrow{\text{عامل مشترك}} E_k = \frac{1}{2}K[X_{max}^2 - X^2]$

$E_k = \frac{1}{2}.16.[25 \times 10^{-4} - 9 \times 10^{-4}] \rightarrow \boxed{E_k = 128 \times 10^{-4} J}$

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

$v = 2\pi\sqrt{(5 \times 10^{-2})^2 - (3 \times 10^{-2})^2}$

$v = 2\pi\sqrt{25 \times 10^{-4} - 9 \times 10^{-4}} = 2\pi\sqrt{16 \times 10^{-4}}$

$v = 8\pi \times 10^{-2} m.s^{-1}$

وتكون قيمة السرعة عندما يتحرك بالاتجاه السالب $\boxed{\bar{v} = -8\pi \times 10^{-2} m.s^{-1}}$

5. $mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{m.g}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{4 \times 10^{-1}.10}{16}$

$\Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{1}{4}\ m}$

المسألة الثانية

هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نقطة مادية كتلتها $(m = 100g)$ 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، المطلوب:

1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام.
2- عين كل من الزمن اللازم لانتقال النقطة المادية من المطال الأعظمي الموجب إلى المطال الأعظمي السالب، ولحظة المرور الأول والثاني للنقطة المادية في مركز الاهتزاز
3- احسب قيمة السرعة العظمى للنقطة المادية (طويلة) وكمية الحركة العظمى.
4- احسب قيمة ثابت صلابة النابض و مقدار الاستطالة السكونية للنابض.
5- احسب قيمة قوة الارجاع وتسارع النقطة المادية في نقطة مطالها $(x = 5cm)$ وحدد على الرسم جهة كل منهما.
6- احسب الطاقة الميكانيكة للهزازة واحسب الطاقة الحركية للنقطة المادية عندما يكون مطالها $(x = 10cm)$

الحل:

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

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

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

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

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

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

$\boxed{\bar{\varphi} = 0}$

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

2. الزمن بين $+X_{max} \leftrightarrow -X_{max}$ 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. $v_{max} = \omega_0 X_{max}$

$v_{max} = 2\pi.16 \times 10^{-2} \Rightarrow$

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

حساب كمية الحركة العظمى: $P_{max} = m.v_{max}$

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

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

ملاحظة: قد يعطينا P_{max} ويطلب ω_0

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

4. $k = m.\omega_0{}^2$

$k = 10^{-1}(2\pi)^2 = 10^{-1} \times 4\pi^2 \Rightarrow \boxed{k = 4\ N.m^{-1}}$

$m = 1kg$, 10 هزات 85 خلال

مطلوب: كمية سعة $\rightarrow$ E_p , X_{max} , x_0

$x = 4cm$ لـ E_k

حساب الاستطالة السكونية: $m.g = k.x_0 \Rightarrow x_0 = \frac{m.g}{k}$

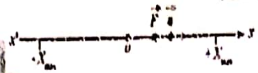
$x_0 = \frac{10^{-1}\times 10}{4} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{1}{4}m}$

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

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

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

ملاحظة: عندما يطلب شدة قوة الارجاع تكون بالقيمة المطلقة:



$\boxed{\bar{F} = |-Kx| \Rightarrow 2\times 10^{-1}N}$

.6 $E = \frac{1}{2}KX_{max}^2$

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

$E = \frac{1}{2}\times 4\times 256\times 10^{-4} \Rightarrow \boxed{E = 512\times 10^{-4}J}$

حساب الطاقة الحركية: $x = 10\times 10^{-2}m\ , E_k = ?$

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

$E_k = \frac{1}{2}KX_{max}^2 - \frac{1}{2}KX^2 \xRightarrow{\text{عامل مشترك}} E_k = \frac{1}{2}K[X_{max}^2 - X^2]$

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

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

$E_k = 2[156\times 10^{-4}] \Rightarrow \boxed{E_k = 312\times 10^{-4}J}$

النواس الفتل غير المتخامد

اختر الإجابة الصحيحة

الطاقة الكامنة E_p

1. عزم الإرجاع في نواس الفتل يعطى بالعلاقة بالفتل $-k\theta^2$

a) $\bar{\Gamma} = k^2\bar{\theta}$ b) $\boxed{\bar{\Gamma} = -k\,\bar{\theta}}$ c) $\Gamma = k\ \theta^2$

2. نواس فتل دوره الخاص $2s$ نجعل طول سلك الفتل فيه ربع ماكان عليه فيصبح دوره الخاص الجديد يساوي :

a) $1\,s$ b) $4\,s$ c) $0.5\,s$

3. نواس فتل دوره الخاص T_0 نزيد عزم عطالته حتى أربعة أمثال فيصبح دوره الخاص الجديد T_0'

a) $T_0' = 0.5T_0$ b) $T_0' = 4T_0$ c) $T_0' = 2T_0$

أسئلة نظرية :

1. استنتاج طبيعة الحركة والدور من ص1 الدورة المكثفة $\Gamma = I_\Delta \alpha$

2. يرهن في النواس الفتل أن العزم الحاصل هو عزم إرجاع ص5

3. انطلاقا من مصونية الطاقة برهن أن حركة النواس الفتل جيبية دورانية ص6

المسألة الأولى

ساق أفقية متجانسة طولها ($\ell = 40\times 10^{-2}\,m$) معلقة بسلك فتل شاقولي يمر من منتصفها، نديرها في مستوٍ أفقي بزاوية $\theta = 60^\circ$، انطلاقا من وضع توازنها، ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t=0$ فتهتز بحركة جيبية دورانية دورها الخاص $T_0 = 1\,S$ فإذا علمت أن عزم عطالة الساق بالنسبة لسلك الفتل $I_{\Delta\,\text{ساق}} = 2\times 10^{-3}\,kg.m^2$ المطلوب:

1- استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.

2- احسب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن وثم السرعة العظمى (طويلة).

3- احسب قيمة التسارع الزاوي للساق عندما تصنع زاوية (30-) مع وضع توازنها

4- نثبت بالطرفين a , b كتلتين نقطتين ($m_1=m_2=75g$) ، استنتج قيمة الدور الخاص الجديد للجملة المهتزة، ثم احسب قيمة ثابت فتل السلك. (ط طاقة)

5- نجعل طول سلك الفتل ربع ما كان عليه احسب الدور الجديد بدون وجود كتل نقطية

6- نقسم سلك الفتل إلى قسمين متساويين ونعلق الساق من منتصفها بنصفي السلك معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل ويثبت طرف هذا السلك بحيث يكون شاقولياً استنتج قيمة الدور الجديد للساق

الحل: المعطيات: $\ell = 40\times 10^{-2}\,m\ ,\theta = 60^\circ$

$I_{\Delta\,\text{ساق}} = 2\times 10^{-3}\,kg.m^2 \quad t = 0 , T_0 = 1\,S$

-1 $\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\,rad.S^{-1}$

لتحديد φ من شروط البدء $t = 0$ كانت $\theta = \theta_{max}$ بدون سرعة

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

إذا التابع الزمني هو: $\boxed{\bar{\theta} = \frac{\pi}{3}\cos(2\pi t)\,rad}$

-2 زمن المرور الأول بوضع التوازن $t_1 = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4}(s)$

تابع السرعة $\bar{\omega}_1 = (\bar{\theta})'_t = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$\omega_1 = -2\pi\left(\frac{\pi}{3}\right)\sin\left(2\pi\left(\frac{1}{4}\right)\right) \Rightarrow$

$\boxed{\omega_1 = -\frac{20}{3}(rad.s^{-1})}$

حساب السرعة العظمى (طويلة):

$\omega_{max} = \omega_0\theta_{max} = 2\pi\left(\frac{\pi}{3}\right) \boxed{= \frac{20}{3}(rad.s^{-1})}$

-3 $\bar{\alpha} = -\omega_0^2\bar{\theta} = -(2\pi)^2\left(-\frac{\pi}{6}\right)$ قد يطلبه في المطال $-\theta_{max}$

$= +4\times\pi^2\times\frac{\pi}{6} = +\frac{40\pi}{6} \Rightarrow \boxed{\alpha = +\frac{20\pi}{3}\ rad.S^{-2}}$

-4 $m_1 = m_2 = 75\times 10^{-3}\,kg$

قبل اضافة الكتل $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{ساق}}}{k}}$

بعد اضافة الكتل $T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{k}}$

$\frac{T_0'}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I'_{\Delta\,\text{جملة}}}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{ساق}}}{k}}} \Rightarrow \frac{T_0'}{1} = \frac{\sqrt{I_{\Delta\,\text{جملة}}}}{\sqrt{I_{\Delta\,\text{ساق}}}}$

بالتربيع نجد : $T_0'^2 = \frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{I_{\Delta\,\text{ساق}}}$

عزم عطالة الساق $I_\Delta = 2\times 10^{-3}\,kg.m^2$

عزم عطالة الجملة بعد إضافة الكتل: $I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + 2I_{\Delta m_1}$

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + 2m_1\frac{l^2}{4}$

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 2\times 10^{-3} + 2\times 75\times 10^{-3}\times 4\times 10^{-2}$

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 2\times 10^{-3} + 150\times 10^{-3}\times 4\times 10^{-2}$

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 2\times 10^{-3} + 600\times 10^{-5}$

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 8\times 10^{-3}\,kg.m^2$

$T_0'^2 = \frac{8\times 10^{-3}}{2\times 10^{-3}} \Rightarrow T_0'^2 = 4 \Rightarrow \boxed{T_0' = 2\,S}$

حساب قيمة ثابت فتل السلك

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{ساق}}}{k}} \xRightarrow{\text{نربع الطرفين}} T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_{\Delta\,\text{ساق}}}{k}$

$k = 4\pi^2\frac{I_{\Delta\,\text{ساق}}}{T_0^2} = 4\pi^2\frac{2\times 10^{-3}}{1}$

$\boxed{\Rightarrow k = 8\times 10^{-2}\,m.N.rad^{-1}}$

-5 $l_2 = \frac{1}{4}l_1$ فرضاً

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

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

(I) بأخذ النسبة بين الدورين نجد $\frac{T_{0_2}}{T_{0_1}} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$

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

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

$\frac{K_1}{K_2} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{\frac{1}{4}L_1}{L_1} = \frac{1}{4}$

نعوض في (I): $\frac{T_{0_2}}{T_{0_1}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$

$\boxed{T_{0_2} = \frac{1}{2}T_{0_1} = \frac{1}{2}\sec}$

كل الثريا المشهرة مسائل كبيرة

-6 $L_1 = \frac{1}{2}\ ,\ L_2 = \frac{L}{2}$

$k_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1}$ للقسم الاول من السلك

$K_2 = K'\frac{(2r)^4}{L}$ للقسم الثاني من السلك

$$k_{جملة} = k_1 + k_2 = k'(2r)^4\left(\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}\right)$$

$$k_{جملة} = k'(2r)^4\left(\frac{1}{\frac{L}{2}}+\frac{1}{\frac{L}{2}}\right) = k'(2r)^4\frac{4}{L}$$

$$k_{جملة} = 4\left(k'\frac{(2r)^4}{L}\right) \Rightarrow k_{جملة} = 4k$$

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I\Delta}{k}}$ قبل التغيير $T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I\Delta}{k_{جملة}}}$ بعد التغيير

$$\frac{T'_0}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I\Delta}{k_{جملة}}}}{2\pi\sqrt{\frac{I\Delta}{k}}} = \sqrt{\frac{k}{k_{جملة}}} = \sqrt{\frac{k}{4k}} = \frac{1}{2}$$

$$T'_0 = \frac{1}{2}T_0 = \frac{1}{2}\times 1 \boxed{=\frac{1}{2}sec}$$

المسألة الثانية:

يتألف نواس فتل من قرص متجانس كتلته $1\ kg$ معلق بسلك فتل شاقولي ,فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول محور عمودي على مستويه ومار من مركز عطالته $0.02\ Kg.m^2$ ودوره الخاص $2s$ المطلوب :

1. حساب نصف قطر القرص.
2. حساب قيمة ثابت الفتل لسلك التعليق.
3. استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام، باعتبار أن مبدأ الزمن هو اللحظة التي ترك فيها القرص دون سرعة ابتدائية بعد ان ندير القرص بمقدار نصف دورة من موضع توازنه بالاتجاه الموجب.
4. حساب السرعة الزاوية للقرص لحظة المرور الأول في موضع توازنه.
5. حساب التسارع الزاوي للقرص لحظة مرور القرص بموضع $\bar{\theta} = -\frac{\pi}{2}$.
6. احسب الطاقة الحركية للقرص لحظة مروره بوضع التوازن
7. احسب الطاقة الميكانيكية لقرص نواس الفتل في وضع توازنه.

الحل :

المعطيات: $m = 1kg\ ,I_\Delta = 2\times10^{-2}Kg.m^2, T_0 = 2\ s$

.1

$$I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2 \xrightarrow{\times 2} 2I_\Delta = mr^2 \Rightarrow r^2 = \frac{2I_\Delta}{m} \Rightarrow \boxed{r = 2\times10^{-1}m}$$

.2

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}} \qquad T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{K}$$

$$K = \frac{4\pi^2 I_\Delta}{T_0^2} = \frac{4\pi^2\times2\times10^{-2}}{4}$$

$$\boxed{K = 2\times10^{-1}\ m.N.rad^{-1}}$$

.3 ملاحظة: (قد يأتي ربع دورة $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ ، نصف دورة (π) ، دورة كاملة (2π))

$$(t = 0\ , \theta = +\pi\ rad\ , w = 0)$$

$$\left.\begin{matrix} t = 0 \\ \theta = \theta_{max}\end{matrix}\right\} \quad \theta_{max} = \theta_{max}\cos\varphi$$

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\ rad$$

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

$$\boxed{\bar{\theta} = \pi\cos(\pi t + 0)\ \dots\dots\dots(rad)}$$

.4 السرعة الزاوية $\bar{w} = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \theta)$

في اللحظة $t = 0$ القرص في أحد الوضعين الطرفيين

زمن المرور الأول $t_1 = \frac{T_0}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}s$

$$\bar{w} = -\pi.\pi\sin\left(\pi.\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \boxed{\bar{w} = -10\ rad\ .s^{-1}}$$

.5 التسارع الزاوي : $\bar{\alpha} = -\omega_0^2.\bar{\theta} = -\pi^2\left(-\frac{\pi}{2}\right)$

$$\boxed{\bar{\alpha} = +5\pi\ rad.s^{-2}}$$

.6 الطاقة الحركية للقرص لحظة مروره بوضع التوازن.

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

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

$$E_k = \frac{1}{2}K[\theta_{max}^2 - \theta^2] \xrightarrow{\theta=0\ \text{وضع التوازن}}$$

$$E_k = \frac{1}{2}\times2\times10^{-1}[\pi^2 - 0] \Rightarrow \boxed{E_K = 1\ J}$$

.7 الطاقة الميكانيكية: $E = \frac{1}{2}K\theta_{max}^2$ (في أي وضع)

$$E = \frac{1}{2}\times2\times10^{-1}\times\pi^2 \Rightarrow \boxed{E = 1J}$$

المسألة الثالثة:

نواس فتل يتألف من ساق معلقة من منتصفها بسلك فتل دورها الخاص $T_0 = 1s$ وعندما نضع على كل من طرفي الساق كتلتين نقطيتين $m_1 = m_2 = 100g$ يصبح دورها الخاص $T'_0 = 2\ s$ فإذا علمت أن عزم عطالة الساق حول سلك الفتل $\left(I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m\,l^2\right)$ استنتج كتلة الساق

الحل :

دون كتل $T_0 = 1s$ ، بوجود كتل $T'_0 = 2\ s$

$$\frac{T_0}{T'_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,ساق}}{K}}}{2\pi\sqrt{\frac{I'_{\Delta\,جملة}}{K}}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{I_{\Delta\,ساق}}{I'_{\Delta\,جملة}}}$$

$$\frac{1}{2} = \sqrt{\frac{I_{\Delta\,ساق}}{I_{\Delta\,ساق}+2I_{\Delta m_1}}} \xrightarrow{\text{تربيع}} \frac{1}{4} = \frac{I_{\Delta\,ساق}}{I_{\Delta\,ساق}+2I_{\Delta m_1}} \Rightarrow 4\,I_{\Delta\,ساق} = I_{\Delta\,ساق} + 2I_{\Delta m_1}$$

$$3\,I_{\Delta\,ساق} = 2I_{\Delta m_1} \Rightarrow 3.\frac{1}{12}m\ell^2 = 2\times m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$

$$\frac{1}{4}m\ell^2 = \frac{2}{4}m_1\ell^2 \Rightarrow \boxed{m = 2m_1}$$

$$m = 2\times100 = 200g \Rightarrow \boxed{m = 2\times10^{-1}kg}$$

النواس الثقلي البسيط

سؤال نظري : تعريف + دور من ص1 في أوراق الدورة المكثفة

المسألة: يتألف نواس ثقلي بسيط من كرة صغيرة كتلتها (100g) معلقة بخيط خفيف طوله (L=1m) نزيح هذا النواس عن وضع توازنه الشاقولي ($\theta_{max} = 60^\circ$) ونتركه دون سرعة ابتدائية:

1. احسب دور هذا النواس ($\pi = \sqrt{10}$)
2. استنتج العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرور الشاقول ثم أحسب قيمتها
3. استنتج العلاقة المحددة لتوتر السلك لحظة المرور بالشاقول ثم أحسب قيمتها
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
   b. احسب قيمة الزاوية θ

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

1. بما أن السعة كبيرة نقوم أولا 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. نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين :

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

الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

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

$$\overline{W}_{\vec T} + \overline{W}_{\vec\omega} = \overline{E}_K - \cancel{\overline{E}_{K_0}}$$

0 بدون سرعة ابتدائية 0لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة

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

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

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

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

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

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

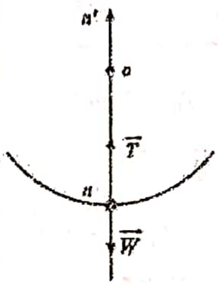
3. جملة المقارنة: خارجية الجملة المدروسة: كرة النواس

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 $\vec T$ (m' الناظم) نجد

$$T - W = m.a_c$$

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. استنتاج العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة المرور الشاقول

a. نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

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

الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

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

$$\overline{W}_{\vec T} + \overline{W}_{\vec\omega} = \overline{E}_K - \cancel{\overline{E}_{K_0}}$$

0 بدون سرعة ابتدائية 0لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة

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

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

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

b. حساب قيمة الزاوية θ

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

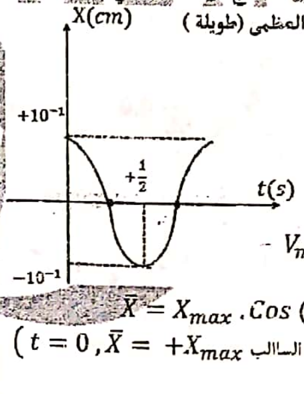
$$\Rightarrow cos\theta_{max} = \frac{L-h}{L} = \frac{1-1}{1} = 0 \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{2} rad$$

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.



من الشكل نجد أن:

$$X_{max} = 10^{-1}cm = 10^{-3}m$$

$$\frac{T_0}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow T_0 = 1 \quad (s)$$

$$W_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi rad.s^{-1}$$

السرعة العظمى طويلة: $V_{max} = W_0 . X_{max}$

$$V_{max} = 2\pi \times 10^{-3} \quad m.s^{-1}$$

استنتاج التابع الزمني للمطال: $\bar X = X_{max} . Cos\,(w_0 t + \bar\theta)$

من الشكل البدءشروط $(t = 0, \bar X = +X_{max}$ في الاتجاه السالب $, \bar V = 0)$

$$X_{max} = X_{max} . Cos\,(\bar\varphi)$$

$$Cos\varphi = 1 \Rightarrow \bar\varphi = 0$$

$$\bar X = 10^{-3} . Cos\,(25t + 0) \quad ....m$$

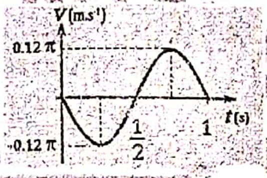
استنتاج التابع الزمني للسرعة: $\bar V = -w_0 X_{max} Sin\,(w_0 t + \bar\theta)$

$$\bar V = -2\pi \times 10^{-3}\ Sin\,(2\pi t) \ ...\ m.s^{-1}$$

2. يمثل الخط البياني تابع السرعة لحركة جيبية انسحابية استنتج من هذا المنحني:

a) الدور الخاص للحركة ونبضها و سعتها

b) التابع الزمني لسرعتها.



$$(a V_{max} = 0.12\pi \quad m.s^{-1}$$

الدور $\frac{T_0}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{T_0 = 1\ (s)}$

النبض $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1}$

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

حساب السعة $v_{max} = \omega_0 . x_{max} \Rightarrow x_{max} = \frac{v_{max}}{\omega_0}$

$$x_{max} = \frac{0.12\pi}{2\pi} \Rightarrow \boxed{x_{max} = 6 \times 10^{-2}\ m}$$

b) $\bar v = -w_0 X_{max} Sin\,(w_0 t + \bar\varphi)$

في اللحظة $\bar v = 0\ , t = 0$

خلال ربع الدور الأول نجد أن الجسم يتحرك بالاتجاه السالب أي في تلك اللحظة t=0 متواجد $\bar X = +X_{max}$ أي $\bar\varphi = 0\,rad$

$$\bar v = -2\pi * 6 * 10^{-2}\ Sin\,(2\pi t + 0)$$

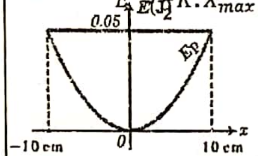
$$\boxed{\bar v = -0.12\ Sin\,(2\pi t + 0) \ ....m.s^{-1}}$$

3. يوضح الرسم البياني المجاور تغيرات الطاقة الكامنة المرونية بتغير الموضع لهزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن حلقاته متباعدة ثابت صلابته k معلق به جسم كتلته $0.4kg$، المطلوب:

1. استنتج قيمة ثابت صلابة النابض k

من الرسم البياني نجد أن: $X_{max} = 10\ cm = 10^{-1}m$ ، $E = 5 \times 10^{-2} J$

$$E = \frac{1}{2}K.X_{max}^2 \xrightarrow{\times 2} 2E = K.X_{max}^2 \Rightarrow K = \frac{2E}{X_{max}^2} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-2}}{10^{-2}}$$



$$\boxed{k = 10\ N.m^{-1}}$$

2. احسب الدور الخاص للحركة.

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

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

3. احسب قيمة السرعة عند المرور في مركز الاهتزاز. (طويلة)

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

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4\pi \times 10^{-1}} = 5\ rad.s^{-1}$$

$$v = 5\sqrt{(10^{-1})^2 - (0)^2} = 5\sqrt{10^{-2}} \Rightarrow \boxed{v = 5 \times 10^{-1} m.s^{-1}}$$

4. احسب الطاقة الحركية من أجل: $\bar x = 0$ ، $\bar x = -10\ cm$

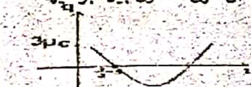
$$\bar x = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow \boxed{E_k = E = 5 \times 10^{-2} J}$$

$$\bar x = -10\ cm = -X_{max} \Rightarrow \boxed{E_k = 0 J} \Rightarrow E_p = E = 5 \times 10^{-2} J$$

4. اقرأ الخط البياني المجاور وأجب عن الأسئلة الآتية:

1. ماذا يمثل الخط البياني.

2. عين شروط بدء الحركة، واحسب سعة المكثفة علماً أن فرق الكمون بين لبوسيها $U_{AB} = 100\ V$



3. احسب كل من دور ونبض وتواتر الاهتزاز.

1) يمثل تابع الشحنة

2) $(t = 0, \bar q = +q_{max} = 3\ \mu c = 3 \times 10^{-6}\ c)$

$$U = 100\ V$$

$$c = \frac{q_{max}}{U_{max}} = \frac{3 \times 10^{-6}}{100} \Rightarrow \boxed{c = 3 \times 10^{-8}\ F}$$

3) $\frac{T_0}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{T_0 = 2\ (s)}$

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

$$f_0 = \frac{1}{T_0} \Rightarrow \boxed{f_0 = \frac{1}{2} \quad HZ}$$

النواس الثقلي المركب

سؤال نظري

استنتاج طبيعة الحركة والدور الخاص من ص1 في أوراق المكثفة

حلول مسائل النواس الثقلي المركب (باعتبار $\pi^2 = 10$)

أولاً مسألة الساق

A- ساق متجانسة شاقولية طولها 1.5m نعلقها من محور أفقي ثابت عمودي على مستويها الشاقولي ومار من طرفها العلوي

B - ساق معدنية متجانسة كتلتها (m=900 g) وطولها $\frac{1}{2}m$ نجعلها شاقولية ونعلقها من محور أفقي ثابت عمودي على مستويها ومار من منتصف الساق، ونثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية (m'= 100 g)

C- ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها (1 m) تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية (m_1=0.2 kg) وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية (m_2 = 0.6kg) تهتز هذه الساق حول محور مار من منتصفها

D- ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها $\frac{3}{2}(m)$ تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية (m_1=0.4 kg) وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية (m_2 = 0.6kg) تهتز هذه الساق حول محور مار من نقطة تبعد $\frac{L}{3}$ عن طرف الساق العلوي

E- ساق شاقولية، مهملة الكتلة، طولها $L = 1m$، نثبت في منتصفها كتلة نقطية $m_1 = 0.4\ kg$، ونثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية $m_2 = 0.2\ kg$

1- احسب دور النوسات صغيرة السعة لجملة النواس باعتبار عزم عطالة الساق حول محور مار من منتصفها وعمودي عليها $\left(I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} m\, l^2\right)$

2- احسب طول النواس البسيط الموافق لهذا النواس.

3- نزيح الساق حتى تصنع زاوية 60^0 مع وضع توازنها الشاقولي، ونتركها دون سرعة ابتدائية، استنتج السرعة الزاوية للنواس لحظة المرور بالشاقول واحسب قيمتها.

حل الحالة A :

.1 $L = 1.5 = \frac{3}{2}(m)$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m.g.d}}$$

$$OC = d = \frac{L}{2}$$

نطبق نظرية هايغنز: $I_\Delta = I_{\Delta/c} + m.d^2$

$$= \frac{1}{12}ml^2 + m\frac{l^2}{4} = \frac{1}{3}ml^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m.g.d}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}ml^2}{m.10\frac{L}{2}}}$$

النواس يدق الثانية: $\boxed{T_0 = 2\sqrt{\frac{2}{3}l} = 2\sqrt{\frac{2}{3}\times\frac{3}{2}} = 2(s)}$

.2 $T_0{}'_{\text{بسيط}} = T_{0\,\text{مركب}}$

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{10}} \Rightarrow \boxed{L = 1(m)}$$

.3 $\theta_{max} = 60^\circ = \frac{\pi}{3}(rad)$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

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

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

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

$$W_{\vec\omega} + W_{\vec R} = E_{K_2} - E_{K_1}$$

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل — 0 دون سرعة ابتدائية

$$m.g.h = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$$

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

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

$$\omega = \sqrt{\frac{2mgd[1-cos\theta_{max}]}{I_\Delta}} = \sqrt{\frac{2mg\frac{L}{2}[1-cos\theta_{max}]}{\frac{1}{3}ml^2}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times10\times\frac{3}{2}\left[1-\frac{1}{2}\right]}{\frac{1}{3}\times\frac{3}{2}}} \Rightarrow \boxed{\omega = \sqrt{10} = \pi(rad.s^{-1})}$$

السرعة الخطية لمركز عطالة جملة $\boxed{v = \omega.r = \omega.d = \omega\frac{L}{2} = \frac{3\pi}{4}(m.s^{-1})}$

حل الحالة B :

.1 كتلة $m' = 1\times10^{-1}\ kg$ ، ساق $m = 9\times10^{-1}kg$ ، $L = \frac{1}{2}m$

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

$$d = \frac{mr + m'r'}{m + m'}$$

$$d = \frac{m'\frac{l}{2}}{m+m'} = \frac{1\times10^{-1}\times\frac{\frac{1}{2}}{2}}{1} \Rightarrow \boxed{d = \frac{1}{40}m}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + I_{\Delta m'}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{1}{12}ml^2 + m'\frac{l^2}{4} = \frac{1}{12}(9\times10^{-1})\left(\frac{1}{4}\right) + (1\times10^{-1})\left(\frac{1}{4}\right)$$

$$\boxed{\Rightarrow I_\Delta = \frac{1}{40}\text{kg.m}^2}$$

$$m_{\text{جملة}} = m_{\text{ساق}} + m' = 9\times10^{-1} + 1\times10^{-1} \boxed{\Rightarrow m_{\text{جملة}} = 1kg}$$

يدق الثانية $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{40}}{1\times10\times\frac{1}{40}}} \Rightarrow T_0 = 2sec}$

.2 $T_0{}'_{\text{بسيط}} = T_{0\,\text{مركب}}$

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{10}} \Rightarrow \boxed{L = 1(m)}$$

.3 نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين: الوضع الأول: لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية. $\theta = \theta_{max}$ الوضع الثاني: عند المرور بالشاقول $\theta = 0$.

$$\sum \overline{W}_{\vec F_{1\to2}} = \Delta\overline{E}_K$$

$$W_{\vec\omega} + W_{\vec R} = E_{K_2} - E_{K_1}$$

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل — دون سرعة ابتدائية 0

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

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

نعزل ω ونجذر: $\omega = \sqrt{\frac{2mgd[1-\cos\theta_{max}]}{I_\Delta}}$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times1\times10\times\frac{1}{40}\left[1-\frac{1}{2}\right]}{\frac{1}{40}}} = \sqrt{10} \to \boxed{\omega = \pi\,\text{rad.s}^{-1}}$$

السرعة الخطية لكل من مركز عطالة الجملة و لإحدى الكتلتين لحظة المرور بالشاقول.

مركز العطالة الجملة: $\boxed{v = \omega.r = \omega.d = \pi\times\frac{1}{40} = \frac{\pi}{40}\text{m.s}^{-1}}$

لإحدى الكتلة: $\boxed{v = \omega.r = \omega\frac{L}{2} = \pi\times\frac{1}{4} = \frac{\pi}{4}\text{m.s}^{-1}}$

حل الحالة C :

.1 ساق مهملة الكتلة

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + I_{\Delta m1} + I_{\Delta m2}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 0 + m_1\frac{L^2}{4} + m_2\frac{L^2}{4}$$

$$= 0.2\times\frac{1}{4} + 0.6\times\frac{1}{4}$$

$$= (0.8)\times\frac{1}{4} = \frac{8}{10}\times\frac{1}{4} \boxed{\Rightarrow I_\Delta = 0.2\text{kg.m}^2}$$

$$d = \frac{-m_1.r_1 + m_2.r_2}{m_1+m_2} = \frac{-0.2\times0.5 + 0.6\times0.5}{0.8}$$

$$d = \frac{-\frac{10}{100}+\frac{30}{100}}{\frac{8}{10}} = \frac{2}{8} \boxed{\Rightarrow d = \frac{1}{4}\text{m}}$$

$$m_{\text{جملة}} = m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2 \boxed{\Rightarrow m_{\text{جملة}} = 0.8kg}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{2}{10}}{\frac{8}{10}\times10\times\frac{1}{4}}} \boxed{\Rightarrow T_0 = 2sec}$$

2. مركب $T_0' = T_0$ بسيط

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{10}} \Rightarrow \boxed{L = 1(m)}$$

3. نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الوضع الأول: لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية.

الوضع الثاني: عند المرور بالشاقول.

$$\sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to2}} = \Delta \overline{E}_k$$

$$W_{\vec{\omega}} + \cancel{W_{\vec{R}}} = E_{K_2} - \cancel{E_{K_1}}$$

0 دون سرعة ابتدائية   نقطة تأثيرها لا تنتقل 0

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

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

نعزل ω ونجذر: $\omega = \sqrt{\frac{2mgd[1-\cos\theta_{max}]}{I_\Delta}}$

$$\omega = \sqrt{\frac{2(\frac{8}{10})10\times\frac{1}{4}[1-\frac{1}{2}]}{\frac{2}{10}}} = \boxed{\sqrt{10} = \pi\ rad.s^{-1}}$$

السرعة الخطية لكل من مركز عطالة الجملة و لإحدى الكتلتين لحظة المرور بالشاقول.

مركز العطالة الجملة: $\boxed{v = \omega.r = \omega.d = \frac{\pi}{4} m.s^{-1}}$

لإحدى للكتلة: $\boxed{v = \omega.r = \omega\frac{L}{2} = \pi\times\frac{1}{2} = \frac{\pi}{2} m.s^{-1}}$

حل الحالة D :

1. 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: $I_{\Delta_{جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

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

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

$$I_{\Delta_{جملة}} = \frac{\frac{9}{4}}{9}\left(\frac{4}{10} + 4\times\frac{6}{10}\right) = \frac{7}{10} kg.m^2$$

تعيين m جملة: $\boxed{m_{جملة} = M_{ساق} + m_1 + m_2 = 1kg}$

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

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

$$d = \frac{\frac{6}{10}\times\frac{2}{3}\times\frac{3}{2} - \frac{4}{10}\times\frac{1}{3}\times\frac{3}{2}}{1} = \frac{4}{10} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{7}{10}}{1.10.\frac{4}{10}}} = \sqrt{7} sec$$

1. مركب $T_0' = T_0$ بسيط

$$\sqrt{7} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \sqrt{7} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{10}} \Rightarrow \boxed{L = \frac{7}{4}(m)}$$

3. نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الوضع الأول: لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية.   الوضع الثاني: عند المرور بالشاقول.

$$\sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to2}} = \Delta \overline{E}_k$$

$$W_{\vec{\omega}} + \cancel{W_{\vec{R}}} = E_{K_2} - \cancel{E_{K_1}}$$

0 دون سرعة ابتدائية   نقطة تأثيرها لا تنتقل 0

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

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

نعزل ω ونجذر: $\omega = \sqrt{\frac{2mgd[1-\cos\theta_{max}]}{I_\Delta}}$

$$\omega = \sqrt{\frac{2(1)10\times\frac{4}{10}[1-\frac{1}{2}]}{\frac{7}{10}}} = \boxed{\sqrt{\frac{40}{7}} = \frac{2\pi}{\sqrt{7}} rad.s^{-1}}$$

السرعة الخطية لكل من مركز عطالة الجملة و للكتلة النقطية m_1 لحظة المرور بالشاقول.

مركز العطالة الجملة: $\boxed{v = \omega.r = \omega.d = \frac{2\pi}{\sqrt{7}}\times\frac{4}{10} = \frac{8\pi}{10\sqrt{7}} m.s^{-1}}$

للكتلة m_1: $\boxed{v_{m_1} = \omega.r_1 = \omega\frac{L}{3} = \frac{2\pi}{\sqrt{7}}\times\frac{\frac{3}{2}}{3} = \frac{\pi}{\sqrt{7}} m.s^{-1}}$

حل الحالة E :

1. 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: $I_{\Delta_{جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

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

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

$$\boxed{I_{\Delta_{جملة}} = 3\times10^{-1} kg.m^2}$$

تعيين m جملة: $\boxed{m_{جملة} = M_{ساق} + m_1 + m_2 \Rightarrow m = 6\times10^{-1}kg}$

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

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

$$\frac{4\times10^{-1}\times\frac{1}{2} + 2\times10^{-1}\times1}{6\times10^{-1}} = \frac{4\times10^{-1}}{6\times10^{-1}} \Rightarrow \boxed{d = \frac{2}{3} m}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3\times10^{-1}}{6\times10^{-1}\times10\times\frac{2}{3}}} \Rightarrow \boxed{T_0 = \sqrt{3} S}$$

2. مركب $T_0' = T_0$ بسيط

$$\sqrt{3} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \sqrt{3} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{10}} \Rightarrow \boxed{L = \frac{3}{4}(m)}$$

3. نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الوضع الأول: لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية.

الوضع الثاني: عند المرور بالشاقول.

$$\sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to2}} = \Delta \overline{E}_k$$

$$W_{\vec{\omega}} + \cancel{W_{\vec{R}}} = E_{K_2} - \cancel{E_{K_1}}$$

0 دون سرعة ابتدائية   نقطة تأثيرها لا تنتقل 0

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

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

نعزل ω ونجذر: $\omega = \sqrt{\frac{2mgd[1-\cos\theta_{max}]}{I_\Delta}}$

$$\omega = \sqrt{\frac{2(6\times10^{-1})10\times\frac{2}{3}[1-\frac{1}{2}]}{3\times10^{-1}}} = \sqrt{\frac{40}{3}} = \boxed{\frac{2\sqrt{10}}{\sqrt{3}} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} rad.s^{-1}}$$

السرعة الخطية لكل من مركز عطالة الجملة و للكتلة النقطية m_2 لحظة المرور بالشاقول.

مركز العطالة الجملة: $\boxed{v = \omega.r = \omega.d = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}} m.s^{-1}}$

للكتلة الثانية: $\boxed{v_{m_2} = \omega.r_2 = \omega L = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\times1 = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} m.s^{-1}}$

ثانياً مسألة القرص :

A يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس نصف قطره $\left(r = \frac{1}{6}m\right)$ يمكنه أن ينوس في مستوي شاقولي حول محور أفقي عمودي على مستويه ومار من نقطة على محيطه ، نزيح القرص عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية (60°) ونتركه دون سرعة ابتدائية والمطلوب:

1- احسب الدور الخاص للاهتزاز علماً أن عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه $\left(I_{\Delta/C} = \frac{1}{2}mr^2\right)$

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

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 .

2- احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس .

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

الحل:

A) 1- $\theta_{max} = 60^\circ = \frac{\pi}{3} rad > 0,24\,rad$

سعات كبيرة: الدور بحالة السعات الكبيرة :

$$T'_{0\,كبيرة} = T_{0\,صغيرة}\left[1 + \frac{{\theta_{max}}^2}{16}\right]$$

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

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

$$\boxed{d = r}$$

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

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

$$\boxed{T_0 = 1\,sec}$$

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

$$\boxed{T'_0 = \frac{154}{144}\,sec}$$

2- نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

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

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

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

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

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

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 10\left[1 - \frac{1}{2}\right]}{\frac{3}{2} \times \frac{1}{6}}} = \sqrt{40} = 2\sqrt{10}$$

$$\Rightarrow \text{السرعة الزاوية}\ \boxed{\omega = 2\pi\,rad.s^{-1}}$$

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

B) 1- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$

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

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

نوحد المقامات حيث $(m = m')$ فرضاً

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

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

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

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

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

2- $T_{0\,مركب} = T_{0\,بسيط}$

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

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

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

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

3- نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

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

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

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

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل 0 دون سرعة ابتدائية

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

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

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

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

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

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

نعوض كل الرموز في العلاقة $(*)$

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

$$g[1 - cos\theta_{max}] = \frac{3}{4}r\omega^2$$

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

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

الأسئلة المتحركة

اختر الإجابة الصحيحة

1. يتصف السائل المثالي بأنه:
a- قابل للانضغاط وعديم اللزوجة
b- غير قابل للانضغاط ولزوجته غير مهملة
c- غير قابل للانضغاط وعديم اللزوجة

2. خرطوم مساحة مقطعه عند فوهة دخول الماء فيه s_1 وسرعة جريان الماء عند تلك الفوهة v_1 ، فتكون سرعة خروج الماء v_2 من نهاية الخرطوم حيث مساحة المقطع $s_2 = \frac{1}{4}s_1$ مساوية:
A- v_1 b- $\frac{1}{4}v_1$ c- $\boxed{4v_1}$

3. خزان وقود حجمه $0.5m^3$ يملأ بزمن قدره $500s$ فيكون معدل الضخ مقدراً بـ $m^3.s^{-1}$:
a) 10^3 b) $\boxed{10^{-3}}$ c) 250

4. خزان ماء يحوي $12\,m^3$ ماء يُفرغ بمعدل ضخ $0.03m^3.s^{-1}$ فيلزم لتفريغه زمن قدره:
a) 0.36s   b) 400s   c) 12.03s

الأسئلة النظرية

1. اشرح ميزات المائع المثالي ص8
2. عرف كلاً من المنسوب الكتلي و التدفق الحجمي وأكتب العلاقة بينهما : المنسوب الحجمي ص8
3. يتحرك مائع داخل أنبوب ويملأه وجريانه فيه مستمراً وله مقطعان مختلفان S_1, S_2 استنتج معادلة الاستمرارية. ص8
4. يتحرك مائع داخل أنبوب ويملأه وجريانه فيه مستمراً استنتج العلاقة العمل الكلي لجسيمات المائع ص7

أسئلة برنولي

1. انطلاقاً من الشكل العام لمعادلة برنولي كيف تصبح تلك المعادلة في حالة خاصة $(Z_1 = Z_2)$ أي الأنبوب أفقي ص8
2. انطلاقاً من معادلة برنولي برهن أن سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة أسفل خزان واسع جداً أو في جداره $v_2 = \sqrt{2gh}$ ص5
3. انطلاقاً من معادلة برنولي برهن في أنبوب فنتوري أن الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجذع الرئيس للأنبوب ص5
4. انطلاقاً من معادلة برنولي استنتج معادلة المانومتر لمائع ساكن ص8

فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة ص10

1. اختلاف سرعة جريان الماء عبر مقاطع مختلفة المساحة في مجرى نهر جريانه أفقي
2. اندفاع ستائر النوافذ المفتوحة إلى خارج السيارة عندما تتحرك بسرعة معينة.
3. يندفع الماء بسرعة كبيرة من ثقب صغير حدث في جدار خرطوم ينقل الماء.
4. تستطيع خراطيم سيارات الإطفاء إيصال الماء لارتفاعات ومسافات كبيرة.

المسائل

المسألة الأولى: لملء خزان حجمه $12m^3$ بواسطة أنبوب مساحة مقطعه $50cm^2$ يلزم زمناً قدره $240s$. المطلوب حساب:
1- معدل الضخ   2- سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب
3- سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب إذا نقص مقطعه ليصبح ربع ماكان عليه

$\Delta t = 240\,s \;.\; V = 12\,m^3 \; s = 50\,cm^2 = 5\times10^{-3}\,m^2$

(1 $Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{12}{240} = \frac{1}{2}\times10^{-1}$

$\boxed{Q' = 5\times10^{-2}\;m^3s^{-1}}$

(2 $Q' = sv \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{5\times10^{-2}}{5\times10^{-3}}$

$\boxed{v = 10\;m\,s^{-1}}$

(3 $v' = ?\;.\;s' = \frac{1}{4}s$

$Q' = sv = s'v'$

$sv = \frac{1}{4}sv' \Rightarrow v' = 4Q$

$\boxed{v' = 40\;m\,s^{-1}}$

المسألة الثانية: لملء خزان $10m^3$ حجمه بالماء بمعدل ضخ $0.05m^3s^{-1}$ نستخدم أنبوب مساحة مقطعه $50\,cm^2$ المطلوب حساب:
1- الزمن اللازم لملء الخزان
2- سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب.

(1 $Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{V}{Q'} = \frac{10}{5*10^{-2}}$

$\boxed{\Delta t = 200\;(s)}$

(2 $Q' = sv \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{5\times10^{-2}}{5\times10^{-3}}$

$\boxed{v = 10\;m\,s^{-1}}$

المسألة الثالثة: لملء خزان حجمه $1200L$ بالماء بواسطة خرطوم مساحة مقطعه $10cm^2$, فاستغرقت العملية $600s$ المطلوب حساب: 1- معدل التدفق الحجمي . 2- سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم . 3- سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم إذا نقص مقطعها ليصبح نصف ماكان عليه

$V = 1200\,L = 12\times10^{-1}\,m^3$.
$s = 10^{-3}\;m^2\;.\;\Delta t = 600\,s$

(1 $Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{12\times10^{-1}}{600}$

$\boxed{Q' = 2\times10^{-3}\;m^3s^{-1}}$

(2 $Q' = sv \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{2\times10^{-3}}{10^{-3}}$

$\boxed{v = 2\;m\,s^{-1}}$

(3 $v' = ?\;.\;s' = \frac{1}{2}s$

$Q' = sv = s'v'$

$sv = \frac{1}{2}sv'$

$v' = 2v \Rightarrow \boxed{v' = 4\;m\,s^{-1}}$

المسألة الرابعة

يتدفق الماء عبر مضخة حيث : $z=20\,m \quad S_1=20\,cm^2 \quad S_2=60\,cm^2$

$\rho_{H_2O} = 1000\,kg.m^{-3}\;,\;g = 10\,m.s^{-2} \quad v_1=15\,m.s^{-1}$

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: $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gZ = const$

$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gZ_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gZ_2$

$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gZ_2 - \rho gZ_1$

$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(Z_2 - Z_1)$

$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\times1000(25 - 225) + 1000(10)(5)$

$P_1 - P_2 = -100000 + 50000 = -50000pa$

$\gamma = \frac{t}{t_0} = \frac{L'}{L'_0} = \frac{m}{m_0} = \frac{L_0}{L}$ $\gamma > 1$ كاشف مع ٥ داخل الا المتحرك

الزمن الزكي ... للمراقب الداخلي

النسبية الخاصة:

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ عامل التمدد

اختر الإجابة الصحيحة

1. في النسبية الخاصة عند حركة جسم بالنسبة لجملة مقارنة فإن زمنه يتمدد بالنسبة لجملة المقارنة وفق المعادلة التالية
a) $t = \frac{1}{\gamma} t_0$ b) $\boxed{t = \gamma\, t_0}$ c) $t = -\gamma\, t_0$

2. في النسبية الخاصة عند حركة جسم بالنسبة لجملة مقارنة فإن زمنه يتمدد بالنسبة لجملة المقارنة وفق المعادلة $t = \gamma\, t_0$ إذا كانت
a) $\boxed{\gamma > 1}$ b) $\gamma < 1$ c) $\gamma = 1$

3. في النسبية الخاصة عند حركة جسم بالنسبة لجملة مقارنة فإن كتلته تزداد بالنسبة لجملة المقارنة وفق المعادلة التالية
a) $m = \frac{1}{\gamma} m_0$ b) $\boxed{m = \gamma\, m_0}$ c) $m = \sqrt{\gamma}\, m_0$

6. الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي E تساوي
a) $m_0.c^2$ b) $\boxed{m.c^2}$ c) $m.c^{-2}$

7. الطاقة السكونية في الميكانيك النسبي E_0 تساوي
a) $\boxed{m_0.c^2}$ b) $m_0.c^{-2}$ c) $m.c^2$

فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة ص10

671

$t = \gamma t_0$ ، $\gamma > 1$

1. وفق الميكانيك النسبي الزمن يتمدد وفق قياس جملة المقارنة
2. وفق الميكانيك النسبي الطول يتقلص وفق قياس جملة المقارنة
3. وفق الميكانيك النسبي المسافة تتقلص وفق قياس جملة المقارنة
4. وفق الميكانيك النسبي الكتلة تزداد وفق قياس جملة المقارنة تلك

الأسئلة النظرية ص9

1. انطلاقاً من العلاقة $m = \gamma m_0$ برهن أن الكتلة تكافئ الطاقة وفق الميكانيك النسبي
2. تعطى علاقة الطاقة الكلية في التحريك النسبي بالعلاقة $E = \gamma m_0.c^2$
استنتج منها عبارة الطاقة الحركية في التحريك الكلاسيكي $E_k = \frac{1}{2} m_0.v^2$
3. انطلاقاً من العلاقة $\Delta m = \frac{E_k}{c^2}$ برهن أن الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي هي مجموع طاقتين سكونية وحركية

المسائل

المسألة الأولى

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:

$$v = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن}} = \frac{L'}{t_0} = \frac{4C}{\frac{8}{\sqrt{3}}} \Rightarrow \boxed{v = \frac{\sqrt{3}}{2} c}$$

♥ 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 المراقب 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:

$$L' = \frac{L'_0}{\gamma} \Rightarrow L'_0 = \gamma . L' = 2 \times 4 = 8 \text{ light years}$$

♥ زمن الرحلة بالنسبة المراقب الخارجي (المحطة الأرضية) يتمدد:

$$t = \gamma . t_0 = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}} years$$

المسألة الثانية

درسنا 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.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين}} \gamma^2 = \frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$\gamma^2\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right) = 1 \Rightarrow \gamma^2 - \frac{\gamma^2 v^2}{c^2} = 1$$

$$\frac{\gamma^2 v^2}{c^2} = \gamma^2 - 1 \xrightarrow{\text{نعزل } v^2} v^2 = \frac{(\gamma^2-1)c^2}{\gamma^2}$$

$$v^2 = \frac{(9-1)c^2}{9} \xrightarrow{\text{نجذر}} \boxed{v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c}$$

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8 \Rightarrow \boxed{v = 2\sqrt{2} \times 10^8 m.s^{-1}}$$

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:

$$p = mv = \gamma m_0 v = 3 \times 9 \times 10^{-31} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$$

$$\Rightarrow \boxed{p = 54\sqrt{2} \times 10^{-23} kg.m.s^{-1}}$$

المسألة الثالثة

نفرض أن أخوين توأمين أحدهما رائد فضاء طار بسرعة قريبة من سرعة الضوء في الخلاء $v = \frac{\sqrt{899}}{30} c$ ، وبقي رائد الفضاء في رحلته سنة واحدة وفق 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

$$t = \gamma\, t_0 \xrightarrow{\text{نحسب } \gamma} \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\left(\frac{\sqrt{899}}{30}c\right)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{900}{900}-\frac{899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{900}}} = \sqrt{900} = 30$$

$t = 30 \times 1 = 30\, year$ ⇐ أي أن الأخ التوأم انتظر ثلاثين عاماً حتى انتهت رحلة أخيه التوأم التي استغرقت بالنسبة له عاماً واحداً.

* لا يمكن لأي جسم أن يصل لسرعة الضوء ... لأن كتلته ستصبح لانهائية ويحتاج لقوة لانهائية لتحريكها وهذا مستحيل

استطاع ... ؟ ... $(L=0)$ ... احسب سرعته

Scanned with CamScanner

الأمواج والمزامير والأعمدة الهوائية

اختر الإجابة الصحيحة

1. في الأمواج المستقرة العرضية المسافة بين عقدتين متتاليتين تساوي:

a- $\frac{\lambda}{4}$ b- $\boxed{\frac{\lambda}{2}}$ c- λ

2. فرق الطور φ بين الموجة الواردة والموجة المنعكسة على نهاية مقيدة تساوي بالراديان:

a- $\varphi = 0$ b- $\varphi = \frac{\pi}{3}$ c- $\boxed{\varphi = \pi}$

3. في تجربة ملد مع نهاية طليقة يصدر وتراً طوله L صوتاً أساسياً، طول موجته λ تساوي:

توضيح للحل: طول الوتر عند التجاوب: $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

صوت أساسي: $(2n-1) = 1$

a- $\boxed{4L}$ b- $2L$ c- L

4. وتر مهتز طوله L، وسرعة انتشار الموجة العرضية على طوله v، وقوة شده F_T، فإذا زدنا قوة شده أربع مرات لتصبح سرعة انتشاره v' تساوي:

توضيح للحل: $v' = \sqrt{\frac{F'_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4F_T}{\mu}}$

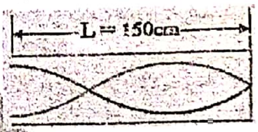
a- $\frac{v}{4}$ b- $\frac{v}{2}$ c- $\boxed{2v}$

5. وتر مهتز طوله L، وكتلته m، وكتلته الخطية μ، نقسمه إلى قسمين متساويين، فإن الكتلة الخطية لكل قسم تساوي:

توضيح للحل: $\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$

a- 2μ b- $\boxed{\mu}$ c- $\frac{\mu}{2}$

6. يمثل الشكل أنبوباً هوائياً مغلقاً طوله $L = 150\ cm$، فإن طول الموجة الصوتية λ تساوي:



توضيح للحل: $L = \overbrace{(2n-1)}^{\text{عدد فردي}}\frac{\lambda}{4}$

$\xrightarrow{\text{من الشكل}} L = 3\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4L}{3}$

a- $50\ cm$ b- $250\ cm$ c- $\boxed{200\ cm}$

7. طول العمود الهوائي المفتوح الذي يصدر نغمته الأساسي يعطى بالعلاقة:

توضيح للحل: طول الأنبوب المفتوح عند التجاوب: $L = n\frac{\lambda}{2}$ حيث:

$n = 1$ أساسي .....

a- $L = \frac{\lambda}{4}$ b- $\boxed{L = \frac{\lambda}{2}}$ c- $L = \lambda$

8. طول العمود الهوائي المغلق الذي يصدر نغمته الأساسية يعطى بالعلاقة:

توضيح للحل: طوله عند التجاوب: $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

صوت أساسي: $(2n-1) = 1$

a- $\boxed{L = \frac{\lambda}{4}}$ b- $L = \frac{\lambda}{2}$ c- $L = \lambda$

9. وتران متجانسان من المعدن نفسه مشدودان بقوة الشد نفسها، قطر الوتر الأول $1mm$، وقطر الوتر الثاني $2mm$، فإذا كانت سرعة انتشار اهتزاز عرضي في الوترين v_2, v_1 على الترتيب، فإن:

توضيح للحل: $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}} = \sqrt{\frac{\rho\pi r_2^2}{\rho\pi r_1^2}} = \sqrt{\frac{r_2^2}{r_1^2}} \xrightarrow{r_2 = 2r_1} \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{4r_1^2}{r_1^2}} = 2$

a- $v_1 = v_2$ b- $\boxed{v_1 = 2v_2}$ c- $v_1 = 4v_2$

10. مزمار متشابه الطرفين طوله L، وسرعة انتشار الصوت في هوائه v، فتواتر صوته البسيط الأساسي الذي يصدره يعطى بالعلاقة:

a- $\boxed{f = \frac{v}{2L}}$ b- $f = \frac{v}{4L}$ c- $f = \frac{4v}{L}$

11. مزمار ذو فم، نهايته مفتوحة، عندما يهتز هواؤه بالتجاوب يتكون عند نهايته المفتوحة:

a- بطن ضغط b- بطن اهتزاز c- عقدة اهتزاز

12. مزمار متشابه الطرفين طوله L، يصدر صوتاً أساسياً موافقاً للصوت الأساسي لمزمار آخر مختلف الطرفين طوله L' في الشروط نفسها، فإن:

توضيح للحل: $(2n-1)\frac{v}{4L'} = \frac{nv}{2L}$ الشروط نفسها أي نفس السرعة والتواتر أساسي في كليهما

a- $L = L'$ b- $\boxed{L = 2L'}$ c- $L = 3L'$

13. يصدر أنبوب صوتي مختلف الطرفين صوتاً أساسياً تواتره $435Hz$ فإن تواتر الصوت التالي الذي يمكن أن يصدره يساوي:

توضيح للحل: $f_2 = \overbrace{n}^{\text{عدد فردي}} f_1 \Rightarrow f_2 = 3f_1$

a- $\boxed{1305\ Hz}$ b- $217.5\ Hz$ c- $870\ Hz$

14. في تجربة ملد مع نهاية مقيدة تتكون أربعة مغازل عند استخدام وتر طوله $L = 2m$ وهزازة تواترها $f = 435\ Hz$ فتكون سرعة انتشار الاهتزاز v مقدرة بـ $m.s^{-1}$ تساوي:

توضيح للحل: $f = \frac{nv}{2L} \Rightarrow v = \frac{2Lf}{n}$

a- $\boxed{435}$ b- 290 c- 1742

15. إذا كانت v_1 سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين $(H = 1)$، و v_2 سرعة انتشار الصوت في غاز الأوكسجين $(O = 16)$:

توضيح للحل: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4}$

a- $v_1 = v_2$ b- $\boxed{v_1 = 4v_2}$ c- $v_1 = 8v_2$

16. طول الموجة المستقرة هو:

a- المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.

b- <u>مثلي المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.</u>

c- نصف المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.

17. تتكون جملة أمواج مستقرة على طول خيط بطول موجة $\lambda = 0.4m$، فإن البعد بين بطن اهتزاز وعقدة اهتزاز تليه مباشرة يساوي:

توضيح للحل: البعد بين بطن وعقدة تليه مباشرة: $\frac{\lambda}{4}$

a- $0.2m$ b- $0.4m$ c- $\boxed{0.1m}$

الأسئلة النظرية

<u>سؤال عن التواترات في صفحة استنتاج التواترات في الدورة المكثفة ص 25</u>

A. في تجربة الأمواج المستقرة العرضية في وتر مشدود على نهاية مقيدة أجب عن الأسئلة الآتية ص23

1. أكتب معادلة مطال موجة جيبية واردة تنتشر في الاتجاه الموجب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ لنقطة n من الوتر فاصلتها $\bar{x}$ عند النهاية المقيدة m في اللحظة t

2. أكتب معادلة مطال موجة جيبية منعكسة تنتشر في الاتجاه السالب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ لنقطة n من الوتر فاصلتها $\bar{x}$ عند النهاية المقيدة m في اللحظة t

3. ماذا يتشكل عند تداخل موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة؟

4. علل تشكل عقد وبطون الاهتزاز؟

5. كيف تهتز نقاط مغزل واحد فيما بينها ونقاط مغزلين متجاورين مفسراً تسمية هذه الأمواج بالأمواج المستقرة؟

6. ما قيمة فرق الطور بين الموجة الواردة والمنعكسة عندما تنعكس الإشارة على نهاية مقيدة وعلى نهاية طليقة؟

B. في تجربة الأمواج الكهرطيسية المستقرة, أجب عن الأسئلة الآتية ص24

1. كيف تتكون الأمواج الكهرطيسية المستقرة؟

2. كيف يتم الكشف عن الحقلين الكهربائي $\vec{E}$ والمغناطيسي $\vec{B}$؟

3. ننقل الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز اشرح ما تجد؟

4. تتمتع الأمواج الكهرومغناطيسية بطيف واسع من الترددات ماهي؟

C. انطلاقاً من هذه العلاقة المعبرة عن سعة الموجة المستقرة العرضية $y_{max\cdot n} = \left|2y_{max}\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|$ استنتج العلاقة المحددة لأبعاد عقد وبطون الاهتزاز عند النهاية المقيدة وكيف يصل الاهتزاز إليها؟ ص24

D. نثبت بإحدى شعبتي رنانة كهربائية تواترها f طرف وتر له طول مناسب ومشدود بثقل مناسب كتلته m لتتكون أمواج مستقرة عرضية بثلاثة مغازل، ولكي نحصل على مغزلين نجري التجربتين الآتيتين: ص25

1. نستبدل الرنانة السابقة برنانة أخرى، تواترها f' مع الكتلة السابقة نفسها m. استنتج العلاقة بين التواترين f', f

2. تغيير قوة الشد فقط، فهل نزيد تلك القوة أم ننقصها؟ ولماذا؟

المسائل

المسألة الأولى

خيط مرن (وتر مشدود) أفقي طوله 1m وكتلته 10g , نربط أحد طرفيه برنانة كهربائية شعبتاها أفقيتان تواترها 50Hz , ونشدّ 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 واحسب البعد بين بطنين متتاليين
2. أحسب السعة بنقطة تبعد 20cm ثم بنقطة تبعد 30cm من النهاية المقيدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع Y_{max}=1cm.
3. أحسب الكتلة الخطية للخيط , واحسب قوة شد (قد يعطينا قوة الشدة ويطلب سرعة الانتشار)هذا الخيط وسرعة انتشار الاهتزاز فيه
4. أحسب التواترات الخاصة لمدروجاته الثلاثة الأولى.
5. أحسب قوة شد الخيط التي تجعله يهتز بمغزلين , وحدد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة في هذه الحالة .

الحل:

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

$\lambda = 4 \times 10^{-1}$ $\quad f = 50HZ$

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

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

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

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

.2 نقطة الأولى على بعد $2 \times 10^{-1}m$ عن النهاية العقيدة

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

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

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

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

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

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

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

$\boxed{Y_{max_{n2}} = 2 \times 10^{-2}(m) \Rightarrow n_2 \text{ بطن اهتزاز}}$

.3

♥ حساب الكتلة الخطية:

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

♥ 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

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

.4 $f = \frac{n\,v}{2L}$

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

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

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

.5 من أجل مغزلين : $n = 2$

♥ حساب قوة الشد

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

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

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

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

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

العقدة الأولى $n = 0 \Leftarrow x_1 = \frac{1}{2}(0) = 0$

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

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

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

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

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

المسألة الثانية

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

المطلوب

1. أحسب البعد بين بطنين متتالين , ثم استنتج رتبة الصوت ثم احسب عدد أطوال الموجة الذي يحتويها المزمار .
2. نسخن مزمار إلى درجة $819C^0$, استنتج طول الموجة المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه .
3. احسب طول المزمار اخر ذي فم , نهايته مغلقة يحوي الأوكسجين في الدرجة $0C^0$ تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصادر عن المزمار السابق
4. نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهدروجين في درجة الحرارة نفسها , احسب السرعة الانتشار في الهيدروجين وتواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة .

الحل:

-1 مزمار ذو فم ونهاية مفتوحة ⇐ متشابه

$L = 3(m) \quad v = 330m.s^{-1} \quad f = 110(Hz)$

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} \Rightarrow \boxed{\lambda = 3(m)}$

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

حساب رتبة الصوت: $l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2\times3}{3} \Rightarrow \boxed{n = 2}$

حساب عدد أطوال الموجة: $\boxed{\text{طول موجة } 1 = \frac{3}{3} = \frac{L}{\lambda} = \text{عدد أطوال الموجة}}$

-2 حساب السرعة في الدرجة $819\,^0C$ من التناسب الطردي : $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

$v_2 = \sqrt{\frac{273+819}{273+0}}.v_1 = \sqrt{\frac{1092}{273}}.330 = \sqrt{4} \times 330$

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

حساب طول الموجة المتكونة: ليصدر الصوت نفسه أي نفس التواتر

$\lambda_2 = \frac{v_2}{f_1} = \frac{660}{110} \Rightarrow \boxed{\lambda_2 = 6(m)}$

-3 $f' = (2n-1)\frac{v}{4L}$

المدروج الثالث $(2n-1) = 3$

الدرجة $0C^0$; $v = 330m.s^{-1}$

$L' = (2n-1)\frac{v}{4f'} \Rightarrow L' = \frac{330\times3}{110\times4} = \frac{9}{4} \Rightarrow \boxed{L' = 2{,}25\,m}$

-4 نحسب السرعة الجديدة عند استبدال الغاز من التناسب العكسي

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}.v_1$

$M_{H_2} = 2\ ,\ M_{O_2} = 32 \Rightarrow \quad D_1 = \frac{M_1}{29} = \frac{32}{29} \quad D_2 = \frac{M_2}{29} = \frac{2}{29}$

$v_2 = \sqrt{\frac{\frac{32}{29}}{\frac{2}{29}}} \times 324 = \sqrt{16} \times 324$

$\Rightarrow v_2 = 4 \times 330 = 1320(m.s^{-1})$

حساب التواتر الأساسي: $f_2 = (2n-1)\frac{v_2}{4L} = 1 \times \left(\frac{1320}{4\times3}\right) \Rightarrow \boxed{f_2 = 110Hz}$

المسألة الثالثة

نستخدم رنانة تواترها $f = 250\ HZ$ لقياس سرعة انتشار الصوت في الهواء داخل أنبوب هوائي مغلق ، فسمع أعلى صوت عندما كان طول أقصر عمود هوائي مساو $35\ cm$ المطلوب :

1. احسب سرعة انتشار الصوت في هواء الأنبوب ضمن شروط التجربة .
2. احسب طول العمود الهوائي الذي يحدث عنده الرنين الثاني .

.1

$$L = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L = 4 \times 35 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{\lambda = 1.4\,m}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \lambda . f = 1.4 \times 250$$

$$\Rightarrow \boxed{v = 350\ m.s^{-1}}$$

.2 $$L = 3\frac{\lambda}{4} = 3 \times \frac{1.4}{4} \Rightarrow \boxed{L = 1.01\,m}$$

المسألة الرابعة

أنبوب هوائي مفتوح الطرفين ، طوله $L = 50\ cm$ يصدر الرنين الثاني باستخدام رنانة تواترها غير معلوم ، فإذا كانت سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة $v = 340 m.s^{-1}$ احسب تواتر الرنانة .

$$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = 2\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = L = 0.5\,m$$

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.5} \Rightarrow \boxed{f = 680\ m.s^{-1}}$$

المسألة الخامسة

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 $L_1 = 32\ cm$ ، وباستمرار إنقاص مستوى الماء سمع صوت شديد ثانٍ 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.

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

$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \Delta L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 0.17 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.34\ m$$

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

المسألة السادسة

1. يبلغ طول القناة السمعية في الأذن البشرية $L = 3\ cm$ والتي تؤدي إلى غشاء الطبل وهي عبارة عن عمود هوائي مغلق ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الصوت في القناة $= 348\ ms^{-1}$ ، أوجد قيمة أصغر تواتر يحدث عنده التجاوب (الرنين الأول)
2. إذا علمت أن الضغط الناتج عن محادثة عادية $P = 0.02\ Pa$ ، ومساحة غشاء الطبل $S = 0.5cm^2$ ، أوجد القوة الضاغطة المؤثرة في غشاء الطبل.

.1 $$L = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L = 4 \times 0.03 = 0.12\,m$$

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{348}{0.12} \Rightarrow \boxed{f = 2900\ HZ}$$

وهذا أول تواتر لحدوث السمع ، ويسمى التواتر الأساسي للقناة السمعية.

.2 $$F = P.S = 0.02 \times 0.5 \times 10^{-4} \Rightarrow \boxed{F = 10^{-6}\ N}$$

المغناطيسية والكهرطيسية :

اختر الإجابة الصحيحة

1. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في ملف دائري، فيتولد عند مركزه حقل مغناطيسي شدته B، نضاعف عدد لفاته، ونجعل نصف قطر الملف الوسطي نصف ما كان عليه فتصبح شدة الحقل المغناطيسي عند مركزه:
   a- B b- $2B$ c- $\boxed{4B}$
2. إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة مستوية في الخلاء يكون مساوياً نصف قيمته العظمى عندما:
   a. $\alpha = \frac{\pi}{2} rad$ b- $\alpha = \pi\, rad$ c- $\boxed{\alpha = \frac{\pi}{3} rad}$
3. إن شدة شعاع الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة يتناسب طرداً مع:
   a. مقاومة سلك الوشيعة. b التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشيعة.
4. إن واحدة قياس النسبة $\frac{E}{B}$ هي:
   a- $\boxed{m.s^{-1}}$ b- $m.s^{-2}$ c- m
5. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في سلك مستقيم، فيتولد حقل مغناطيسي شدته B في نقطة تبعد d عن محور السلك، وفي نقطة ثانية تبعد $2d$ عن محور السلك، وبعد أن نجعل شدة التيار ربع ما كانت عليه تصبح شدة الحقل المغناطيسي:
   a- $\boxed{\frac{1}{8}B}$ b- $4B$ c- $8B$
6. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة فيتولد في مركزها حقل مغناطيسي شدته B، نقسم الوشيعة إلى قسمين متساويين، فتصبح شدة الحقل المغناطيسي عند مركز الوشيعة:
   a- $\boxed{B}$ b- $2B$ c- $\frac{B}{2}$ d- $\frac{B}{4}$
7. عندما يدخل الإلكترون في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بسرعة $\vec{v}$ ، تعامد خطوط الحقل المغناطيسي (بإهمال ثقل الإلكترون) فإن حركة الإلكترون داخل الحقل هي:
   a. دائرية متغيرة بانتظام. b دائرية منتظمة. c مستقيمة منتظمة.
8. عندما يدخل جسم مشحون في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم، فإن شعاعاً سرعته $\vec{v}$ المعامد للحقل $\vec{B}$
   a- يتغير حامله وشدته b - تبقى شدته ثابتة c- تتغير شدته فقط
9. عندما تتدحرج الساق في تجربة السكتين الكهرطيسية تحت تأثير القوة الكهرطيسية، فإن التدفق المغناطيسي:
   يبقى ثابتاً b- يزداد c- يتناقص

الأسئلة النظرية

العناصر من الدورة المكثفة ص 11(سلك – ملف – وشيعة – عزم مغناطيسي)

A. قمت بدراسة تأثير الحقل المغناطيسي على حزمة إلكترونية متحركة كما في تجربة الأشعة المهبطية ص11

1. ما شكل مسار الحزمة الالكترونية
2. ما العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية
3. أكتب العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية ؟
4. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة المغناطيسية ، ثم بين متى تكون عظمى ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها ؟
5. استنتج عبارة الحقل المغناطيسي المؤثر في شحنة متحركة بسرعة تعامد الحقل وعرف التسلا

B. قمت بدراسة تجريبية لتأثير الحقل المغناطيسي المعامد لساق نحاسية (سلك ثخين) طولها (L) مستندة عمودياً على سكتين معدنيتين أفقيتين يمر فيها تيار متواصل والمطلوب : ص12

1. انطلاقاً من العلاقة المعبرة عن شدة القوة المغناطيسية استنتج العلاقة المعبرة عن شدة القوة الكهرطيسية .
2. ما العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية
3. أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطسية .
4. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية ثم بين متى تكون عظمى ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها ؟
5. استنتج العلاقة المعبرة عن عمل القوة الكهرطيسية واكتب نص نظرية مكسويل .
6. اقترح طريقة لزيادة سرعة تدحرج الساق
7. ماذا تتوقع أن يحدث عند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في الساق أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي ؟
8. ماذا تتوقع أن يحدث عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة شعاع الحقل المغناطيسي

C. قمت بدراسة تجريبية لتأثير الحقل المغناطيسي المعامد لدولاب بارلو والذي يمر فيه تيار متواصل والمطلوب : ص12

1. أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية .
2. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب .
3. ماسبب دوران الدولاب, اقترح طريقة لزيادة سرعة الدوران
4. ماذا تتوقع أن يحدث عند زيادة شدة التيار الكهربائي السار في الدولاب أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي ؟
5. ماذا تتوقع أن يحدث عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة المغناطيسي ؟

D. في تجربة هلمهولتز لدينا ملفين دائريين متوازيين لهما المحور نفسه نمرر فيهما تيارين متساويين وبنفس الجهة والمطلوب : ص13

1. ماذا تلاحظ عند إمرار التيارين في الملفين ؟
2. عند تمرير حزمة الكترونية مستقيمة مسرعة ناظمية على شعاع الحقل المغناطيسي بين الملفين ماذا تلاحظ معللاً إجابتك ؟

E. في تجربة نضع (نواة حديدية) قطعة من الحديد بين قطبي مغناطيس نضوي , المطلوب : ص13

1. علل تقارب خطوط الحقل المغناطيسي داخل قطعة الحديد
2. ماذا يستفاد من وضع قطعة الحديد بين قطبي المغناطيس
3. اكتب علاقة عامل الانفاذ المغناطيسي
4. بينّ بمَ يتعلق عامل الإنفاذ

F. في مشكلة عملية نضع إبرة مغناطيسية محورها شاقولي على طاولة افقية لتستقر , ابيّن كيف يجب وضع سلك مستقيم افقياً فوق البوصلة بحيث لاتنحرف الإبرة عند إمرار تيار كهربائي في السلك ص13

G. مغناطيس كهربائي على شكل ملف دائري يحوي عدة لفات أكتب العبارة الشعاعية لعزمه المغناطيسي ثم أكتب عناصره ص12

H. في تجربة المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك المطلوب : ص 13

1. استنتج العلاقة المعبرة عن عزم المزدوجة الكهرطيسية
2. انطلاقاً من العلاقة $\overline{\Gamma}_{\Delta\ مزدوجةكهرطيسية} + \overline{\Gamma}'_{مزوجة\ فتل} = 0$ استنتج زاوية دوران إطار θ' للمقياس الغلفاني بدلالة التيار الكهربائي I ،
3. كيف يتم قياس شدة التيار في المقياس الغلفاني وكيف تزيد حساسية المقياس

I. عرف التدفق المغناطيسي واكتب العلاقة المعرفة له وبيّن متى يكون أعظمي , أصغري, معدوم. ص14

فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية إن لزم ص17

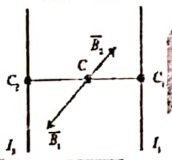
1. تتقارب خطوط الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس.
2. في تعليل المغناطيسية لا تولد الأجسام المشحونة الساكنة أي حقل مغناطيسي. بينما تولد الأجسام المشحونة المتحركة حقل مغناطيسي
3. تمغنط قطعة الحديد عند وضعها في مجال مغناطيسي خارجي
4. تنقص شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك.
5. شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة تزداد بازدياد التوتر المطبق بين طرفيها وتنقص بزيادة مقاومة سلكها

المسائل

المسألة الأولى

نضع في مستوي الزّوال المغناطيسي الأرض سلكين طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (c_1, c_2) عن بعضهما البعض مسافة $d = 40\ cm$ ونضع إبرة بوصلة صغيرة النقطة c منتصف المسافة (c_1, c_2). نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته $I_1 = 3A$، وفي السلك الثاني تيار كهربائياً شدته $I_2 = 1A$، وبجهة واحدة . المطلوب:

1. حساب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة c موضحاً ذلك بالرسم.



$$d = 40cm = 4 \times 10^{-1} m$$

$$\vec{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$$

وبما أن $\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين فالمحصلة حاصل طرحهما يكون :

$$B = B_1 - B_2 > 0$$

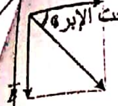
$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1} - 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2}$$

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

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

2. حساب الزاوية التي تنحرف فيها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي بفرض ان قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_H\ B_H = 2 \times 10^{-5} T$

قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة ل B_H وبعد إمرار التيار اصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة الحقلين B و B_H



$$\tan\alpha = \frac{B_{تيار}}{B_H} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 10^{-1}$$

$(\alpha$ زاوية صغيرة$)$ $\tan\alpha = \alpha \Rightarrow \boxed{\alpha = 10^{-1} rad}$

3. حدد النقطة الواقعة بين السلكين التي تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين.

$$B = B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow B_1 = B_2$$

$$2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{(d-d_1)}$$

$$\frac{3}{d_1} = \frac{1}{(40-d_1)} \Rightarrow 120 - 3d_1 = d_1 \Rightarrow 4d_1 = 120$$

$$d_1 = 30\ cm \Rightarrow \boxed{d_1 = 0.3\ m}$$

4. هل يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين؟ وضح إجابتك. لا يمكن ان تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين. في النقاط الواقعة خارج مستوي يكون للحقلين المغناطيسين محصلة غير معدومة

المسألة الثانية

ملف دائري عدد لفاته 200 لفة ونصف قطره $r = 2\pi\ cm$ يوضع في مستوي الزوال المغناطيسي ونضع بمركزه إبرة بوصلة صغيرة المطلوب :

1. احسب زاوية دوران الإبرة عندما يمر تيار شدته $0.01\ A$ علماً أن المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5}\ T$
2. احسب تدفق الحقل المغناطيسي الناتج عن التيار في الملف .
3. احسب طول سلك الملف .

.1 $$B = 2\pi\times10^{-7}\frac{N.I}{r} = 2\pi\times10^{-7}\times\frac{200\times0.01}{2\pi\times10^{-2}} \Rightarrow$$

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

$$\tan\propto = \frac{B}{B_H} = \frac{2\times10^{-5}}{2\times10^{-5}} = 1 \Rightarrow \boxed{\propto = \frac{\pi}{4}\ rad}$$

.2 $$\overline{\emptyset} = NBS\cos\propto = 200\times2\times10^{-5}\times\pi\times4\pi^2\times10^{-4}\times1$$

$$\boxed{\overline{\emptyset} = 16\pi\times10^{-6} weber}$$

.3 $N = \frac{\ell'}{2\pi r} \Rightarrow \ell' = 2\pi r.N = 2\pi\times2\pi\times10^{-2}\times200 \Rightarrow \boxed{l' = 80\ m}$

المسألة الثالثة

وشيعة طولها $40\ cm$ مؤلفة من 400 لفة نصف قطر مقطعها $2\ cm$ محورها افقي عمودي على خط الزوال المغناطيسي الأرضي. نضع في مركز الوشيعة إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشيعة تيارً كهربائياً متواصلاً شدته $16\ m A$، المطلوب:

1. احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة.
2. إذا اجرينا اللف بالجهة نفسها على اسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره $2mm$ بلفات متلاصقة. احسب عدد طبقات الوشيعة .
3. نعود الوشيعة بحيث يصبح محورها الأفقي عمودي على خط الزاول المغناطيسي الأرضي ثم ندخل بداخلها نواة حديدية عامل نفاذيتها50 احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية واحسب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة .
4. نضع داخل الوشيعة بعد إزالة النواة الحديدية في مركزها حلقة دائرية مساحتها $2\ cm^2$ بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة $60°$ احسب التدفق المغناطيسي عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

.1 حساب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عند مركز الوشيعة. $B = 4\pi\times10^{-7}\frac{NI}{l}$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{400\times16\times10^{-3}}{4\times10^{-1}} \Rightarrow \boxed{B = 2\times10^{-5}\ T}$$

.2 حساب عدد الطبقات $n = \frac{N}{N'} \Leftarrow \frac{عدد\ الطبقات\ الكلية}{عدد\ اللفات\ في\ طبقة\ واحدة} =$ عدد الطبقات

• حساب N' : $N' = \frac{طول\ الوشيعة}{قطر\ سلك\ اللف} = \frac{l}{2r'} = \frac{4\times10^{-1}}{2\times10^{-3}} = 200$ لفة

عدد الطبقات $n = \frac{N}{N'} = \frac{400}{200} \Rightarrow \boxed{n = 2\ طبقة}$

.3 حساب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية :

$$\mu = \frac{B'}{B} \Rightarrow B' = \mu B = 50\times2\times10^{-5} \rightarrow B' = 10^{-3}\ T$$

حساب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة .

$$\Phi = N B'S\cos\alpha = 400\times10^{-3}\times4\pi\times10^{-4}\times1$$

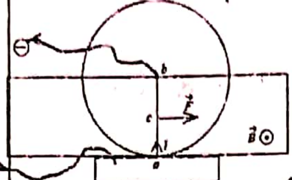
$$\boxed{\Phi = 16\pi\times10^{-5}\ Weber}$$

.4 $s = 2\times10^{-4}\ m^2 \quad , \quad \alpha = 60° = \frac{\pi}{3}\ rad$

$$\bar{\Phi} = N\,s\,B\cos\bar{\alpha} \Rightarrow \bar{\Phi} = 1\times2\times10^{-4}\times2\times10^{-5}\times\frac{1}{2}$$

المسألة الرابعة

دولاب بارلو قطره $20cm$، يمرر فيه كهربائي متواصل I، ويخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم شدته $B = 10^{-2}T$، فيتأثر الدولاب بقوة كهرطيسية شدتها $F = 4 \times 10^{-2}N$ ، المطلوب:



1. بين بالرسم جهة كل من $(\vec{F}, \vec{B}, \vec{IL})$.
2. احسب شدة التيار المار في الدولاب.

$$F = I\, r\, B \sin\theta$$
$$4 \times 10^{-2} = I \times 10 \times 10^{-2} \times 1$$
$$I = \frac{4\times10^{-2}}{10\times10^{-2}\times10^{-2}} \Rightarrow \boxed{I = 40\ A}$$

3. احسب عزم القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب.

$$\Gamma = d \times F \xRightarrow[\text{الذراع } d=\frac{r}{2}]{} \Gamma = \frac{r}{2} \times F$$
$$\Gamma = \frac{10^{-1}}{2} \times 4 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{\Gamma = 2 \times 10^{-3}\ m.N}$$

4. يدور الدولاب بتواتر ثابت $(\frac{10}{\pi} Hz)$ أو $(\frac{10}{\pi}$ دورة/ثانية$)$ احسب قيمة الاستطاعة الميكانيكية الناتجة. واحسب العمل الميكانيكي خلال $(4s)$ أثناء دوران الدولاب.

المعطيات $f = \frac{10}{\pi} Hz\ ,\ \Delta t = 4s$

$$P = \Gamma \times \omega : \omega = 2\pi f = 2\pi.\frac{10}{\pi} = 20 rad.s^{-1}$$
$$P = 2 \times 10^{-3} \times 20 \Rightarrow \boxed{P = 4 \times 10^{-2}\ watt}$$

العمل الميكانيكي: $\Delta t = 4s$

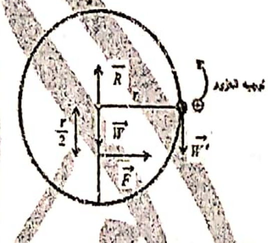
$$W = P.\Delta t = 4 \times 10^{-2} \times 4 \Rightarrow \boxed{W = 16 \times 10^{-2}\ J}$$

c. احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدولاب لمنعه 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

$$0 + d.F - d'.W' + 0 = 0$$
$$\left(\frac{r}{2}\right) F - (r) W' = 0$$
$$\left(\frac{r}{2}\right) F = (r) m' g$$
$$m' = \frac{F}{2g} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10}$$
$$m' = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10} \rightarrow \boxed{m' = 2 \times 10^{-3} kg}$$

المسألة الخامسة

في تجربة السكتين الكهرطيسية تستخدم ساق نحاسية طولها $(L = \frac{3}{2} m)$ كتلتها $(m = 100\ g)$ والمطلوب:

-1 ماشدة الحقل المغناطيسي المنتظم المؤثر عمودياً على السكتين لتكون شدة القوة الكهرطيسية مساوية ثلاثة أضعاف ثقل الساق وذلك عند إمرار تيار شدته $(200\ A)$.

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

-3 احسب قيمة الاستطاعة الميكانيكية الناتجة .

-4 نميل السكتين على الأفق بزاوية مقدارها $(0.15\ rad)$ ، احسب شدة التيار الواجب إمراره في الدارة لتبقى الساق ساكنة بإهمال قوى الاحتكاك ثم احسب قيمة فرق الكمون المطبق على الدارة إذا كانت مقاومتها $(R = 5\Omega)$

-5 نعيد السكتين إلى حالتها قبل الإمالة بشكل أفقي ونرفع المولد من الدارة السابقة ونستبدله بمقياس غلفاني وندحرج الساق بسرعة وسطية ثابتة $(4\ m.s^{-1})$ ضمن الحقل المغناطيسي السابق، استنتج واحسب شدة التيار المتحرض بافتراض أن المقاومة الكلية للدارة $(R = 5\Omega)$

ثم ارسم شكلاً توضيحياً يبين جهة كل من التيار المتحرض وقوة لورنز والسرعة وشعاع الحقل المغناطيسي

-6 احسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة، ثم احسب شدة قوة لابلاس المؤثرة على الساق أثناء تدحرجها

الحل:

-1 $L = \frac{3}{2} m \quad m = 100g = 100 \times 10^{-3} = 10^{-1} kg$

[قوة الثقل] [ثلاث أضعاف] = [القوة الكهرطيسية]

$$F = 3W$$
$$ILB\sin\frac{\pi}{2} = 3mg$$
$$B = \frac{3mg}{IL} = \frac{3\times10^{-1}\times10}{200\times\frac{3}{2}} \Rightarrow \boxed{B = 10^{-2} (T)}$$

-2 عمل القوة الكهرطيسية نبدأ من قانون العمل $W = F.\Delta X$

بما أن حركة الساق مستقيمة منتظمة $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v.\Delta t$

$$W = F.V.\Delta t = ILB\sin\frac{\pi}{2}.v.\Delta t$$
$$W = 200 \times \frac{3}{2} \times 10^{-2} \times 2 \times 2 \Rightarrow \boxed{W = 12\ J}$$

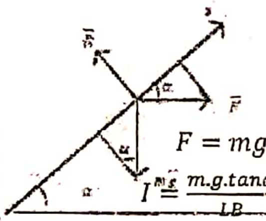
-3 $\boxed{P = \frac{W}{t} = \frac{12}{2} = 6 (Wat)}$

-4 الساق ساكنة $X = 0.15 rad \quad R = 5\Omega$

حتى تبقى الساق ساكنة $\sum \vec{F} = \vec{0}$

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

بالاسقاط على محور موجه بجهة $\overrightarrow{xx'}$



$$+F\cos\alpha - W\sin\alpha = 0$$
$$F\cos\alpha = mg\sin\alpha \Rightarrow$$
$$F = mg\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow ILB\sin\frac{\pi}{2} = mg\tan\alpha$$
$$I = \frac{m.g.\tan\alpha}{LB} = \frac{10^{-1}\times10\times15\times10^{-2}}{\frac{3}{2}\times10^{-2}} = 10 (A)$$
$$U = RI = 10 \times 5 \Rightarrow \boxed{U = 50 (V)}$$

-5 رفع المولد ومقياس غلفاني ⟵ تحريض

$$v = 4 (m.s^{-1}) \quad B = 10^{-2}T$$

تدحرج الساق أي تتغير في السطح

تنتقل الساق $\Delta x = v.\Delta t$

تمسح سطحاً $\Delta s = l\Delta x \rightarrow \Delta s = L.v.\Delta t$

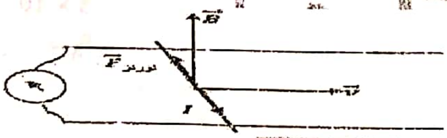
يتغير التدفق $\Delta\varphi = B.\Delta S = BL.v.\Delta t$

تنشأ قوة المحركة الكهربائية المتحرضة $|\varepsilon| = \left|\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right|$

$$|\varepsilon| = \left|\frac{BLV.\Delta t}{\Delta t}\right| = |BLv|$$
$$\varepsilon = 10^{-2} \times \frac{3}{2} \times 4 = 6 \times 10^{-2} V$$

حساب شدة التيار المتناوب

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{6\times10^{-2}}{5} \Rightarrow \boxed{i = 12 \times 10^{-3} (A)}$$



-6 الاستطاعة الكهربائية $P = \varepsilon.i$

$$P = 6 \times 10^{-2} \times 12 \times 10^{-3} \Rightarrow \boxed{P = 72 \times 10^{-5} (W)}$$

حساب شدة قوة لابلاس:

$$F = I_{\text{متحرض}} LB\sin\theta$$
$$F = 12 \times 10^{-3} \times \frac{3}{2} \times 10^{-2} \sin\frac{\pi}{2} \Rightarrow \boxed{F = 18 \times 10^{-5} N}$$

المسألة السادسة

إطار مربع الشكل مساحته $S = 25cm^2$ يحوي 50 لفة من سلك نحاسي معزول رفيع نعلقه بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم خطوطه توازي مستوي الإطار شدته $B = 10^{-2}T$ ونمرر تيارا كهربائيا شدته $5A$

والمطلوب حساب:

1. شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة إمرار التيار.
2. عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار.
3. عمل تلك المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار ليصبح في حالة توازن مستقر.
4. نقطع التيار السابق عن الإطار وهو في حالة التوازن المستقر ونصل طرفيه بمقياس غلفاني ثم نديره حول محوره الشاقولي زاوية مقدارها $\frac{\pi}{2}$ خلال $0.5\ s$ احسب شدة التيار المتحرض إذا كانت مقاومة سلك الإطار 5Ω
5. نرفع المقياس ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله k لنشكل مقياساً غلفانياً ونمرر بالإطار تياراً كهربائياً شدته ثابتة $2mA$ فيدور الإطار بزاوية $0.02rad$ ويتوازن، استنتج ثابت فتل السلك k واحسب قيمته (قد يعطينا ثابت الفتل k ويطلب زاوية الفتل θ') ،ثم أحسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G
6. أحسب شدة العزم المغناطيسي

الحل:

$L = \sqrt{S} = \sqrt{25} = 5 \times 10^{-2} cm$ طول المربع يساوي جذر المساحة

1) $F = NILB.Sin\theta$

$= 50 \times 5 \times 5 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times Sin\frac{\pi}{2}$

$\boxed{F = 125 \times 10^{-3}\ N}$

2) $\overline{\Gamma}_\Delta = NISB.Sin\alpha$

$= 50 \times 5 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times 1$

$\boxed{\overline{\Gamma}_\Delta = 625 \times 10^{-5}\ m.N}$

3) $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$ مستوي الاطار يوازي خطوط الحقل ، $\alpha_2 = 0$ توازن مستقر

$W = I.\Delta\phi = I.(\phi_2 - \phi_1)$

$= NSBcos\alpha_2 - NSBcos\alpha_1$

$\Rightarrow W = INSB(cos\alpha_2 - cos\alpha_1)$

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

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

4) عند وصل الدارة إلى مقياس غلفاني تصبح المسألة (تحريض)

لحساب شدة التيار نحسب أولاً:

القوة الكهربائية التحريضية (نديره أي تغير الزاوية)

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

$\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$ خطوط الحقل توازي سطح الاطار

$\alpha_2 = 0$ توازن مستقر

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

$\varepsilon = -25 \times 10^{-4}(V)$

$I_{متحرض} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-25 \times 10^{-4}}{5} = -5 \times 10^{-4}(A)$

5) شرط التوازن: $\sum \overline{\Gamma}_\Delta = 0$

$\overline{\Gamma}_{\Delta\,فتل} + \overline{\Gamma}_{\Delta\,مزدوجة} = 0$

$-K\theta' + NISBsin\alpha = 0$

$NISBsin\alpha = K\theta'$

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

$sin\alpha = cos\theta'$

$\theta'_{صغيرة} \Rightarrow cos\theta' = 1$

$NISB = K\theta$

$K = \frac{NISB}{\theta'}$

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

$\boxed{K = 125 \times 10^{-6}\ m.N.rad^{-1}}$

(قد يعطينا ثابت الفتل k ويطلب زاوية الفتل θ')

(قد يعطينا ثابت الفتل k و θ' ويطلب شدة التيار I)

حساب ثابت المقياس الغلفاني: $\theta' = GI \Rightarrow G = \frac{\theta'}{I} = \frac{2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}}$

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

6) العزم المغناطيسي: $M = NIS = 50 \times 5 \times 25 \times 10^{-4}$

$M = 125 \times 10^{-3}\ A.m^2$

المسألة السابعة

تخضع إلكتروناً يتحرك بسرعة $v = 8 \times 10^3 kms^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي شعاع سرعته شدته $B = 5 \times 10^{-3}T$ والمطلوب:

1- احسب شدة قوة لورنز

2- استنتج العلاقة المحددة لنصف القطر لهذا المسار، واحسب قيمته

3- احسب دور الحركة

$m = 9 \times 10^{-31}$ kg $e = 1.6 \times 10^{-19}$ c

الحل:

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

-1 $F_{قوة\ لورنز} = e.v.B.Sin\theta$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-3} \times 1$

$\boxed{F_{لورنز} = 6.4 \times 10^{-15}\ N}$

-2 بما أن الإلكترون يخضع لقوة ثابتة الشدة تعامد شعاع السرعة فسوف يكون مساره دائرياً

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون يتحرك سرعته $\vec{B} \perp \vec{v}$

القوى الخارجية المؤثرة:

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

ثقل الإلكترون W ومهمل لصغره امام قوة لورنز

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

$\vec{F}_{لورنز} = m.\vec{a}$

بالاسقاط على الناظم:

$F_{لورنز} = m.a_c \Rightarrow e.v.B.Sin\frac{\pi}{2} = m\frac{v^2}{r}$

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

-3 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times 9 \times 10^{-3}}{8 \times 10^6} \Rightarrow \boxed{T = \frac{9\pi}{4} \times 10^{-9}\ S}$

المسألة الثامنة

في تجربة حوض الزئبق: نغمس الطرف السفلي لساق في حوض من الزئبق ونعلق الطرف الآخر بمحور دوران Δ ونمرر فيه تياراً كهربائياً شدته (20 A) ونؤثر بحقل مغناطيسي منتظم أفقي على طول (AB = 10 cm) من الساق بحيث يكون (c) منتصف (ab) فتنحرف بزاوية (θ = 0.1 rad) استنتج بالرموز العلاقة المحددة لشدة الحقل المغناطيسي المؤثرة ، واحسب قيمته موضحاً بالرسم

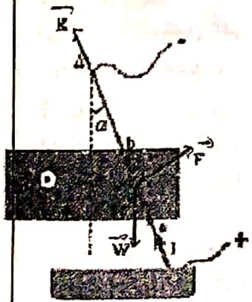
((جهة كل من التيار $\vec{B}$ و $\vec{F}$ لابلاس))

تخضع الساق لثلاث قوى وهي:

قوة رد الفعل $\vec{R}$ وهي تلاقي محور الدوران

قوة الثقل $\vec{\omega}$ وهي شاقولية نحو الأسفل

قوة لابلاس $\vec{F}$ وهي تحدد حسب قاعدة اليد اليمنى



من شرط التوازن $\sum \overline{\Gamma}_{\vec{F}} = 0$

$\overline{\Gamma}_{\vec{R}} + \overline{\Gamma}_{\vec{\omega}} + \overline{\Gamma}_{\vec{F}} = 0$

$\Gamma_{\vec{R}} = 0$ لأنها تلاقي محور الدوران في كل لحظة

$\Gamma_{\vec{\omega}} = -\omega(oc\,sin\theta)$; الذراع oc

$\Gamma_{\vec{F}} = +oc\,F$; الذراع oc

$0 + ocF - \omega\, oc\, sin\theta = 0$

$ocF = \omega\, oc\, sin\theta$

$F = \omega\, sin\theta$

$ILB\, sin\frac{\pi}{2} = mgsin\theta$

$B = \frac{mgsin\theta}{IL}$ صغيرة $\theta < 0,24rd \rightarrow sin\theta = cos\theta = 0.1 = \theta$

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

التحريض الكهرطيسي

تخير الإجابة الصحيحة

1. وشيعة طولها $l = 10cm$، وطول سلكها $l' = 10m$، فقيمة ذاتيتها:

$\boxed{a. 10^{-4}H}$ $b. 10^{-5}H$ $c. 10^{-3}H$

2. في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مغلقة تكون القيمة المطلقة لشدة التيار المتحرض:

$a. BLv$ $b. \boxed{\frac{BLv}{R}}$ $c. 0$

الأسئلة النظرية (A-B-C ص14) (D-E ص15) (F-G ص16)

A) في تجربة نشكل دارة مؤلفة من وشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور كل منهما على الآخر، نصل طرفي الوشيعة الأولى بمأخذ (مولد) تيار متناوب (متغير)، ونصل طرفي الوشيعة الثانية بمصباح، المطلوب: ص14

1. ماذا تتوقع أن يحدث عند إغلاق دارة المولد في الوشيعة الأولى معللاً إجابتك
2. ماذا تتوقع لو استبدلنا مولد التيار المتناوب في الوشيعة الأولى بمولد متواصل
3. اقترح حلول لإضاءة المصباح في الوشيعة الثانية في حال تم وصل الوشيعة الأولى بتيار متواصل

B) في تجربة نقرب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي وشيعة وفق محورها ويتصل طرفاها بواسطة مقياس ميكرو أمبير فتنحرف إبرة المقياس دالة على مرور تيار كهربائي فيها. والمطلوب:

1. فسر سبب نشوء هذا التيار، ثم أكتب نص قانون فاراداي في التحريض الكهرطيسي
2. أكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة الكهربائية المتحرضة مع شرح دلالات الرموز وناقش العلاقة في حال (تزايد التدفق – تناقص التدفق – ثبات التدفق)
3. أكتب نص قانون لنز في تحديد جهة التيار المتحرض
4. ماذا تتوقع أن يكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس
5. ماذا تتوقع أن يحدث في حال تثبيت المغناطيس عند أحد وجهي الوشيعة ولماذا ؟

C) في تجربة يتكون إطار من سلك نحاسي معزول من N لفة مساحة كل منها S يدور حول محور في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\overrightarrow{B}$ يصنع زاوية α مع ناظم الإطار في لحظة ما t أثناء الدوران

1. استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الآنية في مولد التيار المتناوب الجيبي
2. ارسم المنحني البياني لتغيرات ϵ بدلالة ωt خلال دورة كاملة
3. ماذا يدعى التيار الحاصل ولماذا ؟ أكتب تابعه الزمني
4. بيّن متى تكون القوة المحركة الكهربائية المتناوبة
   a. موجبة وسالبة b. عظمى وصغرى c. معدومة

D) في تجربة السكتين التحريضية (المولد الكهربائي)

1. فسر إلكترونياً نشوء التيار المتحرض والقوة المحركة الكهربائية المتحرضة موضحاً ذلك بالرسم في كل من الحالتين الآتيتين
   a. في حالة دارة مغلقة b. في حالة دارة مفتوحة
2. استنتج العلاقة المعبرة عن كل من: (القوة المحركة الكهربائية المتحرضة – التيار المتحرض – الاستطاعة الكهربائية الناتجة)
3. برهن تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في المولد الكهربائي

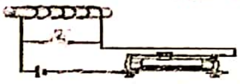
E) في دارة المحرك الكهربائي المحرك

1. عند إغلاق القاطعة ومنع المحرك عن الدوران نلاحظ توهج المصباح فسر ذلك
2. ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند السماح للمحرك بالدوران ؟
3. في المحرك الكهربائي برهن نظرياً تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية

صيغة أخرى للسؤال 3: في تجربة السكتين الكهرطيسية برهن $P_{كهربية} = P'_{ميكانيكية}$

F) وشيعة طولها l مؤلفة من N لفة يمر فيها تيار متغير المطلوب:

1. اكتب عبارة شدة الحقل المغناطيسي المتولد داخلها نتيجة مرور التيار
2. اكتب علاقة التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي عبر الوشيعة
3. استنتج العلاقة المعبرة عن كل من ذاتية الوشيعة وعرّف الهنري و القوة المحركة التحريضية الذاتية الآنية
4. أكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريضية الذاتية ثم ناقشها عند (تزايد شدة التيار – تناقص شدة التيار – ثبات شدة التيار)
5. أكتب العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة ثم كيف تؤول تلك العلاقة من أجل وشيعة طولها l وطول سلكها l'



G) في تجربة الموضحة في الدارة:

1. فسر كل مما يلي:
   - عند فتح القاطعة يتوهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ
   - عند إغلاق القاطعة يتوهج المصباح ثم تخبو إضاءته.
2. ماذا ندعو الدارة، والحادثة في هذه الحالة ولماذا ؟

أسئلة ماذا تتوقع ص16

1. في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مفتوحة عند توقف الساق عن الحركة ؟
2. في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مغلقة، نزيد سرعة تدحرج الساق على السكتين.
3. في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مغلقة، نزيد المقاومة الكلية للدارة
4. تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من أحد وجهي وشيعة يتصل طرفاها ببعضهما البعض.
5. تقريب القطب الشمالي لمغناطيسي من احد وجهي حلقة نحاسية دارتها مفتوحة.

المسائل:

المسألة الأولى 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)

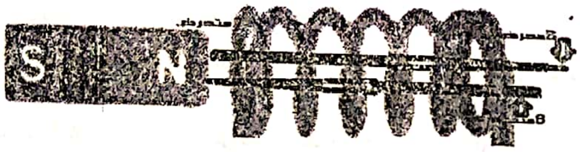
1) نقرب من أحد وجهي الوشيعة القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم وعندما تزداد شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الوشيعة بانتظام خلال $0.5\ S$ من $0.04\ T$ إلى $0.06\ T$; والمطلوب:

a. ما نوع الوجه المقابل للقطب الشمالي ؟ الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي. (عند تقريب قطب مغناطيسي يعطي وجه مشابه و 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: $\overrightarrow{B}$ 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

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

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

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

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

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 كمية الكهرباء المتحرضة في الوشيعة خلال الزمن السابق

$$\Delta q = i\times\Delta t = 32\times10^{-4}\times\frac{1}{2} = 16\times10^{-4}c$$

f. أحسب 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 $\bar{i} = 6 + 2t$

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

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

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

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

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

التدفق الذاتي $\Phi = L\,i$

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

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

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

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

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

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

لفة $N = 10$ / $S = 5\times10^{-2}m^2$ / $R = 5\Omega$ / $I = ?$ / $t = 0,5\ sec$

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

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

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

المسألة الثانية إطار مربع الشكل طول ضلعه $4cm$، مؤلف من 100 لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول، ندير الإطار حول محور شاقولي مار من مركزه ومن ضلعين أفقيين متقابلين بحركة دائرية منتظمة تقابل $\frac{10}{\pi}Hz$ ضمن حقل مغناطيسي أفقي $5\times10^{-2}T$، خطوطه ناظمية على سطح الإطار قبل الدوران حيث الدارة مغلقة ومقاومتها $R = 4\Omega$.

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

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

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

$$\omega = 2\pi f = 2\pi\times\frac{10}{\pi} = 20\ rad.s^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = 100\times5\times10^{2}\times16\times10^{-4}\times20 \Rightarrow \varepsilon_{max} = 16\times10^{-2}V$$

$$\boxed{\bar{\varepsilon} = 16\times10^{-2}\sin20t}\ \ldots\ldots(volt)$$

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

$$\bar{\varepsilon} = 16\times10^{-2}\sin(20t) = 0$$

$$\sin(20t) = 0 \Rightarrow 20t = k\pi \Rightarrow t = \frac{k\pi}{20}$$

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

لحظة الانعدام الثانية: $k = 1 \Rightarrow \boxed{t = \frac{\pi}{20}s}$

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

$$\bar{\imath} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{16\times10^{-2}\sin20t}{4}$$

$$\boxed{\bar{\imath} = 4\times10^{-2}\sin20t}\ \ldots(A)$$

3. احسب طول سلك الإطار.

$$N = \frac{\text{طول السلك}}{\text{محيط اللفة}} = \frac{l'}{4.a} \Rightarrow l' = N.4a \Rightarrow l' = 100\times4\times4\times10^{-2}$$

$$\Rightarrow \boxed{l' = 16\,m}$$

الدارات المهتزة

اختر الإجابة الصحيحة

1. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C، ووشيعة ذاتيتها L، دورها الخاص T_0، استبدلنا المكثفة C بمكثفة أخرى سعتها $C' = 2C$، يصبح دورها الخاص T'_0، فتكون العلاقة بين الدورين:

a- $\boxed{T'_0 = \sqrt{2}T_0}$ b- $T_0 = 2\sqrt{2}T'_0$ c- $T_0 = 2T'_0$

2. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C، ووشيعة ذاتيتها L، وتواترها الخاص f_0، نستبدل الذاتية بذاتية أخرى بحيث $L' = 2L$، والمكثفة بمكثفة أخرى سعتها $C' = \frac{C}{2}$، فيصبح تواترها الخاص:

$\boxed{a.\ f'_0 = f_0}$ b- $f'_0 = 2f_0$ c- $f'_0 = \frac{1}{2}f_0$

3. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L نبضها الخاص ω_0 استبدلنا بالوشيعة وشيعة أخرى ذاتيته $L' = 4L$ فيصبح النبض الخاص الجديد للدارة ω'_0 مساوياً:

$a.\ 2\omega_0$ b- $\frac{\omega_0}{4}$ c- $\boxed{\frac{\omega_0}{2}}$

الأسئلة النظرية

1. ادرس صفحة الدور والتوابع والطاقة من الدورة المكثفة صفحة (1-2-3-4)
2. في الدارة المهتزة اشرح كيفية تبادل الطاقة بين المكثفة المشحونة والوشيعة؟ ص19
3. تتشكل دارة مؤلفة من مكثفة مشحونة موصولة على التسلسل مع وشيعة لها مقاومة وتبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة ناقش أشكال التفريغ مع التعليل بالنسبة لمقاومة الوشيعة (مع الرسوم البيانية) ص20
   - a. إذا كانت الوشيعة مقاومتها كبيرة
   - b. إذا كانت الوشيعة مقاومتها صغيرة
   - c. إذا كانت الوشيعة مهملة المقاومة:
4. في مشكلة علمية لدينا تيارين متراكبين إحداهما عالي التواتر والآخر منخفض التواتر ما الحل المناسب برأيك لفصل التيارين عن بعضهما ص22

فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية ص21

1. تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة لمرور التيارات عالية التواتر
2. تبدي المكثفة ممانعة صغيرة التيارات عالية التواتر
3. تتألف دارة من مقاومة أومية ومكثفة فلا يمكن اعتبارها دارة مهتزة
4. يتم نقل التيارات عالية التواتر بوساطة كابلات خاصة ذات مقاطع كبيرة للأسلاك.

المسألة دارة مهتزة مؤلفة من مكثفة سعتها $(4\ \mu F)$ مشحونة بتوتر ثابت $(50\ V)$ ووشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها $(400\ \mu H)$ وطولها $(10\ cm)$.

(علماً أن $4\pi \approx 12.5$)

1. احسب الدور الخاص والتواتر الخاص والنبض الخاص للدارة .

حساب الدور: $T_0 = 2\pi\sqrt{L.c} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{400\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}$

$$\boxed{T_0 = 25\times10^{-5}s}$$

حساب التواتر: $f_0 = \frac{1}{T_0} \Rightarrow \boxed{f_0 = 4000\ Hz}$

حساب النبض: $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi\times4000 \Rightarrow \boxed{\omega_0 = 25\times10^{3}\ rad.s^{-1}}$

2. أوجد معادلتي الشحنة اللحظية وشدة التيار اللحظية المارة في الدارة. ما فرق الطور بين الشدة اللحظية للتيار؟ وماذا يعني هذا الفرق؟

تابع الشحنة اللحظية: $\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t)$

$$q_{max} = C.U_{max} = 4\times10^{-6}\times50 \Rightarrow q_{max} = 2\times10^{-4}c$$

$$\boxed{\bar{q} = 2\times10^{-4}\cos(25\times10^{3}t)\quad(c)}$$

تابع الشدة اللحظية:

$$\bar{\imath} = (\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max}\sin\omega_0 t\ ;\ \bar{\imath} = \omega_0 q_{max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

شدة التيار الأعظمي $I_{max} = \omega_0 q_{max} = 25\times10^{3}\times2\times10^{-4} \Rightarrow I_{max} = 5\ A$

$$\boxed{\bar{\imath} = 5\cos(25\times10^{3}t + \frac{\pi}{2})\quad(A)}$$

فرق الطور بينهما: $\varphi_i - \varphi_q = +\frac{\pi}{2}\ rad$

$\bar{\imath}$ متقدم بالطور عن $\bar{q}$ بمقدار $\frac{\pi}{2}\ rad$ فهما على ترابع : أحدهما أعظمي والآخر معدوم

3. احسب الطاقة الكهربائية المختزنة في الوشيعة

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{c} = \frac{1}{2}\times\frac{4\times10^{-8}}{4\times10^{-6}} \Rightarrow \boxed{E = 5\times10^{-3}\ J}$$

التيار المتناوب الجيبي

اختر الإجابة الصحيحة

4. دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C عندما يكون $X_L > X_c$ تكون الدارة
a) ذات ممانعة ذاتية b) ذات ممانعة سعوية c) طنين كهربائي

5. دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C عندما يكون $X_c > X_L$ تكون الدارة
a) ذات ممانعة ذاتية b) ذات ممانعة سعوية c) طنين كهربائي

6. دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C عندما يكون $X_L = X_c$ تكون الدارة
a) ذات ممانعة ذاتية b) ذات ممانعة سعوية c) طنين كهربائي

الأسئلة النظرية ص19.16

1. في دارة تيار متناوب تحوي (مقاومة صرفة R) نطبق بين طرفيها توترا لحظيا $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة: $\bar{i} = I_{max} \cos \omega t$
a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج
b) اكتب علاقة الاستطاعة المستهلكة P_{avg} ثم بين كيف تؤول تلك العلاقة في حالة المقاومة الصرفة
c) ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدة اللحظية والتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة بدلالة الزمن

2. في دارة تيار متناوب تحوي (وشيعة مهملة المقاومة) نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة: $\bar{i} = I_{max} \cos \omega t$
a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج
b) اكتب علاقة الاستطاعة المستهلكة P_{avg} وفسر لا تستهلك الو شيعة مهملة المقاومة طاقة كهربائية
c) ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدة اللحظية والتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة بدلالة الزمن

3. في دارة تيار متناوب تحوي (مكثفة) نطبق بين لبوسيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة: $\bar{i} = I_{max} \cos \omega t$
a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين لبوسي المكثفة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج
b) اكتب علاقة الاستطاعة المستهلكة P_{avg} وفسر لا تستهلك المكثفة طاقة كهربائية
c) ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدة اللحظية والتوتر اللحظي بين لبوسي المكثفة بدلالة الزمن

4. في إحدى دارات التيار المتناوب الجيبي , تستخدم خاصية التجاوب الكهربائي (الطنين) في عملية التوليف في أجهزة الاستقبال ,
a) في أي دارة يحدث التجاوب الكهربائي (الطنين) ؟
b) ماذا يتحقق في حالة الطنين (شروط التجاوب)؟
c) اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب واكتب العلاقة بينهما في حالة التجاوب الكهربائي استنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة

5. في إحدى تجارب التيار المتناوب الجيبي تستخدم الدارة الخانقة للتيار في وصل خطوط الطاقة الكهربائية مع الأرض بهدف ترشيح التواترات التي يلتقطها الخط من الجو , والمطلوب :
a) مم تتألف الدارة الخانقة ؟
b) اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب واكتب العلاقة بينهما في حالة الخنق و استنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة
c) برهن أن الشدة في الدارة الخارجية تنعدم باستخدام إنشاء فرينل

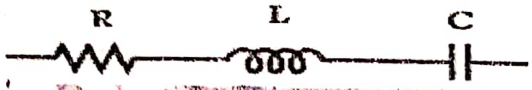
فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية ص22.21

1. لا تستهلك الوشيعة مهملة المقاومة طاقة كهربائية (الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة المهملة المقاومة معدومة)
2. لا تستهلك المكثفة طاقة كهربائية (الاستطاعة المتوسطة في المكثفة معدومة)
3. فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب الجيبي واذكر شرطي انطباق قوانين المتواصل على المتناوب
4. تسمح المكثفة بمرور تيار متناوب جيبي عند وصل لبوسيها بمأخذه ولكنها تعرقل هذا المرور
5. لا تمرر المكثفة تياراً متواصلاً عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل
6. توصف الاهتزازات الكهربائية في التيار المتناوب بالقسرية.

7. تستعمل الوشيعة ذات النواة الحديدية كمعدلة في التيار المتناوب.
8. يسلك الناقل الأومي (المقاومة) السلوك نفسه في التيارين المتواصل والمتناوب
9. تقوم الوشيعة بدور مقاومة أومية في التيار
10. المتواصل وتقوم بدور مقاومة وذاتية في التيار المتناوب.

حالات المسائل الشاملة :

الدارة الأولى : RLC تسلسل



المعطيات: $R = 30\Omega, L = \frac{1}{\pi}H, C = \frac{1}{6000\pi}$ ، $U_{eff} = 50V$ كلي

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

المطلوب: f ، X_L ، X_c ، Z ، i_{eff} ، تابع $\bar{i}$ ، تابع $\bar{U}_L$ ، P_{avg} ، $\cos\varphi$ ،

الحل: حساب f: $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50Hz$

حساب X_L: $X_L = L.\omega = \frac{1}{\pi} \times 100\pi = 100\Omega$

حساب X_c: $X_c = \frac{1}{\omega.c} = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{6000\pi}} = 60\Omega$

حساب Z: $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega c}\right)^2}$

$Z = \sqrt{900 + (100-60)^2}$

$Z = \sqrt{900 + 1600} = \sqrt{2500} = 50\Omega$

(لا تنس كل الممانعات واحدتها Ω)

حساب i_{eff} دوما من: $i_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{50}{50} = 1A$

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

$I_{max} = i_{eff}.\sqrt{2} = 1.\sqrt{2} = \sqrt{2}A$

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

$\boxed{\bar{i} = \sqrt{2}\cos(100\pi t + 0)\ A}$

لو طلب i_R أو i_L أو i_C نعوض $\varphi = 0$ لأن الوصل تسلسل i ثابت

حساب U_L: $\bar{U}_L = U_{max_L} \cos(\omega t + \varphi_L)$

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

$U_{max_L} = U_{eff_L}\sqrt{2}$

$U_{eff_L} = L\omega i_{eff} = 100.1 = 100V$

$\varphi_L = +\frac{\pi}{2} rad$ ، $U_{max_L} = U_{eff_L}\sqrt{2} = 100\sqrt{2}V$

$\boxed{\bar{U}_L = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) V}$

لو طلب U_c نعوض $\varphi_c = -\frac{\pi}{2}$ ، لو طلب U_R نعوض $\varphi_R = 0$ ،

حساب P_{avg} : صرفت الاستطاعة على شكل حراري.

$P_{avg} = R.i_{eff}^2 = 30.1 = 30W$

حساب $\cos\varphi$: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} = 0,6$

الطلب الأخير :نضيف إلى مكثفة في الدارة السابقة مكثفة 'c مناسبة فتصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة لها (أو احدى جمل التجاوب) والمطلوب: ماذا تسمى هذه الحالة واحسب السعة المكافئة للمكثفتين ثم حدد نوع الضم واحسب سعة المكثفة المضافة 'C

الحل نسميها حالة تجاوب كهربائي (طنين) $X_L = X_C$

حساب السعة المكافئة للمكثفتين c_{eq}

$L\omega = \frac{1}{\omega c_{eq}} \Rightarrow c_{eq} = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{\frac{1}{\pi} \times 10000\pi^2} \Rightarrow \boxed{c_{eq} = \frac{1}{10000\pi} F}$

وبما أن $c_{eq} < C$ فالوصل على التسلسل

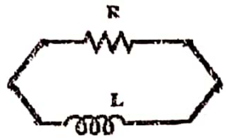
حساب سعة المكثفة المضمومة 'C: $\frac{1}{c_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{1}{c_{eq}} - \frac{1}{C}$

$\frac{1}{C'} = \frac{1}{\frac{1}{10000\pi}} - \frac{1}{\frac{1}{6000\pi}} = 10000\pi - 6000\pi = 4000\pi$

$\boxed{c' = \frac{1}{4000\pi} (F)}$

الدارة الثانية : تفرع $R.L$ (قد تأتي تسلسل)

المعطيات:



$R = 15\Omega, L = \frac{1}{5\pi}H$

$\bar{U} = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t\ V$

المطلوب: i_{eff_L} , i_{eff_R} , U_{eff} , f

i_{eff} كلي حسب فرينل ، تابع $\bar{i}_L$ ، تابع $\bar{i}_R$ ، P_{avg} كلي

الحل: حساب f: $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50Hz$

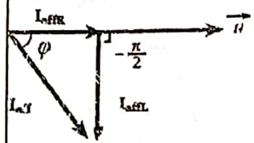
حساب U_{eff}: $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{60\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 60V$

حساب i_{eff_R}: $i_{eff_R} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{60}{15} = 4A$;

حساب i_{eff_L}: $i_{eff_L} = \frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{U_{eff}}{L\omega} = \frac{60}{\frac{1}{5\pi}\times 100\pi} = 3A$

حساب i_{eff} كلي حسب انشاء فرينل :

حسب فيثاغورث



$i_{eff}^2 = i_{eff_R}^2 + i_{eff_L}^2$

$i_{eff} = \sqrt{i_{eff_R}^2 + i_{eff_L}^2}$

$i_{eff} = \sqrt{16+9} = \sqrt{25} = 5A$

حساب تابع $\bar{i}_L$: $\bar{i}_L = I_{max_L}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_L)$

$I_{max_L} = I_{eff_L}.\sqrt{2} = 3\sqrt{2}A$

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

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

حساب تابع $\bar{i}_R$: $\bar{i}_R = I_{max_R}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_R)$

$I_{max_R} = I_{eff_R}.\sqrt{2} = 4\sqrt{2}A$

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

$\boxed{\bar{i}_L = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t)\,A}$

حساب P_{avg}: $P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L}$

$= i_{eff_R}.U_{eff}.\cos\varphi_R + i_{eff_L}.U_{eff}.\cos\varphi_L$

$= 4\times 60\times 1 + 0$

$\boxed{P_{avg} = 240\ wat}$

الدارة الثالثة : تفرع LC

المعطيات: ($L = \frac{2}{5\pi}H$ $Ueff=100(V)$)

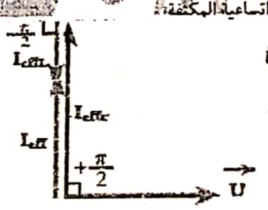
$f = 50Hz$ $C = \frac{1}{1000\pi}F$

المطلوب: (X_c , X_L , i_{effL} , i_{effc} , i_{eff} كلي باستخدام انشاء فرينل)

الحل: حساب

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

اتساعية المكثفة $X_C = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{(2\pi f)C} = 10\Omega$



$i_{effL} = \frac{u_{eff}}{X_L} = \frac{100}{40} = 2.5A$

$i_{effC} = \frac{u_{eff}}{X_C} = \frac{100}{10} = 10A$

حساب i_{eff} كلي باستخدام انشاء فرينل

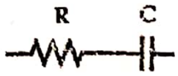
$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{effL}} + \overrightarrow{I_{effC}}$

$i_{eff} = i_{effC} - i_{effl}$

$i_{eff} = 10 - 2.5 = 7,5(A)$

الدارة الرابعة :

RC تسلسل (قد تأتي بدل C (L) يعني بتصير RL تسلسل)



المعطيات: $i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (A)$ كلي

$R = 15\Omega$ $C = \frac{1}{2000\pi}F$

المطلوب

i_{eff} , f , U_{eff_R} , U_{eff_C} , $\bar{U}_C$, U_{eff} حسب فرينل , $COS\varphi$, P_{avg}

نضيف إلى الدارة السابقة وشيعة مهملة المقاومة فتبقى شدة التيار نفسها احسب ذاتية الوشيعة.

الحل: حساب I_{eff}: $i_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2A$

*حساب f: $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50Hz$

*حساب U_{eff_R}: $U_{eff_R} = R.i_{eff} = 15\times 2 = 30V$

*حساب U_{eff_C}: $U_{eff_C} = \frac{1}{\omega c}.i_{eff} = \frac{1}{100\pi.\frac{1}{2000\pi}}\times 2 = 40V$

*التابع الزمني لتوتر المكثفة: $\bar{U}_C = U_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_c)$

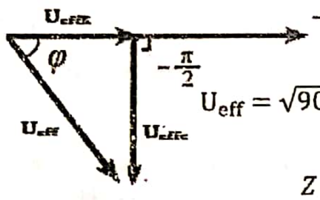
$U_{max} = U_{eff_C}.\sqrt{2} = 40\sqrt{2}V$

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

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

*حساب U_{eff} كلي باستخدام انشاء فرينل

حسب فيثاغورث:



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

$U_{eff} = \sqrt{900+1600} = \sqrt{2500} = 50V$

*حساب عامل الاستطاعة: $\cos\Phi = \frac{R}{Z}$

نحسب Z أولاً $Z = \frac{U_{eff}}{i_{eff}} = \frac{50}{2} = 25\Omega$

$\cos\Phi = \frac{15}{25} = \frac{3}{5} = 0,6$

*حساب الاستطاعة المتوسطة: صرفت على شكل حراري

$P_{avg} = Ri_{eff}^2$

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

• الطلب الأخير حساب ذاتية الوشيعة:

إن التيار بقي نفسه $Z = Z$ بعد الاضافة قبل الاضافة

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

نربع الطرفين $R^2 + \left(\frac{1}{\omega c}\right)^2 = R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega c}\right)^2$

نختصر R^2 $\left(\frac{1}{\omega c}\right)^2 = \left(L\omega - \frac{1}{\omega c}\right)^2$

نجذر الطرفين: $L\omega - \frac{1}{\omega c} = \pm\frac{1}{\omega c}$

أما: $L\omega - \frac{1}{\omega c} = -\frac{1}{\omega c} \Rightarrow L\omega = 0$ مرفوض

أو: $L\omega - \frac{1}{\omega c} = +\frac{1}{\omega c} \Rightarrow L\omega = 2\frac{1}{\omega c}$ مرفوض

$L = 2.\frac{1}{\omega^2 c} = 2\frac{1}{(100\pi)^2\times\frac{1}{2000\pi}} = \frac{2}{5\pi}H$

طلب إضافي اذا كانت المكثفة C مؤلفة من ضم مجموعة من المكثفات المتماثلة سعة كل منها $C_1 = \frac{1}{2\pi}10^{-4}F$ حدد طريقة ضم هذه المكثفات ثم احسب عددها

$C = \frac{1}{2000\pi}F , C_1 = \frac{1}{20000\pi}F$

بما أن $C > C_1$ الضم تفرع

$C = nC_1 \Rightarrow n = \frac{C}{C_1} = \frac{\frac{1}{2000\pi}}{\frac{1}{20000\pi}} = 10$ مكثفات

الدارة الخامسة :

في دارة تيار متناوب نطبق على الدارة توتر لحظي يعطى تابعه بالعلاقة: $u=120\sqrt{2}\cos 120\pi t\ (V)$ 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: $R = \frac{U_{effR}}{I_{effR}} = \frac{120}{6} = 20\Omega$

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

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

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

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

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

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

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

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

- حساب الاستطاعة المستهلكة في الوشيعة:

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

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

- تابع الشدة اللحظية في الوشيعة:

$$\bar{i}_2 = I_{max2}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi_2})$$

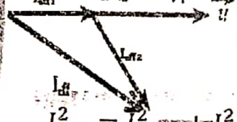
$$I_{max2} = I_{eff2}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}(A)$$

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

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



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

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

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

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

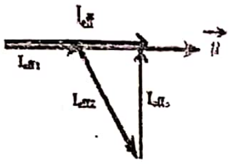
$$P_{avg} = 6 \times 120 \times 1 + 10 \times 120 \times \frac{1}{2}$$

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

- حساب عامل استطاعة الدارة

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

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.



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

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

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

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

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

المحولات الكهربائية.

اختر الإجابة الصحيحة

1. محولة كهربائية قيمة الشدة المنتجة في ثانويتها $I_{eff_S} = 1A$، وقيمة الشدة المنتجة في أوليتها $I_{eff_P} = 24A$ فإن نسب تحويلها μ:

a- $\frac{1}{24}$ b- 2.4 c- $\boxed{24}$

2. محولة كهربائية قيمة التوتر المنتج بين طرفي أوليتها $U_{eff_P} = 20V$ وقيمة التوتر المنتج بين طرفي ثانويتها $U_{eff_S} = 40V$ فإن نسبة تحويلها μ تساوي

a- 0.5 b- $\boxed{2}$ c- 6

3. محولة كهربائية عدد لفات أوليتها $(N_P = 200)$ لفة وعدد لفات ثانويتها $(N_S = 100)$ لفة تكون نسبة تحويلها :

a- $\boxed{0.5}$ b- 2 c- 6

4. محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 3$، وقيمة الشدة المنتجة في ثانويتها $I_{eff_S} = 6A$، فإن الشدة المنتجة في أوليتها:

a- $\boxed{18A}$ b- $2A$ c- $9A$

5. محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 3$ وقيمة الشدة المنتجة في أوليتها $I_{eff_P} = 15A$، فإن قيمة الشدة المنتجة في أوليتها :

a- $36A$ b- $4A$ c- $\boxed{5A}$

الأسئلة النظرية ص20

A) في المحولة الكهربائية أجب عن الأسئلة التالية :
1. أكتب نسبة التحويل مبيّناً دلالات الرموز
2. بيّن متى تكون المحولة رافعة للتوتر ومتى تكون خافضة للتوتر
3. عرف المحولة وعلى ماذا تعتمد في عملها ؟
4. ماذا تتوقع عند استبدال منبع التيار المتناوب بمنبع تيار متواصل

B) تصنف الاستطاعة الضائعة في المحولة الكهربائية إلى نوعين ماهما مع الشرح ؟

C) استنتج العلاقة المحددة لمردود نقل الطاقة الكهربائية للتيار المتناوب من مركز توليده إلى مكان استخدامها وكيف نجعله يقترب من الواحد.

D) في مشكلة علمية : عند استخدام شاحن الهاتف النقال (المحولة) أشعر بارتفاع درجة حرارته في أثناء عملية الشحن
1. ماسبب ارتفاع حرارة الشاحن ؟
2. ما هي أهم الحلول العلمية لتحسين كفاءة المحولة .
3. تستخدم المحولات الخافضة للتوتر لشحن الهاتف النقال ، أذكر استخدامات أخرى لهذه المحولة .

المسألة

يبلغ عدد لفات أولية محولة كهربائية $N_P = 300$ لفة وعدد لفات ثانويتها $N_S = 600$ لفة ، والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يعطى وفق التابع $\bar{u}_s = 80\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (V)$: المطلوب : 1- احسب نسبة التحويل، هل المحولة رافعة للتوتر أم خافضة له ؟

2- احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي الدارة الثانوية، وقيمة التوتر المنتج بين طرفي الدارة الأولية .

3- نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة أومية صرفة $R = 20\Omega$. احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في المقاومة .

4- نصل على التفرع بين طرفي المقاومة السابقة مكثفة اتساعيتها $X_c = 40\Omega$ احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في فرع المكثفة ، واكتب التابع الزمني لشدته اللحظية .

5- نرفع المكثفة السابقة ونصل بين طرفي المقاومة وشيعة مهملة المقاومة، فتصبح الشدة الكلية في الدارة الثانوية $I_{eff\,S} = 5A$ المطلوب :

a- الشدة المنتجة للتيار في فرع الوشيعة باستخدام إنشاء فرينل، ثم اكتب تابع شدته اللحظية.

b- ذاتية الوشيعة

c- الاستطاعة المتوسطة في جملة الفرعين .

الحل :

1. نوع المحولة: $N_S > N_P$ أو $\mu = \frac{N_S}{N_P} = \frac{600}{300} = 2 > 1$

رافعة للتوتر خافضة للشدة

2. $U_{eff\,S} = \frac{U_{max_S}}{\sqrt{2}} = \frac{80\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{U_{eff\,S} = 80\,Volt}$

$\mu = \frac{N_S}{N_P} = \frac{U_{eff\,S}}{U_{eff\,P}} \Rightarrow 2 = \frac{80}{U_{eff\,P}} \Rightarrow \boxed{U_{eff\,P} = 40\,volt}$

3. $I_{eff_1} = \frac{U_{eff\,S}}{R} = \frac{80}{20} \Rightarrow \boxed{I_{eff_1} = 4\,A}$

4. $I_{eff_2} = \frac{U_{eff\,S}}{X_c} = \frac{80}{40} \Rightarrow \boxed{I_{eff_2} = 2\,A}$

تابع الشدة اللحظية في الوشيعة:

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

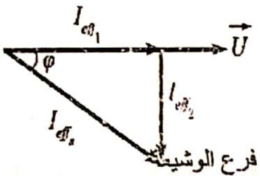
$I_{max2} = I_{eff2}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}(A)$

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

$\varphi = +\frac{\pi}{2}\ rad$ (لأنها مكثفة)

$\boxed{\bar{i}_2 = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\quad (A)}$

5.



a) $\overrightarrow{I_{eff\,s}} = \overrightarrow{I_{eff\,1}} + \overrightarrow{I_{eff\,2}}$

$(I_{eff\,s})^2 = (I_{eff\,1})^2 + (I_{eff\,2})^2$

$25 = 16 + (I_{eff\,2})^2$

$\boxed{I_{eff\,2} = 3A}$ الشدة المنتجة للتيار في فرع الوشيعة

تابع الشدة اللحظية في الوشيعة:

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

$I_{max2} = I_{eff2}\sqrt{2} = 3\sqrt{2}(A)$

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

$\varphi = -\frac{\pi}{2}\ rad$ (لأنها وشيعة مهملة المقاومة)

$\boxed{\bar{i}_2 = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\quad (A)}$

b) $U_{eff\,S} = X_L . I_{eff\,2} \Rightarrow X_L = \frac{U_{eff\,S}}{I_{eff\,2}} = \frac{120}{3} \Rightarrow X_L = 40\,\Omega$

$\Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{40}{100\pi} \Rightarrow \boxed{L = \frac{2}{5\pi}\ (H)}$

c) $P_{avg_1} = U_{eff\,S}\, I_{eff\,1}\cos(0) = 80 \times 4 \times 1 = 320\,W$

$P_{avg_2} = U_{eff\,S}\, I_{eff\,2}\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 80 \times 3 \times 0 = 0\,W$

$P_{avg_S} = P_{avg_1} + P_{avg_2} \Rightarrow \boxed{P_{avg_S} = 320\,W}$.

A - A