الوحدة الأولى: الحركة والتحريك

الدرس الأول: النواس المرن

المسألة الأولى:

تتألفُ هزّازةٌ جيبيّةٌ انسحابية من نابضٍ مرنٍ شاقوليٍّ مهمل الكتلةِ حلقاتُهُ متباعدةٌ، ثابتُ صلابته $k = 10\,\mathrm{N.m^{-1}}$ ، مثبّتٌ من أحد طرفيه، ويحملُ في طرفه الآخر جسماً كتلتُه m ، ويُعطى التابعُ الزمنيُّ لمطال حركتها بالعلاقة.

$$\bar{x} = 0.1\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

المطلوب:

1. أوجدْ قيمَ ثوابت الحركة ودورَها الخاصّ.
2. احسبْ كتلة الجسم m.
3. احسب قيمةَ السّرعة في موضعٍ مطالُه $x = 6\,\mathrm{cm}$، والجسمُ يتحرّكُ بالاتّجاه الموجبِ للمحور.
4. حدّد موضع الجّسم وجهة حركته لحظة بدء الزّمن.

	المعطيات: $k = 10N.m^{-1}, x = 0.1\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$
3) $v = ?, x = 6\times10^{-2}m$ $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2} = \pi\sqrt{10^{-2} - 36\times10^{-4}}$ $v = \pi\sqrt{100\times10^{-4} - 36\times10^{-4}}$ $v = \pi\sqrt{64\times10^{-4}} = 8\pi\times10^{-2}m.s^{-1}$	1) $X_{max}, \omega_0, \varphi, T_0 = ?$ $x = X_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$ $X_{max} = 0.1m$ $\omega_0 = \pi rad.s^{-1}$ $\varphi = \frac{\pi}{2} rad$ $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\pi} = 2s$
4) $x = ?, v = ?, t = 0$ $t = 0 \Rightarrow x = 0.1\cos\frac{\pi}{2} = 0m$ $v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$ $t = 0 \Rightarrow v = -\pi\times0.1\sin\frac{\pi}{2} = -0.1\pi m.s^{-1}$ $v \langle 0$ فالحركة بالاتجاه السالب للمحور	2) $m = ?$ $m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{10}{10} = 1kg$

المسألة الثالثة:

نشكّلُ هزّازةً توافقيّةً بسيطة من جسم كتلتُهُ $m = 1\,\text{kg}$ معلّق بطرفِ نابضٍ مرنٍ شاقوليٍّ مهملِ الكتلةِ حلقاتُهُ متباعدةٌ فينجزُ 10 هزّاتٍ في 10 s، ويرسمُ في أثناءِ حركتِه قطعةً مستقيمةً طولُها 16 cm.

المطلوب:

1. استنتجْ علاقة الاستطالة السكونيّة لهذا النابض، ثمّ احسبْ قيمتها.
2. احسبْ قيمةَ السرعة العظمى (طويلة).
3. احسبْ قيمةَ التسارع في مطال $x = 6$ cm.
4. احسبِ الطاقةَ الكامنةَ المرونيّة في موضع مطاله $x = -4\,\text{cm}$، واحسب الطاقة الحركيّة عندئذٍ.

المعطيات: $m = 1kg, n = 10, t = 10s, d = 16\times10^{-2}m$

$1) x_0 = ?$

يتأثر الجسم بقوتين: قوة الثقل $\vec{W}$ وقوة توتر النابض $\vec{F}_{s_0}$

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{W} + \vec{F}_{s_0} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$W - F_{s_0} = 0 \Rightarrow W = F_{s_0}$$

يتأثر النابض بالقوة : $\vec{F'}_{s_0}$

$$F'_{s_0} = F_{s_0} = kx_0$$

$$W = kx_0 \Rightarrow mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{k}$$

$$k = m\omega_0^2$$

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

$$T_0 = \frac{t}{n} = \frac{10}{10} = 1s$$

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

$$k = 1\times40 = 40N.m^{-1}$$

$$x_0 = \frac{1\times10}{40} = \frac{1}{4}m$$

$2) v_{max} = ?$

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

$$X_{max} = \frac{d}{2} = \frac{16\times10^{-2}}{2} = 8\times10^{-2}m$$

$$v_{max} = 2\pi\times8\times10^{-2} = 16\pi\times10^{-2}m.s^{-1}$$

$3) a = ?, x = 6\times10^{-2}m$

$$a = -\omega_0^2 x = -40\times6\times10^{-2} = -24\times10^{-1}m.s^{-2}$$

$4) E_P = ? x = -4\times10^{-2}m, E_k = ?$

$$E_P = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times40\times16\times10^{-4} = 32\times10^{-3}J$$

$$E_k = E_{tot} - E_P$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2}kX_{max}^2 = \frac{1}{2}\times40\times64\times10^{-4} = 128\times10^{-3}J$$

$$E_k = 128\times10^{-3} - 32\times10^{-3} = 96\times10^{-3}J$$

المسألة الرابعة:

تهتزُّ كرةٌ معدنيّةٌ كتلتُها m بمرونةِ نابضٍ شاقوليّ مهملِ الكتلة، حلقاتُهُ متباعدةٌ، ثابتُ صلابته $k = 16\,\mathrm{N.m^{-1}}$ بحركة توافقيّة بسيطة دورُها الخاصّ $1\,\mathrm{s}$، وبسعةِ اهتزاز $X_{max} = 0.1\,\mathrm{m}$، وبفرض مبدأ الزمن لحظة مرور الكرة بنقطة مطالُها $\frac{X_{max}}{2}$ وهي تتحرّك بالاتّجاه السالب.

المطلوب:

1. استنتج التابعَ الزمنيّ لمطال حركة الكرة انطلاقاً من شكله العامّ.
2. عيّنْ لحظتَي المرور الأوّلِ والثالثِ للكرة في موضع التوازن.
3. احسبْ شدّة قوّة الإرجاع في نقطة مطالُها $x = +0.1\,\mathrm{m}$
4. احسبْ كتلة الكرة.

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $k = 16N.m^{-1}, T_0 = 1s, X_{max} = 0.1m, t = 0 \Rightarrow \left(x = \frac{X_{max}}{2}, v \langle 0\right)$</td></tr>
<tr><td>1) $x = ?$
$x = X_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$
$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi rad.s^{-1}$
$t = 0 \Rightarrow x = \frac{X_{max}}{2}, v\langle 0$
$\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{3} rad$
$v = -\omega_0 X_{max}\sin\varphi$
$\varphi = \frac{\pi}{3} rad \Rightarrow v\langle 0$ مقبول
$\varphi = -\frac{\pi}{3} rad \Rightarrow v\rangle 0$ مرفوض
$x = 0.1\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$</td><td>2) $t_1 = ?, t_3 = ?, x = 0$
$x = 0$
$\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = 0$
$2\pi t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + \pi k; k = 0,1,2,3,...$
$2t = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} + k = \frac{1+6k}{6}$
$t = \frac{1+6k}{12}$
$k = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{12}s$
$k = 2 \Rightarrow t_3 = \frac{13}{12}s$</td></tr>
<tr><td>3) $F = ?, x = 0.1m$
$F = \lvert -kx \rvert = \lvert -16 \times 0.1 \rvert = 1.6N$</td><td>4) $m = ?$
$m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{16}{40} = \frac{4}{10} = 0.4kg$</td></tr>
</table>

حل المسائل العامة (النواس المرن)

المسألة (1):

نشكّلُ هزّازةً توافقيّةً بسيطةً مؤلّفةً من نابضٍ مرنٍ شاقوليٍّ مهملِ الكتلة، حلقاتُهُ متباعدةٌ، ثابتُ صلابته $k = 10\,\mathrm{N.m^{-1}}$ مثبَّتٍ من إحدى نهايتيه إلى نقطةٍ ثابتةٍ، ويحملُ في نهايته الثانية جسماً كتلتُه $m = 0.1\,\mathrm{kg}$ فإذا علمتَ أنّ مبدأ الزمن لحظةَ مرور الجسم في مركز الاهتزاز، وهو يتحرّك بالاتّجاه السالب بسرعة $v = -3\,\mathrm{m.s^{-1}}$.

المطلوب:

1. احسبْ نبضَ الحركة.
2. استنتج التابعَ الزمنيَّ لمطال الحركة.
3. احسبْ شدّةَ قوّةِ الإرجاع في نقطة مطالها $3\,\mathrm{cm}$.

المعطيات: $k = 10N.m^{-1}, m = 1kg, t = 0 \Rightarrow (x = 0, v < 0)$
$1)\ \omega_0 = ?$ $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0.1}} = \sqrt{100} = 10rad.s^{-1}$
$2)\ x = X_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$ $t = 0 \Rightarrow x = 0$ $\cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \mp\frac{\pi}{2}rad$ $v = -\omega_0 X_{max}\sin(\varphi)$ $\varphi = \frac{\pi}{2}rad \Rightarrow v < 0$ مقبول $\varphi = -\frac{\pi}{2}rad \Rightarrow v > 0$ مرفوض $-3 = -10X_{max}\sin\frac{\pi}{2}$ $X_{max} = 0.3m$ $x = 0.3\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$
$3)\ F = ?, x = 3\times10^{-2}m$ $F = \lvert -kx \rvert = \lvert -10\times3\times10^{-2} \rvert = 0.3N$

المسألة الأولى دورة 2020 الثانية:

تتألف هزازة توافقية بسيطة غير متخامدة من جسم صلب كتلته $m = 1kg$ معلق إلى طرف نابض مرن شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة يهتز بدور خاص $T_0 = 0.4s$ ويرسم في أثناء حركته قطعة مستقيمة طولها $d = 12cm$ المطلوب:

1. استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقا من شكله العام باعتبار مبدأ الزمن كان الجسم في مطاله الأعظمي الموجب

2. احسب ثابت صلابة النابض 3. احسب قيمة الاستطالة السكونية للنابض

4. عين لحظة المرور الأول للجسم في مركز الاهتزاز 5. احسب الطاقة الكامنة المرونية للنابض عند نقطة مطالها $x = 4cm$ ثم احسب الطاقة الحركية للجسم عندئذ

المعطيات: $m = 1kg, T_0 = 4\times10^{-1}s, d = 12\times10^{-2}m$

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

$X_{max} = \frac{d}{2} = \frac{12\times10^{-2}}{2} = 6\times10^{-2}m$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{4\times10^{-1}} = \frac{20\pi}{4} = 5\pi rad.s^{-1}$

$t = 0 \Rightarrow x = X_{max}$

$X_{max} = X_{max}\cos\varphi$

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

$x = 6\times10^{-2}\cos(5\pi t)$

2) $k = ?$

$k = m\omega_0^2 = 1\times250 = 250 N.m^{-1}$

3) $x_0 = ?$

$x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{1\times10}{250} = \frac{1}{25}m$

4) $t = ?$

$x = 0$

$\cos(5\pi t) = 0$

$5\pi t = \frac{\pi}{2} + \pi k ; k = 0,1,2,...$

$k = 0 \Rightarrow 5t = \frac{1}{2}$

$t = \frac{1}{10} = 0.1s$

5) $E_P = ?, x = 4\times10^{-2}m, E_k = ?$

$E_P = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times250\times16\times10^{-4} = 2\times10^{-1}J$

$E_k = E_{tot} - E_p$

$E_{tot} = \frac{1}{2}kX_{max}^2 = \frac{1}{2}\times250\times36\times10^{-4} = 45\times10^{-2}J$

$E_k = 45\times10^{-2} - 20\times10^{-2} = 25\times10^{-2}J$

المسألة الأولى: 2021 الأولى:

تهتز كرة معدنية كتلتها m بمرونة نابض شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صلابته $k=100N.m^{-1}$ بحركة توافقية بسيطة دورها الخاص $T_0=\frac{\pi}{5}s$ وبسعة اهتزاز $X_{max}=12cm$ باعتبار مبدأ الزمن $t=0$ لحظة مرور الكرة في موضع مطاله $\frac{X_{max}}{2}$ وهي تتحرك بالاتجاه السالب المطلوب: 1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقا من شكله العام

2- عين لحظة المرور الأول للكرة في موضع التوازن ثم احسب سرعتها عندئذ

3- احسب كتلة الكرة m 4- احسب شدة قوة الإرجاع في نقطة مطالها $x=4cm$

5- احسب الاستطالة السكونية للنابض 6- احسب الطاقة الميكانيكية (الكلية) لهذا النواس

المعطيات: $k=100N.m^{-1}, T_0=\frac{\pi}{5}s, X_{max}=12cm=12\times10^{-2}m, t=0\Rightarrow\left(x=\frac{X_{max}}{2}, v<0\right)$	
$1) x=?$ $x=X_{max}\cos(\omega_0 t+\varphi)$ $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}=\frac{2\pi}{\frac{\pi}{5}}=10rad.s^{-1}$ $t=0\Rightarrow x=\frac{X_{max}}{2}, v<0$ $\frac{X_{max}}{2}=X_{max}\cos\varphi\Rightarrow\cos\varphi=\frac{1}{2}\Rightarrow\varphi=\pm\frac{\pi}{3}rad$ $v=-\omega_0 X_{max}\sin\varphi$ $\varphi=\frac{\pi}{3}rad\Rightarrow v<0$ مقبول $\varphi=-\frac{\pi}{3}rad\Rightarrow v>0$ مرفوض $x=12\times10^{-2}\cos\left(10t+\frac{\pi}{3}\right)$	$2) t=?, x=0, v=?$ $x=0\Rightarrow\cos\left(10t+\frac{\pi}{3}\right)=0$ $10t+\frac{\pi}{3}=\frac{\pi}{2}+\pi k, k=0,1,2,...$ $k=0\Rightarrow 10t=\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{3}=\frac{\pi}{6}$ $t=\frac{\pi}{60}s$ $v=-\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t+\varphi)$ $v=-10\times12\times10^{-2}\sin\left(10\times\frac{\pi}{60}+\frac{\pi}{3}\right)$ $v=-1.2m.s^{-1}$
$3) m=?$ $m=\frac{k}{\omega_0^2}=\frac{100}{100}=1kg$	$4) F=?, x=4\times10^{-2}m$ $F=\lvert -kx\rvert=\lvert -100\times4\times10^{-2}\rvert=4N$
$5) x_0=?$ $x_0=\frac{mg}{k}=\frac{1\times10}{100}=0.1m$	$6) E_{tot}=?$ $E_{tot}=\frac{1}{2}kX_{max}^2=\frac{1}{2}\times100\times144\times10^{-4}=72\times10^{-2}J$

الدرس الثاني: نواس الفتل

المسألة الأولى:

يتألّفُ نوّاس فتل من قرصٍ متجانسٍ كتلتُه $m = 2\,\text{kg}$، نصفُ قطره $r = 4\,\text{cm}$، معلّقٌ من مركزه إلى سلك فتل شاقوليّ ثابتُ فتله $k = 16\times10^{-3}\,\text{m.N.rad}^{-1}$، نديرُ القرص في مستوٍ أفقيّ زاوية $\theta = +\frac{\pi}{4}\,\text{rad}$ عن وضع توازنِه، ونتركُهُ دون سرعةٍ ابتدائيّةٍ في اللحظة $t = 0$.

المطلوب:

1. احسبِ الدورَ الخاصّ للنوّاس.
2. استنتجِ التابعَ الزمنيَّ للمطال الزاويّ انطلاقاً من شكله العامّ.
3. احسبِ الطاقةَ الكامنةَ في وضع مطاله الزاويّ $\theta = \frac{\pi}{8}\,\text{rad}$، ثمّ احسب الطاقة الحركيّة عندئذٍ. (عزم عطالة قرص حول محور عموديّ على مستويه ومارّ من مركزه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2$)

المعطيات: $m = 2kg\,, r = 4\times10^{-2}m\,, k = 16\times10^{-3}m.N.rad^{-1}\,, t = 0 \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{4}rad$

1) $T_0 = ?$

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

$$I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2}\times2\times16\times10^{-4} = 16\times10^{-4}kg.m^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{16\times10^{-4}}{16\times10^{-3}}} = 2s$$

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

$$\theta = \theta_{max} = \frac{\pi}{4}rad\,, t = 0$$

ترك دون سرعة ابتدائية

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

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

$$\theta = \frac{\pi}{4}\cos(\pi t)$$

3) $E_P = ?, \theta = \frac{\pi}{8}rad\,, E_k = ?$

$$E_P = \frac{1}{2}k\theta^2 = \frac{1}{2}\times16\times10^{-3}\times\frac{10}{64} = \frac{1}{8}\times10^{-2}J$$

$$E_k = E_{tot} - E_p$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2}k\theta_{max}^2 = \frac{1}{2}\times16\times10^{-3}\times\frac{10}{16} = \frac{1}{2}\times10^{-2}J$$

$$E_k = \frac{1}{2}\times10^{-2} - \frac{1}{8}\times10^{-2} = \frac{3}{8}\times10^{-2}J$$

المسألة الثانية:

ساقٌ مهملةُ الكتلةِ طولُها l، نثبّتُ في كلٍّ من طرفيها كتلةً نقطيّة $125\,g$، ونعلّقُ الجملة من منتصفها إلى سلكِ فتلٍ شاقوليٍّ ثابتُ فتله $16\times10^{-3}\,m.N.rad^{-1}$ لتؤلّفَ الجملةُ نوّاس فتل، نزيحُ الساّق عن وضع توازنها في مستوٍ أفقي بزاوية $\theta=\frac{\pi}{3}\,rad$ وتُترك دون سرعةٍ ابتدائيّةٍ لحظةَ بدء الزمن، فتهتزُّ بحركةٍ جيبيّة دورانيّة، دورُها الخاصّ $2.5\,s$

المطلوب:

1. استنتج التابعَ الزمنيّ للمطال الزاويّ انطلاقاً من شكله العامّ.
2. احسبْ قيمةَ السرعة الزاويّة للساق لحظة مرورِها الأوّل بوضع التوازن.
3. احسبْ طولَ الساق.

المعطيات: $m_1=m_2=125\times10^{-3}kg\,,k=16\times10^{-3}m.N.rad^{-1},T_0=2.5s\,,t=0\Rightarrow\theta=\frac{\pi}{3}rad$

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

$\theta=\theta_{max}=\frac{\pi}{3}rad\,,t=0$

ترك دون سرعة ابتدائية

$\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}=\frac{2\pi}{2.5}=\frac{4\pi}{5}rad.s^{-1}$

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

$\theta=\frac{\pi}{3}\cos(\frac{4\pi}{5}t)$

$2)\omega=?,t=?$

$\omega=-\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t+\varphi)$

$\theta=0\Rightarrow\cos(\frac{4\pi}{5}t)=0$

$\frac{4\pi}{5}t=\frac{\pi}{2}+\pi k\,;k=0,1,2,3,\ldots$

$k=0\Rightarrow\frac{4}{5}t=\frac{1}{2}\Rightarrow t=\frac{5}{8}s$

$\omega=-\frac{4\pi}{5}\times\frac{\pi}{3}\sin(\frac{4\pi}{5}\times\frac{5}{8})=-\frac{8}{3}rad.s^{-1}$

$3)\ell=?$

$I_\Delta=I_{\Delta/m_1}+I_{\Delta/m_2}=2m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2=\frac{1}{2}m_1\ell^2$

$k=I_\Delta\omega_0^2$

$16\times10^{-3}=I_\Delta\frac{160}{25}$

$I_\Delta=25\times10^{-4}kg.m^2$

$25\times10^{-4}=\frac{1}{2}\times125\times10^{-3}\ell^2$

$\ell^2=\frac{1}{25}\Rightarrow\ell=0.2m$

المسألة الثالثة:

ساقٌ أفقيّةٌ متجانسةٌ طولُها $l = ab = 40\ \text{cm}$ معلّقةٌ بسلكِ فتلٍ شاقوليّ يمرُّ من منتصفها.

a. نديرُ الساقَ في مستوٍ أفقيّ بزاوية $\theta = 60^\circ$ انطلاقاً من وضع توازنها، ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة في اللحظة $t = 0$ فتهتزّ بحركة جيبيّة دورانيّة دورُها الخاصّ $T_0 = 1\ \text{s}$ فإذا علمتَ أنّ عزم عطالة الساق بالنسبة لسلك الفتل $I_{\Delta/c} = 2\times10^{-3}\ \text{kg.m}^2$

المطلوب:

1. استنتجِ التابعَ الزمنيَّ للمطال الزاويّ انطلاقاً من شكله العامّ.
2. احسبْ قيمةَ السرعة الزاويّة للساق لحظة مرورِها الثاني بوضع التوازن.
3. احسبْ قيمةَ التسارع الزاويّ للساق عندما تصنع زاوية (-30°) مع وضع توازنها.

b. نثبّت بالطرفين a, b كتلتين نقطيّتين $m_1 = m_2 = 75\ \text{g}$ استنتجْ قيمةَ الدورِ الخاصّ الجديد للجملة المهتزّة، ثم احسب قيمةَ ثابت فتل السلك.

c. نقسّمُ سلكَ الفتل قسمين متساويين، ونعلّقُ الساقَ بعدئذٍ بنصفَي السلك معاً؛ أحدُهما من الأعلى، والآخرُ من الأسفل ومن منتصفها، ويثبّت طرف هذا السلك من الأسفل بحيث يكون شاقوليّاً. استنتجْ قيمةَ الدورِ الخاصّ الجديد للساق (دون وجود كتل نقطية). افترض $\pi^2 = 10$.

المعطيات: $\ell = 4\times10^{-1}m, t = 0 \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{3}rad, T_0 = 1s, I_\Delta = 2\times10^{-3}kg.m^2$

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

$\theta = \theta_{max} = \frac{\pi}{3}rad, t = 0$

ترك دون سرعة ابتدائية

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

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

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

$2)\ \omega = ?, t = ?$

$\omega = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$

$\theta = 0 \Rightarrow \cos(2\pi t) = 0$

$2\pi t = \frac{\pi}{2} + \pi k; k = 0,1,2,3,...$

$k = 1 \Rightarrow 2t = \frac{1}{2} + 1 \Rightarrow t = \frac{3}{4}s$

$\omega = -2\pi\times\frac{\pi}{3}\sin(2\pi\times\frac{3}{4}) = \frac{20}{3}rad.s^{-1}$

$3)\ \alpha = ?, \theta = -\frac{\pi}{6}rad.s^{-1}$

$\alpha = -\omega_0^2\theta = -40\times-\frac{\pi}{6} = \frac{20\pi}{3}rad.s^{-2}$

$b)\ m_1 = m_2 = 75\times10^{-3}kg, T_0' = ?, k = ?$

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

$I_\Delta' = I_\Delta + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} = I_\Delta + 2m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 = I_\Delta + \frac{1}{2}m_1\ell^2$

$I_\Delta' = 2\times10^{-3} + \frac{1}{2}\times75\times10^{-3}\times16\times10^{-2} = 8\times10^{-3}kg.m^2$

$T_0' = \sqrt{\frac{8\times10^{-3}}{2\times10^{-3}}} = 2s$

$k = I_\Delta\omega_0^2 = 2\times10^{-3}\times40 = 8\times10^{-2}m.N.rad^{-1}$

$c)\ T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1 + k_2}}$

$k_1 = k_2 = k'\frac{(2r)^4}{\frac{\ell}{2}} = 2k$

$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{4k}} = \frac{T_0}{2} = \frac{1}{2}s$

المسألة الأولى 2022 الثانية:

ساق متجانسة طولها L كتلتها M معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي

A) ندير الساق في مستوٍ أفقي بزاوية $\theta = +\frac{\pi}{2} rad$ انطلاقاً من وضع توازنها ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$ فتهتز بحركة جيبية دورانية دورها الخاص $T_0 = 1s$ المطلوب:

1- استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام

2- احسب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن

3- احسب قيمة التسارع الزاوية للساق عندما تصنع زاوية $\theta = -\frac{\pi}{4} rad$ مع وضع توازنها

B) نثبت بطرفي الساق كتلتين نقطيتين $m_1 = m_2 = 100g$ فيصبح الدور الخاص للجملة المهتزة $T_0' = 2s$ فإذا علمت أن عزم عطالة الساق حول محور عمودي عليها ومار من منتصفها $I_{\Delta/C} = \frac{1}{12}ML^2$ وباعتبار أن $\pi^2 = 10$ استنتج قيمة كتلة الساق M

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $t = 0, \theta = +\frac{\pi}{2} rad, T_0 = 1s$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">

$B) m_1 = m_2 = 10^{-1} kg, T_0' = 2, M = ?$

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

$2 = \sqrt{\frac{I_\Delta'}{I_\Delta}} \Rightarrow 4 = \frac{I_\Delta'}{I_\Delta} \Rightarrow 4I_\Delta = I_\Delta'$

$4I_\Delta = I_\Delta + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$

$3I_\Delta = 2I_{\Delta/m_1}$

$3 \times \frac{1}{12}ML^2 = 2m_1\left(\frac{L}{2}\right)^2$

$\frac{1}{4}ML^2 = \frac{1}{2}m_1L^2$

$M = 2m_1 = 2\times10^{-1} kg$

</td><td>

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

$\theta = \theta_{max} = \frac{\pi}{2} rad, t = 0$

ترك دون سرعة ابتدائية

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

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

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

</td></tr>
<tr><td>

$2) \omega = ?, t = ?$

$\omega = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$

$\theta = 0 \Rightarrow \cos(2\pi t) = 0$

$2\pi t = \frac{\pi}{2} + \pi k; k = 0,1,2,3,...$

$k = 1 \Rightarrow 2t = \frac{1}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{4}s$

$\omega = -2\pi \times \frac{\pi}{2}\sin(2\pi \times \frac{1}{4}) = -10 rad.s^{-1}$

</td></tr>
<tr><td>

$3) \alpha = ?, \theta = -\frac{\pi}{4} rad.s^{-1}$

$\alpha = -\omega_0^2\theta = -40 \times -\frac{\pi}{4} = 10\pi rad.s^{-2}$

</td></tr>
</table>

الدرس الثالث: النواس الثقلي

المسألة الثانية:

خيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله $l = 40\,\mathrm{cm}$ نعلق في نهايته كرة صغيرة نعدها نقطة مادية كتلتها $m = 100\,\mathrm{g}$

المطلوب:

1. يحرف الخيط عن وضع التوازن بزاوية $\theta_{\max}$ ونترك الكرة بدون سرعة ابتدائية فتكون سرعتها لحظة مرورها بالشاقول $v = 2\,\mathrm{m.s^{-1}}$ استنتج قيمة الزاوية $\theta_{\max}$.
2. استنتج بالرموز علاقة توتر خيط النواس لحظة مروره بوضع الشاقول ثم احسب قيمته.

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $\ell = 4\times10^{-1} m , m = 10^{-1} kg$</td></tr>
<tr>
<td>
$1) v = 2 m.s^{-1} , \theta_{\max} = ?$
نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:
الأول: $\theta_1 = \theta_{\max}$ الثاني: $\theta_2 = 0$
$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}(1\to2)} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{W}} + W_{\vec{T}}$
$E_{k_1} = 0$: ترك دون سرعة ابتدائية
$W_{\vec{T}} = 0$: لأن حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة
$\frac{1}{2} m v^2 = mgh \Rightarrow v^2 = 2gh = 2g\ell(1-\cos\theta_{\max})$
$\cos\theta_{\max} = 1 - \frac{v^2}{2g\ell} = 1 - \frac{4}{2\times10\times4\times10^{-1}} = \frac{1}{2}$
$\theta_{\max} = \frac{\pi}{3} rad$
</td>
<td>
$2) T = ?$
القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\vec{W}$ ، قوة توتر الخيط $\vec{T}$
نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي:
$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{W} + \vec{T} = m\vec{a}$
بالإسقاط على محور الناظم:
$-W + T = ma_c \Rightarrow T = ma_c + W$
$T = m\frac{v^2}{\ell} + mg = m\left(\frac{v^2}{\ell} + g\right)$
$T = 10^{-1}\left(\frac{4}{4\times10^{-1}} + 10\right) = 10^{-1}(20) = 2N$
</td>
</tr>
</table>

المسألة الثالثة:

نعلّقُ كـرةً صغيـرةً نعدُّهـا نقطـةً ماديّـةً، كتلتُهـا $m = 0.5\,\text{kg}$ بخيـطٍ مهمـلِ الكتلـة، لا يمتـطُّ، طولُـه $l = 1.6\,\text{m}$، لتؤلّـفَ نوّاسـاً ثقليّـاً بسـيطاً، ثـمّ نزيـحُ الكـرة إلـى مسـتوٍ أفقـيّ يرتفـع $h = 0.8\,\text{m}$ عـن المسـتوي الأفقـيّ المـارّ منهـا وهـي فـي موضـع توازنهـا الشـاقولـيّ، ليصنـعَ خيـطُ النـوّاس مـع الشـاقول زاويـة $\theta_{\max}$ ، ونتركُـها دون سـرعة ابتدائيّـة،

المطلوب:

1. استنتجْ بالرموز العلاقةَ المحدّدة لسرعة الكرة عند مرورها بالشاقول، ثمّ احسبْ قيمتها، موضّحاً بالرسم.
2. استنتجْ قيمةَ الزاوية $\theta_{\max}$ ، ثمّ احسبْ قيمتها.
3. احسبْ دورَ هذا النوّاس.
4. استنتجْ بالرموز العلاقةَ المحدّدة لشدّة قوّة توتّر الخيط عند المرور بالشاقول، ثمّ احسب قيمتها.

المعطيات: $m = 0.5kg\,,\ell = 1.6m\,,h = 0.8m$

1) $v = ?$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: $\theta_1 = \theta_{\max}$ الثاني: $\theta_2 = 0$

$$\Delta E_k = \sum W_{\vec F(1\to2)} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec W} + W_{\vec T}$$

$E_{k_1} = 0$: ترك دون سرعة ابتدائية

$W_{\vec T} = 0$: لأن حامل $\vec T$ يعامد الانتقال في كل لحظة

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times10\times0.8} = \sqrt{16} = 4m.s^{-1}$$

3) $T_0' = ?$

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.6}{10}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{16\times10^{-2}} = 8\pi\times10^{-1} = 2.5s$$

$$T_0' = 2.5\left(1 + \frac{\frac{10}{9}}{16}\right) = 2.5\left(1 + \frac{10}{144}\right) = 2.5(1 + 0.07)$$

$$T_0' = 2.675s$$

1) $\theta_{\max} = ?$

$$h = \ell(1 - \cos\theta_{\max})$$

$$\cos\theta_{\max} = 1 - \frac{h}{\ell} = 1 - \frac{0.8}{1.6} = \frac{1}{2}$$

$$\theta_{\max} = \frac{\pi}{3}rad$$

2) $T = ?$

$$\sum \vec F = m\vec a \Rightarrow \vec W + \vec T = m\vec a$$

بالإسقاط على محور الناظم:

$$-W + T = ma_c \Rightarrow T = ma_c + W$$

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

$$T = 5\times10^{-1}\left(\frac{16}{16\times10^{-1}} + 10\right) = 5\times10^{-1}(20) = 10N$$

المسألة الأولى: 2020 الأولى:

يتألف نواس ثقلي بسيط من كرة صغيرة نعدها نقطة مادية كتلتها $m = 300g$ معلقة بخيط خفيف لا يمتط طوله $L = 1.44m$ المطلوب:

1- احسب الدور الخاص لهذا النواس عندما يهتز بسعة زاوية $\theta_{max} = 0.4rad$

2- نزيح النواس عن وضع التوازن بزاوية $\theta_{max} \rangle 0.24rad$ ويترك دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرورها بالشاقول $v = \frac{12}{\pi} m.s^{-1}$ احسب قيمة θ_{max}. 3- استنتج بالرموز علاقة توتر خيط النواس لحظة مروره بالشاقول ثم احسب قيمتها

المعطيات: $\ell = 144\times10^{-2} m, m = 3\times10^{-1} kg$	
$1)\ T_0' = ?$ $T_0' = T_0\left(1+\frac{\theta_{max}^2}{16}\right)$ $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{144\times10^{-2}}{10}} = 2\times12\times10^{-1} = 2.4s$ $T_0' = 2.4\left(1+\frac{0.16}{16}\right) = 2.4(1+0.01) = 2.4(1.01) = 2.424s$	
$1)\ v = \frac{12}{\pi} m.s^{-1}, \theta_{max} = ?$ نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين: الأول: $\theta_1 = \theta_{max}$ الثاني: $\theta_2 = 0$ $\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}(1\to2)} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{W}} + W_{\vec{T}}$ $E_{k_1} = 0$: ترك دون سرعة ابتدائية $W_{\vec{T}} = 0$: لأن حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة $\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v^2 = 2gh = 2gL(1-\cos\theta_{max})$ $\cos\theta_{max} = 1-\frac{v^2}{2gL} = 1-\frac{\frac{144}{10}}{2\times10\times144\times10^{-2}} = \frac{1}{2}$ $\theta_{max} = \frac{\pi}{3} rad$	$2)\ T = ?$ القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\vec{W}$ ، قوة توتر الخيط $\vec{T}$ نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي: $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{W} + \vec{T} = m\vec{a}$ بالإسقاط على محور الناظم: $-W + T = ma_c \Rightarrow T = ma_c + W$ $T = m\frac{v^2}{L} + mg = m\left(\frac{v^2}{L}+g\right)$ $T = 3\times10^{-1}\left(\frac{\frac{144}{10}}{144\times10^{-2}}+10\right)$ $T = 3\times10^{-1}(20) = 6N$

المسألة الأولى: 2021 الثانية:

يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته m نصف قطره $r = \frac{2}{3}m$ يمكن أن يهتز في مستو شاقولي حول محور أفقي ثابت مار بنقطة من محيطه المطلوب:

1- انطلاقا من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب في حالة السعات الزاوية الصغيرة استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص بدلالة r ثم احسب قيمة هذا الدور

2- احسب طول النواس الثقلي البسيط الموافق لهذا النواس

3- نزيح النواس عن الشاقول بزاوية $\theta_{max} \rangle 0.24rad$ ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية لمركز عطالة النواس عند المرور بالشاقول $v = \frac{2\pi}{3} m.s^{-1}$ استنتج قيمة السعة الزاوية θ_{max} علما أن:

(عزم عطالة القرص حول محور يمر بمركز عطالته وعمودي على مستويه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2$)

المعطيات: $r = \frac{2}{3}m , I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2$

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

$d = r$

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

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

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

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3\times\frac{2}{3}}{2\times 10}} = 2s$

$2)\ T_{0\,\text{بسيط}} = T_{0\,\text{مركب}}$

$2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{10}} = 2$

$\ell = 1m$

$3)\theta_{max} = ?, v_c = \frac{2\pi}{3} m.s^{-1}$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: $\theta_1 = \theta_{max}$ الثاني: $\theta_2 = 0$

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

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

$E_{k_1} = 0$: ترك دون سرعة ابتدائية

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

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

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

$\cos\theta_{max} = 1 - \frac{I_\Delta\omega^2}{2mgd} = 1 - \frac{\frac{3}{2}mr^2\omega^2}{2mgr} = 1 - \frac{3r\,\omega^2}{4g}$

$v_c = r\,\omega \Rightarrow \omega = \frac{\frac{2\pi}{3}}{\frac{2}{3}} = \pi rad.s^{-1}$

$\cos\theta_{max} = 1 - \frac{3\times\frac{2}{3}\times 10}{4\times 10} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{max} = 60^\circ$

المسألة الأولى: 2022 الأولى:

يتألف نواس ثقلي مركب من ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها $\ell = 1m$ تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية $m_1 = 0.3kg$ وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية $m_2 = 0.9kg$ نجعلها تهتز حول محور أفقي مار من منتصفها

المطلوب:

1. احسب دور النواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة
2. احسب طول النواس الثقلي البسيط المواقت لهذا النواس
3. نزيح النواس عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية $\theta_{max} = 60^\circ$ ونتركها دون سرعة ابتدائية المطلوب:

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

b) احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية m_2 لحظة مرورها بالشاقول

المعطيات: $\ell = 1m , m_1 = 0.3kg , m_2 = 0.9kg$

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

$$m = m_1 + m_2 = 0.3 + 0.9 = 1.2kg$$

$$d = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m_1 + m_2} = \frac{-m_1\frac{\ell}{2} + m_2\frac{\ell}{2}}{m_1 + m_2}$$

$$d = \frac{-0.3\times\frac{1}{2} + 0.9\times\frac{1}{2}}{1.2} = \frac{1}{4}m$$

$$I_\Delta = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} = m_1\frac{\ell^2}{4} + m_2\frac{\ell^2}{4}$$

$$I_\Delta = 0.3\times\frac{1}{4} + 0.9\times\frac{1}{4} = 0.3kg.m^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.3}{1.2\times 10\times\frac{1}{4}}} = 2s$$

$$2) T_{0\,\text{طب بسيط}} = T_{0\,\text{مركب}}$$

$$2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{g}} = 2 \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{10}} = 2$$

$$\ell' = 1m$$

$$3) \theta_{max} = 60^\circ , a) \omega = ? , b) v_{m_2} = ?$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: $\theta_1 = \theta_{max}$ الثاني: $\theta_2 = 0$

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

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

$E_{k_1} = 0$: ترك دون سرعة ابتدائية

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

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

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

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

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times 1.2\times 10\times\frac{1}{4}(1-\frac{1}{2})}{0.3}}$$

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

$$b) v_{m_2} = \frac{\ell}{2}\omega = \frac{1}{2}\times\pi = \frac{\pi}{2}m.s^{-1}$$

الدرس الرابع: ميكانيك السوائل المتحركة

المسألة الأولى:

لملْءِ خزّانٍ حجمُه $600\ L$ بالماء استُعمِلَ خرطومٌ مساحةُ مقطعِه $5\ cm^2$ فاستغرقت العمليّة $300\ s$.

المطلوب:

1. احسبْ معدّلَ التدفّق الحجمي Q'.
2. احسبْ سرعة تدفّق الماء من فتحة الخرطوم.
3. كمْ تصبحُ سرعة تدفّق الماء من فتحة الخرطوم إذا نَقَصَ مقطعُها ليصبحَ رُبعَ ما كان عليه؟

المعطيات: $V = 6\times10^{-1}m^3, s = 5\times10^{-4}m^2, \Delta t = 300s$		
$1)\ Q' = ?$ $Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{6\times10^{-1}}{300} = 2\times10^{-3}m^3.s^{-1}$	$2)\ v = ?$ $v = \frac{Q'}{s} = \frac{2\times10^{-3}}{5\times10^{-4}} = 4m.s^{-1}$	$3)\ v' = ?, s' = \frac{s}{4}$ $v' = \frac{Q'}{s'} = \frac{Q'}{\frac{s}{4}} = \frac{4Q'}{s} = 4v = 4\times4 = 16m.s^{-1}$

المسألة الثانيةُ:

ترفعُ مِضخّةٌ الماءَ من خزّانٍ أرضيٍّ عبرَ أنبوبٍ مساحةُ مقطعِه $s_1 = 10\ cm^2$ إلى خزّانٍ يقعُ على سطح بناء، فإذا علمتَ أنّ مساحةَ مقطعِ الأنبوب الذي يصبُّ في الخزّان العلويّ $s_2 = 5\ cm^2$، وأنّ معدّلَ الضخ $Q' = 0.005\ m^3.s^{-1}$.

المطلوب:

1. احسب سرعةَ الماءِ عندَ دخولِه الأنبوبَ وعند فتحةِ خروجِه من الأنبوب.
2. احسب قيمةِ ضغطِ الماءِ عندَ دخولِه الأنبوبَ علماً بأنّ الضغطَ الجويّ $1\times10^5\ Pa$، والارتفاعَ بين الفوّهتين $20\ m$
3. احسب العملَ الميكانيكي اللازم لضخ $100\ L$ من الماء إلى الخزان العلوي.

$\rho_{H_2O} = 1000\ kg.m^{-3}$, $g = 10\ m.s^{-2}$

المعطيات: $s_1 = 10^{-3}m^2, s_2 = 5\times10^{-4}m^2, Q' = 5\times10^{-3}m^3.s^{-1}$		
$1)\ v_1 = ?, v_2 = ?$ $v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{5\times10^{-3}}{10^{-3}}$ $v_1 = 5m.s^{-1}$ $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{5\times10^{-3}}{5\times10^{-4}}$ $v_2 = 10m.s^{-1}$	$2)\ P_1 = ?, P_2 = 10^5 Pa, h = 20m, \rho = 1000kg.m^{-3}$ $P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right) + \rho gh$ $P_1 = 10^5 + \frac{1}{2}\times1000\times(100-25) + 1000\times10\times20$ $P_2 = 10^5 + 500\times75 + 2\times10^5$ $P_2 = 3\times10^5 + 0.375\times10^5 = 3.375\times10^5 Pa$	$3)\ W_{tot} = ?, V = 10^{-3}m^3$ $W_{tot} = -mgh + (P_1 - P_2)V$ $m = \rho V = 1000\times10^{-1} = 100kg$ $W_{tot} = -100\times10\times20 + (3.375\times10^5 - 10^5)\times10^{-1}$ $W_{tot} = -20000 + 2.375\times10^4 = -20000 + 23750$ $W_{tot} = 3750J$

حل المسائل العامة ومسائل الدورات - السوائل

المسألة (7):

يجري الماء داخل الأنابيب الموضَّحة في الشكل من (a) إلى (b) حيث نصف قطر الأنبوب عند (a) $r_1 = 5\,\text{cm}$ و نصف قطر الأنبوب عند النقطة (b) $r_2 = 10\,\text{cm}$ والمسافة الشاقوليَّة بين (a) و (b) $h = 50\,\text{cm}$:

1. احسب سرعة جريان الماء عند النقطة (b) علماً أنَّ سرعة جريان الماء عند النقطة (a) $v_1 = 4\,\text{m.s}^{-1}$.
2. احسب قيمة فرق الضَّغط $(P_{a-} P_b)$ $(\rho_{H2O} = 1000\,\text{kg.m}^{-3})$.

المعطيات: $r_1 = 5\times10^{-2}m, r_2 = 10^{-1}m, h = 5\times10^{-1}m$
1) $v_2 = ?, v_1 = 4m.s^{-1}$ $s_1v_1 = s_2v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{s_1v_1}{s_2} = \frac{\pi r_1^2 v_1}{\pi r_2^2} = \frac{r_1^2 v_1}{r_2^2} = \frac{25\times10^{-4}\times4}{10^{-2}} = 1m.s^{-1}$
2) $P_1 - P_2 = ?, \rho = 1000kg.m^{-3}$ $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2 \Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g h$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\times1000(1-16) + 1000\times10\times5\times10^{-1} = 500(-15) + 5000 = -2500Pa$

المسألة الثالثة 2020 الثانية:

يجري الماء في أنبوب شاقولي من النقطة (a) إلى النقطة (b) حيث مساحة مقطع الأنبوب عند النقطة (a) $s_1 = 5cm^2$ وسرعة جريان الماء عند هذه النقطة $v_1 = 8m.s^{-1}$ ومساحة مقطع الأنبوب عند النقطة (b) $s_2 = 20cm^2$ وسرعة جريان الماء عند هذه النقطة v_2 والمسافة الشاقولية بين النقطتين (a) و (b) $h = 60cm$ المطلوب حساب:

1- معدل التدفق الحجمي   2- سرعة جريان الماء v_2 عند النقطة (b)

3- قيمة فرق الضغط $P_a - P_b$ باعتبار أن $(g = 10m.s^{-2}, \rho = 1000kg.m^{-3})$

المعطيات: $s_1 = 5\times10^{-4}m^2, s_2 = 2\times10^{-3}m^2, h = 6\times10^{-1}m$
1) $Q' = s_1v_1 = 5\times10^{-4}\times8 = 4\times10^{-3}m^3.s^{-1}$
1) $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{4\times10^{-3}}{2\times10^{-3}} = 2m.s^{-1}$
2) $P_1 - P_2 = ?, \rho = 1000kg.m^{-3}$ $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2 \Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g h$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\times1000(4-64) + 1000\times10\times6\times10^{-1} = 500(-60) + 6000 = -24000Pa$

المسألة الثالثة: 2021 الأولى:

تقوم مضخة برفع الماء من خزان أرضي عبر أنبوب مساحة مقطعه $s_1 = 10cm^2$ إلى خزان يقع على سطح بناء فإذا علمت أن مساحة مقطع الأنبوب الذي يصب في الخزان العلوي $s_2 = 5cm^2$ وأن التدفق الحجمي للماء $Q' = 0.005m^3.s^{-1}$ والارتفاع بين الفتحتين $h = 10m$

المطلوب حساب: **1-** سرعة الماء v_1 عند دخوله من الفتحة s_1 وسرعته v_2 عند خروجه من الفتحة s_2

2- قيمة ضغط الماء عند دخوله فتحة الأنبوب s_1 إذا علمت أن قيمة الضغط عند الفتحة s_2 تساوي $P_2 = 1\times10^5 Pa$ ($\rho_{H_2O} = 1000kg.m^{-3}$)

المعطيات: $s_1 = 10^{-3}m^2, s_2 = 5\times10^{-4}m^2, Q' = 5\times10^{-3}m^3.s^{-1}$	
$1) v_1 = ?, v_2 = ?$ $v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{5\times10^{-3}}{10^{-3}} = 5m.s^{-1}$ $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{5\times10^{-3}}{5\times10^{-4}} = 10m.s^{-1}$	$2) P_1 = ?, P_2 = 10^5 Pa, h = 10m, \rho = 1000kg.m^{-3}$ $P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right) + \rho gh$ $P_1 = 10^5 + \frac{1}{2}\times1000\times(100-25) + 1000\times10\times10$ $P_2 = 10^5 + 500\times75 + 10^5$ $P_2 = 2\times10^5 + 0.375\times10^5 = 2.375\times10^5 Pa$

المسألة الرابعة 2022 الثانية:

لملء خزان حجمه $V = 800L$ بالماء استعمل خرطوم مساحة مقطعه $s = 5cm^2$ فاستغرقت العملية $\Delta t = 400s$ المطلوب:

1- احسب معدل التدفق الحجمي Q' **2-** احسب سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم

3- احسب سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم إذا أصبحت مساحة مقطعه $s_2 = \frac{1}{2}s_1$

المعطيات: $V = 8\times10^{-1}m^3, s = 5\times10^{-4}m^2, \Delta t = 400s$		
$1) Q' = ?$ $Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{8\times10^{-1}}{400} = 2\times10^{-3}m^3.s^{-1}$	$2) v = ?$ $v = \frac{Q'}{s} = \frac{2\times10^{-3}}{5\times10^{-4}} = 4m.s^{-1}$	$3) v_2 = ?, s_2 = \frac{s_1}{2}$ $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{Q'}{\frac{s_1}{2}} = \frac{2Q'}{s_1} = 2v_1 = 2\times4 = 8m.s^{-1}$

الدرس الخامس: النسبية الخاصة

المسالة الأولى:

جسمٌ مستطيلُ الشكلِ طولُه وهو ساكن b_0 يساوي ضعفي عرضه a، يتحرّك هذا الجسمُ بحيثُ يكونُ طولُه موازياً لشعاع سرعته $\vec{v}$ بالنسبة لمراقبٍ في الجملة الساكنة، فيبدو له مربّعاً، احسبْ قيمةَ سرعة الجسم.

المعطيات: $b_0 = 2a, b = a, v = ?$
$b = \frac{b_0}{\gamma} \Rightarrow a = \frac{2a}{\gamma} \Rightarrow 1 = \frac{2}{\gamma} \Rightarrow \gamma = 2$ $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 2 \Rightarrow \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} = 4 \Rightarrow 1 = 4\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right) \Rightarrow 1 = 4 - 4\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow 4\frac{v^2}{c^2} = 3 \Rightarrow 4v^2 = 3c^2 \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$

المسالة الثالثة :

تبلغُ الكتلةُ السكونيّةُ لبروتون $m_p = 1.67 \# 10^{-27}\ kg$ ، وطاقتُه الكليّة تساوي ثلاثةَ أضعافِ طاقتِهِ السكونيّة.

المطلوب: احسب كلاً من طاقته السكونيّة، وطاقته الحركيّة في الميكانيك النسبيّ، وكتلته في الميكانيك النسبيّ.

المعطيات: $m_p = 1.67\times10^{-27}kg, E = 3E_0, E_0 = ?, E_k = ?, m = ?$
$E_0 = m_0c^2 = 1.67\times10^{-27}\times9\times10^{16} = 15.03\times10^{-11}J$ $E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0 = 2\times15.03\times10^{-11} = 30.06\times10^{-11}J$ $E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{3E_0}{c^2} = \frac{3\times15.03\times10^{-11}}{9\times10^{16}} = 5.01\times10^{-27}kg$

الوحدة الثانية: الكهرباء والمغناطيسية

الدرس الأول: المغناطيسية

المسألةُ الأولى:

نضعُ في مُستوي الزّوالِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ سلكين طويلين متوازيين بحيث يبعدُ منتصفاهما (c_1,c_2) عن بعضِهما البعض مسافةَ $d = 40\,\text{cm}$، ونضعُ إبرةَ بوصلةٍ صغيرة في النقطة c منتصفَ المسافة (c_1,c_2). نمرّرُ في السّلكِ الأوّلِ تياراً كهربائيّاً شدّتُهُ $I_1 = 3A$، وفي السّلكِ الثاني تياراً كهربائيّاً شدّتُهُ $I_2 = 1A$، وبجهةٍ واحدةٍ.

المطلوب:

1. حسابُ شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ المتوّلدِ عن التيّارين في النقطة c موضّحاً ذلك بالرسم.
2. حسابُ الزاويةِ التي تنحرفُ فيها إبرةُ البوصلةِ عن منحاها الأصليّ بفرضِ أنّ قيمةَ المركبةِ الأفقيّة للحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ $B_H = 2\times10^{-5}T$
3. حدّدِ النقطةَ الواقعةَ بينَ السلكَينِ التي تنعدمُ فيها شدّةُ محصّلة الحقلَين.
4. هل يمكنُ أنْ تنعدمَ شدّةُ محصّلةِ الحقلين في نقطةٍ قطع خارج المنطقة الواقعة بين السلكين؟ وضّح أجابتك.

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $d = 4\times10^{-1}m, I_1 = 3A, I_2 = 1A$</td></tr>
<tr><td>

$1) B = ?$

$B = B_1 - B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} - 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$

$d_1 = d_2 = \frac{d}{2} = \frac{4\times10^{-1}}{2} = 2\times10^{-1}m$

$B = 2\times10^{-7}\frac{3}{2\times10^{-1}} - 2\times10^{-7}\frac{1}{2\times10^{-1}}$

$B = 3\times10^{-6} - 1\times10^{-6} = 2\times10^{-6}T$

</td><td>

$3) d_1 = ?, d_2 = ?$

$B = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$

$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{3}{d_1} = \frac{1}{d_2} \Rightarrow d_1 = 3d_2 ...(1)$

$d_1 + d_2 = d \Rightarrow d_1 + d_2 = 4\times10^{-1} ...(2)$

نعوض (1) في (2) نجد:

$4d_2 = 4\times10^{-1} \Rightarrow d_2 = 10^{-1}m \Rightarrow d_1 = 3\times10^{-1}m$

</td></tr>
<tr><td>

$2) \theta = ?, B_H = 2\times10^{-5}T$

$\tan\theta = \frac{B}{B_H} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 0.1 \langle 0.24$

$\theta = \tan\theta = 0.1 rad$

</td><td>

4) لا، لأنه في جميع النقاط الواقعة خارج السلكين يكون للحقلين الجهة نفسها

</td></tr>
</table>

المسألة الثانية:

a. ملفٌّ دائريٌّ في مكبّرِ صوتٍ، عددُ لفّاتِهِ 400 لفّة، ونصفُ قطره 2 cm، نطبّقُ بينَ طرفَيه فرقاً في الكُمون $U = 10\text{V}$، فإذا علمتَ أنّ مقاومتَه 20Ω، احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عندَ مركزِ الملفّ.

b. نقطعُ التيّارَ السابقَ عن الملفّ، احسبِ التغيّرَ الحاصلَ في قيمةِ التدفّقِ المغناطيسيِّ الذي يجتازُ الملفّ ذاتَه (باهمال تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $N = 400, r = 2\times10^{-2}m, U = 10V, R = 20\Omega$</td></tr>
<tr><td>$b)\Delta\Phi = ?$
$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0 - NBs\cos\alpha$
$\Delta\Phi = -NB\pi r^2 = -400\times2\pi\times10^{-3}\times\pi\times4\times10^{-4}$
$\Delta\Phi = -32\times10^{-4}Web$</td><td rowspan="2">$a)B = ?$
$B = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{r}$
$I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{10}{20} = \dfrac{1}{2}A$
$B = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{400\times\frac{1}{2}}{2\times10^{-2}} = 2\pi\times10^{-3}T$</td></tr>
<tr><td>c) إضافي طبعة 2023: احسب طول سلك الملف
$\ell' = 2\pi rN = 2\pi\times2\times10^{-2}\times400$
$\ell' = 8\pi = 25m$</td></tr>
</table>

حل المسائل العامة ومسائل الدورات

المسألة (9):

وشيعة طولها 40 cm ، مؤلّفة من 400 لفّة، محورها الأفقيّ يعامد خطّ الزوال المغناطيسيّ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة محور دورانها شاقولي، ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته 16 mA.

المطلوب:

1. احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة.
2. احسب زاوية انحراف إبرة مغناطيسية موضوعة عند مركز الوشيعة باعتبار أنّ المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي تساوي $B_H = 2\times10^{-5}$ T.
3. إذا أجرينا اللفّ بالجهة نفسها على أسطوانةٍ فارغةٍ من مادّة عازلةٍ باستخدام سلك معزول قطره 2 mm بلفّات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة.
4. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها 2cm^2 بحيث يصنع النّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60°.
احسب التدفقَ المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

المعطيات: $\ell = 4\times10^{-1} m, N = 400, I = 16\times10^{-3} A$	
1) $B = ?$ $B = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{\ell}$ $B = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{400\times16\times10^{-3}}{4\times10^{-1}}$ $B = 64\pi\times10^{-7} = 2\times10^{-5} T$	**3)** $2r' = 2\times10^{-3} m, n = ?$ $n = \dfrac{N}{N'}$ $N' = \dfrac{\ell}{2r'} = \dfrac{4\times10^{-1}}{2\times10^{-3}} = 200$ $n = \dfrac{400}{200} = 2$
2) $\theta = ?, B_H = 2\times10^{-5} T$ $\tan\theta = \dfrac{B}{B_H} = \dfrac{2\times10^{-5}}{2\times10^{-5}} = 1$ $\theta = \dfrac{\pi}{4} rad$	**4)** $s = 2\times10^{-4} m^2, \alpha = \dfrac{\pi}{3} rad, \Phi = ?$ $\Phi = NBs\cos\alpha = 1\times2\times10^{-5}\times2\times10^{-4}\times\dfrac{1}{2}$ $\Phi = 2\times10^{-9} Web$

المسألة الثالثة 2022 الثانية:

نضع في مستوي الزوال المغناطيسي الأرضي سلكين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (c_1,c_2) عن بعضهما البعض مسافة $d = 80cm$ ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة C منتصف المسافة (c_1,c_2) نمرر في السلك الأول تيار كهربائي شدته $I_1 = 6A$ وفي السلك الثاني تيار كهربائي شدته $I_2 = 2A$ وبجهة واحدة المطلوب:

1- احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة C

2- احسب الزاوية التي تنحرف بها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2\times10^{-5}T$

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

المعطيات: $d = 8\times10^{-1}m, I_1 = 6A, I_2 = 2A$

1) $B = ?$

$$B = B_1 - B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} - 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$d_1 = d_2 = \frac{d}{2} = \frac{8\times10^{-1}}{2} = 4\times10^{-1}m$$

$$B = 2\times10^{-7}\frac{6}{4\times10^{-1}} - 2\times10^{-7}\frac{2}{4\times10^{-1}}$$

$$B = 3\times10^{-6} - 1\times10^{-6} = 2\times10^{-6}T$$

2) $\theta = ?, B_H = 2\times10^{-5}T$

$$\tan\theta = \frac{B}{B_H} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 0.1 \langle 0.24 \Rightarrow \theta = \tan\theta = 0.1rad$$

3) $d_1 = ?, d_2 = ?$

$$B = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{6}{d_1} = \frac{2}{d_2} \Rightarrow d_1 = 3d_2 ...(1)$$

$$d_1 + d_2 = d \Rightarrow d_1 + d_2 = 8\times10^{-1} ...(2)$$

نعوض (1) في (2) نجد:

$$4d_2 = 8\times10^{-1} \Rightarrow d_2 = 2\times10^{-1}m \Rightarrow d_1 = 6\times10^{-1}m$$

الدرس الثاني: فعل الحقل المغناطيسي

المسألة الأولى:

في تجربةِ السّكتَين الكهرطيسيّة، تستندُ ساقٌ نحاسيّة كتلتُها $16g$ إلى سكّتَين أفقيّتَين حيثُ يؤثّرُ على $4\,cm$ من الجزءِ المتوسّط منها حقلٌ مغناطيسيٌ مُنتظَمٌ شاقوليّ شدّتُه $0.1\ T$ ويمرُّ بها تيّارٌ شدّتُه $40\ A$،

المطلوب:

1. حدِّدْ بالكتابةِ والرّسمِ عناصرَ شُعاعِ القوّةِ الكهرطيسيّة، ثمَّ احسبْ شدّتَها.
2. احسبْ قيمةَ العملِ الذي تنجزه القوّةُ الكهرطيسيّة عندما تنتقل الساق مسافة $15\,cm$.
3. احسبْ قيمةَ الزّاويةِ الّتي يجبُ إمالةُ السّكتَين بها عن الأفقِ حتّى تتوازنُ السّاق والدّارة مُغلَقة (بإهمال قوى الاحتكاك).

المعطيات: $m=16\times10^{-3}kg\,,L=4\times10^{-2}m\,,B=10^{-1}T\,,I=40A$
$1)F=?$ $F=ILB\sin\theta=40\times4\times10^{-2}\times10^{-1}\times1=16\times10^{-2}N$
$2)W=?,\Delta x=15\times10^{-2}m$ $W=F\,\Delta x=16\times10^{-2}\times15\times10^{-2}=240\times10^{-4}=24\times10^{-3}J$
$3)\alpha=?$ القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\vec{W}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل السكتين $\vec{R}$ شرط التوازن الانسحابي: $\sum\vec{F}=\vec{0}\Rightarrow\vec{W}+\vec{F}+\vec{R}=\vec{0}$ بالإسقاط على محور منطبق على مستوي السكتين: $-W\sin\alpha+F\cos\alpha=0$ $W\sin\alpha=F\cos\alpha$ $W\tan\alpha=F$ $\tan\alpha=\frac{F}{W}$ $\tan\alpha=\frac{F}{mg}=\frac{16\times10^{-2}}{16\times10^{-3}\times10}=1$ $\alpha=\frac{\pi}{4}rad$

المسألة الثانية:

نعلّقُ سلكاً نحاسيّاً ثخيناً طولُه $60cm$ وكتلتُه $50g$ من طرفهِ العلويّ شاقوليّاً، ونغمسُ طرفَه السّفليّ في حوضٍ يحتوي الزّئبقَ. ثم نمرِّرُ تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّتُه $10A$ فينحرف السلك عن الشاقول زاوية α ثابتة ثم يتوازن، حيثُ يؤثرُ حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ أفقيّ شدّتُه $B = 3\times10^{-2}T$ على قطعةٍ منه، طولُها $4cm$ يبعدُ مُنتصَفُها عن نقطةِ التّعليق $50cm$.

استنتِجْ العلاقةَ المُحدَّدةَ لزاويةِ انحرافِ السّلك عن الشّاقول α بدلالةِ أحدِ نِسبِها المثلّثيّة، ثمَّ احسبْها.

المعطيات: $\ell = 5\times10^{-1}m, m = 5\times10^{-2}kg, I = 10\,A, B = 3\times10^{-2}T, L = 4\times10^{-2}, d = 5\times10^{-1}m, \alpha = ?$
القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\vec{W}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل محور الدوران $\vec{R}$ **شرط التوازن الدوراني:** $\sum\Gamma_\Delta = 0 \Rightarrow \Gamma_{\vec{W}/\Delta} + \Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$ $\Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$: لأن حامل $\vec{R}$ يمر بمحور الدوران $-\frac{\ell}{2}(\sin\alpha)W + dF + 0 = 0$ $-mg\ell\sin\alpha = 2dILB$ $\sin\alpha = \frac{2dILB}{mg\ell}$ $\sin\alpha = \frac{2\times5\times10^{-1}\times10\times4\times10^{-2}\times3\times10^{-2}}{5\times10^{-2}\times10\times6\times10^{-1}}$ $\sin\alpha = 4\times10^{-2} = 0.04 \langle 0.24$ $\alpha = \sin\alpha$ $\alpha = 0.04rad$

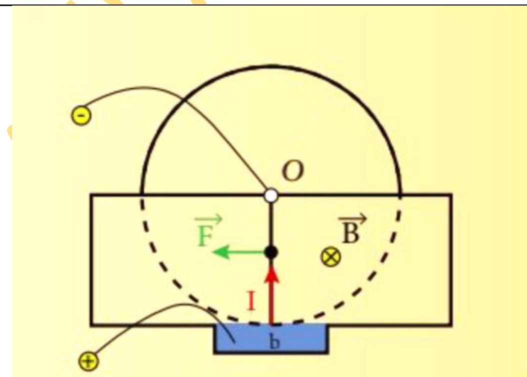
المسألة الرَّابعة:

دولابُ بارلو قطرُه $20\,cm$، يمرِّرُ فيه تيار كهربائيّ مُتواصِلٌ I، ويخضعُ نصفُ القرصِ السّفليّ لحقلٍ مغناطيسيّ أفقيٍّ مُنتظَمٍ عمودي على مستوي الدولاب الشاقولي شدَّتُه $B = 10^{-2}\,T$، فيتأثَّرُ الدُّولابُ بقوَّةٍ كهرطيسيّةٍ شدَّتُها $F = 4 \# 10^{-2}\,N$

المطلوب:

1. بيِّنْ بالرّسم جهةَ كلٍّ من ($\vec{Ir}, \vec{B}, \vec{F}$).
2. احسبْ شدّةَ التيّارِ المارّ في الدّولاب.
3. احسبْ عزمَ القوّةِ الكهرطيسيّةِ المُؤثِّرةِ في الدُّولاب.
4. احسبْ قيمةَ الكتلةِ الواجبِ تعليقُها على طرفِ نصفِ القطرِ الأفقيّ للدُّولابِ لمنعِه عن الدَّوران.

المعطيات: $r = 10^{-1}m, B = 10^{-2}T, F = 4\times10^{-2}N$



2) $I = ?$

$$F = IrB\sin\theta \Rightarrow 4\times10^{-2} = I\times10^{-1}\times10^{-2}\times1 \Rightarrow I = 40A$$

3) $\Gamma_\Delta = ?$

$$\Gamma_\Delta = dF = \frac{r}{2}F = \frac{10^{-1}}{2}\times4\times10^{-2} = 2\times10^{-3}\,m.N$$

4) $m' = ?$

القوى الخارجية المؤثرة: ثقل الدولاب $\vec{W}$ ، ثقل الكتلة المعلقة $\vec{W'}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل محور الدوران $\vec{R}$

شرط التوازن الدوراني:

$$\sum\Gamma_\Delta = 0 \Rightarrow \Gamma_{\vec{W}/\Delta} + \Gamma_{\vec{W'}/\Delta} + \Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$$

$\Gamma_{\vec{W}/\Delta} = 0$: لأن حامل $\vec{W}$ يلاقي محور الدوران

$\Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$: لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران

$$-rW' + \frac{r}{2}F = 0 \Rightarrow 2W' = F \Rightarrow 2m'g = F \Rightarrow m' = \frac{F}{2g} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10} = 2\times10^{-3}kg$$

حل المسائل العامة ومسائل الدورات لدرس فعل الحقل

المسألة (15):

إطار مربَّع الشكل مساحة سطحه $s = 25\,\text{cm}^2$ يحوي 50 لفَّة من سلك نحاسيٍّ معزول نعلّقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقوليّ ونخضعه لحقل مغناطيسيٍّ منتظم خطوطه أفقيّة شدَّته $B = 10^{-2}\,\text{T}$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ عند عدم مرور تيّار، نمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدَّته $I = 5\,\text{A}$ **المطلوب:**

1. احسب شدّة القوّة الكهرطيسيّة المؤثِّرة في كلٍّ من الضّلعين الشاقوليّين لحظة مرور التيّار.
2. احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة في الإطار لحظة إمرار التيّار السابق.
3. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة عندما ينتقل الإطار من وضعه السّابق إلى وضع التّوازن المستقرّ.
4. نستبدل سلك التَّعليق بسلك فتل ثابت فتله k لنشكِّل مقياساً غلفانيّاً ونمرِّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته ثابتة $2\,\text{mA}$ فيدور الإطار بزاوية $0.02\,\text{rad}$ ويتوازن. استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك k واحسب قيمته، ثمّ احسب قيمة ثابت المقياس الغلفانيّ G.
5. نزيد حساسيَّة المقياس 10 مرّات من أجل التيّار نفسه، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المعطيات: $s = 25\times10^{-4}m^2, N = 50, B = 10^{-2}T, I = 5A, \alpha = \frac{\pi}{2}rad$

1) $F = ?$

$F = NILB\sin\theta$

$L = \sqrt{s} = \sqrt{25\times10^{-4}} = 5\times10^{-2}m$

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

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

2) $\Gamma_\Delta = ?$

$\Gamma_\Delta = NIsB\sin\alpha$

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

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

3) $W = ?\ \alpha_1 = \frac{\pi}{2}rad \rightarrow \alpha_2 = 0$

$W = I\,\Delta\Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1)$

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

$W = 5\times50\times25\times10^{-4}\times10^{-2}(1-0)$

$W = 625\times10^{-5}J$

4) $I = 2\times10^{-3}A, \theta' = 2\times10^{-2}rad, k = ?$

$\sum\Gamma_\Delta = 0 \Rightarrow \Gamma_\Delta + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = 0 \Rightarrow NIsB\sin\alpha - k\theta' = 0$

$NIsB\sin\alpha = k\theta' \Rightarrow k = \frac{NIsB\sin\alpha}{\theta'}$

$: \theta' = 0.02rad < 0.24rad$

$\sin\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta'\right) = \cos\theta'$

θ' صغيرة : $\cos\theta' = 1 \Rightarrow \sin\alpha = 1$

$k = \frac{50\times2\times10^{-3}\times25\times10^{-4}\times10^{-2}\times1}{2\times10^{-2}}$

$k = 125\times10^{-6}m.N.rad^{-1}$

5) $k' = ?$

$G' = 10G \Rightarrow \frac{NsB}{k'} = 10\frac{NsB}{k} \Rightarrow \frac{1}{k'} = \frac{10}{k}$

$k' = \frac{k}{10} = \frac{125\times10^{-6}}{10}$

$k' = 125\times10^{-7}m.N.rad^{-1}$

المسألة الثالثة 2020 الأولى:

إطار مستطيل الشكل يحوي 100 لفة من سلك نحاسي معزول رفيع مساحة سطحه $s = 2\pi cm^2$ نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم شدته $B = 0.02T$ خطوطه توازي مستوي الإطار، نمرر في الإطار تيارا كهربائيا شدته $I = \frac{1}{4\pi}A$

المطلوب: 1- احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار

2- احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر

3- نقطع التيار السابق ونستبدل بسلك التعليق سلك فتل ثابت فتله k لنشكل مقياسا غلفانيا ونمرر في الإطار تيارا كهربائيا متواصلا شدته $I = 3mA$ فيدور الإطار بزاوية $\theta' = 0.06rad$ ويتوازن استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك انطلاقا من شرط التوازن الدوراني ثم احسب قيمته (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

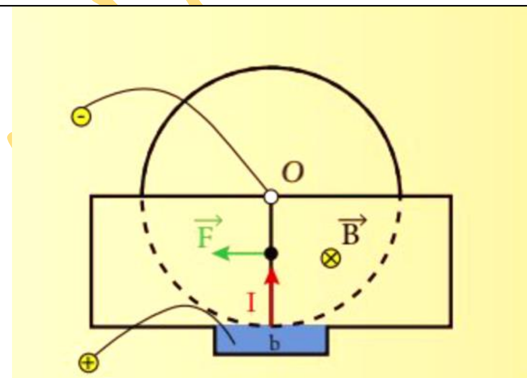
المعطيات: $N = 100, s = 2\pi\times10^{-4}m^2, B = 2\times10^{-2}T, I = \frac{1}{4\pi}A$	
$1)\Gamma_\Delta = ?$ $\Gamma_\Delta = NIsB\sin\alpha$ $\Gamma_\Delta = 100\times\frac{1}{4\pi}\times2\pi\times10^{-4}\times2\times10^{-2}\times1$ $\Gamma_\Delta = 10^{-4}m.N$	$3) I = 3\times10^{-3}A, \theta' = 6\times10^{-2}rad, k = ?$ $\sum\Gamma_\Delta = 0 \Rightarrow \Gamma_\Delta + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = 0 \Rightarrow NIsB\sin\alpha - k\theta' = 0$ $NIsB\sin\alpha = k\theta' \Rightarrow k = \frac{NIsB\sin\alpha}{\theta'}$ $:\theta' = 0.06rad \langle 0.24rad$ $\sin\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta'\right) = \cos\theta'$ $\cos\theta' = 1 \Rightarrow \sin\alpha = 1$: صغيرة θ' $k = \frac{100\times3\times10^{-3}\times2\pi\times10^{-4}\times2\times10^{-2}\times1}{6\times10^{-2}}$ $k = 2\pi\times10^{-5}m.N.rad^{-1}$
$2) W = ? \alpha_1 = \frac{\pi}{2}rad \rightarrow \alpha_2 = 0$ $W = I\Delta\Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1)$ $W = INsB(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$ $W = \frac{1}{4\pi}\times100\times2\pi\times10^{-4}\times2\times10^{-2}(1-0)$ $W = 10^{-4}J$	

المسألة الثالثة 2022 الأولى:

دولاب بارلو قطره $20cm$ يمرر فيه تيار كهربائي متواصل شدته $I = 4A$ ويخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم عمودي على مستوي الدولاب الشاقولي شدته B فيتأثر الدولاب بقوة كهرطيسية شدتها $F = 4\times10^{-2}N$ المطلوب:

1. بين بالرسم جهة كل من $\left(I\vec{r},\vec{B},\vec{F}\right)$
2. احسب شدة الحقل المغناطيسي المؤثر
3. احسب عزم القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب
4. احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدولاب لمنعه من الدوران

ألمعطيات: $r = 10^{-1}m, I = 4A, F = 4\times10^{-2}N$



2) $B = ?$

$$F = IrB\sin\theta \Rightarrow 4\times10^{-2} = 4\times10^{-1}B\times1 \Rightarrow B = 10^{-1}T$$

3) $\Gamma_\Delta = ?$

$$\Gamma_\Delta = dF = \frac{r}{2}F = \frac{10^{-1}}{2}\times4\times10^{-2} = 2\times10^{-3}m.N$$

4) $m' = ?$

القوى الخارجية المؤثرة: ثقل الدولاب $\vec{W}$ ، ثقل الكتلة المعلقة $\vec{W'}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل محور الدوران $\vec{R}$

شرط التوازن الدوراني:

$$\sum\Gamma_\Delta = 0 \Rightarrow \Gamma_{\vec{W}/\Delta} + \Gamma_{\vec{W'}/\Delta} + \Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$$

$\Gamma_{\vec{W}/\Delta} = 0$: لأن حامل $\vec{W}$ يلاقي محور الدوران

$\Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$: لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران

$$-rW' + \frac{r}{2}F = 0 \Rightarrow 2W' = F \Rightarrow 2m'g = F \Rightarrow m' = \frac{F}{2g} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10} = 2\times10^{-3}kg$$

المسألة الرابعة 2020 الثانية:

في تجربة السكتين الكهرطيسية يبلغ طول الساق النحاسية المستندة إلى السكتين الأفقيتين $L = 12cm$ وكتلتها $m = 60g$ تخضع الساق بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته $B = 0.5T$ ويمر فيها تيار كهربائي متواصل شدته $I = 10A$ المطلوب حساب:

1- شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق

2- قيمة الزاوية التي يجب إمالة السكتين بها عن الأفق حتى تتوتزن الساق والدارة مغلقة (بإهمال قوى الاحتكاك)

المعطيات: $L = 12\times10^{-2}m , m = 6\times10^{-2}kg , B = 5\times10^{-1}T , I = 10A$
$1) F = ?$ $F = ILB\sin\theta = 10\times12\times10^{-2}\times5\times10^{-1}\times1 = 6\times10^{-1}N$
$2) \alpha = ?$ القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\overrightarrow{W}$ ، القوة الكهرطيسية $\overrightarrow{F}$ ، قوة رد فعل السكتين $\overrightarrow{R}$ شرط التوازن الانسحابي: $\sum\overrightarrow{F} = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{W} + \overrightarrow{F} + \overrightarrow{R} = \vec{0}$ بالإسقاط على محور منطبق على مستوي السكتين: $-W\sin\alpha + F\cos\alpha = 0$ $W\sin\alpha = F\cos\alpha$ $W\tan\alpha = F$ $\tan\alpha = \frac{F}{W}$ $\tan\alpha = \frac{F}{mg} = \frac{6\times10^{-1}}{6\times10^{-2}\times10} = 1$ $\alpha = \frac{\pi}{4}rad$

المسألة الرابعة 2021 الأولى:

في تجربة السكتين الكهرطيسية تستند ساق نحاسية إلى سكتين أفقيتين حيث يؤثر على طول $L = 4cm$ من الجزء المتوسط منها حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته $B = 0.02T$ المطلوب:

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق عندما يمر فيها تيار كهربائي متواصل شدته $I = 10A$

2- احسب قيمة العمل الذي تنجزه القوة الكهرطيسية السابقة عندما تنتقل الساق مسافة $\Delta x = 8cm$

3- نميل السكتين عن الأفق بزاوية مقدارها $\alpha' = 0.1rad$ احسب شدة التيار الكهربائي الواجب إمراره لتبقى الساق ساكنة (بإهمال قوى الاحتكاك) علما أن كتلتها $m = 32g$

المعطيات: $L = 4\times10^{-2}m, B = 2\times10^{-2}T, I = 10A$
$1) F = ?$ $F = ILB\sin\theta = 10\times4\times10^{-2}\times2\times10^{-2}\times1 = 8\times10^{-3}N$
$2) W = ?, \Delta x = 8\times10^{-2}m$ $W = F\Delta x = 8\times10^{-3}\times8\times10^{-2} = 64\times10^{-5}J$
$3) \alpha' = 0.1rad, m = 32\times10^{-3}kg, I = ?$ القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\vec{W}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل السكتين $\vec{R}$ شرط التوازن الانسحابي: $\sum\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{W} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$ بالإسقاط على محور منطبق على مستوي السكتين: $-W\sin\alpha' + F\cos\alpha' = 0$ $W\sin\alpha' = F\cos\alpha'$ $W\tan\alpha' = F$ $mg\tan\alpha' = ILB$ $I = \frac{mg\tan\alpha'}{LB} = \frac{32\times10^{-3}\times10\times0.1}{4\times10^{-2}\times2\times10^{-2}} = 40A$

الدرس الثالث: التحريض الكهرطيسي

المسألة الأولى:

مَلفٌّ دائريٌّ، يتألَّفُ من 100 لفّةٍ مُتماثِلة، نصفُ قطرِه الوسطيّ 4 cm ، نصلُ طرفَيه بمقياسِ ميلي أمبير موصولاً على التّسلسل معَ مقاومةٍ أومية قيمتُها 20Ω ، نقرّبُ من أحدِ وجهَي المَلفِّ القطبَ الشّمالي لمغناطيسٍ مُستقيم وفق محوره، فتزدادُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ الذي يخترقُ لفّاتِ المَلفِّ الدّائريّ بانتظامٍ من الصّفر إلى 0.08T خلالَ 2s.

المطلوب:

1. احسبْ قيمةَ القوّةِ المُحرّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة المُتولِّدة في المَلفّ الدّائريّ مُحدِّداً جهةَ التيّار الكهربائيّ المُتحرِّض.
2. ما نوع الوجه المُقابِل للقطبِ الشّمالي؟
3. احسبْ شدّةَ التيّارِ المارّة في المَلفّ.
4. احسبِ الاستطاعةَ الكهربائيّةَ المُتولِّدة عن المَلفِّ الدّائريّ، ثمَّ الاستطاعةَ الحراريّةَ المصروفةَ في المُقاوِمةِ الأومية، ماذا تستنتجُ. (نهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ)

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $N = 100 , r = 4\times10^{-2} m , R = 20\Omega , B_1 = 0 , B_2 = 8\times10^{-2} T , \Delta t = 2s$</td></tr>
<tr><td>1) $\varepsilon = ?$
$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$
$\Delta\Phi = N(B_2 - B_1) s \cos\alpha$
$\Delta\Phi = 100(8\times10^{-2} - 0)\pi\times16\times10^{-4}\times1$
$\Delta\Phi = 4\times10^{-2} Web$
$\varepsilon = -\frac{4\times10^{-2}}{2} = -2\times10^{-2} V$
$\varepsilon \langle 0$: جهة الحقل المتحرض $\overrightarrow{B'}$ بعكس جهة الحقل المحرض $\overrightarrow{B}$</td><td rowspan="2">3) $i = ?$
$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-2\times10^{-2}}{20}$
$i = -10^{-3} A$

4) $P = ? , P' = ?$
$P = \varepsilon i = -2\times10^{-2}\times -10^{-3} = 2\times10^{-5} Watt$
$P' = Ri^2 = 20\times10^{-6} = 2\times10^{-5} Watt$
$P = P'$
الاستطاعة الكهربائية تحولت بالكامل إلى استطاعة حرارية في المقاومة الأومية</td></tr>
<tr><td>2) وجه شمالي</td></tr>
</table>

المسألة الثّالثة:

في تجربةِ السّكّتَين الكهرطيسيّة يبلغُ طولُ السّاقِ النُّحاسيّةِ المُستنِدةِ عموديّاً عليهما 30cm، وكتلتُها 60g.

المطلوب:

1. احسبْ شدةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم المُؤثّرة عموديّاً في السّكّتَين لتكونَ شدةُ القوّةِ الكهرطيسيّة مُساويةً مِثلَي ثقلِ السّاقِ، وذلكَ عندَ إمرارِ تيّارٍ كهربائيّ شدتُه 20 A.
2. احسبْ عملَ القوّةِ الكهرطيسيّة المُؤثّرة في السّاق إذا تدحرجَت بسرعةٍ ثابتةٍ قدرُها $0.4ms^{-1}$ لمدّة ثانيتَين.
3. نرفعُ المولّد من الدّارة السّابقة، ونستبدلُه بمقياسٍ غلفاني، وندحرجُ السّاقَ بسرعةٍ وسطيّةٍ ثابتةٍ $5ms^{-1}$ ضمنَ الحقلِ السّابق. استنتجْ عبارةَ القوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّة المُتحرِّضة، ثمَّ احسبْ قيمتَها، واحسبْ شدّةَ التيّار المُتحرِّض بافتراضِ أنّ المُقاومةَ الكليّة للدّارة ثابتةٌ وتُساوي 5Ω، ثمَّ ارسمْ شكلاً توضيحيّاً يبيّنُ جهةَ كلٍّ من $(\vec{v},\vec{B})$ وجهةَ التيّارِ المُتحرِّض.
4. احسبِ الاستطاعةَ الكهربائيّةَ النّاتجة، ثمَّ احسبِ شدّةَ القوّةِ الكهرطيسيّة المُؤثّرة في السّاق في أثناءِ تدحرجِها. (نهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ)

المعطيات: $L=3\times10^{-1}m , m=6\times10^{-2}kg$	
$1) B=?, F=2W, I=20A$ $F=2W$ $ILB\sin\theta=2mg$ $20\times3\times10^{-1}B\times1=2\times6\times10^{-2}\times10$ $B=2\times10^{-1}T$	$3) v=5m.s^{-1}, \varepsilon=?, i=?, R=5\Omega$ $\varepsilon=\left\|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\|=\frac{B\Delta s}{\Delta t}=\frac{BL\Delta x}{\Delta t}=BLv$ $\varepsilon=2\times10^{-1}\times3\times10^{-1}\times5=3\times10^{-1}V$ $i=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{3\times10^{-1}}{5}=6\times10^{-2}A$
$2) W=?, v=4\times10^{-1}m.s^{-1}, \Delta t=2s$ $W=F\Delta x=ILBv\Delta t$ $W=20\times3\times10^{-1}\times2\times10^{-1}\times4\times10^{-1}\times2$ $W=96\times10^{-2}J$	$4) P=?, F=?$ $P=\varepsilon i=3\times10^{-1}\times6\times10^{-2}=18\times10^{-3}Watt$ $F=iLB\sin\theta=6\times10^{-2}\times3\times10^{-1}\times2\times10^{-1}\times1$ $F=36\times10^{-4}N$

المسألة الرابعة:

سكّتانِ نحاسيّتانِ متوازيتانِ، تميلُ كلٌّ منهما على الأفقِ بزاويةٍ $45°$، تستندُ إليهما ساقٌ نحاسيّةٌ طولُها $\ell = 40cm$، تخضعُ بكاملِها لتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ شاقوليٍّ شدّتُه $0.8T$، نُغلقُ الدّارة ثمَّ تُترَك لِتنزلِقَ دونَ احتكاكٍ بسرعةٍ ثابتةٍ، قيمتُها $2ms^{-1}$.

المطلوب:

1. بيِّن أنَّه تنشأ قوَّةٌ كهرطيسيّة تعيقُ حركةَ السّاق.
2. استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدةَ للمُقاوَمةِ الكليّة للدّارة، ثمَّ احسبْ قيمتَها إذا كانَت شدَّةُ التيّارِ المُتحرِّض المُتولِد فيها $\sqrt{2}A$.
3. استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدة لكتلةِ السَّاقِ، ثمَّ احسب قيمتَها.

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $\alpha = \frac{\pi}{4} rad , L = 4\times10^{-1} m , B = 8\times10^{-1} T , v = 2m.s^{-1}$</td></tr>
<tr><td colspan="2">1) حركة الساق يؤدي لحركة الإلكترونات الحرة في الساق بالسرعة نفسها وسطيا ومع خضوعها للحقل المغناطيسي فإنها تخضع للقوة المغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ فتتحرك الإلكترونات الحرة في الساق فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة تتسبب بمرور تيار كهربائي متحرض في الساق فتنشأ قوة كهرطيسية جهتها بحسب قانون لنز بعكس جهة حركة الساق</td></tr>
<tr><td>2) $R = ?, i = \sqrt{2}A$
$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B\,\Delta s \cos\alpha}{\Delta t} = \frac{BL\,\Delta x \cos\alpha}{\Delta t}$
$\varepsilon = BLv \cos\alpha$
$R = \frac{\varepsilon}{i} = \frac{BLv \cos\alpha}{i}$
$R = \frac{8\times10^{-1}\times4\times10^{-1}\times2\times\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = 32\times10^{-2}\Omega$</td><td>3) $m = ?$
القوى الخارجية المؤثرة:
قوة الثقل $\vec{W}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل السكتين $\vec{R}$
شرط التوازن الانسحابي:
$\sum\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{W} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$
بالإسقاط على محور منطبق على مستوي السكتين:
$-W \sin\alpha + F \cos\alpha = 0$
$W \sin\alpha = F \cos\alpha \Rightarrow W \tan\alpha = F$
$mg \tan\alpha = iLB$
$m = \frac{iLB}{g \tan\alpha} = \frac{\sqrt{2}\times4\times10^{-1}\times8\times10^{-1}}{10\times1} = 32\sqrt{2}\times10^{-3} kg$</td></tr>
</table>

المسألة الخامسة:

إطارٌ مربّعُ الشّكل طولُ ضلعِه 4 cm، مؤلّفٌ من 100 لفةٍ مُتماثِلة من سلكٍ نحاسيّ معزول، نديرُ الإطارَ حولَ محوَّرٍ شاقوليّ مارٍّ من مركزه ومن ضلعَين أفقيَّين مُتقابِلَين بحركةٍ دائريّةٍ مُنتظَمةٍ تقابِلُ $\frac{10}{\pi}$ Hz ضمنَ حقلٍ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ أفقيّ شدتُه 5×10^{-2}T، خطوطُه ناظميّة على سطحِ الإطارِ قبلَ الدّوران حيثُ الدّارة مُغلقة ومُقاوَمتُها $R = 4\Omega$.

المطلوب:

1. اكتبِ التّابعَ الزمنيّ للقوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرّضةِ الآنيّةِ النّاشئةِ في الإطار.
2. عيّنِ اللّحظتَين الأولى والثّانية التي تكونُ فيها قيمةُ القوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرّضةِ الآنيةِ الناشئةِ معدومةً.
3. اكتبِ التابعَ الزمني للتيار الكهربائيّ المُتحرّضِ اللّحظيّ المارّ في الإطارِ. (نهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ)

<table>
<tr><td colspan="3">المعطيات: $\ell = 4\times10^{-2}m, N = 100, f = \frac{10}{\pi}Hz, B = 5\times10^{-2}T, R = 4\Omega$</td></tr>
<tr>
<td>1) $\varepsilon = ?$
$\varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$
$\omega = 2\pi f = 2\pi\times\frac{10}{\pi} = 20 rad.s^{-1}$
$\varepsilon_{max} = NBs\omega = 100\times5\times10^{-2}\times16\times10^{-4}\times20$
$\varepsilon_{max} = 16\times10^{-2}V$
$\varepsilon = 16\times10^{-2}\sin 20t$</td>
<td>2) $t_1 = ?, t_2 = ?, \varepsilon = 0$
$\varepsilon = 0 \Rightarrow \sin 20t = 0$
$20t = n\pi; n = 0,1,2,...$
$t = \frac{n\pi}{20}$
$n = 0 \Rightarrow t_1 = 0s$
$n = 1 \Rightarrow t_2 = \frac{\pi}{20}s$</td>
<td>3) $i = ?$
$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\times10^{-2}\sin 20t}{4}$
$i = 4\times10^{-2}\sin 20t$</td>
</tr>
</table>

المسألة (17):

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

1. احسب عدد لفّاتها.
2. نمرِّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $15\,\text{A}$ احسب الطاقة الكهرطيسيَّة المختزنة في الوشيعة.
3. نجعل شدَّة التيّار تتناقص بانتظام من $15\,\text{A}$ إلى الصفر خلال $0.5\,\text{s}$ احسب القيمة الجبريَّة للقوَّة المحرِّكة الكهربائيَّة المتحرِّضة في الوشيعة وحدِّد جهة التيّار المتحرِّض.
4. نمرِّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدَّته اللحظيَّة مقدَّرة بالأمبير $\bar{i} = 20 - 5t$ ، احسب القيمة الجبريَّة للقوَّة المحرِّكة الكهربائيَّة التحريضيَّة الذاتيَّة الناشئة فيها.

المعطيات: $\ell = 3\times10^{-1}m, s = 3\times10^{-2}m^2, L = 5\times10^{-3}H$	
$1)\ N = ?$ $L = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{N^2 s}{\ell}$ $5\times10^{-3} = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{N^2\times3\times10^{-2}}{3\times10^{-1}}$ $5\times10^{-3} = 12.5\times10^{-8}N^2$ $1 = 25\times10^{-6}N^2 \Rightarrow N = \sqrt{\dfrac{1}{25\times10^{-6}}} = \dfrac{1000}{5} = 200$	$3)\ i_1 = 15A, i_2 = 0, \Delta t = 0.5s, \varepsilon = ?$ $\varepsilon = -L\dfrac{\Delta i}{\Delta t} = -L\dfrac{i_2 - i_1}{\Delta t}$ $\varepsilon = -5\times10^{-3}\times\dfrac{0-15}{5\times10^{-1}}$ $\varepsilon = 0.15V$ $\varepsilon > 0$: جهة الحقل المتحرض $\vec{B'}$ بجهة الحقل المحرض $\vec{B}$
$2)\ I = 15A, E_L = ?$ $E_L = \dfrac{1}{2}LI^2$ $E_L = \dfrac{1}{2}\times5\times10^{-3}\times225 = 0.5625J$	$4)\ i = 20 - 5t, \varepsilon = ?$ $\varepsilon = -L\dfrac{di}{dt}$ $\varepsilon = -5\times10^{-3}\times-5 = 25\times10^{-3}V$

المسألة (18):

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$m وعدد لفّاتها 200 لفّة ومساحة مقطعها $20\,cm^2$ حيث المقاومة الكلّيّة لدارتها المغلقة 5Ω

1. نضع الوشيعة في منطقة يسودها حقل مغناطيسيّ ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة، نزيد شدّة هذا الحقل بانتظام خلال $0.5\,s$ من $0.04\,T$ إلى $0.06\,T$؛
   - a. حدّد على الرسم جهة كلٍّ من الحقلين المغناطيسيّين المحرّض والمتحرّض في الوشيعة وعيّن جهة التيّار المتحرّض.
   - b. احسب القيمة الجبريّة لشدّة التيّار الكهربائيّ المتحرّض المارّ في الوشيعة.
   - c. احسب ذاتيّة الوشيعة.

2. نزيل الحقل المغناطيسيّ السابق ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة $\bar{i}=6+2t$
   - a. احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة في الوشيعة.
   - b. احسب مقدار التغيُّر في التدفّق المغناطيسيّ لحقل الوشيعة في اللحظتين: $t_1=0,\ t_2=1\,S$
   - c. نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $10\,A$ بدل التيّار السابق. احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.

المعطيات: $\ell=\frac{2\pi}{5}m,\ N=200,\ s=2\times10^{-3}m^2,\ R=5\Omega$		
$1)a)\ B_1=4\times10^{-2}T,\ B_2=6\times10^{-2}T,\ \Delta t=\frac{1}{2}s$	$c)\ L=?$ $L=4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$ $L=4\pi\times10^{-7}\frac{40000\times2\times10^{-3}}{\frac{2\pi}{5}}$ $L=8\times10^{-5}H$	$b)\ \Delta\Phi=?,\ t_1=0,\ t_2=1s$ $\Delta\Phi=-\varepsilon\Delta t=-\varepsilon(t_2-t_1)$ $\Delta\Phi=16\times10^{-5}(1-0)$ $\Delta\Phi=16\times10^{-5}Web$
$b)\ i=?$ $i=\frac{\varepsilon}{R}$ $\varepsilon=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1=N(B_2-B_1)s\cos\alpha$ $\Delta\Phi=200(6\times10^{-2}-4\times10^{-2})\times2\times10^{-3}\times1$ $\Delta\Phi=8\times10^{-3}Web$ $\varepsilon=-\frac{8\times10^{-3}}{\frac{1}{2}}=-16\times10^{-3}V$ $i=\frac{-16\times10^{-3}}{5}=-32\times10^{-4}A$	$2)\ i=6+2t$ $a)\ \varepsilon=?$ $\varepsilon=-L\frac{di}{dt}=-8\times10^{-5}\times2$ $\varepsilon=-16\times10^{-5}V$	$c)\ I=10A,\ E_L=?$ $E_L=\frac{1}{2}LI^2$ $E_L=\frac{1}{2}\times8\times10^{-5}\times100$ $E_L=4\times10^{-3}J$

المسألة (21):

ملفّ دائريٌّ نصف قطره الوسطيّ 4 cm مؤلّف من 600 لفّة متماثلة من سلك نحاسيٍّ معزول معلّق من الأعلى بسلك شاقوليّ عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ خطوطه ناظميّة على مستوي الملفّ شدّته 0.04 T نصل طرفي سلك الملفّ بمقياس غلفانيّ. المطلوب:

1. ندير الملفّ بدءاً من وضع توازنه المستقر بزاوية $\frac{\pi}{2}$ rad خلال 0.2 s احسب شدّة التيّار المتحرّض في الملفّ حيث المقاومة الكلّيّة للدارة 5Ω.
2. نستبدل سلك التعليق السابق بمحور دوران شاقوليّ ثمّ ندير الملفّ بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi}$ Hz المطلوب:
   a. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة للقيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة المتناوبة الجيبيّة ثمّ اكتب التابع الزمنيّ لكلٍّ من هذه القوّة والتيّار المتحرّض المتناوب الجيبي.
   b. احسب طول سلك الملفّ.

المعطيات: $r = 4\times10^{-2} m, N = 600, B = 4\times10^{-2} T$	
$1)\alpha_1 = 0 \rightarrow \alpha_2 = \frac{\pi}{2} rad, \Delta t = 2\times10^{-1} s, i = ?, R = 5\Omega$ $i = \frac{\varepsilon}{R}$ $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = NBs(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$ $\Delta\Phi = 600\times4\times10^{-2}\times\pi\times16\times10^{-4}(0-1)$ $\Delta\Phi = -12\times10^{-2} Web$ $\varepsilon = \frac{12\times10^{-2}}{2\times10^{-1}} = 0.6V$ $i = \frac{0.6}{5} = 0.12A$	$2)f = \frac{2}{\pi} Hz$ $a)\varepsilon = ?, i = ?$ $\varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$ $\omega = 2\pi f = 2\pi\times\frac{2}{\pi} = 4 rad.s^{-1}$ $\varepsilon_{max} = N\omega Bs$ $\varepsilon_{max} = 600\times4\times4\times10^{-2}\times\pi\times16\times10^{-4}$ $\varepsilon_{max} = 48\times10^{-2} V$ $\varepsilon = 0.48\sin 4t$ $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{48\times10^{-2}\sin 4t}{5} = 96\times10^{-3}\sin 4t$
$b)\ell' = ?$ $\ell' = 2\pi rN = 2\pi\times4\times10^{-2}\times600 = 25\times6 = 150m$	

المسألة الثالثة 2021 الثانية:

وشيعة طولها ℓ عدد لفاتها $N = 1000$ لفة متماثلة بطبقة واحدة مساحة مقطعها $S = 10cm^2$ ذاتيتها $L = 8\pi \times 10^{-4} H$ يمر فيها تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة: $i = 10 - 5t$ المطلوب حساب:

1- طول هذه الوشيعة **2-** القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية الذاتية المتحرضة فيها

3- الطاقة الكهرطيسية المختزنة فيها في اللحظة $t = 0$

4- قيمة التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة الذي يجتازها في اللحظة $t = 1s$ (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

المعطيات: $N = 1000, S = 10^{-3} m^2, L = 8\pi \times 10^{-4}, i = 10 - 5t$	
$1)\ell = ?$ $\ell = 4\pi \times 10^{-7} \dfrac{N^2 S}{L}$ $\ell = 4\pi \times 10^{-7} \dfrac{10^6 \times 10^{-3}}{8\pi \times 10^{-4}} = \dfrac{1}{2} m$	$3)E_L = ?, I = 10A$ $E_L = \dfrac{1}{2} L I^2 = \dfrac{1}{2} \times 8\pi \times 10^{-4} \times 100 = 4\pi \times 10^{-2} J$
$2)\varepsilon = ?$ $\varepsilon = -L \dfrac{di}{dt} = -8\pi \times 10^{-4} \times -5 = 4\pi \times 10^{-3} V$	$4)\Phi = ?, I = 5A$ $\Phi = LI = 8\pi \times 10^{-4} \times 5 = 4\pi \times 10^{-3} Web$

الدرس الرابع: الدارات المهتزة

المسألة الأولى:

تتألَّفُ دارةٌ مُهتزَّةٌ من:

1. مُكثِّفةٍ إذا طبق بينَ لبوسَيها فرقُ كمونٍ 50 V شحنَ كلّ من لبوسَيها $0.5\,\mu C$.
2. وشيعةٍ طولُها 10 cm وطولُ سلكِها 16 m بطبقةٍ واحدةٍ مُقاوَمتُها مُهمَلة.

المطلوب:

1. احسبْ تواتُرَ الاهتزازاتِ الكهربائيّةِ المارّ فيها.
2. احسبْ شدَّةَ التيّارِ الأعظميّ المارّ في الدَّارة.

المعطيات: $U_{max} = 50V \,, q_{max} = 5\times10^{-7}C \,, \ell = 10^{-1}m \,, \ell' = 16m$
$1) f_0 = ?$ $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$ $N = \frac{\ell'}{2\pi r} , s = \pi r^2$ $L = 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell} = 10^{-7}\frac{256}{10^{-1}} = 256\times10^{-6}H$ $C = \frac{q_{max}}{U_{max}} = \frac{5\times10^{-7}}{50} = 10^{-8}F$ $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{256\times10^{-6}\times10^{-8}}} = \frac{1}{32\pi\times10^{-7}} = \frac{1}{10^{-5}} = 10^5 Hz$
$2) I_{max} = ?$ $I_{max} = \omega_0 q_{max}$ $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi\times10^5 rad.s^{-1}$ $I_{max} = 2\pi\times10^5\times5\times10^{-7} = \pi\times10^{-1}A$

المسألة الرابعة:

مُكثِّفة سعتُها $C = 10^{-12}\ F$، تُشحَنُ بوساطة مُولِّدِ تيارٍ مُتواصِل، فرقُ الكمونِ بينَ طرفَيه $U_{max} = 10^{+3}\ V$، ومقاومتُه مُهمَلة:

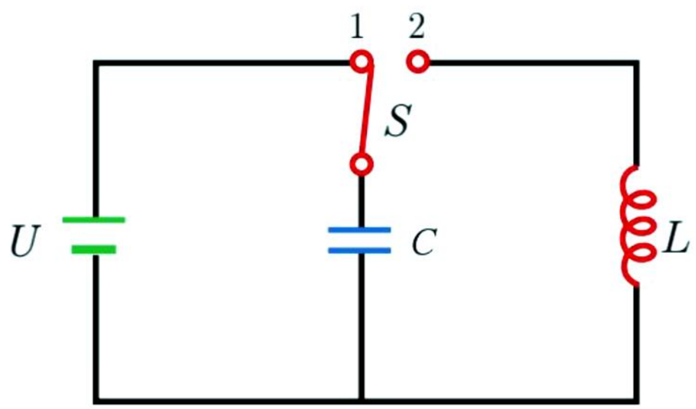
المطلوب:

1. احسبْ شحنةَ المُكثِّفةِ والطَّاقةَ المُختزنة فيها.
2. بعد شحنِ المُكثِّفة توصَلُ بوشيعةٍ ذاتيتُها $L = 16\ mH$، مُقاوَمتها الأومية مُهمَلة. **المطلوب:**
   a. صِفْ ما يحدثُ.
   b. احسبْ تواتُر الاهتزازات الكهربائيّة.
   c. اكتبِ التّابعَ الزّمني لكلٍّ من الشُّحنةِ وشدَّةِ التيّار بدءاً من الشَّكل العام مُعتبِراً مبدأ الزّمنِ لحظة وصلِ المُكثِّفة المشحونةِ بالوشيعة.

المعطيات: $c = 10^{-12} F , U_{max} = 10^3 V$
$1) q_{max} = ?, E_c = ?$ $q_{max} = CU_{max} = 10^{-12} \times 10^3 = 10^{-9} C$ $E_c = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{10^{-18}}{10^{-12}} = 5 \times 10^{-7} J$
$2) L = 16 \times 10^{-3} H$ a) تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة بشكل متناوب جيبي بسعة اهتزاز ثابتة
$b) f_0 = ?$ $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16 \times 10^{-3} \times 10^{-12}}} = \frac{1}{8 \times 10^{-7}} = 125 \times 10^4 Hz$
$c) q = ?, i = ?$ $q = q_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$ $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \times 125 \times 10^4 = 25\pi \times 10^5 rad.s^{-1}$ $q = 10^{-9} \cos(25\pi \times 10^5 t)$ $i = I_{max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$ $I_{max} = \omega_0 q_{max} = 25\pi \times 10^5 \times 10^{-9} = 25\pi \times 10^{-4} A$ $i = 25\pi \times 10^{-4} \cos\left(25\pi \times 10^5 t + \frac{\pi}{2}\right)$

المسألة الخامسة:

1. نركّبُ الدّارةَ الموضّحة بالشّكل حيثُ $U_{max} = 10^3\ V$ ، $C = 10^{-12}\ F$ ، $L = 10^{-3} H$ نصلُ القاطِعة إلى الوضعِ (1)، احسبِ القيمة العُظمى لشحنةِ المُكثّفة.
2. نحوّلُ القاطعةَ إلى الوضع (2)، احسبْ تواتُر التيّارِ المُهتزّ المارّ من الوشيعةِ ونبضه، واكتبِ التّابع الزّمني للشّدّة اللّحظيّة معتبراً مبدأ الزمن لحظة وصل القاطعة إلى النقطة (2).



المعطيات: $U_{max} = 10^3 V , C = 10^{-12} F , L = 10^{-3} H$
1) $q_{max} = ?$ $q_{max} = CU_{max} = 10^{-12} \times 10^3 = 10^{-9} C$
2) $f_0 = ?, \omega_0 = ?, i = ?$ $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-12}}} = \frac{1}{2\times 10^{-7}} = 5\times 10^6 Hz$ $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \times 5\times 10^6 = \pi \times 10^7 rad.s^{-1}$ $i = I_{max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$ $I_{max} = \omega_0 q_{max} = \pi\times 10^7 \times 10^{-9} = \pi \times 10^{-2} A$ $i = \pi\times 10^{-2} \cos\left(\pi\times 10^7 t + \frac{\pi}{2}\right)$

الدرس الخامس: التيار المتناوب

المسألة الثالثة:

مأخذٌ لتيّارٍ مُتناوبٍ جيبيّ بينَ طرفَيه توتُّرٌ لحظيٌّ يُعطى بالعلاقة: $\bar{u} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(\mathrm{V})$ نصلُهما لدارةٍ تحوي فرعَين يحوي الأوّلُ مُقاوَمةً صرفةً يمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه المُنتجة 4 A، ويحوي الفرعُ الثّاني وشيعةً يمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه المُنتجة 5 A، فيمرُّ في الدّارةِ الخارجيّة تيّارٌ شدّتُه المُنتجة 7 A.

المطلوب:

1. احسب التّوتُّرَ المُنتجَ بينَ طرفَي المأخذِ، وتواتُرَ التيّار.
2. احسب قيمةَ المُقاوَمةِ الصّرفة، ومُمانعةَ الوشيعة.
3. احسب عاملَ استطاعةِ الوشيعة.ثم احسبْ مُقاوَمتها.
4. احسب الاستطاعةَ الكلّيّةَ المُستهلَكةَ في الدّارة، وعاملَ استطاعةِ الدّارة.

المعطيات: $u = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t,\ I_{eff_R} = 4A,\ I_{eff_L} = 5A,\ I_{eff} = 7A$	
1) $U_{eff} = ?,\ f = ?$ $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 200V$ $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50Hz$	**3)** $\cos\varphi_L = ?,\ r = ?$ $I^2_{eff} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L} + 2I_{eff_R} I_{eff_L}\cos\varphi_L$ $49 = 16 + 25 + 2(4)(5)\cos\varphi_L$ $49 = 41 + 40\cos\varphi_L \Rightarrow \cos\varphi_L = 0.2$ $r = Z_L\cos\varphi_L = 40\times 0.2 = 8\Omega$
2) $R = ?,\ Z_L = ?$ $R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_R}} = \frac{200}{4} = 50\Omega$ $Z_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_L}} = \frac{200}{5} = 40\Omega$	**4)** $P_{avg} = ?,\ \cos\varphi = ?$ $P_{avg} = RI^2_{eff_R} + rI^2_{eff_L} = 50\times 16 + 40\times 25$ $P_{avg} = 800 + 200 = 1000\,Watt$ $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff} I_{eff}} = \frac{1000}{200\times 7} = \frac{5}{7}$

المسالة الخامسة:

مأخذُ تيارٍ مُتناوبٍ جيبيّ، تواتُرُه 50 Hz، نربطُ بينَ طرفَيه الأجهزةَ الآتيةَ على التَّسلسُل : مُقاوَمة أومية R ، وشيعة مُقاوَمتُها الأوميّة مُهمَلةٌ ذاتيتُها L ، مُكثّفة سعتُها $C = \frac{1}{2000\pi}F$ ، فيكونُ التوتُّر المُنتِج بينَ طرفَي كلٍّ من أجزاءِ الدَّارةِ هو على التَّرتيب: $U_{eff_1} = 30\ V$ ، $U_{eff_2} = 80\ V$ ، $U_{eff_3} = 40\ V$

المطلوب:

1. استنتجْ قيمةَ التَّوتُّر المُنتِج الكلّيَ بينَ طرفَي المأخذِ باستخدامِ إنشاءِ فرينل.
2. احسبْ قيمةَ الشِّدَّة المُنتِجة المارَّة في الدَّارة، ثمَّ اكتبِ التَّابعَ الزَّمنيَّ لتلك الشِّدَّة.
3. احسبِ المُمانعةَ الكلّيَّة للدَّارة.
4. احسبْ ذاتيةَ الوشيعة، واكتبِ التَّابعَ الزَّمنيَّ للتوتُّر بينَ طرفَيها.
5. احسبْ عاملَ استطاعةِ الدَّارة.
6. نضيفُ إلى المُكثّفةِ في الدَّارة السَّابقة مُكثّفةً C' مُناسبةً، فتصبحُ الشِّدَّةُ المُنتِجةُ للتيّار بأكبرِ قيمةٍ لها،

المطلوب:

a. حدِّدِ الطَّريقةَ الّتي يتمُّ بها ضمُّ المُكثّفتَين.

b. احسبْ سعةَ المُكثّفةِ المضمومة C'.

c. احسبِ الاستطاعةَ المُتوسّطة المُستهلَكة في الدَّارة في هذه الحالة.

المعطيات: $f = 50Hz ,C = \frac{1}{2000\pi}F ,U_{eff_R} = 30V ,U_{eff_L} = 80V ,U_{eff_C} = 40V$

$1)U_{eff} = ?$

$$U_{eff} = \sqrt{U^2_{eff_R} + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2}$$

$$U_{eff} = \sqrt{900 + 1600} = 50V$$

$2)I_{eff} = ?, i = ?$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff_C}}{X_C}$$

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

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

$$X_C = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{2000\pi}} = 20\Omega$$

$$I_{eff} = \frac{40}{20} = 2A$$

$3)Z = ?$

$$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{50}{2} = 25\Omega$$

$4)L = ?, u_L = ?$

$$L = \frac{X_L}{\omega}$$

$$X_L = \frac{U_{eff_L}}{I_{eff}} = \frac{80}{2} = 40\Omega$$

$$L = \frac{40}{100\pi} = \frac{2}{5\pi}H$$

$$u_L = U_{max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$$

$$U_{max_L} = U_{eff_L}\sqrt{2} = 80\sqrt{2}V$$

$$\varphi_L = \frac{\pi}{2}rad$$

$$u_L = 80\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$5)\cos\varphi = ?$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

$$R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff}} = \frac{30}{2} = 15\Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{15}{25} = \frac{3}{5}$$

$6)a)C_{eq} = \frac{1}{\omega X_{C_{eq}}} = \frac{1}{\omega X_L}$

$$C_{eq} = \frac{1}{100\pi \times 40} = \frac{1}{4000\pi}F$$

$$C_{eq} \langle C$$

فالضم على التسلسل

$b)C' = ?$

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

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

$c)P_{avg} = ?$

$$P_{avg} = RI'^2_{eff}$$

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z}, (Z = R)$$

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3}A$$

$$P_{avg} = 15 \times \frac{100}{9} = \frac{500}{3}Watt$$

حل المسائل العامة والدورات

المسألة الثانية 2020 الثانية:

مأخذ تيار متناوب جيبي تواتره $f = 50Hz$ نربط بين طرفيه على التسلسل مقاومة أومية $R = 20\Omega$ ومكثفة اتساعيتها X_C فيكون التوتر المنتج بين طرفي كل جزء على الترتيب $U_{eff_R} = 40V$,$U_{eff_C} = 30V$ المطلوب:

1- استنتج قيمة التوتر المنتج الكلي بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فرينل

2- احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة 3- احسب اتساعية المكثفة ثم اكتب التابع الزمني للتوتر اللحظي بين لبوسيها

4- احسب الممانعة الكلية للدارة 5- احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في هذه الدارة

6- نضيف إلى الدارة السابقة على التسلسل وشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها L فتبقى الشدة المنتجة للتيار بالقيمة نفسها احسب قيمة ذاتية الوشيعة المضافة L

المعطيات: $f = 50Hz$, $R = 20\Omega$, $U_{eff_R} = 40V$,$U_{eff_C} = 30V$

1) $U_{eff} = ?$

$$U_{eff} = \sqrt{U_{eff_R}^2 + U_{eff_C}^2}$$

$$U_{eff} = \sqrt{1600 + 900} = 50V$$

4) $Z = ?$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{400 + 225} = \sqrt{625} = 25\Omega$$

2) $I_{eff} = ?$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff_R}}{R} = \frac{40}{20} = 2A$$

5) $P_{avg} = ?$

$$P_{avg} = RI_{eff}^2 = 20 \times 4 = 80Watt$$

3) $X_C = ?, u_C = ?$

$$X_C = \frac{U_{eff_C}}{I_{eff}} = \frac{30}{2} = 15\Omega$$

$$u_C = U_{max_C} \cos(\omega t + \varphi_C)$$

$$U_{max_C} = U_{eff_C}\sqrt{2} = 30\sqrt{2}V$$

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

$$u_C = 30\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$$

6) $L = ?$

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

$$Z' = Z$$

$$\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

بالتربيع والاختصار:

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

بجذر الطرفيين:

$$X_L - X_C = \mp X_C$$

إما:	أو:
$X_L - X_C = X_C$ $X_L = 2X_C$ $L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{2X_C}{\omega} = \frac{2 \times 15}{100\pi}$ $L = \frac{3}{10\pi}H$	$X_L - X_C = -X_C$ $X_L = 0$ $L = 0$ مرفوض

المسألة الثانية 2021 الأولى:

نطبق بين طرفي ملأخذ تيار متناوب جيبي توترا متناوبا قيمته المنتجة $U_{eff} = 150V$ وتواتره $f = 50Hz$

A- نصل طرفي المأخذ بدارة تحوي على التسلسل مقاومة صرف $R = 30\Omega$ **ووشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها** $L = \frac{2}{5\pi}H$

المطلوب حساب: 1- ردية الوشيعة والممانعة الكلية للدارة 2- قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في هذه الدارة 3- التوتر المنتج بين طرفي الوشيعة

B- نضيف إلى الدارة السابقة على التسلسل مكثفة سعتها C **تجعل الشدة على توافق في الطور مع التوتر المطبق المطلوب حساب:**

1- قيمة الشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة 2- الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة 3- قيمة سعة المكثفة المضافة C

	المعطيات: $U_{eff} = 150V, f = 50Hz, R = 30\Omega, L = \frac{2}{5\pi}H$
$B)1) I'_{eff} = ?$ $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}; (Z = R)$ $I'_{eff} = \frac{150}{30} = 5A$	$A) X_L = ?, Z = ?$ $X_L = \omega L$ $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi rad.s^{-1}$ $X_L = 100\pi \times \frac{2}{5\pi} = 40\Omega$ $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{900 + 1600} = 50\Omega$
$2) P_{avg} = ?$ $P_{avg} = RI'^2_{eff} = 30 \times 25 = 750Watt$	$2) I_{eff} = ?$ $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{150}{50} = 3A$
$3) C = ?$ $C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{\omega X_L} = \frac{1}{100\pi \times 40} = \frac{1}{4000\pi}F$	$3) U_{eff_L} = ?$ $U_{eff_L} = X_L I_{eff} = 40 \times 3 = 120V$

المسألة الثانية: 2021 الثانية:

مأخذ تيار متناوب جيبي نطبق بين طرفيه توترا لحظيا يعطى بالعلاقة: $u = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ نصل بين طرفي المأخذ السابق دارة تحوي فرعين الفرع الأول يحوي مقاومة صرفة $R = 50\Omega$ ويحوي الفرع الثاني وشيعة عامل استطاعتها 0.2 ومقاومتها $r = 8\Omega$ المطلوب **حساب: 1- التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار 2- قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في فرع المقاومة**

3- ممانعة الوشيعة والشدة المنتجة للتيار المار فيها 4- الشدة المنتجة للتيار في الدارة الخارجية باستخدام إنشاء فرينل

5- الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين وعامل استطاعة الدارة

المعطيات: $u = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t\ , R = 50\Omega, \cos\varphi_L = 0.2, r = 8\Omega$

$1) U_{eff} = ?, f = ?$ $U_{eff} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 200V$ $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50Hz$	$4) I_{eff} = ?$ $I_{eff} = \sqrt{I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L} + 2I_{eff_R} I_{eff_L} \cos\varphi_L}$ $I_{eff} = \sqrt{16+25+2(4)(5)(0.2)} = 7A$
$2) I_{eff_R} = ?$ $I_{eff_R} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{200}{50} = 4A$	$5) P_{avg} = ?, \cos\varphi = ?$ $P_{avg} = RI^2_{eff_R} + rI^2_{eff_L} = 50\times 16 + 8\times 25$ $P_{avg} = 800 + 200 = 1000 Watt$ $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff} I_{eff}} = \frac{1000}{200\times 7} = \frac{5}{7}$
$3) Z_L = ?, I_{eff_L} = ?$ $Z_L = \frac{r}{\cos\varphi_L} = \frac{8}{0.2} = 40\Omega$ $I_{eff_L} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{200}{40} = 5A$	

المسألة الثانية 2022 الثانية:

نصل طرفي مأخذ تيار متناوب جيبي توتره المنتج $U_{eff} = 100V$ وتواتره $f = 50Hz$ إلى دارة تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ومكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi}F$ فيكون التوتر المنتج بين طرفي المكثفة $U_{eff_C} = 80V$ المطلوب:

1- احسب اتساعية المكثفة

2- احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة I_{eff} ثم اكتب تابع الشدة اللحظية لهذا التيار

3- احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي المقاومة U_{eff_R} باستخدام إنشاء فرينل ثم احسب قيمة المقاومة الأومية R

4- نضيف على التسلسل إلى الدارة السابقة وشيعة مناسبة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها L بحيث تبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها احسب ذاتية الوشيعة المضافة L

المعطيات: $U_{eff} = 100V$, $f = 50Hz$, $f = 50Hz, C = \frac{1}{4000\pi}F$, $U_{eff_C} = 80V$

1) $X_C = ?$

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

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

$$X_C = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{4000\pi}} = 40\Omega$$

2) $I_{eff} = ?, i = ?$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff_C}}{X_C} = \frac{80}{40} = 2A$$

$$i = I_{max} \cos \omega t$$

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

$$i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

3) $U_{eff_R} = ?, R = ?$

$$U_{eff_R} = \sqrt{U_{eff}^2 - U_{eff_C}^2}$$

$$U_{eff_R} = \sqrt{10000 - 6400} = 60V$$

$$R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff}} = \frac{60}{2} = 30\Omega$$

4)

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

$$\frac{U_{eff}}{Z'} = \frac{U_{eff}}{Z}$$

$$Z' = Z$$

$$\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

بالتربيع والاختصار:

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

بجذر الطرفيين:

$$X_L - X_C = \mp X_C$$

إما:	أو:
$X_L - X_C = X_C$	$X_L - X_C = -X_C$
$X_L = 2X_C$	$X_L = 0$
$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{2X_C}{\omega} = \frac{2\times 40}{100\pi}$	$L = 0$
$L = \frac{80}{100\pi} = \frac{4}{5\pi}H$	مرفوض

الدرس السادس: المحولة الكهربائية

المسألة الأولى:

يبلغُ عددُ لفّاتٍ أوليّة مُحوّلة كهربائيّة $N_p = 125$ لفّة وعددُ لفّاتِ ثانويّتُها $N_s = 375$ لفّة، والتوتّر اللّحظيّ بينَ طرفَي الثانويّة يُعطى بالمُعادَلة $u_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(\text{V})$:

المطلوب:

1. احسبْ نسبةَ التّحويل، ثمّ بيّنْ إنْ كانت المحوّلةُ رافعةً للتوتّرِ أم خافضةً له.
2. احسبْ قيمةَ التّوتُّرِ المُنتِج بينَ طرفَي كل من الدّارة الثانويّة و الأوليّة.
3. نصِلُ طرفَي الدّارة الثانويّة بمُقاومةٍ صرفٍ $R = 30\,\Omega$، احسبْ قيمةَ الشّدّةِ المُنتِجةِ للتيّار المارّ في الدّارة الثانويّة.
4. نصِلُ على التّفرُّع مع المُقاوَمة السّابقة وشيعةً مُهمَلة المُقاومة، فيمرُّ في فرع الوشيعة تيّارٌ شدّتُه المُنتجة $I_{eff} = 3\text{ A}$، احسبْ رديّة الوشيعة، ثمَّ اكتب التابعَ الزّمني لشدّةِ التيّار المارّ في الوشيعة.
5. احسبْ قيمةَ الشّدّة المُنتجة الكلّيّة في الدّارة الثانويّة باستخدام إنشاء فرينل.
6. احسبْ قيمةَ الاستطاعةِ المُتوسّطة المُستهلَكة في الدّارة، وعاملَ استطاعةِ الدّارة.

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $N_s = 375, N_p = 125, u_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$</td></tr>
<tr><td>
1) $\mu = ?$
$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{375}{125} = 3$
المحولة رافعة للتوتر لأن: $\mu > 1$
</td><td>
4) $I_{eff_L} = 3A, X_L = ?, i_L = ?$
$X_L = \frac{U_{eff_s}}{I_{eff_L}} = \frac{120}{3} = 40\Omega$
$i_L = I_{\max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$
$I_{\max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2} = 3\sqrt{2}A$
$\varphi_L = -\frac{\pi}{2}rad$
$i_L = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$
</td></tr>
<tr><td>
2) $U_{eff_s} = ?, U_{eff_p} = ?$
$U_{eff_s} = \frac{U_{\max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120V$
$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow 3 = \frac{120}{U_{eff_p}} \Rightarrow U_{eff_p} = 40V$
</td><td></td></tr>
<tr><td>
3) $R = 30\Omega, I_{eff_R} = ?$
$I_{eff_R} = \frac{U_{eff_s}}{R} = \frac{120}{30} = 4A$
</td><td rowspan="2">
5) $I_{eff_s} = ?$
$I_{eff_s} = \sqrt{I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2} = \sqrt{16+9}$
$I_{eff_s} = \sqrt{25} = 5A$
</td></tr>
<tr><td>
6) $P_{avg} = ?, \cos\varphi = ?$
$P_{avg} = RI_{eff_R}^2 = 30\times 16 = 480Watt$
$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff_s}I_{eff_s}} = \frac{480}{120\times 5} = \frac{4}{5}$
</td></tr>
</table>

المسألة الثانية 2020 الأولى:

يبلغ عدد لفات الدارة الأولية لمحولة كهربائية $N_p = 250$ لفة وعدد لفات دارتها الثانوية $N_s = 750$ لفة والتوتر اللحظي بين طرفي دارتها الثانوية يعطى بالمعادلة: $u_s = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$ المطلوب:

1- احسب نسبة التحويل وحدد نوع المحولة إن كانت رافعة للتوتر أم خافضة له؟ 2- احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي الثانوية

3- نصل طرفي الثانوية بمقاومة صرف قيمر بها تيار شدته $I_{eff_R} = 4A$ احسب قيمة المقاومة والشدة المنتجة في الدارة الأولية I_{eff_p}

4- نصل بين طرفي الثانوية فرع ثاني يحوي وشيعة مهملة المقاومة فتصبح الشدة المنتجة الكلية في الدارة $I_{eff_s} = 5A$ احسب الشدة المنتجة للتيار لمار في فرع الوشيعة باستخدام إنشاء فرينل ثم اكتب تابع الشدة اللحظية للتيار المار في فرع الوشيعة

5- احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين وعامل استطاعة الدارة

<table>
<tr><td colspan="2">المعطيات: $N_s = 750, N_p = 250, u_s = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$</td></tr>
<tr><td>$1)\mu = ?$
$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{750}{250} = 3$
المحولة رافعة للتوتر لأن: $\mu > 1$</td><td rowspan="2">$4) I_{eff_s} = 5A, I_{eff_L} = ?, i_L = ?$
$I_{eff_L} = \sqrt{I_{eff_s}^2 - I_{eff_R}^2}$
$I_{eff_L} = \sqrt{25 - 16} = 3A$
$i_L = I_{\max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$
$I_{\max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2} = 3\sqrt{2}A$
$\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$
$i_L = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$</td></tr>
<tr><td>$2) U_{eff_s} = ?$
$U_{eff_s} = \frac{U_{\max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{240\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 240V$</td></tr>
<tr><td>$3), I_{eff_R} = 4A ?, I_{eff_p} = ?$
$R = \frac{U_{eff_s}}{I_{eff_R}} = \frac{240}{4} = 60\Omega$
$\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_R}} \Rightarrow 3 = \frac{I_{eff_p}}{4} \Rightarrow I_{eff_p} = 12A$</td><td>$5) P_{avg} = ?, \cos\varphi = ?$
$P_{avg} = RI_{eff_R}^2 = 60 \times 16 = 960 Watt$
$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff_s} I_{eff_s}} = \frac{960}{240 \times 5} = \frac{4}{5}$</td></tr>
</table>

المسألة الثانية 2022 الأولى:

يبلغ عدد لفات أولية محولة كهربائية $N_P = 150$ لفة وعدد لفات ثانويتها $N_S = 450$ لفة والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يعطى بالعلاقة: $u_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ المطلوب:

1. **احسب نسبة التحويل ثم بين إن كانت المحولة رافعة للتوتر أم خافضة له؟**
2. **احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي كل من الدارة الثانوية والأولية**
3. **نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة صرف $R = 40\Omega$ احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة الثانوية**
4. **نصل على التفرع مع المقاومة السابقة وشيعة مهملة المقاومة فيمر في فرع الوشيعة تيار شدته المنتجة $I_{eff_L} = 4A$**

a) احسب ردية الوشيعة ثم اكتب التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعة
b) احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية باستخدام إنشاء فرينل
c) احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين وعامل استطاعة الدارة

المعطيات: $N_s = 450, N_p = 150, u_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$	
1) $\mu = ?$ $\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{450}{150} = 3$ المحولة رافعة للتوتر لأن: $\mu > 1$ 2) $U_{eff_s} = ?, U_{eff_p} = ?$ $U_{eff_s} = \frac{U_{\max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120V$ $\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow 3 = \frac{120}{U_{eff_p}} \Rightarrow U_{eff_p} = 40V$	4) $I_{eff_L} = 4A$ a) $X_L = ?, i_L = ?$ $X_L = \frac{U_{eff_s}}{I_{eff_L}} = \frac{120}{4} = 30\Omega$ $i_L = I_{\max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$ $I_{\max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2} = 4\sqrt{2}A$ $\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$ $i_L = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$
3) $R = 40\Omega, I_{eff_R} = ?$ $I_{eff_R} = \frac{U_{eff_s}}{R} = \frac{120}{40} = 3A$ c) $P_{avg} = ?, \cos\varphi = ?$ $P_{avg} = RI^2_{eff_R} = 30 \times 16 = 480 Watt$ $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff_s} I_{eff_s}} = \frac{480}{120 \times 5} = \frac{4}{5}$	b) $I_{eff_s} = ?$ $I_{eff_s} = \sqrt{I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L}} = \sqrt{9+16}$ $I_{eff_s} = \sqrt{25} = 5A$

الوحدة الثالثة: الأمواج المستقرة

الدرس الأول: الأمواج المستقرة العرضية

المسألة العاشرة:

وترُ آلةٍ موسيقيّة، طولُه $L = 1\,\text{m}$، وكتلتُه $m = 20\,\text{g}$، مُثبّت من طرفيه ومشدودٌ بقوّة $F_T = 2\,\text{N}$.

المطلوب:

1. سرعة انتشار الاهتزاز على طول الوتر.
2. تواتر الصّوت الأساسيّ الذي يُمكِنُ أن يصدرَ عنه.
3. التّواتُرات الخاصّة لمدروجاته الثّلاثة الأولى.

المعطيات: $L = 1m, m = 2\times10^{-2}kg, F_T = 2N$	
$1)\ v = ?$ $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T L}{m}} = \sqrt{\frac{2\times1}{2\times10^{-2}}} = 10m.s^{-1}$	$2) f_2 = ?, f_3 ?, f_4 = ?$ $f = n\frac{v}{2L}$ $n = 2 \Rightarrow f_1 = 2\times\frac{v}{2L} = 2\times\frac{10}{2\times1} = 10Hz$ $n = 3 \Rightarrow f_1 = 3\times\frac{v}{2L} = 3\times\frac{10}{2\times1} = 15Hz$ $n = 4 \Rightarrow f_1 = 4\times\frac{v}{2L} = 4\times\frac{10}{2\times1} = 20Hz$
$2) f_1 = ?$ $f = n\frac{v}{2L}$ $n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{10}{2\times1} = 5Hz$	

حل المسائل العامة والدورات

وتر طوله $L = 1.5\,\text{m}$، وكتلته $m = 15\,\text{g}$ نجعله يهتزُّ بالتجاوب بواسطة هزَّازة تواترها $f = 100\,\text{Hz}$ يتشكَّل فيه ثلاثة مغازل

المطلوب حساب:

1. طول موجة الاهتزاز.
2. الكتلة الخطِّيَّة للوتر.
3. سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر.
4. مقدار قوّة الشدّ المطبقة على الوتر.
5. بعد أماكن عقد وبطون الاهتزاز عن نهايته المقيَّدة.

<table>
<tr><td colspan="3">المعطيات: $L = 1.5m, m = 15\times10^{-3}kg, f = 100Hz, n = 3$</td></tr>
<tr><td>$1)\lambda = ?$
$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2\times1.5}{3} = 1m$</td><td colspan="2">$4)F_T = ?$
$F_T = \mu v^2 = 10^{-2}\times10000 = 100N$</td></tr>
<tr><td>$2)\mu = ?$
$\mu = \frac{m}{L} = \frac{15\times10^{-3}}{15\times10^{-1}} = 10^{-2}kg.m^{-1}$</td><td>ابعاد العقد</td><td>ابعاد البطون</td></tr>
<tr><td>$3)v = ?$
$v = \lambda f = 1\times100 = 100m.s^{-1}$</td><td>$x = n\frac{\lambda}{2}; n = 0,1,2,3,...$
$n = 0 \Rightarrow x_1 = 0m$
$n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2}m$
$n = 2 \Rightarrow x_3 = 1m$</td><td>$x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}, n = 0,1,2,...$
$n = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{1}{4}m$
$n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{3}{4}m$</td></tr>
</table>

المسألة الرابعة 2020 الأولى:

وتر طوله $L = 2m$ كتلته الخطية $\mu = 6\times10^{-3} kg.m^{-1}$ مشدود بقوة F_T يهتز بالتجاوب مع رنانة كهربائية تواترها $f = 40Hz$ مكونا أربعة مغازل المطلوب حساب: 1- كتلة الوتر 2- طول الموجة 3- سرعة انتشار الاهتزاز العرضي 4- قوة الشد المطبقة على الوتر

المعطيات: $L = 2m , \mu = 6\times10^{-3} kg.m^{-1} , f = 40Hz , n = 4$	
$1) m = ?$ $m = \mu L = 6\times10^{-3}\times 2 = 12\times10^{-3} kg$	$3) v = ?$ $v = \lambda f = 1\times 40 = 40 m.s^{-1}$
$2) \lambda = ?$ $\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2\times 2}{4} = 1m$	$4) F_T = ?$ $F_T = \mu v^2 = 6\times10^{-3}\times 1600 = 9.6N$

المسألة الرابعة 2021 الثانية:

وتر طوله $L = 0.6m$ وكتلته $m = 30g$ مشدود بقوة F_T نجعله يهتز بالتجاوب مع رنانة تواترها $f = 200Hz$ فيتشكل فيه أربعة مغازل المطلوب حساب: 1- طول موجة الاهتزاز 2) الكتلة الخطية للوتر 3- سرعة انتشار الاهتزاز 4- مقدار قوة الشد المطبقة

المعطيات: $L = 0.6m , m = 3\times10^{-2} kg , f = 200Hz , n = 4$	
$1) \lambda = ?$ $\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2\times 0.6}{4} = 0.3m$	$3) v = ?$ $v = \lambda f = 0.3\times 200 = 60 m.s^{-1}$
$2) \mu = ?$ $\mu = \frac{m}{L} = \frac{3\times10^{-2}}{6\times10^{-1}} = 5\times10^{-2} kg.m^{-1}$	$4) F_T = ?$ $F_T = \mu v^2 = 5\times10^{-2}\times 3600 = 180N$

الدرس الثاني: الأمواج المستقرة الطولي

المسألة الحادية عشرة:

مِزمارٌ مُتشابهُ الطَّرفَين طوله $L = 1\,\text{m}$ يُصدِرُ صوتاً تواتُره $f = 170\ \text{Hz}$، يحوي هواءً في درجةِ حرارةٍ مُعيّنةٍ حيثُ سرعةُ انتشارِ الصَّوت $v = 340\ \text{m.s}^{-1}$.

المطلوب:

1. احسب عدد أطوالِ الموجةِ الّتي يحويها المِزمار.
2. احسب طول مِزمارٍ آخرَ مُختلِف الطّرفَين يحوي الهواء يُصدِرُ صوتاً أساسيّاً مواقِتاً للصّوت السّابق في درجة الحرارة نفسِها.

المعطيات: $L = 1m, f = 170Hz, v = 340m.s^{-1}$	
$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} = 2m$ عدد أطوال الموجة $= \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{2} = 0.5$	2) $L' = ?, n = 1, f' = f, v' = v$ $L' = (2n-1)\frac{v}{4f} = 1 \times \frac{340}{4 \times 170} = \frac{1}{2}m$

حل المسائل العامة والدورات

المسألة (31):

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

1. احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار.
2. إذا تكوّنت داخله عقدة واحدة فقط في منتصف المزمار في الدرجة نفسها من الحرارة، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ.
3. إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء $v = 331\ \text{m.s}^{-1}$ في الدرجة 0°C، فاحسب درجة حرارة التجربة.

المعطيات: $L = 3.4m, f = 1000Hz, v = 340m.s^{-1}$	
1) $N = ?$ $N = \frac{L}{\lambda}$ $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0.34\text{m}$ $N = \frac{3.4}{0.34} = 10$	3) $v' = 331m.s^{-1}, t' = 0^\circ C, t = ?$ $\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{\frac{t' + 273}{t + 273}}$ $\frac{331}{340} = \sqrt{\frac{273}{t + 273}}$ $t = 15^\circ C$
2) $n = 1, f' = ?$ $f' = n\frac{v}{2L} = 1 \times \frac{340}{2 \times 3.4} = 50Hz$	

المسألة (35):

مزمار ذو فم نهايته مغلقة يحوي غاز الأكسجين سرعة انتشار الصوت فيه $v = 324\ \mathrm{m.s^{-1}}$ يصدر صوتاً أساسياً تواتره $f = 162\ \mathrm{Hz}$.

1. احسب طول هذا المزمار.
2. نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهدروجين في درجة الحرارة نفسها، احسب تواتر الصوت الأساسيّ الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة.

المعطيات: $v = 324m.s^{-1}, n = 1, f = 162Hz$	
$1)L = ?$ $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{324}{162} = 2m$ $L = 1\times\frac{2}{4} = 0.5m$	$2)f' = ?$ $f' = \frac{v'}{\lambda}$ $\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{D}{D'}} = \sqrt{\frac{M}{M'}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4$ $v' = 4v = 4\times 324 = 1296m.s^{-1}$ $f' = \frac{1296}{2} = 648Hz$

المسألة الرابعة 2022 الثانية:

يصدر مزمار ذو فم نهايته مفتوحة صوتاً بإمرار هواء بدرجة حرارة مناسبة ينتشر فيه الصوت بسرعة $v = 340m.s^{-1}$ فيتكون داخله عقدتان للاهتزاز البعد بينهما $50cm$ المطلوب حساب:

1- طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار

2- طول المزمار

3- تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار

4- طول مزمار آخر ذي فم نهايته مغلقة يحوي هواء في درجة الحرارة نفسها يعطي صوتاً أساسياً موافقاً للصوت الصادر عن المزمار السابق

المعطيات: $n = 2, \frac{\lambda}{2} = 0.5m, v = 340m.s^{-1}$	
$1)\lambda = ?$ $\frac{\lambda}{2} = 0.5 \Rightarrow \lambda = 1m$	$3)f = ?, t' = 15^\circ C, v' = 331m.s^{-1}$ $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1} = 340Hz$
$2)L = ?$ $L = n\frac{\lambda}{2} = 2\times 0.5 = 1m$	$4)L' = ?, n = 1$ $L' = (2n-1)\frac{v}{4f} = 1\times\frac{340}{4\times 340} = \frac{1}{4}m$