الجمهوريّة العربيّة السوريّة

وزارة التربية

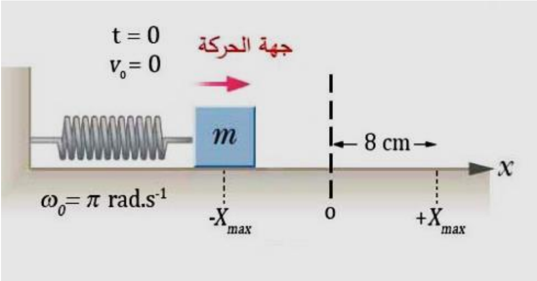
المركز الوطني لتطوير المناهج التربويّة

حلول كتاب الفيزياء للصف الثالث الثانوي العلمي

نواس المرن

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- تابع المطال الذي يصف حركة الهزازة الجيبية في الشكل المجاور هو:



الإجابة الصحيحة: $(a$ $\boxed{\bar{x} = 0.08\cos(\pi t + \pi)}$

توضيح اختيار الإجابة:

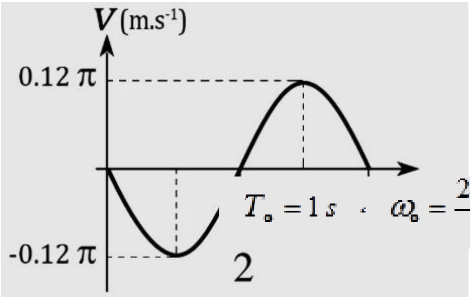
❖ شروط البدء $t = 0$ ، $\bar{x} = -X_{max} = -0.08\ m$ ، $v_0 = 0$

نبدل في التابع الزمني للمطال

$$-0.08 = 0.08\cos\bar{\varphi} \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \bar{\varphi} = \pi\ rad$$

❖ $\omega_0 = \pi\ rad.s^{-1}$

2- الرسم البياني جانباً يمثّل تغيّرات السرعة مع الزمن لجسم مرتبط بنابض مرن يتحرّك بحركة توافقية بسيطة، فيكون التابع الزمني للسرعة هو:



الإجابة الصحيحة: $(c$ $\boxed{\bar{v} = -0.12\pi\sin 2\pi t}$

توضيح اختيار الإجابة:

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

❖ $v_{max} = 0.12\pi\ m.s^{-1}$

❖ $v_{max} = \omega_0 X_{max} \Rightarrow X_{max} = \frac{v_{max}}{\omega_0} = \frac{0.12\pi}{2\pi} = 0.06\,m$

❖ $(t = 0 \text{ ، } v = 0)$ نبدل في التابع الزمني للسرعة $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ فنجد:

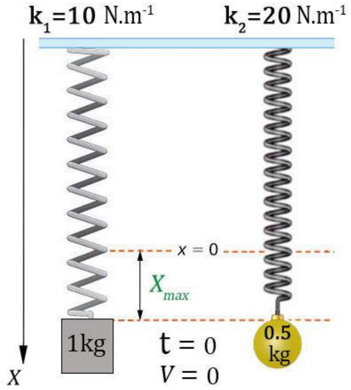
$$0 = -2\pi \times 0.06\sin(0 + \bar{\varphi}) \Rightarrow \sin(\bar{\varphi}) = 0$$

إما: $\bar{\varphi} = 0\,rad$ الحل مقبول لأنه يحقق السرعة **سالبة** في اللحظة $t = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4}\ s$

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \Rightarrow \bar{v} = -2\pi \times 0.06\sin(2\pi\frac{1}{4} + 0) = -0.12\pi\ \ m.s^{-1}$$

أو: $\bar{\varphi} = \pi\,rad$ الحل مرفوض لأنه يحقق السرعة **موجبة** في اللحظة $t = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4}\ s$

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \Rightarrow \bar{v} = -2\pi \times 0.06\sin(2\pi\frac{1}{4} + \pi) = +0.12\pi\ \ m.s^{-1}$$



3– يمثّل الشكل المجاور هزازتان توافقيتان تنطلقان من الموضع نفسه وفي اللحظة نفسها، فإنّهما بعد مضي 3s من بدء حركتهما:

a) **الإجابة الصحيحة :** $d)$ لا تلتقيان.

توضيح اختيار الإجابة:

دور النواس الأول: $T_{\circ_1} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{1}{10}} = 2s$

دور النواس الثاني: $T_{\circ_2} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{0.5}{20}} = 1s$

بعد مضي 3s :

سينجز النواس الأول هزة ونصف $\dfrac{t}{T_{\circ_1}} = \dfrac{3}{2} = 1.5$ أي سيكون في المطال $\overline{x} = -X_{\max}$

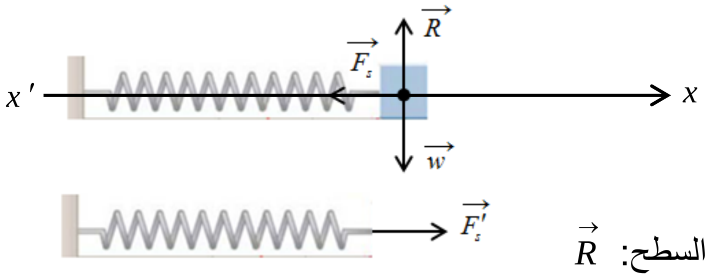
سينجز النواس الثاني ثلاث هزات $\dfrac{t}{T_{\circ_2}} = \dfrac{3}{1} = 3$ أي سيكون في المطال $\overline{x} = +X_{\max}$

****

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1– أثبت صحة العلاقة: $v = \omega_\circ\sqrt{X_{\max}^2 - x^2}$ في الحركة التوافقية البسيطة.

الطريقة الأولى:	**الطريقة الثانية:**
$\overline{x} = X_{\max}\cos(\omega_\circ t + \overline{\varphi}) \Rightarrow \dfrac{x^2}{X_{\max}^2} = \cos^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$	$E_{tot} = E_P + E_k$
$\overline{v} = -\omega_\circ X_{\max}\sin(\omega_\circ t + \overline{\varphi}) \Rightarrow \dfrac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{\max}^2} = \sin^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$	$\dfrac{1}{2}k X_{\max}^2 = \dfrac{1}{2}k x^2 + \dfrac{1}{2}m v^2$
$\dfrac{x^2}{X_{\max}^2} + \dfrac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{\max}^2} = \cos^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi}) + \sin^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$	لكن: $\omega_\circ^2 = \dfrac{k}{m} \Rightarrow m = \dfrac{k}{\omega_\circ^2}$
$\dfrac{x^2}{X_{\max}^2} + \dfrac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{\max}^2} = 1$	$\dfrac{1}{2}k X_{\max}^2 = \dfrac{1}{2}k x^2 + \dfrac{1}{2}\dfrac{k}{\omega_\circ^2}v^2$
$\dfrac{\omega_\circ^2 x^2}{\omega_\circ^2 X_{\max}^2} + \dfrac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{\max}^2} = 1$	$X_{\max}^2 = x^2 + \dfrac{1}{\omega_\circ^2}v^2 \Rightarrow (X_{\max}^2 - x^2) = \dfrac{v^2}{\omega_\circ^2}$
$\omega_\circ^2 x^2 + v^2 = \omega_\circ^2 X_{\max}^2$	$v^2 = \omega_\circ^2(X_{\max}^2 - x^2)$
$v^2 = \omega_\circ^2(X_{\max}^2 - x^2)$	$v = \omega_\circ\sqrt{X_{\max}^2 - x^2}$
$v = \omega_\circ\sqrt{X_{\max}^2 - x^2}$	



a) **جملة المقارنة**: خارجية.

الجملة المدروسة: النواس المرن

القوى الخارجية المؤثرة في مركز عطالة الجسم:

قوة توتر النابض: $\vec{F}_s$ ، قوة الثقل: $\vec{W}$ ، قوة رد فعل السطح: $\vec{R}$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F}_s = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور أفقي موجّه كما في الشكل: $-F_s = m\bar{a}$

تؤثر على **النابض** القوة $\vec{F'_s}$ التي تسبّب له الاستطالة x حيث: $F'_s = F_s = k\bar{x}$

بالتعويض نجد: $-k\bar{x} = m\bar{a}$

بما أن حركة الجسم مستقيمة فالتسارع الناظمي معدوم والتسارع : تسارع مماسي $\bar{a} = \bar{a}_t = (\bar{x})''_t$

$$-k\bar{x} = m\,(\bar{x})''_t$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل: $(\bar{x})''_t = -(\frac{k}{m})\bar{x}$ ......(1)

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

<u>**للتحقّق من صحة الحل**</u>: نشتق التابع مرتين بالنسبة للزمن نجد:

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

$$(\bar{x})''_t = \bar{a} = -\omega_\circ^2 X_{max}\cos(\omega_\circ t + \bar{\varphi})$$

$$(\bar{x})''_t = -\omega_\circ^2\,\bar{x} \quad ......(2)$$

بالمقارنة بين (1) و (2) نجد أن: $\omega_\circ^2 = \frac{k}{m}$ ومنه: $\omega_\circ = \sqrt{\frac{k}{m}} > 0$ وهذا محقق لأنّ m, k موجبان.

حركة الجسم هي **حركة جيبية انسحابيه** التابع الزمني للمطال يعطى بالعلاقة: $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_\circ t + \bar{\varphi})$

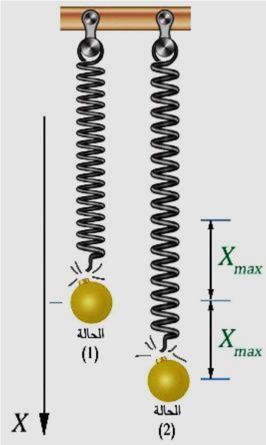
b) **استنتاج علاقة الطاقة الحركية للجسم بدلالة** X_{max} : $E_{tot} = E_P + E_k \Rightarrow E_k = E_{tot} - E_P$

$$E_k = \frac{1}{2}k\,X_{max}^2 - \frac{1}{2}k\,x^2 \Rightarrow \boxed{E_k = \frac{1}{2}k\,(X_{max}^2 - x^2)}$$

$$E_{k_A} = \frac{1}{2}k\,(X_{max}^2 - x^2) = \frac{1}{2}k\,(X_{max}^2 - \frac{X_{max}^2}{4}) = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}k\,X_{max}^2\right) = \frac{3}{4}E_{tot} \quad : \quad \bar{x}_A = -\frac{X_{max}}{2}$$

$$E_{k_B} = \frac{1}{2}k\,(X_{max}^2 - x^2) = \frac{1}{2}k\,(X_{max}^2 - \frac{X_{max}^2}{2}) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}k\,X_{max}^2\right) = \frac{1}{2}E_{tot} \quad : \quad \bar{x}_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$$

<u>**النتيجة**</u> : تنقص الطاقة الحركية للجسم بازدياد مطاله وبالتالي تزداد طاقته الكامنة.



3- لحظة انفصال الجسم يخضع لقوة ثقله فقط $\vec{W} = m\,\vec{g}$

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

$$m\,\vec{g} = m\,\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} = const$$

❖ **الانفصال في مركز الاهتزاز:** قذف شاقولي نحو الأعلى لأن الجسم مزود بسرعة ابتدائية الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام

طورها الأول صعود (متباطئة بانتظام) وطورها الثاني هبوط (متسارعة بانتظام).

❖ **الانفصال في المطال الأعظمي الموجب:** سقوط حر

لأن السرعة الابتدائية للجسم معدومة.

****

ثالثاً: حلّ المسائل الآتية: (في جميع المسائل $g = 10\,\text{m.s}^{-2}$ ، $\pi^2 = 10$ ، $4\pi = 12.5$)

المسألة الأولى:

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

بالمطابقة مع الشكل العام $\bar{x} = X_{\max}\cos(\omega_\circ t + \bar{\varphi})$

نجد: $X_{\max} = 0.1\,m$ ، $\omega_\circ = \pi\,rad.s^{-1}$ ، $\bar{\varphi} = \frac{\pi}{2}\,rad$

الدور الخاص للحركة: $\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ}$

$$T_\circ = \frac{2\pi}{\omega_\circ} = \frac{2\pi}{\pi} = 2s$$

2- $$\omega_\circ^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_\circ^2} = \frac{10}{\pi^2} = \frac{10}{10} \Rightarrow m = 1\,kg$$

3- **طريقة أولى لحساب السرعة في موضع مطاله** $\bar{x} = 6\,cm$ **ويتحرك بلاتجاه الموجب:** $v = \omega_\circ\sqrt{X_{\max}^2 - x^2}$

$$v = \pi\sqrt{(0.1)^2 - (0.06)^2} = \pi\sqrt{10^{-2} - 36\times10^{-4}} = \pi\sqrt{100\times10^{-4} - 36\times10^{-4}} = \pi\sqrt{64\times10^{-4}}$$

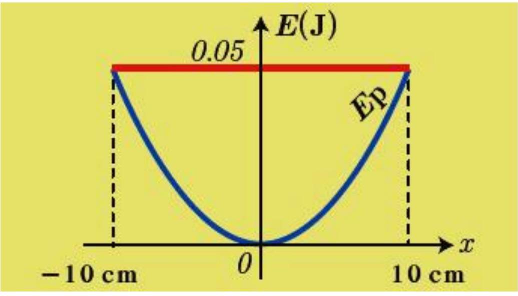
$$(4\pi = 12.5 \Rightarrow 8\pi = 25) \qquad v = 8\pi\times10^{-2} = 0.25\,m.s^{-1}$$

طريقة ثانية لحساب السرعة: $$\frac{x^2}{X_{\max}^2} + \frac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{\max}^2} = 1 \Rightarrow \frac{(0.06)^2}{(0.1)^2} + \frac{v^2}{(\pi)^2(0.1)^2} = 1$$

$$v = 8\pi\times10^{-2} = 0.25\,m.s^{-1}$$

المسألة الثانية:

1–
$$E_{tot} = \frac{1}{2} k\, X^2_{max}$$
$$5 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} k\, (10^{-1})^2$$
$$k = 10\ N.m^{-1}$$



2– طريقة (1) :
$$T_\circ = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$
$$T_\circ = 2\pi \sqrt{\frac{0.4}{10}} = \frac{4\pi}{10} = \frac{12.5}{10} = 1.25\ s$$

طريقة (2) :
$$\omega_\circ^2 = \frac{k}{m} = \frac{10}{0.4} = \frac{100}{4} = 25$$
$$\omega_\circ = 5\ rad.s^{-1}$$
$$\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ}$$
$$T_\circ = \frac{2\pi}{\omega_\circ} = \frac{2\pi}{5} = \frac{4\pi}{10} = \frac{12.5}{10} = 1.25\ s$$

3– عند المرور في مركز الاهتزاز تنعدم الطاقة الكامنة المرونية وتكون الطاقة الحركية مساوية للطاقة الميكانيكية

طريقة (1) :	طريقة (2) :
$E_{tot} = E_P + E_k$	$E_{tot} = E_P + E_k$
$x = 0 \Rightarrow E_P = 0$	$x = 0 \Rightarrow E_P = 0$
$E_{tot} = E_k$	$E_{tot} = E_k$
$\frac{1}{2} k\, X^2_{max} = \frac{1}{2} m v^2$	$E_{tot} = \frac{1}{2} m v^2$
$v = \sqrt{\frac{k\, X^2_{max}}{m}}$	$v = \sqrt{\frac{2E_{tot}}{m}}$
$v = \sqrt{\frac{10 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-1}}} = \sqrt{\frac{1}{4}}$	$v = \sqrt{\frac{2 \times 0.05}{0.4}} = \sqrt{\frac{1}{4}}$
$v = 0.5\ m.s^{-1}$	$v = 0.5\ m.s^{-1}$

المسألة الثالثة:

1– جملة المقارنة: خارجية.

الجملة المدروسة: النواس المرن

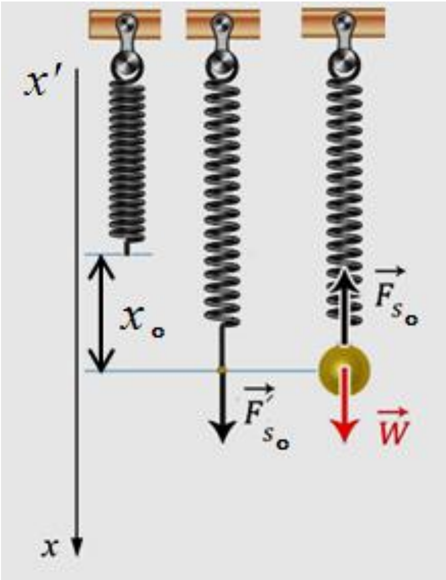
القوى الخارجية المؤثرة في مركز عطالة **الجسم**:

قوة توتر النابض: $\vec{F}_{s_\circ}$ ، قوة الثقل: $\vec{W}$

$\sum \vec{F} = \vec{0}$ (الجسم ساكن)

$\vec{W} + \vec{F}_{s_\circ} = \vec{0}$

بالإسقاط على محور أفقي موجّه نحو الأسفل كما في الشكل:



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

$$W = F_{s_\circ} \quad .... (1)$$

تؤثر على **النابض** القوة $\vec{F}'_{s_0}$ التي تسبّب له الاستطالة $x_\circ$ حيث:

$$F'_{s_\circ} = F_{s_\circ} = k\, x_\circ$$

بالتعويض في (1) نجد: $m\, g = k\, x_\circ$

$$x_\circ = \frac{m\, g}{k}$$

حساب الدور الخاص: $10\, T_\circ = 8 \Rightarrow T_\circ = 0.8\, s$

حساب ثابت صلابة النابض : $T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2\, m}{(T_\circ)^2} = \frac{40\times 1}{0.64}$

$$k = 62.5\ N.m^{-1}$$

$$x_\circ = \frac{1\times 10}{62.5} = 0.16\ m$$

2–حساب قيمة السرعة العظمى (طويلة): $v_{\max} = X_{\max}\, \omega_\circ$

$$\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ} = \frac{2\pi}{0.8} = \frac{5\pi}{2} rad.s^{-1}$$

$$2X_{\max} = 0.24 \Rightarrow X_{\max} = 0.12\, m$$

$$v_{\max} = 0.12 \times \frac{5\pi}{2} = 0.3\pi\ \ m.s^{-1}$$

3– قيمة التسارع في مطال $\overline{x} = +10\,\text{cm} = +10^{-1}\ m$: $\overline{a} = -\,\omega_\circ^2\, \overline{x} = -(\frac{5\pi}{2})^2 \times 10^{-1} = -6.25\ m.s^{-2}$

4– الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطاله $\overline{x} = -4\text{cm}$: $E_P = \frac{1}{2} k\, x^2 = \frac{1}{2}\times 62.5 \times (-0.04)^2 = 0.05\ \ J$

الطاقة الميكانيكية (الكلية): $E_{tot} = \frac{1}{2} k\, X^2_{\max} = 62.5(0.12)^2 = 0.45\ J$

الطاقة الحركيّة في موضع مطاله $\overline{x} = -4\,\text{cm}$: $E_k = E_{tot} - E_P = 0.45 - 0.05 = 0.4\ J$

المسألة الرابعة:

1– ثوابت الحركة $(X_{max}, \omega_\circ, \overline{\varphi})$ ، التابع الزمني لمطال الحركة: $\overline{x} = X_{max}\cos(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$

$$X_{max} = 0.1\ m \quad ، \quad \omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\ rad.s^{-1}$$

نعوض شروط البدء $(t = 0 \ ، \ x = \frac{X_{max}}{2}\ m)$ في التابع الزمني:

$$\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(0 + \overline{\varphi}) \Rightarrow \cos\overline{\varphi} = \frac{1}{2} \Rightarrow (\ \overline{\varphi} = \frac{5\pi}{3}\ rad \quad \text{أو} \quad \overline{\varphi} = \frac{\pi}{3}\ rad\ )$$

$$\overline{v} = -\omega_\circ X_{max}\sin(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

في اللحظة $(t = 0)$ السرعة: $\overline{v_\circ} = -\omega_\circ X_{max}\sin(\overline{\varphi})$

الحل $\overline{\varphi} = +\frac{\pi}{3}$ **مقبول** يوافق شروط البدء يحقق سرعة سالبة $\overline{v_\circ} = -\omega_\circ X_{max}\sin(\frac{\pi}{3}) < 0$

الحل $\overline{\varphi} = \frac{5\pi}{3}$ **مرفوض** يخالف شروط البدء يحقق سرعة موجبة $\overline{v_\circ} = -\omega_\circ X_{max}\sin(\frac{5\pi}{3}) > 0$

نعوض ثوابت الحركة في التابع الزمني: $\boxed{\overline{x} = 0.1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})}$

2– لحظتي المرور الأول والثالث للكرة في موضع التوازن:

$$0 = 0.1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3}) \Rightarrow \cos(2\pi t + \frac{\pi}{3}) = 0$$

$$(2\pi t + \frac{\pi}{3}) = (\frac{\pi}{2} + k\pi) \Rightarrow \boxed{t = \frac{1}{12} + \frac{k}{2}}$$

المرور الأول: $k = 0$ $\quad t = \frac{1}{12}\ s$

المرور الثاني: $k = 1$ $\quad t = \frac{7}{12}\ s$

المرور الثالث: $k = 2$ $\quad t = \frac{13}{12}\ s$

3– شدّة قوة الارجاع في نقطة مطالها $\overline{x} = +0.1\text{m}$: $F = |-k\,\overline{x}| = |16 \times 0.1| = 1.6\ N$

4– كتلة الكرة: $T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{k\,(T_\circ)^2}{4\pi^2} = \frac{16\times 1}{40} = 0.4\,kg$

نواس الفتل

أولاً: **اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي**:

1– **الإجابة الصحيحة**: $c)$

توضيح اختيار الإجابة: $T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$

إن I_Δ عزم العطالة النواس يزداد وبالتالي سيزداد الدور (أي ينقص التواتر).

2– **الإجابة الصحيحة**: $c)$

توضيح اختيار الإجابة: التأخير بالوقت يعني الدور أكبر من $2\,s$ ويجب إنقاصه لذا يجب إنقاص ℓ طول سلك الفتل بمقدار ضئيل. $T_\circ = const\sqrt{\ell}$

3– **الإجابة الصحيحة**: $d)$ $\omega = -\frac{\pi^2}{8}\sin\frac{\pi}{2}t$

توضيح اختيار الإجابة: من الشكل نجد: $\omega_{max} = \frac{\pi^2}{8}\,rad.s^{-1}$

$$2T_\circ = 8 \Rightarrow T_\circ = 4s$$

$$\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}\,rad.s^{-1}$$

نعوض شروط البدء $(t=0 \text{، } \omega = 0)$ في التابع الزمني للسرعة الزاويّة

$$\overline{\omega} = -\omega_\circ\theta_{max}\sin(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

$$0 = -\omega_\circ\theta_{max}\sin(0+\overline{\varphi})$$

$$\sin(\overline{\varphi}) = 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

****

ثانياً: **أجب عن الأسئلة الآتية**:

1– انطلاقاً من مصونية الطاقة الميكانيكية برهن أنّ حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية.

$$E_{tot} = E_p + E_k = const$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2}k\,\theta^2 + \frac{1}{2}I_\Delta\,\omega^2$$

نشتق طرفي العلاقة بالنسبة للزمن: $0 = \frac{1}{2}k\;2(\overline{\theta}\,\overline{\omega}) + \frac{1}{2}I_\Delta(\overline{\omega}\,\overline{\alpha})$

$$0 = k\;(\overline{\theta}) + I_\Delta(\overline{\theta})''_t$$

$(\overline{\theta})''_t = -\frac{k}{I_\Delta}(\overline{\theta})$ ....(1) معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

$$\overline{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

<u>للتحقّق من صحة الحل</u>: نشتق التابع (2) مرتين بالنسبة للزمن نجد:

$$(\overline{\theta})'_t = \overline{\omega} = -\omega_\circ \theta_{\max} \sin(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

$$(\overline{\theta})''_t = \overline{\alpha} = -\omega_\circ^2 \theta_{\max} \cos(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

$$(\overline{\theta})''_t = -\omega_\circ^2 \, \overline{\theta} \quad ......(2)$$

بالمقارنة بين (1) و (2) نجد أن: $\omega_\circ^2 = \dfrac{k}{I_\Delta}$

ومنه: $\omega_\circ = \sqrt{\dfrac{k}{I_\Delta}} > 0$ وهذا محقق لأنّ k, I_Δ موجبان وبالتالي حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية.

****

2– نعلق ساقين متماثلتين بسلكي فتل متماثلين طول الأول ℓ_1 وطول الثاني ℓ_2 فإذا علمت أنّ $T_{\circ_1} = 2\, T_{\circ_2}$

أوجد العلاقة بين طولي السلكين.

$$T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k'\frac{(2r)^4}{\ell}}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta\,\ell}{k'(2r)^4}}$$

$$T_\circ = const\,\sqrt{\ell}$$

$$\frac{T_{\circ_1}}{T_{\circ_2}} = \frac{const\,\sqrt{\ell_1}}{const\,\sqrt{\ell_2}}$$

$$\frac{2T_{\circ_2}}{T_{\circ_2}} = \frac{\sqrt{\ell_1}}{\sqrt{\ell_2}}$$

$$\frac{2}{1} = \frac{\sqrt{\ell_1}}{\sqrt{\ell_2}}$$

$$\frac{4}{1} = \frac{\ell_1}{\ell_2}$$

$$\ell_1 = 4\,\ell_2$$

ثالثاً: <u>حل المسائل الآتية:</u> (في جميع المسائل $g=10\,m.s^{-2}$ ، $\pi^2=10$ ، $4\pi=12.5$)

<u>المسألة الأولى:</u>

1– حساب الدور الخاص للنواس: $T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$

$$I_\Delta = \frac{1}{2} m\, r^2 = \frac{1}{2} \times 2 (4\times 10^{-2})^2 = 16\times 10^{-4}\, kg.m^2$$

$$T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{16\times 10^{-4}}{16\times 10^{-3}}}$$

$$T_\circ = 2\, s$$

2– استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام: إيجاد ثوابت الحركة ($\bar{\varphi}$ ، $\omega_\circ$ ، θ_{max})

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

السعة الزاويّة: $\theta_{max} = \frac{\pi}{4}\ rad$ لأن القرص تُرك دون سرعة ابتدائية.

النبض الخاص: $\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ} = \frac{2\pi}{2} = \pi\, rad.s^{-1}$

لإيجاد الطور الابتدائي نعوض شروط البدء في التابع الزمني ($t=0$ ، $X_{max}=0.08\ m$) :

$$\frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}\cos(0+\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0\ rad$$

نعوض ثوابت الحركة في التابع الزمني للمطال الزاوي: $\bar{\theta} = \frac{\pi}{4}\cos(\pi t)$

3– حساب الطاقة الكامنة والطاقة الحركية في وضع مطاله الزاوي $\theta = \frac{\pi}{8}$ rad:

$$E_p = \frac{1}{2} k\,\theta^2 = \frac{1}{2}\times 16\times 10^{-3}\times\left(\frac{\pi}{8}\right)^2$$

$$E_p = \frac{1}{8}\times 10^{-2} = 125\times 10^{-5}\, J$$

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

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

$$E_{tot} = \frac{1}{2} k\,\theta_{max}^2$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2}\times 16\times 10^{-3}\left(\frac{\pi}{4}\right)^2$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2}\times 10^{-2} = 500\times 10^{-5}\, J$$

$E_k = 500\times10^{-5} - 125\times10^{-5} = 375\times10^{-5}\,J$ | $E_k = \frac{1}{2}\times10^{-2} - \frac{1}{8}\times10^{-2} = \frac{3}{8}\times10^{-2}\,J$

المسألة الثانية:

1– استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام: $\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_\circ t + \bar{\varphi})$

إيجاد ثوابت الحركة $(\theta_{max}$ ، $\omega_\circ$ ، $\bar{\varphi})$

السعة الزاويّة: $\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad$ لأن الساق تُركت دون سرعة ابتدائية.

النبض الخاص: $\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ} = \frac{2\pi}{2.5} = \frac{4\pi}{5}\ rad.s^{-1}$

لإيجاد الطور الابتدائي نعوض شروط البدء $(t=0$ ، $\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad)$ في التابع الزمني :

$$\frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}\cos(0+\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0\ rad$$

نعوض ثوابت الحركة في التابع الزمني للمطال الزاوي: $\bar{\theta} = \frac{\pi}{3}\cos(\frac{4\pi}{5}t)$

2– حساب قيمة السرعة الزاويّة للساق لحظة مرورِها الأول بوضع التوازن:

$$\bar{\omega} = -\omega_\circ\theta_{max}\sin(\omega_\circ t + \bar{\varphi})$$

$$\bar{\omega} = -\frac{4\pi}{5}\times\frac{\pi}{3}\ sin(\frac{4\pi}{5}t)$$

$$\bar{\omega} = -\frac{8}{3}\ sin(\frac{4\pi}{5}t)$$

المرور الأول بوضع التوازن يوافق ربع هزة أي: $t = \frac{T_\circ}{4} = \frac{2.5}{4} = \frac{5}{8}\ s$

$$\bar{\omega} = -\frac{8}{3}\ sin(\frac{4\pi}{5}\times\frac{5}{8})$$

$$\bar{\omega} = -\frac{8}{3}\ rad.s^{-1}$$

3– حساب طول الساق ℓ: $T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2}{k}}$

$$2.5 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times125\times10^{-3}\left(\frac{\ell^2}{4}\right)}{16\times10^{-3}}} \Rightarrow 6.25 = 40\times\frac{2\times125\times10^{-3}\left(\frac{\ell^2}{4}\right)}{16\times10^{-3}}$$

$$\ell = 0.2\ m$$

المسألة الثالثة:

$A)$

1– استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام: إيجاد ثوابت الحركة $(\bar{\varphi}\ ،\omega_\circ\ ،\theta_{max})$

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

السعة الزاويّة: $\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad$ لأن الساق تُركت دون سرعة ابتدائية.

النبض الخاص: $\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\ rad.s^{-1}$

لإيجاد الطور الابتدائي نعوض شروط البدء في التابع الزمني $(t=0\ ،\theta_{max}=\frac{\pi}{3}\ rad)$:

$$\frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}\cos(0+\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0\ rad$$

نعوض ثوابت الحركة في التابع الزمني للمطال الزاوي: $\bar{\theta} = \frac{\pi}{3}\cos(2\pi t)$

2– حساب قيمة السرعة الزاويّة للساق لحظة مرورِها الأول بوضع التوازن:

$$\bar{\omega} = -\omega_\circ\theta_{max}\sin(\omega_\circ t + \bar{\varphi})$$

$$\bar{\omega} = -2\pi\times\frac{\pi}{3}\sin(2\pi t)$$

$$\bar{\omega} = -\frac{20}{3}\sin(2\pi t)$$

المرور الأول بوضع التوازن يوافق ربع هزة أي: $t = \frac{T_\circ}{4} = \frac{1}{4}\ s$

$$\bar{\omega} = -2\pi\times\frac{\pi}{3}\sin(2\pi\frac{1}{4})$$

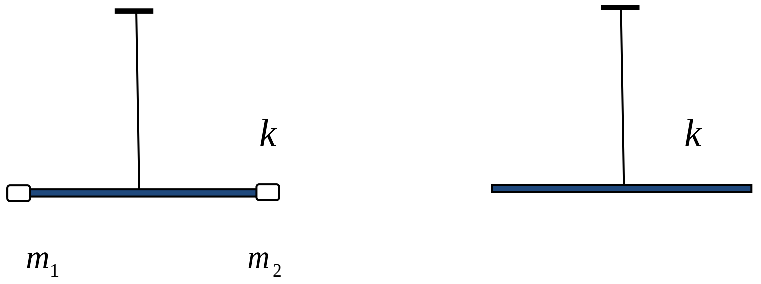
$$\bar{\omega} = -\frac{20}{3}\ rad.s^{-1}$$

3– احسب قيمة التسارع الزاوي للساق: $\bar{\alpha} = -\omega_\circ^2\,\bar{\theta}$

$$\bar{\alpha} = -40\times\left(-\frac{\pi}{6}\right)$$

$$\bar{\alpha} = \frac{20\pi}{3}\ rad.s^{-2}$$

(B



$$T'_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{k}} \qquad\qquad T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$$

$$\frac{T_\circ}{T'_\circ} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{k}}} \quad\Rightarrow\quad \frac{T_\circ}{T'_\circ} = \frac{\sqrt{I_\Delta}}{\sqrt{I'_\Delta}}$$

$$\frac{T_\circ}{T'_\circ} = \frac{\sqrt{I_\Delta}}{\sqrt{I_\Delta + 2m_1(\frac{\ell}{2})^2}}$$

$$\frac{1}{T'_\circ} = \frac{\sqrt{2\times10^{-3}}}{\sqrt{2\times10^{-3} + 6\times10^{-3}}} = \frac{1}{2} \quad\Rightarrow\quad T'_\circ = 2\ s$$

<u>طريقة أولى</u>: لاستنتاج ثابت فتل السلك نعوض في علاقة الدور: $I_{\Delta\backslash c} = 2\times10^{-3}\ kg.m^2$ للساق فقط ، $T_\circ = 1\ s$

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

$$1 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times10^{-3}}{k}} \quad\Rightarrow\quad 1 = 40\ \frac{2\times10^{-3}}{k}$$

$$k = 8\times10^{-2}\ m.N.rad^{-1}$$

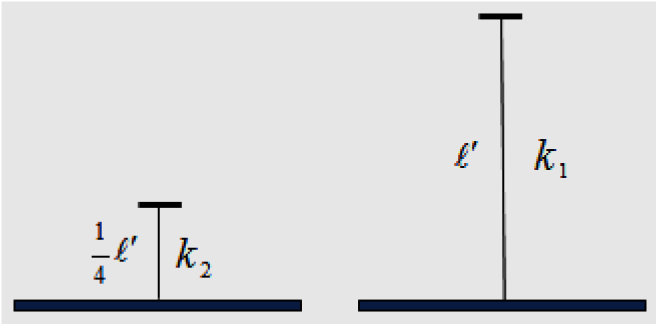
<u>طريقة ثانية</u>:

$$\omega_\circ^2 = \frac{k}{I_\Delta}$$

$$k = \omega_\circ^2 I_\Delta = (2\pi)^2 \times 2\times10^{-3}$$

$$k = 8\times10^{-2}\ m.N.rad^{-1}$$

(C



$$T_{\circ(1)} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}} \qquad T_{\circ(2)} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_2}}$$

طريقة أولى:

$$\frac{T_{\circ(1)}}{T_{\circ(2)}} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_2}}} \Rightarrow \frac{T_{\circ(1)}}{T_{\circ(2)}} = \frac{\sqrt{k_2}}{\sqrt{k_1}}$$

$$k_2 = k'\frac{(2r)^4}{\frac{1}{4}\ell'} \Rightarrow k_2 = 4k_1$$

$$\frac{T_{\circ(1)}}{T_{\circ(2)}} = \frac{\sqrt{k_2}}{\sqrt{k_1}} = \frac{\sqrt{4k_1}}{\sqrt{k_1}} = 2$$

$$T_{\circ(2)} = \frac{T_{\circ(1)}}{2} = \frac{1}{2}$$

$$T_{\circ(2)} = \frac{1}{2}\ s$$

طريقة ثانية:

$$T_{\circ(1)} = const\sqrt{\ell'}$$

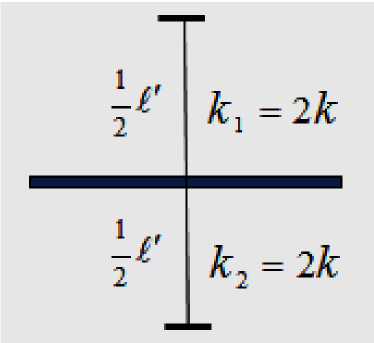
$$T_{\circ(2)} = const\sqrt{\frac{1}{4}\ell'}$$

$$T_{\circ(2)} = \frac{1}{2}const\sqrt{\ell'}$$

$$T_{\circ(2)} = \frac{T_{\circ(1)}}{2} = \frac{1}{2}$$

$$T_{\circ(2)} = \frac{1}{2}\ s$$

طريقةثانية:
جملة المقارنة: خارجية



القوى الخارجية المؤثرة في الساق: $\vec{W}$ ثقل الساق

$\vec{T_1}$ توتر سلك التعليق العلوي

$\vec{T_2}$ توتر سلك التعليق السفلي

$\overline{\Gamma}_{\vec{\eta_1}/\Delta}$ مزدوجة الفتل الناشئة عن تدوير القسم السفلي من سلك الفتل العلوي.

$\overline{\Gamma}_{\vec{\eta_2}/\Delta}$ مزدوجة الفتل الناشئة عن تدوير القسم العلوي من سلك الفتل السفلي.

ثقل الساق و توتر سلك التعليق العلوي و توتر سلك التعليق السفلي تنطبق على محور الدوران فعزمها معدوم.

$$\Sigma\overline{\Gamma}_{\Delta} = I_{\Delta}\ \overline{\alpha}$$

$$\overline{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{T_1}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{T_2}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{\eta_1}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{\eta_2}/\Delta} = I_{\Delta}\ \overline{\alpha}$$

$$0 + 0 + 0 - k_1\overline{\theta} - k_2\overline{\theta} = I_{\Delta}\ \overline{\alpha}$$

$$\left(k_1 = k'\frac{(2r)^4}{\frac{1}{2}\ell'}\right) \Rightarrow k_1 = 2k \quad ، \quad \left(k_2 = k'\frac{(2r)^4}{\frac{1}{2}\ell'}\right) \Rightarrow k_2 = 2k$$

$$-2k\ \overline{\theta} - 2k\ \overline{\theta} = I_{\Delta}\ \overline{\alpha}$$

$$-4k\ \overline{\theta} = I_{\Delta}\ (\overline{\theta})''_t$$

لكن: $\overline{\alpha} = (\overline{\theta})''_t$ ومنه نجد: $\boxed{(\overline{\theta})''_t = -\frac{4k}{I_{\Delta}}\ \overline{\theta}}$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلّاً جيبيّاً من الشكل: $\overline{\theta} = \theta_{\max}\cos(\omega_{\circ}t + \overline{\varphi})$

بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن نجد: $(\overline{\theta})'_t = -\omega_{\circ}\theta_{\max}\sin(\omega_{\circ}t + \overline{\varphi})$

$$(\overline{\theta})''_t = -\omega_{\circ}^2\ \theta_{\max}\cos(\omega_{\circ}t + \overline{\varphi})$$

$$(\overline{\theta})''_t = -\omega_{\circ}^2\ \overline{\theta}$$

بالموازنة مع المعادلة التفاضلية نجد: $\omega_{\circ}^2 = \frac{4k}{I_{\Delta}}$

$$\omega_{\circ} = \sqrt{\frac{4k}{I_{\Delta}}} = \frac{2\pi}{T'_{\circ}} \Rightarrow T'_{\circ} = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta}}{4k}} = \frac{1}{2}\times 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$$

$$T_\circ' = \frac{1}{2} T_\circ = \frac{1}{2} \times 1$$

$$T_\circ' = \frac{1}{2}\, s$$

الاهتزازات غير التوافقية (النوّاس الثقلي غير المتخامد)

أولاً: **اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي**:

1- **الإجابة الصحيحة**: a) إيقاف الميقاتية، وخفض القرص بمقدار ضئيل ثم إعادة تشغيلها.

توضيح اختيار الإجابة: الميقاتية تُقدم أي يجب تكبير دورها لتصبح حركة القرص أبطأ

وانخفاض القرص يؤدي لزيادة قيمة I_Δ وبالتالي تكبير $T_\circ$ $\quad T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\, g\, d}}$

2- **الإجابة الصحيحة**: c) تؤخر الميقاتية الثانية، ويجب تعديلها.

توضيح اختيار الإجابة: في الطابق الأخير تنقص قيمة الجاذبية الأرضية وبالتالي تزداد قيمة الدور.

3- **الإجابة الصحيحة**: a) الشخص B .

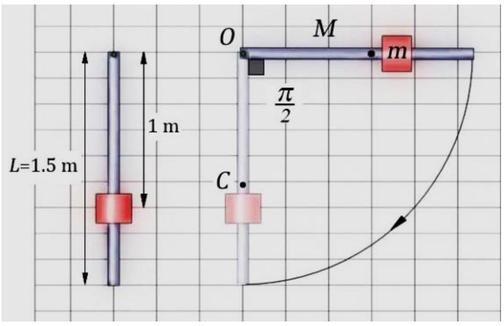
توضيح اختيار الإجابة: لأن السرعة الخطية عند المرور بوضع الشاقول تكون بقيمتها العظمى

وكما نلاحظ الشخص في الموضع B يقع في مركز الأرجوحة لذا ستكون سرعته الخطية الأكبر.

****

ثانياً: **حل المسائل الآتية**: (في جميع المسائل $g = 10\,\mathrm{m.s^{-2}}$ ، $\pi^2 = 10$ ، $4\pi = 12.5$)

المسألة الأولى:



1- حساب دور هذا النواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة:

$$T_\circ = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{(m+M)g\ d}}$$

❖ حساب عزم عطالة النواس:

عزم عطالة الساق: نطبق هايغنز $\quad I_{\Delta\backslash O} = I_{\Delta\backslash C} + M\, d^2$

عزم عطالة الساق $= \frac{1}{12} M\, \ell^2 + M\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{1}{3} M\, L^2 = \frac{1}{3} \times 0.5 \times (1.5)^2 = 0.375\ kg.m^2$

عزم عطالة الكتلة النقطية $= m\ r^2 = 0.5 \times (1)^2 = 0.5\ kg.m^2$

عزم عطالة الجملة $= 0.375 + 0.5 = 0.875\ kg.m^2$

❖ حساب d:

$$d = \frac{M\ r_1 + m\ r_2}{M + m} \quad \left(r_1 = oc_1 = \frac{L}{2} = 0.75\, m \ ، r_2 = oc_2 = 1 \right)$$

$$d=\frac{M\frac{L}{2}+m\ r_2}{M+m}=\frac{0.5\times0.75+0.5\times1}{0.5+0.5}=0.875\ m$$

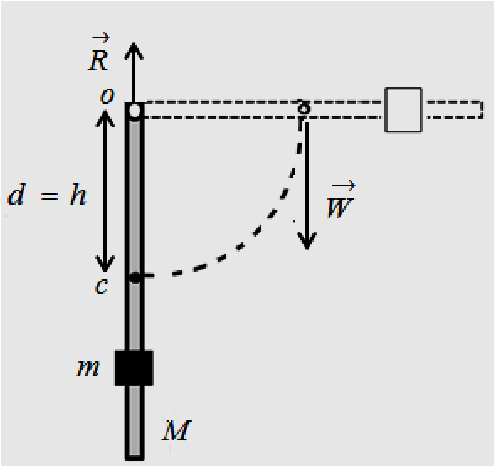
$$T_\circ=2\pi\sqrt{\frac{0.875}{(0.5+0.5)\times10\times0.875}}$$

$$T_\circ=2\ s$$

2– نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الأعظمي أو: $\theta_1=\frac{\pi}{2}$

الثاني: المرور بالشاقول أو: $\theta_2=0$



$$\Delta E_k=\Sigma W_{\vec{F}(1\to2)}$$

$$E_k-E_{k_\circ}=w_{\vec{W}}+w_{\vec{R}}$$

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

$$E_k=(M+m)g\,h$$

$$h=d$$

$$E_k=(M+m)g\,d$$

$$E_k=(0.5+0.5)\times10\times0.875=8.75\ J$$

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

السرعة الزاوية عند المرور بالشاقول: $\omega=\sqrt{\frac{2E_k}{I_\Delta}}=\sqrt{\frac{2\times8.75}{0.875}}=\sqrt{20}=2\sqrt{5}\ rad.s^{-1}$

السرعة الخطية عند المرور بالشاقول: $v=\omega r=2\sqrt{5}\times1=2\sqrt{5}\ m.s^{-1}$

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

****

<u>المسألة الثانية:</u>

الحل:

$1-$ نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الأعظمي أو: $\overline{\theta_1} = \theta_{\max}$

الثاني: المرور بالشاقول أو: $\overline{\theta_2} = 0$

$$\overline{\Delta E_k} = \Sigma \overline{W_{\vec{F}}}$$

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

$$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = m\ g\ h + 0$$

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

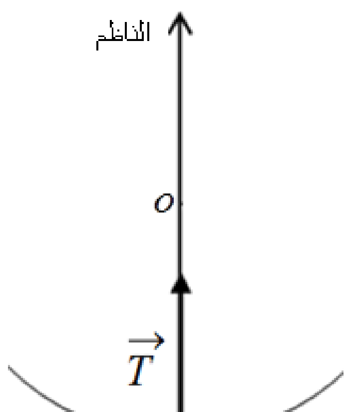
$\overline{W_{\vec{T}}} = 0$ لأن حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة

$$v^2 = 2g\ \ell (1 - \cos\theta_{\max})$$

$$4 = 2 \times 10 \times 0.4 (1 - \cos\theta_{\max})$$

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

$2-$ استنتاج العلاقة المحدّدة لشدة قوة توتر الخيط عند المرور بالشاقول:



$$\Sigma \vec{F} = m\,\vec{a}$$

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

بالإسقاط على الناظم: $-W + T = m\,a_c$

$$T = m\,g + m\,\frac{v^2}{\ell}$$

$$T = 0.1 \times 10 + 0.1 \times \frac{4}{0.4}$$

$$T = 2\ N$$

المسألة الثالثة:

1– نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الأعظمي أو: $\overline{\theta_1} = \theta_{max}$

الثاني: المرور بالشاقول أو: $\overline{\theta_2} = 0$

$$\overline{\Delta E_k} = \Sigma\,\overline{W_{\vec{F}}}$$

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

$$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = m\,g\,h_1 + 0$$

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

$$v^2 = 2g\,h_1 \Rightarrow v = \sqrt{2g\,h_1} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.8} = 4\ m.s^{-1}$$

2– استنتج قيمة الزاوية θ: $h = \ell\,(1 - \cos\theta_{max})$

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

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

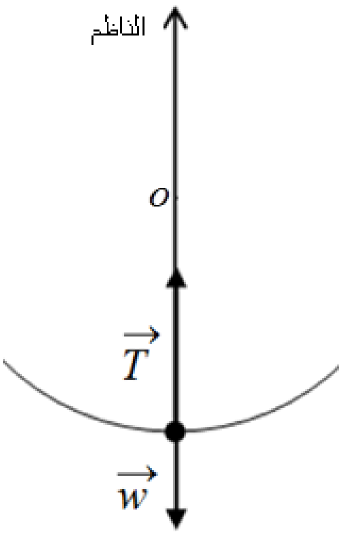
3– حساب دور هذا النواس:

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

$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \left[1 + \frac{(\theta_{\max})^2}{16}\right]$$

$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{1.6}{10}} \left[1 + \frac{(\frac{\pi}{3})^2}{16}\right]$$

$$T_0' = 2.673\ s$$



4– استنتاج العلاقة المحدّدة لشدة قوة توتر الخيط عند المرور بالشاقول:

$$\Sigma \vec{F} = m\,\vec{a}$$

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

بالإسقاط على الناظم: $-W + T = m\,a_c$

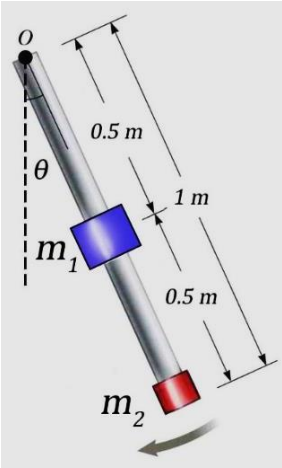
$$T = m\,g + m\,\frac{v^2}{\ell}$$

$$T = 0.5 \times 10 + 0.5 \times \frac{16}{1.6}$$

$$T = 10\ N$$

****

المسألة الرابعة:



1– حساب دور هذا النواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة:

$$T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/o}}{(m_1+m_2)g\ d}}$$

❖ حساب عزم عطالة النواس: (الساق مهملة الكتلة)

$$I_{\Delta\backslash O} = m_1\left(\frac{L}{2}\right)^2 + m_2 L^2 = 0.4\times\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 0.2(1)^2 = 0.3\ kg.m^2$$

حساب d:

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

$$d = \frac{m_1\left(\frac{L}{2}\right) + m_2 L}{m_1 + m_2} = \frac{0.4\times\left(\frac{1}{2}\right) + 0.2\times 1}{0.4+0.2} = \frac{2}{3}\ m$$

$$T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{0.3}{(0.4+0.2)\times 10\times\frac{2}{3}}}$$

$$T_\circ = \sqrt{3}\ s$$

–2

(a

$$v_{m_2} = \omega L \quad ، \quad v_c = \omega d$$

$$\frac{v_c}{v_{m_2}} = \frac{\omega d}{\omega L} = \frac{d}{L}$$

$$\frac{\frac{4\pi}{3\sqrt{3}}}{v_{m_2}} = \frac{\frac{2}{3}}{1} \Rightarrow v_{m_2} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\ m.s^{-1}$$

(b نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الأعظمي

الثاني: المرور بالشاقول

$$\overline{\Delta E_k} = \Sigma \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)}$$

$$E_k - E_{k_\circ} = \overline{w}_{\vec{W}} + \overline{w}_{\vec{R}}$$

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

$$\frac{1}{2} I_{\Delta/o}\, \omega^2 - 0 = (m_1 + m_2)\, g\, h$$

$$\frac{1}{2} I_{\Delta/o} \left(\frac{v_c}{d}\right)^2 = (m_1 + m_2)\, g\, d\, (1 - \cos\theta_{\max})$$

$$\frac{1}{2} \times 0.3 \times \left(\frac{\frac{4\pi}{3\sqrt{3}}}{\frac{2}{3}}\right)^2 = (0.4 + 0.2) \times 10 \times \frac{2}{3}\, (1 - \cos\theta_{\max})$$

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

المسألة الخامسة:

1– استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام: إيجاد ثوابت الحركة $(\theta_{\max}, \omega_\circ, \overline{\varphi})$

$$\overline{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

السعة الزاويّة: $\theta_{\max} = \frac{1}{2\pi}\ rad$ لأن الساق تُركت دون سرعة ابتدائية.

النبض الخاص: $\omega_\circ = \frac{2\pi}{T_\circ} = \frac{2\pi}{2.5} = \frac{4\pi}{5}\ rad.s^{-1}$

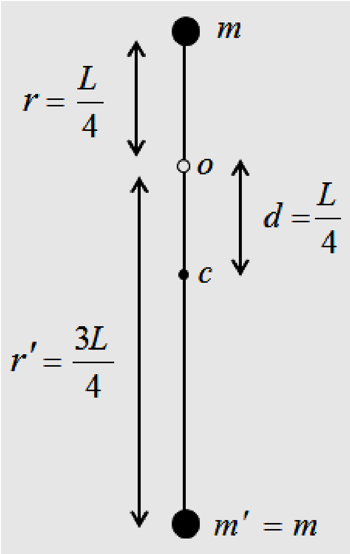
لإيجاد الطور الابتدائي نعوض شروط البدء $(t = 0$ ، $\theta_{\max} = \frac{1}{2\pi}\ rad)$ في التابع الزمني :

$$\frac{1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \cos(0 + \overline{\varphi}) \;\Rightarrow\; \cos\overline{\varphi} = 1 \;\Rightarrow\; \overline{\varphi} = 0\ rad$$

نعوض ثوابت الحركة في التابع الزمني للمطال الزاوي: $\bar{\theta} = \frac{1}{2\pi} \cos(\frac{4\pi}{5} t)$

2– دور هذا النواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة:

$$T_\circ = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/o}}{2 m g d}}$$



❖ حساب عزم عطالة النواس: $I_{\Delta\backslash O} = m\,(\frac{L}{4})^2 + m\,(\frac{3L}{4})^2 = \frac{10}{16} m L^2$

❖ حساب d: $d = \dfrac{-m\frac{L}{4} + m'\frac{3L}{4}}{m + m'} = \dfrac{m\frac{L}{2}}{2m} = \dfrac{L}{4}$

$$T_\circ = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{10}{16} m L^2}{2 m g \frac{L}{4}}}$$

$$T_\circ = 2\pi \sqrt{\frac{5L}{4g}}$$

$$L = \frac{T_\circ^2\, g}{5\pi^2}$$

طول الساق: $L = \dfrac{(2.5)^2 \times 10}{5 \times 10}$

$$L = 1.25\ m$$

3–

$$\omega_{max} = \omega_\circ\, \theta_{max}$$

$$\omega_{max} = \frac{4\pi}{5} \times \frac{1}{2\pi}$$

$$\omega_{max} = 0.4\ rad.s^{-1}$$

4– بعد انفصال الكتلة السفلية تصبح كتلة النواس m و عزم عطالته $I_{\Delta\backslash O} = m\,(\frac{L}{4})^2$ و $d = \frac{L}{4}$

$$T_{\circ} = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/o}}{m\ g\ d}} = \sqrt{\frac{m\left(\frac{L}{4}\right)^2}{m\ g\ \frac{L}{4}}}$$

$$T_{\circ} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{4g}}$$

$$T_{\circ} = 2\pi\sqrt{\frac{1.25}{4\times 10}}$$

$$T_{\circ} = \frac{\sqrt{5}}{2}\ s$$

ميكانيك الموائع

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- **الإجابة الصحيحة:** A) تزداد وفق B) مبدأ برنولي

2- **الإجابة الصحيحة:** C) غير قابل للانضغاط وعديم اللزوجة.

3- **الإجابة الصحيحة:** C) $4v_1$

****

السؤال الثاني: فسّر ما يأتي:

1– حسب معادلة الاستمرارية $s_1 v_1 = s_2 v_2$ السرعة تتناسب عكسا مع مساحة مقطع النهر لذلك تزداد السرعة عندما تنقص المساحة ، وتنقص السرعة عندما تزداد المساحة.

2– لأن ضغط الهواء خارج النوافذ أقل منه داخل السيارة وبالتالي يخرج الهواء من داخل السيارة ونحو الخارج ويخرج معه الستائر.

3– خط الانسياب يمس في كل نقطة شعاع سرعة جسيم السائل في تلك النقطة ، تقاطع خطوط الانسياب يعني وجود أكثر من سرعة للجسيم بالمكان نفسه وباتجاهات مختلفة باللحظة ذاتها وهذا غير ممكن.

4– حسب معادلة الاستمرارية: $S_a .v_a = S_b .v_b$

عندما توجه فوهته للأسفل: سرعة جريان الماء **تزداد** كلما اقترب من سطح الأرض : $v_b > v_a$

فينقص مقطع الماء المتدفق: $S_b < S_a$

عندما توجه فوهته للأعلى: سرعة جريان الماء **تنقص** كلما ابتعد عن سطح الأرض : $v_b < v_a$

فينقص مقطع الماء المتدفق: $S_b > S_a$

5– حسب معادلة الاستمرارية: $S_a .v_a = S_b .v_b$

$$S_b < S_a \Rightarrow v_b > v_a$$

6– أنّ فوهة الخرطوم ضيقة لذا تزداد سرعة الماء فتزداد طاقته الحركية لذا يصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أطول.

7– لكي يندفع الغاز منها بسرعة كبيرة.

8– نُغلقُ جزءاً من فتحةِ الخرطوم لكي تزداد سرعة جريان الماء فتزداد طاقته الحركية لذا يصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أطول.

9– لكي يتساوى الضغط بين أسفل سقف البيت والاعلى، لأن اختلاف الضغط الكبير بين أسفل وأعلى السقف بسبب زيادة سرعة الرياح في الخارج تتولد عنه قوة دافعة نحو الأعلى تؤدي نزع سطح البيت.

****

السؤال الثالث: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

1– $$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{0.6}{300} = 2 \times 10^{-3} \ m^3 .s^{-1}$$

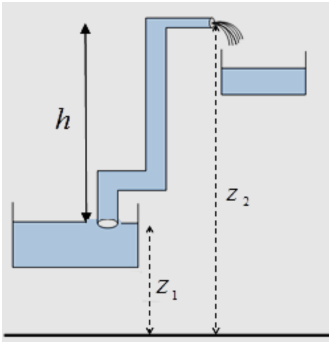
2– $$Q' = s\,v \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{2 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}} = 4 \ m .s^{-1}$$

3– $$s_1\,v_1 = s_2\,v_2$$

$$s_1\,v_1 = \frac{1}{4}\,s_1 v_2 \Rightarrow v_2 = 4\,v_1 = 4 \times 4 = 16 \ m .s^{-1}$$

****

المسألة الثانية:



مستوي مرجعي لقياس الطاقة الكامنة الثقالية

1- $Q' = s_1 v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{5\times10^{-3}}{10\times10^{-4}} = 5\ m.s^{-1}$

$Q' = s_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{5\times10^{-3}}{5\times10^{-4}} = 10\ m.s^{-1}$

2- نطبق نظرية برنولي بين الوضعين:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

$$P_1 = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(z_2 - z_1) + P_2$$

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

$$P_1 = \frac{1}{2}1000\,(100 - 25) + 1000\times10\times20 + 10^5$$

$$P_1 = 37500 + 200000 + 100000$$

$$P_1 = 3.375\times10^5\ P_a$$

3- حساب العمل الميكانيكي: $W = -m\,g\,z + (P_1 - P_2)\Delta V$

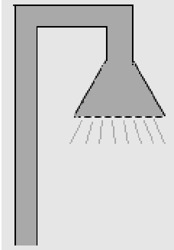
$$m = \rho V = 1000\times100\times10^{-3} = 100\,kg$$

$$W = -100\times10\times20 + (3.375\times10^5 - 10^5)100\times10^{-3}$$

$$W = -2\times10^4 + 2.375\times10^4$$

$$W = 3750\ J$$

المسألة الثالثة:



1- $Q' = s\,v = 10\times10^{-4}\times0.5 = 5\times10^{-4}\ m^3.s^{-1}$

2- $Q' = 25\,Q_1' = 25\,s_1 v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{Q'}{25\,s_1} = \frac{5\times10^{-4}}{25\times0.1\times10^{-4}}$

$$v_1 = 2\ m.s^{-1}$$

****

المسألة الرابعة:

$$v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{5\times10^{-5}}{0.125\times10^{-4}} = 2\ m.s^{-1}$$ ‎-1

$$v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{5\times10^{-5}}{4\times10^{-6}} = 125\ m.s^{-1}$$ ‎-2

****

المسألة الخامسة:

$$Q' = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3$$

معدل التدفق الكلي: $Q' = \frac{V}{t}$

معدل التدفق الصنبور الأول: $Q'_1 = \frac{V}{t_1} = \frac{V}{1}$

معدل التدفق الصنبور الثاني: $Q'_2 = \frac{V}{t_2} = \frac{V}{\frac{1}{2}} = 2V$

معدل التدفق الصنبور الثالث: $Q'_3 = \frac{V}{t_3} = \frac{V}{\frac{1}{4}} = 4V$

$$\frac{V}{t} = V + 2V + 4V$$

$$\frac{1}{t} = 1+2+4 = 7$$

$$t = \frac{1}{7}\ h$$

النسبية الخاصة

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- **الإجابة الصحيحة**: $a)$ C

2- **الإجابة الصحيحة**: $b)$ أكبر

3- **الإجابة الصحيحة:a**

****

ثانياً: أجب عن السؤالين الآتيين:

1- لا، بما أن الجسيم يمتلك كتلة سكونية فكلما اقتربت سرعته من سرعة الضوء في الخلاء زادت كتلته وبالتالي سيحتاج لقوة أكبر لدفعه فإذا تناهت سرعته إلى سرعة الضوء في الخلاء يحتاج إلى اعطاءه قوة لانهائية وهذا غير ممكن.

****

2- طاقته الحركية معدومة لإنعدام سرعته، طاقته الكامنة الثقالية معدومة بالنسبة للمستوى المرجعي لأن ارتفاع الجسم عنه معدوم، طاقته الكلية النسبية غير معدومة لأنها مجموع الطاقة الحركية والطاقة السكونية، صحيح أن طاقته الحركية معدومة إلا أن طاقته السكونية موجودة مازال يمتلك كتلة سكونية.

$$E = E_\circ + E_k = m_\circ c^2 + 0 = m_\circ c^2 \neq 0$$

****

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

1- **كلاسيكياً**: زمن رحلة الميونات: $t = 2.2\times10^{-6}\ s$

سرعة الميونات: $v = 0.995\times3\times10^8 = 2.985\times10^8\ m.s^{-1}$

$$d = v\,t = 2.985\times10^8 \times 2.2\times10^{-6} = 656.7\,m$$

وهو ليس الارتفاع الأقصى الفعلي بالنسبة لمراقب أرضي فمن الخطأ تطبيق القوانين الكلاسيكية على جسيم سرعته قريبة من سرعة الضوء في الخلاء.

2- **نسبياً**: عمر الميونات في المختبر (وهي **ساكنة** تقريباً بالنسبة للمراقب الأرضي) $t_\circ = 2.2\times10^{-6}\ s$

عمر الميونات وهي **متحركة** t: $t = \gamma\, t_\circ$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.995c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{0.009975}} \approx 10$$

$$t = 10\times2.2\times10^{-6} = 2.2\times10^{-5}\ s$$

لحساب أقصى ارتفاع يمكن أن تكون قد تولدّت عنده الميونات

$$d = v\,t = 0.995\times10^8 \times 2.2\times10^{-5} = 6567\,m$$

3- أما المسافة التي تقطعها الميونات (المراقب يرى الأرض تقترب منه بسرعة $0.995c$)

المسافة الساكنة للرحلة (المسافة بين نقطة تولدّ الميونات وسطح الأرض) $L_\circ = 6567\,m$

$$L = \frac{L_\circ}{\gamma} = \frac{6567}{10} = 656.7\,m$$

****

المسألة الثانية: طول الجسم وهو ساكن $b_\circ = 2a$

طول الجسم وهو متحرك $b = a$

$$b = \frac{b_\circ}{\gamma}$$

$$b = \frac{2a}{\gamma} \Rightarrow \gamma = 2$$

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

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

$$4 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$4 - \frac{4v^2}{c^2} = 1$$

$$\frac{4v^2}{c^2} = 3$$

$$v = \frac{3}{4} c^2$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$$

****

المسألة الثالثة:

كلاسيكياً لا تتغير الكتلة بين حالتي السكون والحركة أي: $p = m_e v$

$$p = 9.1 \times 10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^{8}$$

$$p = 18.2\sqrt{2} \times 10^{-23}\ kg.m.s^{-1}$$

نسبياً تزداد كتلة الإلكترون عند تحركه وتصبح γm_e فتكون كمية حركته: $p = \gamma m_e v$

حساب γ :

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

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

$$\gamma = 3$$

$$p = 3 \times 9.1 \times 10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^{8}$$

$$p = 54.6\sqrt{2} \times 10^{-23}\ kg.m.s^{-1}$$

****

المسألة الرابعة:

حساب الطاقة السكونية:

$$E_\circ = m_\circ c^2 = m_p c^2$$

$$E_\circ = 1.67\times10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$$

$$E_\circ = 15.03 \times 10^{-11}\ J$$

حساب الطاقة الحركية في الميكانيك النسبي:

$$E_k = E - E_\circ = 3E_\circ - E_\circ = 2E_\circ$$

$$E_k = 2 \times 1.67\times10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$$

$$E_k = 30.06 \times 10^{-11}\ J$$

$$E = m c^2$$

$$E = \gamma m_\circ c^2$$

$$E = \gamma E_\circ$$

$$3E_\circ = \gamma E_\circ \Rightarrow \gamma = 3$$

$$m = \gamma m_\circ$$

$$m = 3\,(1.67\times10^{-27})$$

$$m = 5.01\times10^{-27}\ \text{kg}$$

الكهرباء والمغناطيسية

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- **الإجابة الصحيحة:** c)

توضيح اختيار الإجابة: $B' = 2\pi\times10^{-7}\frac{2N}{\frac{r}{2}}I = 4\left(2\pi\times10^{-7}\frac{N}{r}I\right) = 4B$ ، $B = 2\pi\times10^{-7}\frac{N}{r}I$

2- الإجابة الصحيحة : $d)$

توضيح اختيار الإجابة: $\overline{\Phi} = N\,B\,S\,\cos\alpha \;=\; \Phi_{\max}\cos\alpha = \Phi_{\max}\cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}\Phi_{\max}$

3- **الإجابة الصحيحة :** $c)$

توضيح اختيار الإجابة: $B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N}{l}\,I \;=\; 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N}{l}\times\frac{U_{ab}}{R} \;=\; const\;\;U_{ab}$

4 - **الإجابة الصحيحة :** $d)$

توضيح اختيار الإجابة: $B_1 = 2\times10^{-7}\,\frac{1}{d}\,I$ ، $B_2 = 2\times10^{-7}\,\frac{1}{2d}\,\frac{I}{4} \;=\; \frac{B_1}{8}$

5- **الإجابة الصحيحة :** $b)$

توضيح اختيار الإجابة: $B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N}{l}\,I$ ، $B' = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N}{\frac{1}{2}\ell}\,I \;=\; 2\left(4\pi\times10^{-7}\,\frac{N}{l}\,I\right) = 2B$

****

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

1- لأن شدة الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس تكون أكبر منها في النقاط الأبعد عن القطبين.

2- نعلم أن خطوط الحقل المغناطيسي تمس في كل نقطة من نقاطها شعاع الحقل المغناطيسي في تلك النقطة إن تقاطع خطين يعني أن $\vec{B}$ يمس كل من الخطين وهذا غير صحيح.

3- لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد تيار كهربائي.

****

ثالثاً: ضع كلمة صح أمام العبارة الصحيحة وكلمة خطأ أمام العبارة الخاطئة ثم صحّحها لكل مما يأتي:

1-لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان مختلفين في شدّتهما. **(خطأ)**

الصح: لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان متساويان في شدّتهما.

2-خطوط الحقل المغناطيسيّ لا ترى بالعين المجردة. **(صح)**

3-تزداد شدّة الحقل المغناطيسيّ لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك. **(خطأ)**

الصح: تنقص شدّة الحقل المغناطيسيّ لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك.

4-تنقص شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى نصف شدّته في حالة أنقاص عدد لفاتها إلى النصف. **(خطأ)**

الصح: تبقى شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى نصف شدّته في حالة انقاص عدد لفاتها إلى النصف.(لأن انقاص عدد اللفات إلى النصف سيقابله إنقاص طول الوشيعة إلى النصف)

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{l} I \quad ، \quad B' = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{1}{2}N}{\frac{1}{2}\ell} I = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{\ell} I = B$$

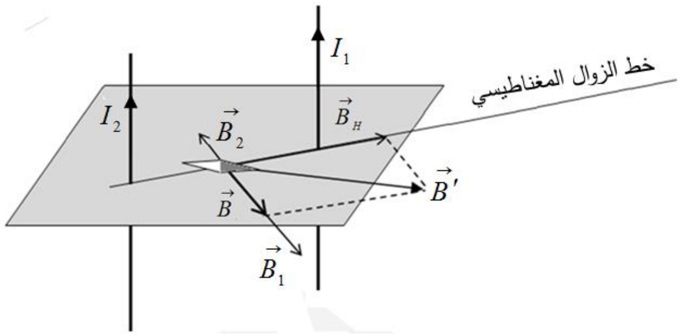
****

رابعاً: اجب عمّا يأتي:

لا تنحرف الإبرة عند أمرار تيار كهربائي في السلك إذا كان الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار منطبقاً على استقامة الإبرة أي يجب وضع السلك المستقيم عمودي على المستوي الحاوي على الإبرة.

****

خامساً: <u>المسألة الأولى</u>:



1– $$B_1 = 2\times10^{-7}\ \frac{I_1}{d_1}$$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\ \frac{3}{20\times10^{-2}} = 3\times10^{-6}\ T$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\ \frac{I_2}{d_2}$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\ \frac{1}{20\times10^{-2}} = 1\times10^{-6}\ T$$

$\vec{B}_1$ ، $\vec{B}_2$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين شدة محصلتهما:

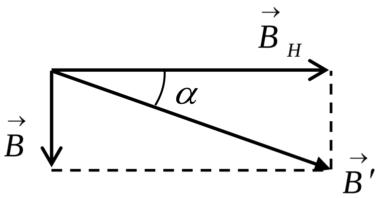
$$B = B_1 - B_2$$

$B = 3\times10^{-6} - 1\times10^{-6} = 2\times10^{-6}\ T$ شدة الحقل المحصل في النقطة C

2– قبل إمرار التيارين تستقر الإبرة المغناطيسية وفق $\vec{B}_H$

بعد إمرار التيارين تستقر الإبرة المغناطيسية وفق $\vec{B}'$ محصلة الحقلين ($\vec{B}_H$ ، $\vec{B}$)

$$(\vec{B}_1 \perp \vec{B}_H\ ,\ \vec{B}_2 \perp \vec{B}_H) \Rightarrow \vec{B} \perp \vec{B}_H$$



من الشكل نجد: $\tan\alpha = \dfrac{B}{B_H} = \dfrac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 0.1$

$$\tan\alpha \approx \alpha$$

$$\alpha \approx 0.1\ rad$$

3– $$B = B_1 - B_2 = 0$$

$$B_1 = B_2$$

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

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$$

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

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

$$d_1 = 30\ cm = 0.3\ m$$

4– لا يمكن أن تنعدم شدّة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين.

في النقاط الواقعة خارج مستوي السلكين (خارج مستوي الزوال المغناطيسي) يكون للحقلين المغناطيسين محصلة غير معدومة كون شعاعي الحقل المغناطيسي لا يمكن أن يكونا على حامل واحد وبجهتين متعاكستين.

المسألة الثانية:

$(A$ شدة التيار الكهربائي المار في الملف: $U_{ab} = R\,I \Rightarrow I = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}\ A$

شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد عند مركز الملف: $B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N}{r} I$

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{400}{2\times 10^{-2}} \times \frac{1}{2}$$

$$B = 2\pi \times 10^{-3}\ T$$

$(B$ التغيّر الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسيّ:

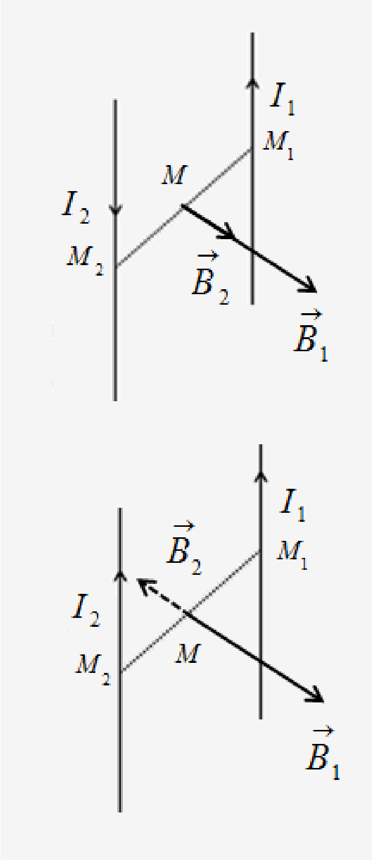
$$\overline{\Delta\Phi} = \overline{\Phi}_2 - \overline{\Phi}_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ B_2 S \cos\alpha - N\ B_1 S \cos\alpha$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 0 - 400 \times 2\pi \times 10^{-3} \times \pi(4\times 10^{-4}) \times 1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = -32\ Weber$$

المسألة الثالثة:



عندما يكون التياران باتجاهين متعاكسين: $\vec{B}_1$ ، $\vec{B}_2$ بجهة واحدة

لهما محصلة شدتها حاصل جمع الشدتين: $B = B_1 + B_2$

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

لكن: $d_1 = d_2 = 2\times10^{-2}\ m$

$$B = 2\times10^{-7}\left(\frac{I_1}{d_1}+\frac{I_2}{d_2}\right)$$

$$4\times10^{-7} = 2\times10^{-7}\left(\frac{I_1}{2\times10^{-2}}+\frac{I_2}{2\times10^{-2}}\right)$$

$$I_1 + I_2 = 4\times10^{-2} \quad ....(1)$$

عندما يكون التياران بجهة واحدة: $\vec{B}_1$ ، $\vec{B}_2$ بجهتين متعاكستين

لهما محصلة شدتها حاصل جمع الشدتين: $B = B_1 - B_2$

$$B = 2\times10^{-7}\left(\frac{I_1}{d_1}-\frac{I_2}{d_2}\right)$$

$$2\times10^{-7} = 2\times10^{-7}\left(\frac{I_1}{2\times10^{-2}}-\frac{I_2}{2\times10^{-2}}\right)$$

$$I_1 - I_2 = 2\times10^{-2} \quad ....(2)$$

(1) و (2) نجد: $I_1 = 3\times10^{-2}\ A$ ، $I_2 = 1\times10^{-2}\ A$

المسألة الرابعة:

$$B_1 = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{N_1}{r_1} I_1$$

$$B_1 = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{200}{10\times10^{-2}}\ \times\ 8$$

$$B_1 = 1\ \times 10^{-2}\ T$$

-1 $\vec{B_1}$ ، $\vec{B_2}$ بجهة واحدة لهما محصلة بجهة $\vec{B_1}$(أمام مستوي الرسم) شدتها حاصل جمع الشدتين:

$$B = B_1 + B_2$$

$$5\ \times10^{-2} = 1\ \times10^{-2} + B_2$$

$$B_2 = 4\ \times 10^{-2}\ T$$

$$B_2 = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{N_2}{r_2} I_2$$

$$4\times10^{-2} = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{200}{4\times10^{-2}}\ \times I_2 \quad \Rightarrow\ I_2 = 12.8\ A$$

جهة I_2 بعكس جهة دوران عقارب الساعة.

-2 $\vec{B_1}$ ، $\vec{B_2}$ بجهتين متعاكستين لهما محصلة بجهة $\vec{B_2}$(خلف مستوي الرسم) شدتها حاصل طرح الشدتين:

$$B = B_2 - B_1$$

$$3\ \times 10^{-2} = B_2 - 1\ \times 10^{-2}$$

$$B_2 = 4\ \times 10^{-2}\ T$$

$$B_2 = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{N_2}{r_2} I_2$$

$$4\times10^{-2} = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{200}{4\times10^{-2}}\ \times I_2 \quad \Rightarrow\ I_2 = 12.8\ A$$

جهة I_2 بجهة دوران عقارب الساعة.

-3 $\vec{B_1}$ ، $\vec{B_2}$ بجهتين متعاكستين محصلة معدومة شدتها حاصل طرح الشدتين:

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

$$2\pi\times10^{-7}\ \frac{N_1}{r_1} I_1 = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{N_2}{r_2} I_2$$

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{8}{10\times10^{-2}} = \frac{I_2}{4\times10^{-2}}$$

$I_2 = 3.2\ A$ جهة I_2 بجهة دوران عقارب الساعة.

المسألة الخامسة:

$$B = B'$$

$$2\pi\times10^{-7}\ \frac{N}{r}I = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{N'}{\ell}I$$

$$\frac{N}{r} = \frac{2N'}{\ell}$$

$$N = \frac{2N'r}{\ell}$$

$$N = \frac{2\times100\times5\times10^{-2}}{20\times10^{-2}}$$

$N = 50$ لفة

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

أولاً- **اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:**

1- الإجابة الصحيحة : $b)$

توضيح اختيار الإجابة: $r = \frac{m}{q\,B} v \;\Rightarrow\; r = const\; v$ معادلة مستقيم يمر بالمبدأ ميله $\frac{m}{q\,B}$

2- الإجابة الصحيحة : $a)$ $m.s^{-1}$

توضيح اختيار الإجابة:

3- الإجابة الصحيحة : $b)$ دائرية منتظمة

توضيح اختيار الإجابة: $\vec{a} = \frac{e}{m}\vec{v} \wedge \vec{B} \;\Rightarrow\; \vec{a} \perp \vec{v} \;\Rightarrow\; a_c = a$

4- الإجابة الصحيحة : $d)$ تبقى شدته ثابتة.

توضيح اختيار الإجابة:

5- الإجابة الصحيحة : $d)$ يزدادُ.

توضيح اختيار الإجابة: $W > o \Rightarrow \Delta\Phi > o$ ، $W = I\;\Delta\Phi$

****

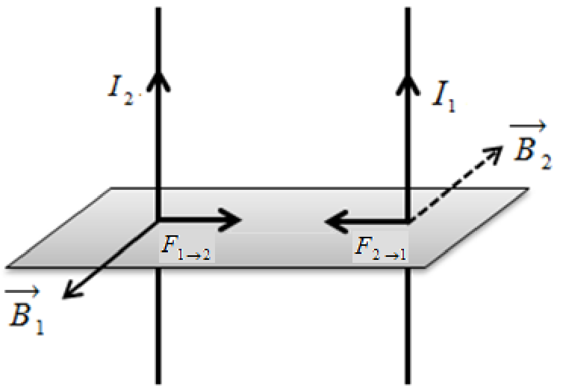
ثانياً- اجب عن الأسئلة الاتية:

1- التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين طويلين يمر بهما تياران متُوصلان لهما الجهة نفسها: $\vec{B}_2$ $\vec{B}_1$

يولد التيار المستقيم I_1 في كل نقطة من الجزء L_2 من السلك المستقيم الثاني حقلاً مغناطيسياً شدته:

$$B_1 = 2\pi\times10^{-7}\frac{1}{d}I_1$$

يؤثر هذا الحقل في الجزء L_2 بقوة كهرطيسية لها محصلة شدتها:



$$F_{1\to2} = I_2 L_2 B_1 \sin\frac{\pi}{2}$$

$$F_{1\to2} = I_2 L_2 (2\pi\times10^{-7}\frac{1}{d}I_1)\sin\frac{\pi}{2}$$

$$F_{1\to2} = 2\pi\times10^{-7}\frac{I_1\,I_2}{d}L_2$$

وبدراسة مماثلة نجد: $F_{2\to1} = 2\pi\times10^{-7}\frac{I_1\,I_2}{d}L_1$

2- جملة المقارنة: خارجية ، الجملة المدروسة: الشحنة الكهربائية المتحركة.

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{F}$ قوة لورنز (بإهمال ثقل الشحنة).

$$\vec{F} = q\,\vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$F = qv\;B\;\sin\frac{\pi}{2} \;\Rightarrow\; B = \frac{F}{qv}$$

التسلا: شدة حقل مغناطيسي منتظم إذا تحركت ضمن المنطقه التي يسودها شحنة كهربائية مقدارها كولوم واحد بسرعة $1m.s^{-1}$ تعامد خطوط هذا الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية تساوي نيوتن واحد.

3- عند إمرار التيار الكهربائي المراد قياس شدته في إطار المقياس فإنّ الحقل المغناطيسي المنتظم يؤثّر فيه بمزدوجة كهرطيسية تنشأ عن القوتين الكهرطيسيتين المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين تعمل هذه المزدوجة على تدوير الإطار حول محور الدوران فينشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل مقاومة تمانع استمرار الدوران

ويستقر إطار بعد أن يدور زاوية θ' تتناسب طرداً مع I شدة التيار الكهربائي الذي يجتازه .

$$\underbrace{\overline{\Gamma}_{\Delta}}_{\text{كهرطيسية}} + \underbrace{\overline{\Gamma'}_{\Delta}}_{\text{فتل}} = 0$$

- ❖ عزم المزدوجة الكهرطيسية: $\overline{\Gamma}_{\Delta} = d'F$

حيث: $F_1 = F_2 = F = N\,I\,L\,B\sin\theta$

ذراع المزدوجة $d' = (ab)\sin\alpha = d\sin\alpha$

$$\overline{\Gamma}_{\Delta} = (d\sin\alpha)F$$

$$\overline{\Gamma}_{\Delta} = (d\sin\alpha)NI\,L\,B\sin\frac{\pi}{2}$$

$$\overline{\Gamma}_{\Delta} = N\,I\,s\,B\sin\alpha$$ ($s = d\,L$ مساحة سطح الإطار)

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

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

- ❖ عزم المزدوجة الكهرطيسية: $\overline{\Gamma}_{\Delta} = N\,I\,s\,B$
- ❖ عزم مزدوجة الفتل: $\overline{\Gamma'}_{\Delta} = -k\,\theta'$
- ❖ نعوض في شرط التوازن الدوراني: $N\,I\,s\,B - k\,\theta' = 0$

$$\theta' = \frac{N\,s\,B}{k}\,I = G\,I$$

$G = \frac{N\,s\,B}{k}$ ثابت المقياس الغلفاني ، لزيادة حساسية المقياس عملياً نستخدم سلك تعليق رفيع جداً من الفضة.

ثالثاً: <u>حلّ المسائل الآتية:</u> (في جميع المسائل $g = 10\,m.s^{-2}$ ، $\pi^2 = 10$ ، $4\pi = 12.5$)

<u>المسألة الأولى</u>: (**<u>ملاحظة</u>**: اعتبرت شدة الحقل المغناطيسي $10^{-1}\,T$ بدلاً من $40\,T$)

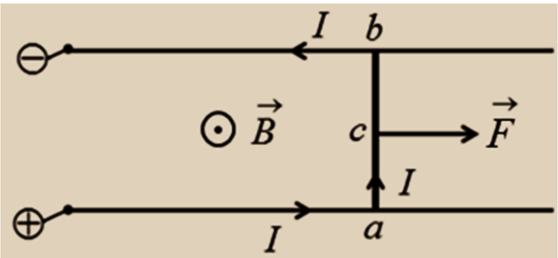
1- **<u>عناصر شعاع القوة الكهرطيسية</u>** $\vec{F}$:

نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم ab الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.

الحامل: عمودي على المستوي المحدّد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي.

الجهة: تحدّد وفق قاعدة اليد اليمنى:

- ▪التيار يدخل من الساعد ، ويخرج من أطراف الأصابع.
- ▪شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف.
- ▪جهة القوة الكهرطيسية يشير إليها الإبهام.



الشدة: تعطى بالعلاقة $F = I\,L\,B\sin\theta$

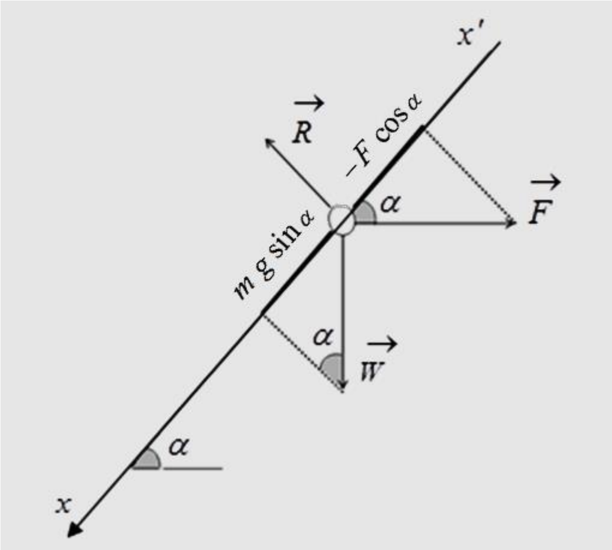
$$F = 40 \times 4 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times 1$$

$$F = 16 \times 10^{-2}\,N$$

2- $W = F\,\Delta x$

$$W = 16 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-2} = 24 \times 10^{-3}\,J$$

3- جملة المقارنة: خارجية



الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الساق

$\vec{F}$ الكهرطيسية

$\vec{R}$ رد فعل السكتين

$\vec{W} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$ بالإسقاط على $\overrightarrow{x'x}$

$$m\,g\sin\alpha - F\cos\alpha + 0 = 0$$

$$m\,g\sin\alpha = F\cos\alpha$$

$$m\,g\tan\alpha = I\,L\,B\sin\theta$$

$$\tan\alpha = \frac{I\,L\,B\sin\theta}{m\,g}$$

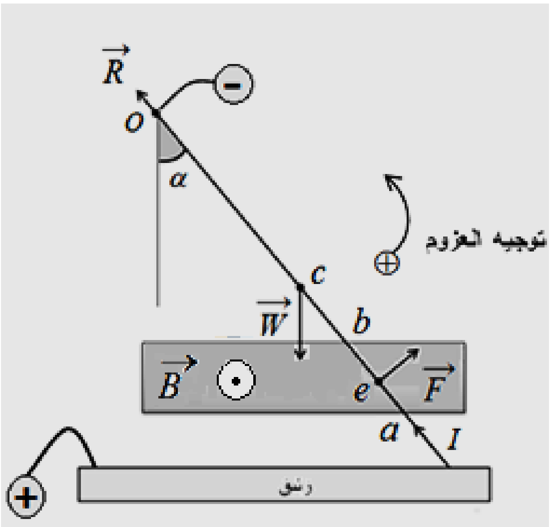
$$\tan\alpha = \frac{40\times 4\times10^{-2}\times10^{-1}\times 1}{16\times10^{-3}\times 10}$$

$$\tan\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4}\,rad$$

المسألة الثانية:

جملة المقارنة: خارجية ، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الساق، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران



$\sum \bar{\Gamma}_{\Delta} = 0$ شرط التوازن الدوراني

$$\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$$

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

$$-(oc\,\sin\alpha)m\,g + (oe)F + 0 = 0$$

$$(oc\,\sin\alpha)m\,g = (oe)I\,L\,B\sin\frac{\pi}{2}$$

$$\sin\alpha = \frac{(oe)I\,L\,B}{(oc)\,m\,g}$$

$$\sin\alpha = \frac{50\times10^{-2}\times10\times\ 4\times10^{-2}\times 3\times10^{-2}}{30\times10^{-2}\times\ 50\times10^{-3}\times 10}$$

$$\sin\alpha = 4\times10^{-2} < 0.24 \Rightarrow \alpha \approx \sin\alpha$$

$$\alpha = 4\times10^{-2}\ rad$$

المسألة الثالثة:

A) 1-

$$\overline{\Gamma}_\Delta = N\, I\, s\, B \sin\alpha$$

$$\overline{\Gamma}_\Delta = 100 \times 4 \times 4\pi \times 10^{-4} \times \frac{1}{10\pi} \times 10^{-2} \times 1$$

$$\overline{\Gamma}_\Delta = 16 \times 10^{-5}\ m.N$$

2-

$$W = I\, \Delta\Phi$$

$$W = I\, N\, s\, B\ (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

$$W = \frac{1}{10\pi} \times 100 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} (1 - 0)$$

$$W = 16 \times 10^{-5}\ J$$

B) 1-

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

$$\alpha + \theta' = 90 \Rightarrow \alpha = 90 - \theta' = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$\Phi = 100 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}$$

$\Phi = 25 \times 10^{-4}\ Weber$ باعتبار $(4\pi = 12.5)$

2-

$$\Sigma \overline{\Gamma}_\Delta = 0$$

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

كهرطيسية   فتل

$$N\, I\, s\, B \sin\alpha - k\, \theta' = 0$$

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

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

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

$$N\, I\, s\, B - k\, \theta' = 0$$

$$N\, I\, s\, B = k\, \theta'$$

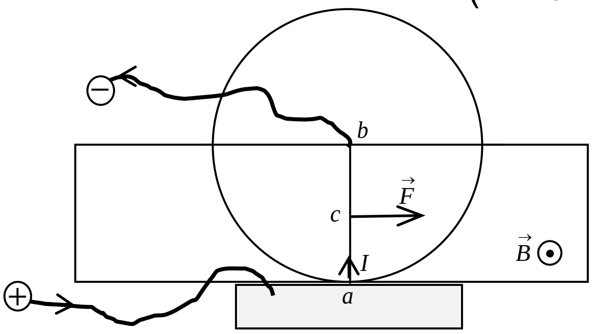
$$k = \frac{N\, s\, I\, B}{\theta'}$$

$$k = \frac{100 \times 4\pi \times 10^{-4} \times \frac{1}{10\pi} \times 4 \times 10^{-2}}{\frac{\pi}{6}}$$

$k = 96\pi \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-4}\ m.N.rad^{-1}$ باعتبار $(96\pi = 24 \times 4\pi = 24 \times 12.5 = 300)$

المسألة الرابعة:

ملاحظة: (تم استبدال شدة القوة بـ $4\times10^{-2}\ N$ بدلاً من $4\times10^{-1}\ N$)



1- $F = I\, r\, B \sin\theta$

$$4\times10^{-2} = I \times 10\times10^{-2}\times 10^{-2}\times 1$$

$$I = \frac{4\times10^{-2}}{10\times10^{-2}\times10^{-2}}$$

$$I = 40\ A$$

2- $\Gamma = \frac{r}{2}F$

$$\Gamma = \frac{10}{2}\times10^{-2}\times 4\times10^{-2}$$

$$\Gamma = 20\times10^{-4}\ m.N$$

3- جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

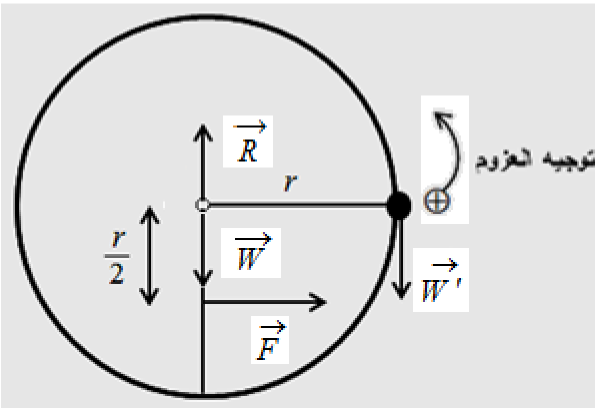
القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الدولاب ، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران ، $\vec{W}'$ ثقل الكتلة المضافة.

شرط التوازن الدوراني $\sum \overline{\Gamma}_{\Delta} = 0$

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

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

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



$$0 + (\frac{r}{2})F - (r)m\,g + 0 = 0$$

$$(\frac{r}{2})F = (r)m\,g$$

$$m = \frac{F}{2g} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10}$$

$$m = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10}$$

$$m = 2\times10^{-3}\ kg$$

التحريض الكهرطيسي

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- **الإجابة الصحيحة:** $(a$ $L = 10^{-4}\,H$

توضيح اختيار الإجابة:

$$L = 4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N^2}{\ell}\,s = 4\pi \times 10^{-7}\,\frac{\left(\frac{\ell'}{2\pi r}\right)^2}{\ell}\,\pi r^2 = 10^{-7}\,\frac{(\ell')^2}{\ell} = 10^{-7}\,\frac{(10)^2}{10\times 10^{-2}} = 10^{-4}\,H$$

2- **الإجابة الصحيحة :** $(b$ $\varepsilon = \frac{B\,L\,v}{R}$

****

ثانياً: اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

1- **التفسير:** لأن تيارات فوكو التحريضية لا تنشأ في الأواني الزجاجية.

لجعل الماء يغلي في الاناء الزجاجي نضع في الماء قطعة معدنية فينشأ فيها تيارات فوكو التحريضية التي ينتج عنها طاقة حرارية كبيرة جداً كافية لغليان الماء.

2- **التفسير:** يتولد تيار متحرض ناتج عن حركة الساق بحيث ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه بحسب لنز، وكوّن السبب هو حركة الساق لذا تتولد القوة الكهرطيسية التي تعاكس جهة شعاع السرعة.

****

ثالثاً: ماذا تتوقع حدوثه في كل من الحالات الآتية معللاً اجابتك:

1- **الحدث:** تزداد شدة التيار المتحرض.

التعليل: كونها تتناسب طرداً مع سرعة التدحرج $i = \frac{BLv}{R} = const\; v$

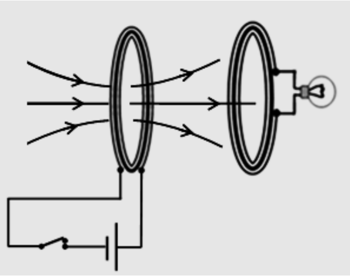
2- **الحدث:** يتولد تيار متحرض في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً.

التعليل: **تقريب** القطب الشمالي للمغناطيس يسبب **تزايد** التدفق المغناطيسي (المُحرض) الذي يجتاز حلقات الوشيعة فحسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض بحيث تنتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه وكما نعلم الوجه الشمالي يتنافر مع القطب الشمالي ليمنع عملية التقريب.

3- **الحدث:** يتولد قوة محركة كهربائية متحرضة مساوية لفرق الكمون بين طرفي الحلقة.

التعليل: تتأثر الإلكترونات الحرة بقوة لورنز (المغناطيسية) فتنتقل فتتراكم شحنات سالبة عند طرف الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقة.

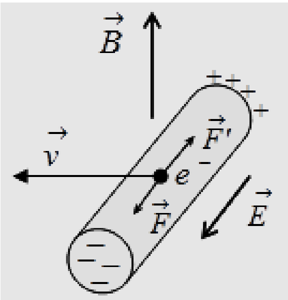
رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية:



1) لا يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين لأن التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول لا يتغير من خلال الملف الثاني.

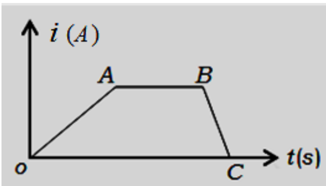
ليضيء المصباح يجب أن يتغير التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول ويمكن تحقيق ذلك:

- بفتح وغلق القاطعة **باستمرار** في دارة الملف الأول
(فتتغير شدة الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول وبالتالي يتغير التدفق المغناطيسي لهذا الحقل من خلال الملف الثاني فيتولد تيار كهربائي متحرض يسبب إضاءة المصباح).
- تحريك أحد الملفين نحو الآخر.
- استبدال البيل الكهربائي بمنبع تيار كهربائي متناوب.



2) تفسير الوصول إلى قيمة حدّية لتراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق:

إن تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق يوّلد حقلاً كهربائياً $\vec{E}$ يتجه من الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية موجبة إلى الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية سالبة يؤثر هذا الحقل الكهربائي في الإلكترون الحر بقوة كهربائية $\vec{F'}$ جهتها تعاكس جهة القوة المغناطيسية $\vec{F}$ (قوة لورنز) المؤثرة في هذا الإلكترون تزداد شدة الحقل الكهربائي بازدياد تراكم الشحنات الكهربائية مما يزيد من شدة هذه القوة الكهربائية لتصبح مساوية لشدة القوة المغناطيسية (قوة لورنز) فتتوقف حركة الإلكترونات.



3)

1– **المرحلة** OA تزايد شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فيتوهج المصباح نسبياً ثمّ يعود لإضاءته الخافتة.

المرحلة AB ثبات شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فتثبت شدة إضاءة المصباح.

المرحلة BC تناقص شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فيتوهج المصباح بشدة ثمّ ينطفئ.

2– عند فتح الدارة تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر من القوة المحركة الكهربائية المتحرضة عند غلق القاطعة.

لأن: القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\overline{\varepsilon} = -L\ \overline{\frac{di}{dt}}$ تتناسب عكساً dt **و <u>زمن تناقص</u>** شدة التيار في المرحلة BC **أصغر** من زمن **<u>تزايد التيار</u>** في المرحلة OA لذا تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر عند فتح الدارة.

3– تزداد الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة في المرحلة OA.

تكون الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة ثابتة في المرحلة AB.

تتناقص الطاقة الكهرطيسية المختزنة في ذاتية الوشيعة في المرحلة BC وتتحول إلى طاقة كهربائية.

4−

a) عبارة شدة الحقل المغناطيسي $B = 4\pi \times 10^{-7} \dfrac{N}{\ell} I$

b) عبارة التدفق المغناطيسي $\Phi = N\,B\,s\,\cos\alpha$

$$\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1 \Rightarrow \Phi = N\,B\,s$$

c)

$$\Phi = N\,(4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{\ell} I)\,s$$

$$\Phi = (4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{\ell} s)\,I$$

$$\Phi = L\,I$$

$$\bar{\varepsilon} = -\overline{\frac{d\Phi}{dt}} = -L\,\overline{\frac{di}{dt}}$$

تنعدم قيمة هذه القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الذاتية عند ثبات قيمة التيار.

****

خامساً: حلّ المسائل الآتية: (في جميع المسائل $g = 10\,\text{m.s}^{-2}$ ، $\pi^2 = 10$ ، $4\pi = 12.5$)

المسألة الأولى:

1− حساب القوّة المحركة الكهربائية المتحرّضة المتولّدة في الملف الدائري:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\overline{\Delta\Phi}}{\Delta t}$$

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

$$\alpha = (\widehat{\vec{n}\,،\vec{B}}) = 0$$

$$\overline{\Delta B} = B_2 - B_1 = 0.08 - 0 = 0.08\,T$$

$$s = \pi r^2 = 16\pi \times 10^{-4}\ m^2$$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{100 \times 0.08 \times 16\pi \times 10^{-4} \times 1}{2} = -2\times 10^{-2}\ V$$

نلاحظ أن $\bar{\varepsilon} > 0$ وحسب لنز $\vec{B}$ مُحرض ، $\vec{B'}$ مُتحرض بجهتين متعاكستين.

أي Φ مُحرض يعاكس Φ' مُتحرض.

2− الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي.

3− شدة التيار المارة في الملف: $\bar{i} = \dfrac{\bar{\varepsilon}}{R} = \dfrac{-2\times 10^{-2}}{20} = -10^{-3}\ A$

4− الاستطاعة الكهربائية المتولّدة عن الملف الدائري: $P = \varepsilon\, i = 2 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 10^{-5}\,Wat$

الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية: $P' = R\,i^2 = 20 \times 10^{-6} = 10^{-5}\,Wat$

نستنتج أن الاستطاعة الكهربائية قد تحولت إلى استطاعة الحرارية.

****

المسألة الثانية:

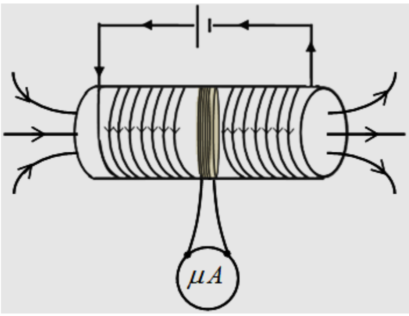
-1

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{\ell} i$$

$$B = 12.5 \times 10^{-7} \frac{1200}{30 \times 10^{-2}} \times 4$$

$$B = 2 \times 10^{-2}\, T$$

-2 الوشيعة جملة محرّضة والملف جملة متحرّضة قطع التيار عن الوشيعة يؤدي لتناقص التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناتج عن الوشيعة (الحقل المُحرّض) الذي يجتاز الملف وهذا يؤدي حسب قانون فارادي إلى نشوء تيار متحرّض في الملف $\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$



$$\bar{i} = -\frac{\overline{\Delta\Phi}}{R\ \Delta t}$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ \Delta B\ s\ \cos\alpha$$

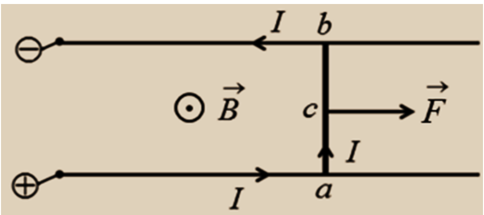
$$\overline{\Delta\Phi} = N\ (B - B_{\circ})\pi r^2 \cos\alpha$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 100 \times (\,0 - 2 \times 10^{-2}\,) \times \pi\, 4 \times 10^{-4} \times 1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = -8\pi \times 10^{-4}\ Weber$$

$$\bar{i} = -\frac{-8\pi \times 10^{-4}}{16 \times 0.5} = \pi \times 10^{-4}\ A$$

المسألة الثالثة:



تجربة السكتين الكهرطيسية

-1

$$F = 2 m g$$

$$F = 2 \times 60 \times 10^{-3} \times 10$$

$$F = 12 \times 10^{-1}\ N$$

$$F = I\ L\ B \sin\theta$$

$$12 \times 10^{-1} = 20 \times 30 \times 10^{-2} \times B \times 1$$

$$B = 2 \times 10^{-1}\ T$$

-2 طريقة (1):

$$W = F\ \Delta x$$

$$W = F\, v\ \Delta t$$

$$W = 12 \times 10^{-1} \times 0.4 \times 2$$

$$W = 96 \times 10^{-2}\ J$$

طريقة (2):

$$W = I\ \Delta\Phi$$

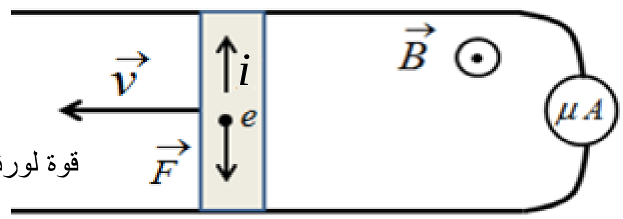
$$W = I\ B\ \Delta S = I\ B\ L\ \Delta x$$

$$W = I\ B\ L\ v\ \Delta t$$

$$W = 20 \times 2 \times 10^{-1} \times 30 \times 10^{-2} \times 0.4 \times 2$$

$$W = 96\times10^{-2}\ J$$

3–



تجربة السكتين التحريضية

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

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

$$\Delta\Phi = B\ \Delta s$$

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

$$\varepsilon = \left|\frac{\overline{\Delta\Phi}}{\Delta t}\right|$$

$$\varepsilon = B\,v\ L$$

$$\varepsilon = 2\times10^{-1}\times30\times10^{-2}\times5 = 3\times10^{-1}\ V$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3\times10^{-1}}{5} = 6\times10^{-2}\ A$$

4–

$$p = \varepsilon\ i$$

$$p = 6\times10^{-2}\times3\times10^{-1}$$

$$p = 18\times10^{-3}\,Watt$$

$$F = I\ L\ B\sin\theta$$

$$F = 6\times10^{-2}\times30\times10^{-2}\times2\times10^{-1}\times1$$

$$F = 36\times10^{-4}\ N$$

****

المسألة الرابعة:

1– عند تحريك الساق بسرعة ثابتة، عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإنّ كل إلكترون حرّ في الساق سيتحرك بهذه السرعة وسطياً، ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنّه يخضع لتأثير القوة مغناطيسية $\vec{F} = e\,\vec{v} \wedge \vec{B}$ وبتأثير هذه القوّة تتحرك الإلكترونات الحرّة عبر الدارة فيتولّد تيار كهربائي متحرّض ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فينشأ القوة الكهرطيسية معاكسة جهة حركة الساق.

2– استنتاج العلاقة المحدّدة للمقاومة الكلية للدارة:

- حركة الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ خلال الفاصل الزمني Δt تنقلها مسافة $\Delta x = v\ \Delta t$
- فتتغير مساحة السطح الذي تخترقه خطوط الحقل المغناطيسي بمقدار $\Delta s = L\ \Delta x = L\,v\ \Delta t$
- ويتغيّر التدفّق المغناطيسي الذي يجتاز الدارة بمقدار $\Delta \Phi = B\ \Delta s\ \cos\alpha = B\,L\,v\ \Delta t\ \cos\alpha$
- فتتولّد قوة محرّكة كهربائية متحرّضة قيمتها المطلقة

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta \Phi}{}\right| = B\,L\,v\ \cos\alpha$$

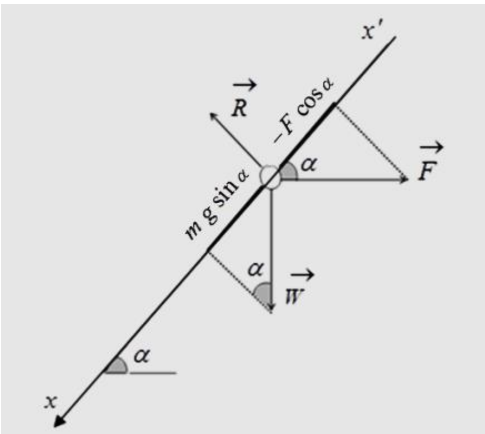
- فيتولّد تيار كهربائي متحرّض :

$$\varepsilon = R\,i \ \Rightarrow\ i = \frac{\varepsilon}{} = \frac{B\,L\,v\ \cos\alpha}{}$$

- المقاومة الكلية

$$R = \frac{B\,L\,v\ \cos\alpha}{}$$

$$R = \frac{0.8 \times 40 \times 10^{-2} \times 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = 32 \times 10^{-2}\ \Omega$$



3– استنتاج العلاقة المحددة لكتلة الساق :

جملة المقارنة: خارجية. الجملة المدروسة: الساق المتوازنة.

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الساق $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل السكتين

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

بالإسقاط على $\overrightarrow{x'x}$

$$m\,g\sin\alpha - F\cos\alpha + 0 = 0$$

$$m = \frac{F}{}\tan\alpha$$

$$m = \frac{i\,L\,B\sin\frac{\pi}{2}}{}\tan\alpha$$

$$m = \frac{\sqrt{2} \times 40 \times 10^{-2} \times 0.8 \times 1 \times 1}{10} = 32\sqrt{2} \times 10^{-3} Kg$$

****

المسألة الخامسة:

1− التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية: $\overline{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t$

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

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{10}{\pi}$$

$$\omega = 20\ rad.s^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = 100 \times 5 \times 10^{2} \times 16 \times 10^{-4} \times 20$$

$$\varepsilon_{max} = 16 \times 10^{-2} V$$

$$\overline{\varepsilon} = 16 \times 10^{-2} \sin 20t$$

2− $\overline{\varepsilon} = 16 \times 10^{-2} \sin(20t) = 0$

$$\sin(20t) = 0$$

$$20t = k\pi \Rightarrow t = \frac{k\pi}{20}$$

لحظة الانعدام الأولى: $k = 0 \Rightarrow t = 0$ ، لحظة الانعدام الثانية: $k = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{20}\ s$

3− $\overline{i} = \frac{\overline{\varepsilon}}{R} = \frac{16 \times 10^{-2} \sin 20t}{4}$

$$\overline{i} = 4 \times 10^{-2} \sin 20t$$

الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- **الإجابة الصحيحة:** $B)\ T'_\circ = \sqrt{2}\, T_\circ$

توضيح اختيار الإجابة: $T'_\circ = 2\pi\sqrt{L\ 2C} = \sqrt{2}\ 2\pi\sqrt{L\ C} = \sqrt{2}\ T_\circ$

1- **الإجابة الصحيحة:** $A)\ f'_\circ = f_\circ$

توضيح اختيار الإجابة: $f'_\circ = \dfrac{1}{T'_\circ} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{2L\ \dfrac{C}{2}}} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L\ C}} = f_\circ$

****

ثانياً:أجب عن الأسئلة الآتية:

1- لا يمكن. لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة.

2- يكون التفريغ لا دورياً إذا بلغت المقاومة قيمة كبيرة نسبياً.

التفسير: إن الطاقة التي تعطيها المكثفة للوشيعة والمقاومة تتحوّل إلى حرارة بفعل جول في المقاومة ، حيث تتبدّد كامل طاقة المكثفة دفعة واحدة أثناء تفريغ شحنتها الأولى عبر الوشيعة ومقاومة الدارة.

3- الطاقة الكلية في الدارة المهتزة تساوي مجموع هاتين الطاقتين أي: $E = E_C + E_L$

نعوض $E = \dfrac{1}{2}\dfrac{q^2}{C} + \dfrac{1}{2} L i^2$

ولكن $\bar{q} = q_{\max}\cos(\omega_\circ t)$ ، $\bar{i} = -\omega_\circ q_{\max}\sin(\omega_\circ t)$

نعوض نجد: $E = \dfrac{1}{2}\dfrac{q_{\max}^2}{C}\sin^2(\omega_\circ t) + \dfrac{1}{2} L\,\omega_\circ^2\, q_{\max}^2 \cos^2(\omega_\circ t)$

ولكن: $L\,\omega_\circ^2 = \dfrac{1}{C}$

بالتعويض والاختصار نجد: $E = \dfrac{1}{2}\dfrac{q_{\max}^2}{C} = const$

4- تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيزداد تيار الوشيعة ببطء حتى يصل إلى قيمة عظمى نهاية ربع الدور الأول من التفريغ عندما تفقد المكثفة كامل شحنتها فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية عظمى $E_L = \dfrac{1}{2} L I_{\max}^2$.

ثمّ يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبح تيارها معدوم وتصبح شحنة المكثفة عظمى فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_C = \dfrac{1}{2}\dfrac{q_{\max}^2}{C}$، وهذا يتحقق في نهاية نصف الدور الأول.

أما في نصف الدور الثاني: تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغيّر شحنة اللبوسين، وهكذا يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة.

5–تنقص الطاقة الكلية في دارة مهتزة تحوي (مقاومة ذاتية، مكثفة) في أثناء التفريغ بسبب تبدّد الطاقة بفعل جول في المقاومة الأومية.

6–
$$\bar{q} = q_{\max} \cos(\omega_\circ t)$$
$$\bar{i} = (\bar{q})'_t$$
$$\bar{i} = -\omega_\circ q_{\max} \sin(\omega_\circ t)$$
$$\bar{i} = I_{\max} \cos(\omega_\circ t + \frac{\pi}{2})$$

تابع شدة التيار الكهربائي متقدَمّ بالطور عن تابع شحنة المكثفة بمقدار $\frac{\pi}{2}$

****

ثالثاً: اعط تفسيرا علميا مع كتابة العلاقات المناسبة عند اللزوم:

1– يتم نقل التيّارات عالية التواتر بواسطة كابلات خاصة ذات مقاطع كبيرة للأسلاك

2– ممانعة المكثفة (اتساعية المكثفة) تعطى بالعلاقة: $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$

نجد أن اتساعية المكثفة تتناسب **عكساً** مع تواتر التيار ففي حالة التيارات منخفضة التواتر تكون ممانعة المكثفة كبيرة.

3– ممانعة الوشيعة مهملة المقاومة(ردّية الوشيعة) تعطى بالعلاقة: $X_L = \omega L = 2\pi f L$ نجد أن ردّية الوشيعة تتناسب **طرداً** مع تواتر التيار ففي حالة التيارات عالية التواتر تكون ممانعة الوشيعة كبيرة.

4– يمر التيار عالي التواتر في المكثفة لأنها تبدي مانعة صغيرة لها .

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ (f كبير X_C صغيرة).

ويمرالتيار منخفض التواتر في الوشيعة لأنها تبدي مانعة صغيرة لها

$X_L = \omega L = 2\pi f L$ (f منخفض X_L صغيرة).

****

رابعاً: <u>حل المسائل الآتية</u>:

المسألة الأولى:

$$T_\circ = 2\pi\sqrt{10^{-8}\times 256\times 10^{-6}}$$ $$T_\circ = 10^{-5}\ s$$ $$f_\circ = \frac{1}{10^{-5}}$$ $$f_0 = 10^5\ Hz$$ 2– $$I_{max} = q_{max}\ \omega_\circ$$ $$I_{max} = q_{max}\times 2\pi f_\circ$$ $$I_{max} = 0.5\times 10^{-6}\times 2\pi\times 10^5$$ $$I_{max} = \pi\times 10^{-1}\ A$$	1– $$f_\circ = \frac{1}{T_\circ}$$ $$T_\circ = 2\pi\sqrt{L\,C}$$ $$C = \frac{q_{max}}{U_{max}}$$ $$C = \frac{0.5\times 10^{-6}}{50}$$ $$C = 10^{-8}\ F$$ $$L = 4\pi\times 10^{-7}\,\frac{N^2}{\ell}\,s$$ $$N = \frac{\ell'}{2\pi r}\ ،\ s = \pi r^2$$ $$L = 4\pi\times 10^{-7}\,\frac{\left(\frac{\ell'}{2\pi r}\right)^2}{\ell}\,\pi r^2$$ $$L = 10^{-7}\,\frac{(\ell')^2}{\ell} = 10^{-7}\,\frac{(16)^2}{10\times 10^{-2}}$$ $$L = 256\times 10^{-6}\ H$$

المسألة الثانية:

الحل:

$$T_{\circ} = 2\pi\sqrt{L\ C}$$

سعة المكثفة $$C = \frac{T_{\circ}^{2}}{4\pi^{2}\ L}$$

سرعة انتشار الضوء $$C = \frac{\lambda}{T_{\circ}} \Rightarrow T_{\circ} = \frac{\lambda}{C}$$

$$T_{\circ} = \frac{200}{3 \times 10^{8}} = \frac{2}{3} \times 10^{-6}\ s$$

$$C = \frac{T_{\circ}^{2}}{4\pi^{2}\ L} = \frac{\left(\frac{2}{3} \times 10^{-6}\right)^{2}}{4\pi^{2} \times 0.1 \times 10^{-6}}$$

$$C = \frac{1}{9} \times 10^{-6}\ F$$

****

المسألة الثالثة:

$(A$

$$q_{\max} = C\ U_{\max}$$

$$q_{\max} = 2 \times 10^{-5} \times 6$$

$$q_{\max} = 12 \times 10^{-5}\ C$$

$(B$ عندما تلامس القاطعة الوضع 2 تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه سعة الاهتزاز لعدم وجود مولد حتى ينعدم تيار التفريغ .

****

المسألة الرابعة:

1– $q_{max} = C\ U_{max}$ $q_{max} = 33\times10^{-6}\times 10$ $q_{max} = 33\times10^{-5}\ C$ $E = \frac{1}{2} q_{max}\ U_{max}$ $E = \frac{1}{2}\times 33\times10^{-5}\times 10$ $E = 16.5\times10^{-4}\ J$ $\omega_\circ = 2\pi f_\circ$ $\omega_\circ = 2\pi\times 250$ $\omega_\circ = 500\pi\ \ rad.s^{-1}$	2– $f_\circ = \frac{1}{T_\circ}$ $T_\circ = 2\pi\sqrt{L\ C}$ $T_\circ = 2\pi\sqrt{33\times10^{-6}\times 12\times10^{-3}}$ $T_\circ \approx 39.7\times10^{-4}\ s$ $f_\circ = \frac{1}{39.7\times10^{-4}}$ $f_\circ \approx 250\ Hz$ (c $\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_\circ t)$ $\bar{q} = 33\times10^{-5}\cos(500\pi t)$ $I_{max} = q_{max}\ \omega_\circ$ $I_{max} = 33\times10^{-5}\times 500\ \pi$ $I_{max} = 165\ \pi\times10^{-3}\ \ A$ $\bar{i} = 165\ \pi\times10^{-3}\cos(500\pi t + \frac{\pi}{2})$

المسألة الخامسة:

1– $q_{max} = C\ U_{max}$ $q_{max} = 10^{-12} \times 10^{3}$ $q_{max} = 10^{-9}\ C$ 2– $f_{\circ} = \frac{1}{T_{\circ}}$ $T_{\circ} = 2\pi\sqrt{L\ C}$ $T_{\circ} = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-12}}$ $T_{\circ} = 2\sqrt{10^{-14}}$ $T_{\circ} = 2 \times 10^{-7}\ s$ $f_{\circ} = \frac{1}{2 \times 10^{-7}} = 5 \times 10^{6}\ Hz$ $\omega_{\circ} = 2\pi\ f_{\circ}$ $\omega_{\circ} = 2\pi \times 5 \times 10^{6}$ $\omega_{\circ} = \pi \times 10^{5}\ rad.s^{-1}$	$I_{max} = q_{max}\ \omega_{\circ}$ $I_{max} = \pi\ 10^{-4}\ A$ $\bar{i} = \pi \times 10^{-4} \cos(\pi 10^{5} t + \frac{\pi}{2})$

التيار المتناوب

أولاً: اعط تفسيراً علمياً موضحاً بالعلاقات المناسبة:

1– لا تستهلك الوشيعة مهملة المقاومة طاقة كهربائية.

لأنها تختزن طاقة **كهرطيسية** خلال ربع الدور الأول لتعيدها **كهربائياً** إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

$$\varphi_L = \frac{\pi}{2} \quad \Rightarrow \quad \cos\varphi = 0$$

نعوض في: $P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff}\, \cos\varphi$

فنجد: $P_{avg_L} = 0$

2– لا تستهلك المكثفة طاقة كهربائية.

لأنها تختزن طاقة **كهربائية** خلال ربع الدور الأول لتعيدها **كهربائياً** إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

$$\varphi_C = \frac{\pi}{2} \quad \Rightarrow \quad \cos\varphi = 0$$

نعوض في: $P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff}\, \cos\varphi$

فنجد: $P_{avg_C} = 0$

3– لا تمرر المكثفة تيار متوا صل عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل.

بسبب وجود العازل بين لبوسيها الذي يسبب انقطاع في الدارة.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$f = 0 \Rightarrow X_C = \infty$ (التيار متواصل تواتره معدوم)

4– تسمح المكثفة بمرور تيار متناوب جيبي عند وصل لبوسيها بمأخذ هذا التيار المتناوب ولكنها تعرقل هذا المرور.

عند وصل لبوسي مكثفة بمأخذ تيار متناوب فإنّ مجموعة الالكترونات الحرّة التي يسبب مأخذ التيار المتناوب اهتزازها تشحن لبوسي المكثفة خلال ربع دور بشحنتين متساويتين ومن نوعين مختلفين دون أن تخترق عازلها ، ثمّ تتفرغان في ربع الدور الثاني ، وفي النوبة الثانية (الربعين الثالث والرابع) تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ مع تغير شحنة كل من اللبوسين.

تبدي المكثفة ممانعة للتيار المتناوب بسبب الحقل الكهربائي الناتج عن شحنتها.

5–تكون الشدّة المنتجة واحدة في عدة أجهزة موصولة على التسلسل مهما اختلفت قيم ممانعتها.

أنّ الإلكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار تواتره صغير تكاد تهتز بتوافق كامل

فتبدو مقاطع الدارة في كل لحظة وكأن تياراً متواصلاً يجتازها شدته هي الشدة اللحظية للمتناوب وجهته هي جهة التيار المتناوب في هذه اللحظة.

6– تستعمل الوشيعة ذات النواة الحديدية كمعدلة في التيار المتناوب.

لأن L ذاتية الدارة تتغير بتغير وضع النواة داخل الوشيعة وبالتالي تتغير ممانعتها $X_L = \omega L$ فتتغير الشدة المنتجة

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

7– توصف الاهتزازات الكهربائية في التيار المتناوب بالقسرية.

تهتز الإلكترونات في الدارة بالنبض الذي يفرضه المولد لذلك تسمى الاهتزازات الكهربائية الحاصلة بالاهتزازات القسرية، ويشكّل المولد فيها جملة محرضة وبقية الدارة جملة مجاوبة.

ثانيا - اهمية عامل الاستطاعة في نقل الطاقة الكهربائية من مولد التيار إلى الجهاز الكهربائي:

يطلب من اصحاب التجهيزات الكهربائية الصناعية ألّا ينقص عامل الاستطاعة في تجهيزاتهم عن 0.86 كي لا تخسر مؤسسة الكهرباء طاقة إضافية كبيرة نسبياً بفعل جول في خطوط نقلها وهي طاقة لا يسجّلها العدّاد ولا يدفع ثمنها المستهلك. **المطلوب:**

استنتج العلاقة التي تربط الاستطاعة الضائعة في خطوط النقل والتي مقاومتها R بدلالة عامل الاستطاعة بفرض ثبات التوتر المنتج والاستطاعة المتوسطة للدارة.

الاستنتاج:

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

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

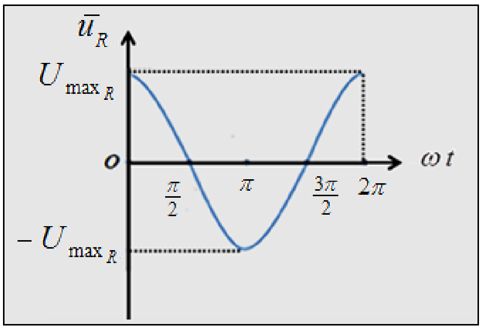
تصرف الاستطاعة في المقاومة حرارياً بفعل جول $P' = R\, I_{eff}^2$

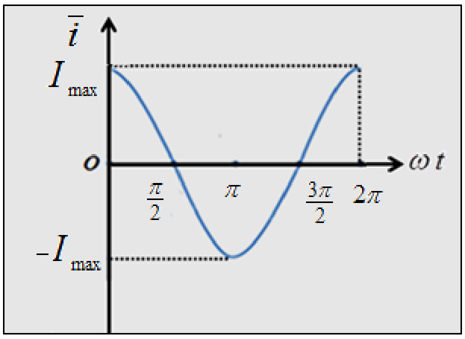
$$P' = R\left(\frac{P_{avg}}{U_{eff}\cos\varphi}\right)^2$$

$$P' = R\,\frac{P_{avg}^2}{U_{eff}^2\cos^2\varphi}$$

الاستطاعة الحرارية الضائعة تتناسب عكساً مع مربع عامل الاستطاعة فعندما تصبح قيمة عامل الاستطاعة كبيرة تنقص الاستطاعة الضائعة.

ثالثاً: دارة تيار متناوب جيبي تابع شدّته اللحظية $\bar{i} = I_{max} \cos \omega t$
ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدّة اللحظية والتوتر اللحظي بدلالة ωt (مخطط ضابط الطور)
في كلّ من الحالات الآتية: 1ـ مقاومة أومية فقط. 2ـ وشيعة مهملة المقاومة فقط . 3ـ مكثّفة فقط.
الحل:

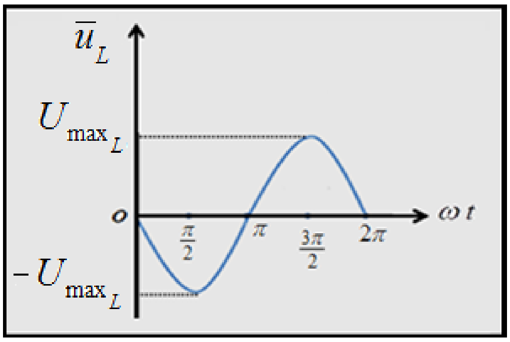




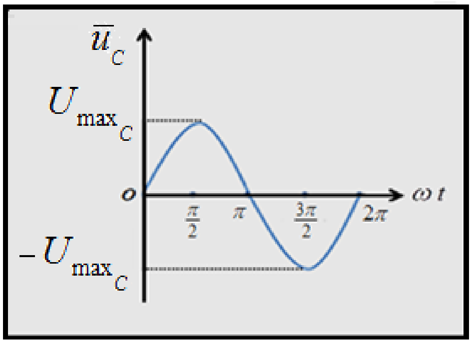
$$\bar{u}_R = U_{max_R} \cos(\omega t)$$

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

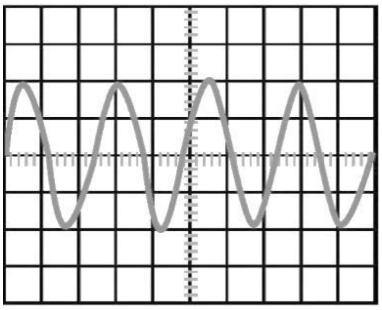
$$\bar{u}_L = U_{max_L} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$



$$\bar{u}_C = U_{max_C} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$



رابعا: يعطي راسم الاهتزاز إشارة التوتر المطبق في مدخلة مع حساسية المدخل عند $500\,mV$ لكل تدريجه $500\,mV\ /div$ وقاعدة الزمن عند $0.2\ ms\ /div$ **المطلوب:**



1ـ هل التوتر المشاهد مستمر أم متغير أم متناوب جيبي.
2ـ عين دور وتواتر هذه الإشارة. 3ـ أحسب القيمة المنتجة للتوتر.

الحل: 1ـ متناوب جيبي.

2ـ
$$500\,mV\ /div = 0.5\,V\ /div$$
$$T = 12 \times 0.2 = 2.4\ ms = 24 \times 10^{-4}\ s$$
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{24 \times 10^{-4}} = 614.66\ Hz$$

3ـ
$$U_{max} = 10 \times 0.5 = 5V$$
$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} V$$

المسألة الأولى :

1–

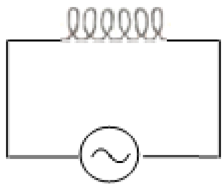
$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

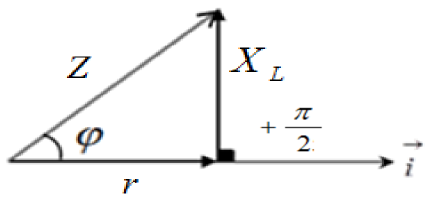
$$U_{eff} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = 130\ V$$

$$\omega = 100\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 50\,Hz$$

2–





$$X_L = \omega L$$

$$X_L = 100\pi \times \frac{3}{5\pi}$$

$$X_L = 60\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L)^2}$$

$$Z = \sqrt{(25)^2 + (60)^2}$$

$$Z = 65\ \Omega$$

$$U_{eff} = Z\ I_{eff}$$

$$130 = 65 \times I_{eff}$$

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

(تجاوب كهربائي)

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

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

$$L = \frac{1}{(100\pi)^2 \frac{1}{4000\pi}}$$

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

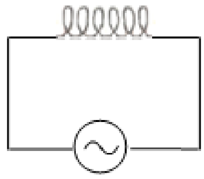
2–

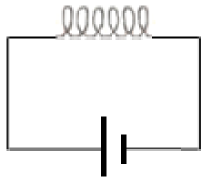
$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z'} = \frac{U_{eff}}{R}$$

$$I'_{eff} = \frac{130}{30}$$

$$I'_{eff} = \frac{13}{3}\ A$$

المسألة الثانية:





$U_{eff} = 130V$ $\qquad$ $U_{ab} = 6V$

$I_{eff} = 10\ A$ $\qquad$ $I = 0.5\ A$

حالة تيار متناوب $\qquad$ **حالة تيار متواصل**

1− في حالة تيار متواصل:

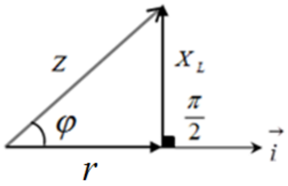
تقوم الوشيعة بعمل مقاومة أومية فقط.

$$U_{ab} = r\ I$$
$$6 = r \times 0.5$$
$$r = 12\ \Omega$$

في حالة تيار متناوب:

تقوم الوشيعة بعمل مقاومة أومية وذاتية معاً.

$$U_{eff} = Z\ I_{eff}$$
$$130 = Z \times 10$$
$$Z = 13\ \Omega$$
$$Z^2 = r^2 + (X_L)^2$$
$$(13)^2 = (12)^2 + (X_L)^2$$
$$X_L = 5\ \Omega$$
$$X_L = L\omega$$
$$5 = L\ 100\pi$$
$$L = \frac{1}{20\pi} H$$



2−
$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{\ell} s$$
$$\frac{1}{20\pi} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{1} \frac{1}{80}$$

$$N = \sqrt{\frac{\frac{1}{20\pi}}{4\pi \times 10^{-7} \frac{1}{80}}}$$
$$N = 1000$$

3− حالة تجاوب كهربائي $X_L = X_C$

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

$$5 = \frac{1}{100\pi C}$$
$$C = \frac{1}{500\pi} F$$

$$P_{avg} = U_{eff}\ I'_{eff} \cos\varphi'$$
$$Z' = R$$
$$\varphi' = 0$$

$$I'_{eff} = \left(\frac{U_{eff}}{R}\right) = \frac{130}{12} = \frac{65}{6} A$$

$$P_{avg} = 130 \times \frac{65}{6} \times 1$$

$$P_{avg} \approx 1408.33\ W$$

المسألة الثالثة :

1-

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

$$U_{eff} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = 200\ V$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$100\pi = 2\pi f$$

$$f = 50\ Hz$$

2-

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff\ 1}}$$

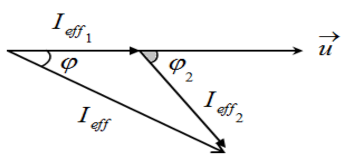
$$R = \frac{200}{4}$$

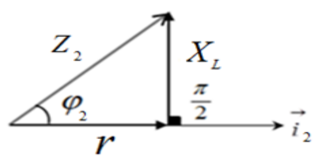
$$R = 50\ \Omega$$

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff\ 2}}$$

$$Z_2 = \frac{200}{5}$$

$$Z_2 = 40\ \Omega$$





3-

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\ 1} + \vec{I}_{eff\ 2}$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff\ 1}^2 + I_{eff\ 2}^2 + 2\, I_{eff\ 1}\, I_{eff\ 2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$49 = 16 + 25 + 2 \times 4 \times 5 \cos(\varphi_2 - 0)$$

$$\cos\ \varphi_2 = 0.2$$

$$\cos\ \varphi_2 = \frac{r}{Z}$$

$$0.2 = \frac{r}{40} \Rightarrow r = 8\,\Omega$$

4-

$$P_{avg\ 1} = U_{eff}\ I_{eff_1}\ \cos\varphi_1$$

$$P_{avg\ 1} = 200 \times 4 \times 1$$

$$P_{avg\ 1} = 800\ \ W$$

$$P_{avg\ 2} = U_{eff}\ I_{eff_2}\ \cos\varphi_2$$

$$P_{avg\ 2} = 200 \times 5 \times 0.2$$

$$P_{avg\ 2} = 200\ \ W$$

$$P_{avg} = P_{avg\ 1} + P_{avg\ 2}$$

$$P_{avg} = 800 + 200$$

$$P_{avg} = 1000\ \ W$$

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

$$1000 = 200 \times 7\ \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{5}{7}$$

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

$$U_{eff} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = 120\ V$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$120\pi = 2\pi f$$

$$f = 60\ Hz$$

-2

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

$$R = \frac{120}{6}$$

$$R = 20\ \Omega$$

$$\overline{i} = 6\sqrt{2}\cos(120\pi t)\quad (A)$$

-3

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,2}}$$

$$Z_2 = \frac{120}{10}$$

$$Z_2 = 12\ \Omega$$

$$P_{avg\,2} = U_{eff}\ I_{eff\,2}\cos\varphi_2$$

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

$$P_{avg\,2} = 600\ W$$

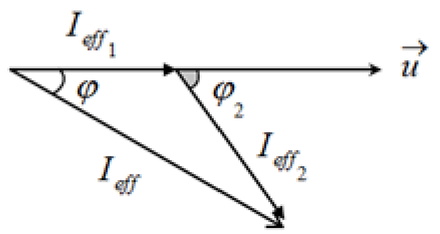
$$\overline{i_2} = I_{max\,2}\cos(\omega t + \overline{\varphi}_2)$$

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

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

$$\overline{i}_2 = 10\sqrt{2}\cos(120\pi t - \frac{\pi}{3})\quad (A)$$

-4



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,1} + \vec{I}_{eff\,2}$$

$$I^2_{eff} = I^2_{eff\,1} + I^2_{eff\,2} + 2\,I_{eff\,1}\,I_{eff\,2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$I^2_{eff} = 36 + 100 + 2 \times 6 \times 10\cos(\frac{\pi}{3} - 0)$$

$$I^2_{eff} = 196 \Rightarrow I_{eff} = 14\ A$$

-5

$$P_{avg\,1} = U_{eff}\ I_{eff\,1}\cos\varphi_1$$

$$P_{avg\,1} = 120 \times 6 \times 1$$

$$P_{avg\,1} = 720\ W$$

$$P_{avg\,2} = 600\ W$$

$$P_{avg} = P_{avg\,1} + P_{avg\,2}$$

$$P_{avg} = 720 + 600$$

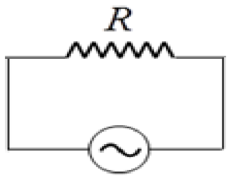
$$P_{avg} = 1320\ W$$

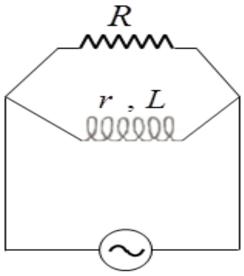
$$P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff}\cos\varphi$$

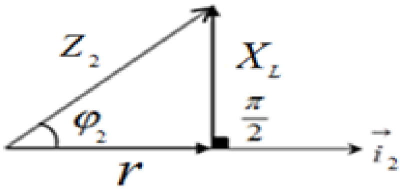
$$1320 = 120 \times 14\cos\varphi$$

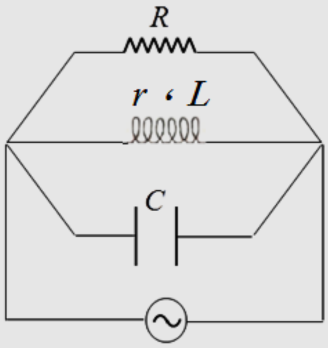
$$\cos\varphi = \frac{11}{14}$$

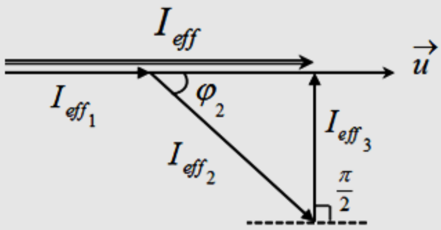
ملاحظة هامة: كل وشيعة لها مقاومة يكون عامل استطاعتها غير معدوم.

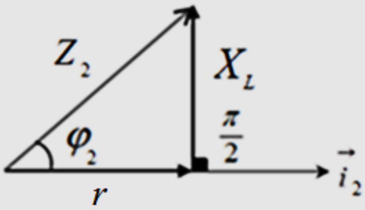












جمع ممانعات الفرع الثاني

وفاق بالطور $\varphi = 0$

من تمثيل فرينل:

$$I_{eff\,3} = I_{eff\,2} \sin\varphi_2$$

$$I_{eff\,3} = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$I_{eff\,3} = 5\sqrt{3}\ A$$

$$X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,3}}$$

$$X_C = \frac{120}{5\sqrt{3}}$$

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

$$X_C \approx 13.85\ \Omega$$

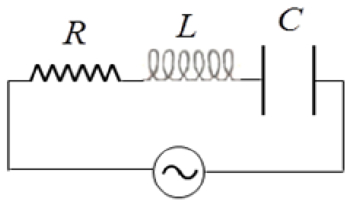
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

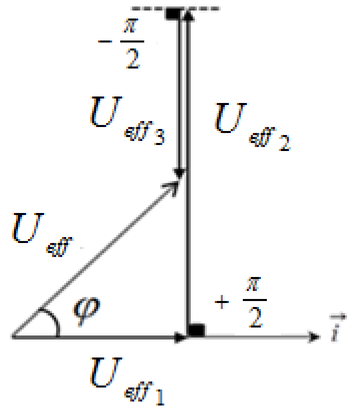
$$13.85 = \frac{1}{100\pi\, C}$$

$$C = \frac{1}{1385\,\pi} F$$

المسألة الخامسة:

1-





$$U_{eff} = \sqrt{(U_{eff\,1})^2 + (U_{eff\,2} - U_{eff\,3})^2}$$

$$U_{eff} = \sqrt{(30)^2 + (80 - 40)^2}$$

$$U_{eff} = 50\ V$$

2- نطبق قانون أوم على المكثفة لأننا نستطيع حساب

ممانعتها (اتساعيتها).

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 2\pi \times 50$$

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

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

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

$$X_C = 20\ \Omega$$

$$U_{eff\ 3} = X_C\ I_{eff}$$

$$40 = 20 \times I_{eff}$$

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

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

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

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

$$\bar{i} = 2\sqrt{2}\ \cos(100\,\pi t)$$

3−

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

4−

$$U_{eff\ 2} = X_L\ I_{eff}$$
$$U_{eff\ 2} = \omega L \times I_{eff}$$
$$80 = 100\ \pi L \times 2$$
$$L = \frac{2}{5\ \pi}\ H$$
$$\bar{u}_2 = 80\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$$

5−

عامل الاستطاعة :

$$\cos\varphi = \frac{U_{eff\ 1}}{U_{eff}}$$
$$\cos\varphi = \frac{30}{50}$$
$$\cos\varphi = \frac{3}{5} = 0.6$$

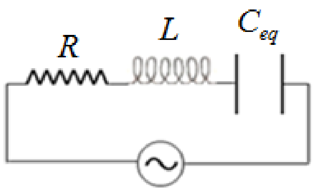
6−

$A)$ حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_{C_{eq}}$$
$$\omega L = \frac{1}{\omega C_{eq}}$$
$$100\ \pi\ \frac{2}{5\pi} = \frac{1}{100\ \pi\ C_{eq}}$$
$$C_{eq} = \frac{1}{4000\ \pi}\ F$$
$$C_{eq} < C$$

الضم على التسلسل

$B)$



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

$c)$ $$P_{avg} = U_{eff}\ I'_{eff}\ \cos\varphi'$$
$$Z' = R$$

لحساب المقاومة الأومية R نطبق قانون أوم على المقاومة قبل حدوث التجاوب (قبل إضافة C')

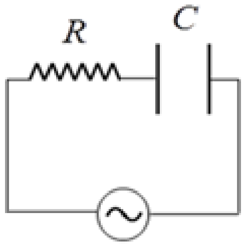
$$U_{eff\ 1} = R\ I_{eff}$$
$$30 = R \times 2$$
$$R = 15\ \Omega$$

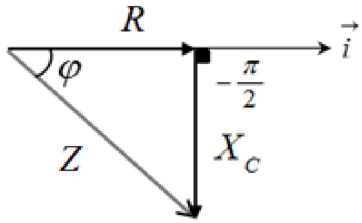
حساب الشدة المنتجة للتيار في حالة التجاوب

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$$
$$I'_{eff} = \frac{50}{15}$$
$$I'_{eff} = \frac{10}{3}\ A$$
$$\varphi' = 0\ rad$$
$$P_{avg} = 50 \times \frac{10}{3} \times 1$$
$$P_{avg} = \frac{500}{3}$$
$$P_{avg} \approx 166.6\ W$$

المسالة السادسة:

1–





$$U_{eff\ 2} = \sqrt{U_{eff} - U_{eff\ 1}}$$

$$U_{eff\ 2} = \sqrt{10000 - 3600} = \sqrt{6400} = 80\,V$$

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

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

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

$$X_C = 40\ \Omega$$

$$U_{eff\ 2} = X_C\ I_{eff}$$

$$80 = 40 \times I_{eff}$$

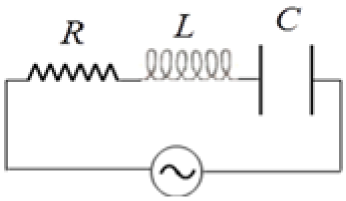
$$I_{eff} = 2\ A$$

$$U_{eff\ 1} = R\ I_{eff}$$

$$60 = R \times 2$$

$$R = 30\ \Omega$$

2–



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

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

$$Z' = Z$$

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

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

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

$$X_L(X_L - 2X_C) = 0$$

إما:

$$X_L = \omega L = 0$$

$L = 0$ مرفوض

أو:

$$(X_L - 2X_C) = 0$$

$$X_L = 2X_C = 2 \times 40$$

$$X_L = 80\ \Omega$$

$$X_L = \omega L$$

$$80 = 100\pi L$$

$$L = \frac{80}{100\pi}$$

$$L = \frac{4}{5\pi}\ H$$

–3

حالة طنين (تجاوب كهربائي)

$$X_L = X_C$$

$$\omega' L = \frac{1}{\omega' C}$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{1}{L\,C}}$$

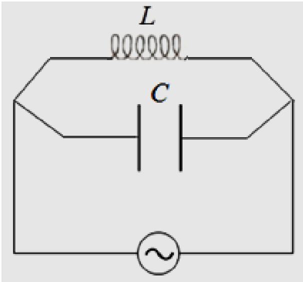
$$2\pi f' = \sqrt{\frac{1}{L\,C}}$$

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{4}{5\pi} \times \frac{1}{4000\pi}}}$$

$$f' = \frac{\sqrt{5000}}{2}$$

$$f' \approx 35.35\ Hz$$



$$I_{eff\,1} = \frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{100}{80} = 1.25\ A$$

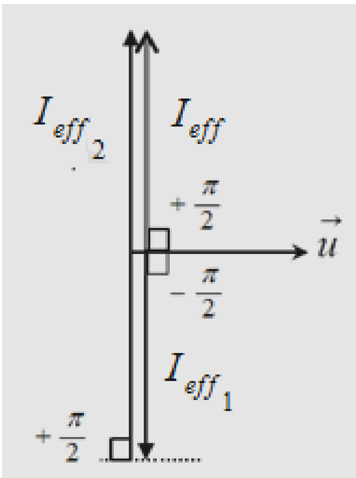
$$I_{eff\,2} = \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{100}{40} = 2.5\ A$$

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,1} + \vec{I}_{eff\,2}$$

$$I_{eff} = I_{eff\,2} - I_{eff\,1}$$

$$I_{eff} = 2.5 - 1.25$$

$$I_{eff} = 1.25\ A$$



المحولة الكهربائية

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- **الإجابة الصحيحة :** $a)$ $\quad I_{eff\,p} = 18\ A$

توضيح اختيار الإجابة: $\mu = \dfrac{I_{eff\,p}}{I_{eff\,S}} \Rightarrow 3 = \dfrac{I_{eff\,p}}{16} \Rightarrow I_{eff\,p} = 18\ A$

****

2- **الإجابة الصحيحة :** $a)$ $\quad \mu = 2$

توضيح اختيار الإجابة: $\mu = \dfrac{U_{eff\,S}}{U_{eff\,P}} = \dfrac{40}{20} = 2$

****

ثانيا: أعط تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

1- للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول.

2- للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول ثمّ تخفّض إلى 220 v عند الاستهلاكلتوافق عمل الأجهزة الكهربائية.

3- لإنقاص تيارات فوكو وتحسين مردود المحولة.

ثالثا : حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

1- $\mu = \dfrac{N_s}{N_p} = \dfrac{375}{125} = 3$

$\mu > 1$ المحوّلة رافعة للتوتر

2- $U_{eff\,s} = \dfrac{U_{\max S}}{\sqrt{2}} = \dfrac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\ V$

$$\mu = \frac{U_{eff\,S}}{U_{eff\,P}}$$

$$3 = \frac{120}{U_{eff\,P}} \Rightarrow U_{eff\,P} = 40\,V$$

3- $U_{eff\,s} = R\ I_{eff\,s}$

$$120 = 30 \times I_{eff\,s}$$

$$I_{eff\,s} = 4\ A$$

4- $U_{eff\,s} = X_L\, I_{eff\,s_2}$

$$120 = X_L \times 3$$

$$X_L = 40\ \Omega$$

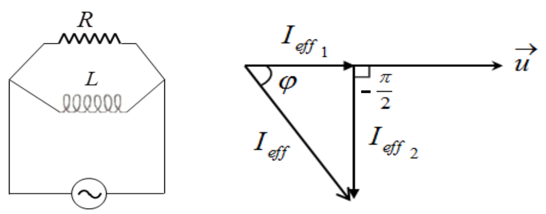
$$\overline{i_2} = I_{\max_2} \cos(\omega t + \overline{\varphi_2})$$

$$I_{\max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2}$$

$$I_{\max_2} = 3\sqrt{2}\ (A)$$

$$\overline{\varphi_2} = -\frac{\pi}{2}\ rad$$

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



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$$

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_1} + I^2_{eff_2}$$

$$25 = 16 + I^2_{eff_2}$$

$$I_{eff\,2} = 3\ A$$

$$P_{avg\,1} = U_{eff}\ I_{eff_1}\ \cos\varphi_1$$

$$P_{avg\,1} = 120 \times 4 \times 1$$

$$P_{avg\,1} = 480\ \ W$$

$$P_{avg\,2} = U_{eff}\ I_{eff\,2}\ \cos\frac{\pi}{2}$$

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

$$P_{avg\,2} = 0\ W$$

$$P_{avg} = P_{avg\,1} + P_{avg\,2}$$

$$P_{avg} = 480 + 0$$

$$P_{avg} = 480\ \ W$$

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

$$480 = 120 \times 5\ \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{480}{600} = 0.8$$

المسألة الثانية:

1- $$I_{eff_p}\ U_{eff_P} = I_{eff_S}\ U_{eff_S}$$

$$I_{eff_S} = \frac{I_{eff_p}\ U_{eff_P}}{U_{eff_S}} = \frac{10 \times 400}{4500} = 0.89\ A$$

الاستطاعة الضائعة: $$P' = R\, I_{eff_S}^2 = 30 \times (0.89)^2 \approx 24\, W$$

الاستطاعة الكلية: $$P = I_{eff}\ U_{eff} = 10 \times 400 = 4000\ W$$

$$\text{النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة} = \frac{P_{lost}}{p_{total}} \times 100 = \frac{24}{4000} \times 100 = 0.5\ \%$$

2- حالة عدم رفع التوتر: $I_S = I_{eff} = 10\ A$

الاستطاعة الضائعة: $$P_{lost} = R\, I^2 = 30 \times (10)^2 = 3000\ W$$

$$\text{النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة} = \frac{P_{lost}}{p_{total}} \times 100 = \frac{3000}{4000} \times 100 = 75\ \%$$

3- عند تبريد خط النقل:

الاستطاعة الضائعة: $$P' = R\, I_{eff_S}^2 = 5 \times (0.89)^2 \approx 4\, W$$

$$\text{النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة} = \frac{P_{lost}}{p_{total}} \times 100 = \frac{4}{4000} \times 100 = 0.1\ \%$$

المسألة الثالثة:

$$\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{N_S}{N_P}$$ -1

$$U_{eff_S} = \frac{U_{eff_P}\ N_S}{N_P} = \frac{125 \times 3000}{3750} = 100\,V$$

$$P_{avg_1} = U_{eff_s}\ I_{eff_{s_1}}$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_{s_1}} \Rightarrow I_{eff_{s_1}} = 10\ A$$

$$P_{avg_2} = U_{eff_s}\ I_{eff_{s_2}}$$ -2

$$1000 = 100 \times I_{eff_{s_2}} \Rightarrow I_{eff_{s_2}} = 10\ A$$

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,1} + \vec{I}_{eff\,2}$$ -3

$$I_{eff}^2 = I_{eff\,1}^2 + I_{eff\,2}^2 + 2\,I_{eff\,1}\,I_{eff\,2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$I_{eff}^2 = (10)^2 + (10)^2 + 2\,(10)\,(10)\cos(\frac{\pi}{3} - 0)$$

$$I_{eff} = 10\sqrt{3}\ A$$

$$\frac{N_S}{N_P} = \frac{I_{eff\,p}}{I_{eff_S}}$$ -4

$$\frac{125}{3750} = \frac{I_{eff\,p}}{10\sqrt{3}} \Rightarrow I_{eff\,p} = \frac{\sqrt{3}}{3}\ A$$

5- عامل الاستطاعة في جملة الفرعين:

$$P_{avg} = P_{avg\,1} + P_{avg\,2}$$

$$P_{avg} = 1000 + 1000$$

$$P_{avg} = 2000\ W$$

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

$$2000 = 100 \times 10\sqrt{3}\cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

المسألة الرابعة:

-1

$$\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}}=\frac{N_S}{N_P}$$

$$\frac{U_{eff_S}}{10}=\frac{375}{125}$$

$$U_{eff_S}=30\ V$$

حسب مبدأ مصونية الطاقة:

الطاقة الحرارية المنتشرة بفعل جول في المقاومة خلال الفاصل الزمني Δt = الطاقة الحرارية التي يمتصها ماء المسعر خلال الفاصل الزمني Δt

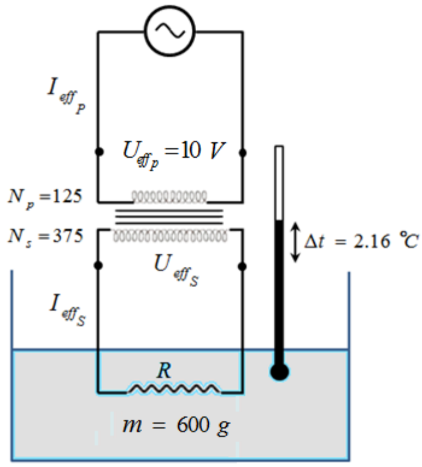
$$m\ C\ \Delta t = R\ I_{eff\ s}^{2}\ t$$

$$m\ C\ \Delta t = R\left(\frac{U_{eff\ s}}{R}\right)^{2} t$$

$$m\ C\ \Delta t = \frac{U_{eff\ s}^{2}}{R}\ t$$

$$0.6\times 4200\times 2.16=\frac{(30)^{2}}{R}\times 60$$

$$R=10\ \Omega$$



-2

$$U_{eff\ s}=R\ I_{eff\ s}$$

$$30=10\times I_{eff\ s}$$

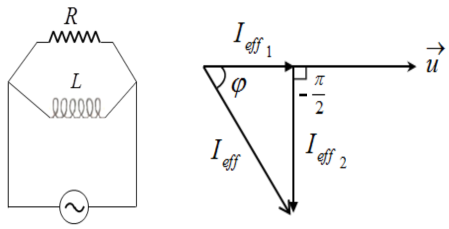
$$I_{eff\ s}=3\ A$$

$$\frac{N_S}{N_p}=\frac{I_{eff\ P}}{I_{eff\ S}}$$

$$\frac{375}{125}=\frac{I_{eff\ P}}{3}$$

$$I_{eff\ P}=9\ A$$

(a -3



$$\vec{I}_{eff}=\vec{I}_{eff_1}+\vec{I}_{eff_2}$$

$$I_{eff}^{2}=I_{eff_1}^{2}+I_{eff_2}^{2}$$

$$25=16+I_{eff_2}^{2}$$

$$I_{eff\ 2}=3\ A$$

$$\overline{i}_2=I_{\max_2}\cos(\omega t+\overline{\varphi_2})$$

$$I_{\max_2}=I_{eff_2}\sqrt{2}$$

$$I_{\max_2}=3\sqrt{2}\ (A)$$

$$\overline{\varphi_2}=-\frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\overline{i}_2=3\sqrt{2}\cos(100\pi t-\frac{\pi}{2})$$

$(b\ -4$	$(c\ -4$
$X_L = \dfrac{U_{eff}}{I_{eff_2}}$	$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$
$X_L = \dfrac{120}{3}$	$P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff_1} \cos\varphi_1 + U_{eff}\ I_{eff_2} \cos\varphi_2$
$X_L = 40\ \ \Omega$	$\varphi_1 = 0\ \ ,\ \ \cos\varphi_1 = 1$
$X_L = \omega L$	$\varphi_2 = -\dfrac{\pi}{2}\ \ ,\ \ \cos\varphi_2 = 0$
$X_L = \omega L$	$P_{avg} = 120 \times 4 \times 1 + 120 \times 3 \times 0$
$40 = 100\pi\ L$	$P_{avg} = 480\ W$
$L = \dfrac{2}{5\pi}\ \ H$	

الأمواج المستقرة

أولاً- <u>اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي</u>:

1- **الإجابة الصحيحة :** $b)\ \frac{\lambda}{2}$

توضيح اختيار الإجابة: $x_1 = k\,(\frac{\lambda}{2})$ ، $x_2 = (k+1)(\frac{\lambda}{2}) \Rightarrow \Delta x = (x_2 - x_1) = (\frac{\lambda}{2})$

2- **الإجابة الصحيحة :** $d)\ \varphi = \pi$

توضيح اختيار الإجابة: جهة الآشارة المنعكسة تعاكس جهة الاشارة الواردة $\overline{y}_{2(t)} = -\overline{y}_{1(t)}$

الواردة $\overline{y}_{1(t)} = Y_{\max}\cos(\omega t - 2\pi\frac{\overline{x}}{\lambda})$

المنعكسة $\overline{y}_{2(t)} = Y_{\max}\cos(\omega t + 2\pi\frac{\overline{x}}{\lambda} + \varphi')$

فرق الطور بينهما $\left[(\omega t - 2\pi\frac{\overline{x}}{\lambda} + \varphi')\right] - \left[(\omega t - 2\pi\frac{\overline{x}}{\lambda})\right] = \pi \Rightarrow \varphi' = \pi$

3- **الإجابة الصحيحة :** $a)\ 4L$

توضيح اختيار الإجابة: $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2\times1-1)\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L$

4- **الإجابة الصحيحة :** $c)\ 2v$

توضيح اختيار الإجابة: $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ ، $v' = \sqrt{\frac{4F_T}{\mu}} = 2\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = 2v$

5- **الإجابة الصحيحة :** $b)\ \mu$

توضيح اختيار الإجابة: $\mu = \frac{m}{L}$ ، $\mu' = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$

6- **الإجابة الصحيحة :** $c)\ 200\ cm$

توضيح اختيار الإجابة: $L = 3\frac{\lambda}{4} = 150 \Rightarrow \lambda = 200\ cm$

7- **الإجابة الصحيحة :** $b)\ L = \frac{\lambda}{\ }$

توضيح اختيار الإجابة: $L = n\frac{\lambda}{2} = 1\times\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$

8- **الإجابة الصحيحة :** $a)\ L = \frac{\lambda}{\ }$

توضيح اختيار الإجابة: $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2\times1-1)\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}$

9– الإجابة الصحيحة : b) $v_1 = 2v_2$

توضيح اختيار الإجابة: $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{F_T\,L}{\rho V}} = \sqrt{\frac{F_T}{\rho L S}} = \sqrt{\frac{F_T\,L}{\rho \pi r^2}}$

بثبات قوة الشد $v = const\ \frac{1}{r}$

$r_2 = 2r_1 \Rightarrow v_1 = 2v_2$

10– الإجابة الصحيحة : a) $f = \frac{v}{}$

توضيح اختيار الإجابة: $= \frac{v}{2L}$ $nL = 1 \Rightarrow$ ، $L = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2L}$

11– الإجابة الصحيحة : b) بطن اهتزاز

12– الإجابة الصحيحة : b) $L = 2L'$

توضيح اختيار الإجابة: $f_1 = \frac{v}{2L}$ متشابه الطرفين ، $f_1' = \frac{v'}{4L}$ مختلف الطرفين

$f_1 = f_1'$

$\frac{v}{2L} = \frac{v'}{4L'}$

الشروط نفسها أي $v' = v$ ومنه: $2L = 4L' \Rightarrow L = 2L'$

13– الإجابة الصحيحة : d) $1305\ Hz$

توضيح اختيار الإجابة: $f = (2n-1)\frac{v}{4L} = (2n-1)\ f_1 = (2\times 2 - 1)\times 435 = 1305\ Hz$

14– الإجابة الصحيحة : a) 435

توضيح اختيار الإجابة: $L = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2 = 4\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 1\ m$

$v = \lambda f = 1\times 435 = 435\ m.s^{-1}$

15– الإجابة الصحيحة : b) $v_{H_2} = 4v_{O_2}$

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

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

16– الإجابة الصحيحة : b) مثلي المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.

****

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

معادلة اهتزاز نقطة n من وتر مرن تبعد $\overline{x}$ عن نهايته المقيدة بالعلاقة: $y_{n(t)} = 2Y_{\max} \sin \frac{2\pi}{\lambda}\overline{x} \sin \omega t$ سعة الاهتزاز: $Y_{\max/n} = 2Y_{\max}\left\|\sin \frac{2\pi}{\lambda} x\right\|$ **بطون الاهتزاز:** $Y_{\max/n} = 2Y_{\max}$ $\left\|\sin \frac{2\pi}{\lambda} x\right\| = 1$ $\frac{2\pi}{\lambda} x = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ $x = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \quad (k = 0 , 1 , 2 ,.....)$ **عقد الاهتزاز:** $Y_{\max/n} = 0$ $\sin \frac{2\pi}{\lambda} x = 0$ $\frac{2\pi}{\lambda} x = k\pi$ $x = k\frac{\lambda}{2} \qquad (k = 0, 1, 2 , ...)$	بُعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة: $x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$ $k = 1 \Rightarrow (2k+1) = 3$ $d = 3\frac{\lambda}{4}$ نجعل مزماراً ذا لسان **مختلف** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته مفتوحة. طول المزمار L يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة. $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \qquad n = 1, 2, 3, ...$ لكن: $\lambda = \frac{v}{f}$ $L = (2n-1)\frac{v}{4f}$ $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$

2- a) $f = k\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ بما أن المقادير $(L ، F_T ، \mu)$ بقيت ثابتة فعدد المغازل يتناسب طرداً مع تواتر الرنانة

$$f = const\ k \quad ، \quad f' = const\ k'$$

$$\frac{f}{f'} = \frac{k}{k'} = \frac{3}{2} \Rightarrow f' = \frac{2}{3} f$$

b) $f = k\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

بما أن المقادير $(f ، L ، \mu)$ بقيت ثابتة فعدد المغازل يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر

$$k\sqrt{F_T} = const \quad ، \quad k'\sqrt{F'_T} = const$$

$$\frac{k}{k'} = \frac{\sqrt{F'_T}}{\sqrt{F_T}} = \frac{\sqrt{m'g}}{\sqrt{m\,g}}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{\sqrt{m'}}{\sqrt{m}} \Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{m'}{m} \Rightarrow m' = \frac{9}{4} m$$

3 – نكشف عن الحقل الكهربائي $\vec{E}$ بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المُرسل
ويتم ذلك بوصل طرفي الهوائي المستقبل براسم اهتزاز مهبطي وتغيير طول الهوائي حتى يرتسم على الشاشة خط بياني بسعة عظمى فيكون أصغر طول للهوائي المستقبل مساوياً $\frac{\lambda}{4}$.

نكشف عن الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ بحلقة نحاسية عمودية على $\vec{B}$ فيولّد فيها توتّراً نتيجة تغيّر التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

****

4 – عدد المغازل يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر $k\sqrt{F_T} = const$

$$k'\sqrt{F'_T} = const$$

$$\frac{k}{k'} = \frac{\sqrt{F'_T}}{\sqrt{F_T}}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{\sqrt{F'_T}}{\sqrt{F_T}} \Rightarrow \frac{9}{25} = \frac{F'_T}{F_T} \Rightarrow F'_T = \frac{9}{25}F_T$$

5 – **علل ما يأتي:**

- ❖ لا يحدث انتقال للطاقة في الأمواج المستقرة لأن الأمواج الواردة والأمواج المنعكسة تنقل الطاقة في اتجاهين متعاكسين.
- ❖ تُسمّى الأمواج المستقرّة بهذا الأسم لأن نقاط الوسط تهتزّ مراوحة في مكانها فتأخذ شكلاً ثابتاً وتظهر ساكنة.
- ❖ يهتز البطن الأول والبطن الثالث التالي على توافق فيما بينهما(لأن فرق المسير بينهما $\Delta = \lambda$).

****

ثالثاً: حل المسائل الآتية: (في جميع المسائل $g = 10\ m.s^{-2}$).

المسألةالأولى: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{v_2} = \frac{\sqrt{0+273}}{\sqrt{27+273}} = 1.098 \Rightarrow v_2 = 347\,m.s^{-1}$

****

المسألةالثانية: $f = (2n-1)\frac{v}{4L} \qquad n = 1,2,3,.....$

$n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4L} = 435\ Hz$ الصوت الأساسي (المدروج الأول)

$$f = (2n-1)\,f_1 = (2n-1)\,435$$

$n = 2 \Rightarrow f_3 = 3 \times 435 = 1305\ Hz$ المدروج الثالث

$n = 3 \Rightarrow f_5 = 5 \times 435 = 2175\ Hz$ المدروج الخامس

$n = 4 \Rightarrow f_7 = 7 \times 435 = 3045\ Hz$ المدروج السابع

المسألةالثالثة:

$$f = k \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad k = 1$$ الصوت الأساسي

$$f_1' = \frac{1}{2L'}\sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} = \frac{1}{2\frac{L}{2}}\sqrt{\frac{2F_T}{\mu}} = 2\sqrt{2}\times\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f_1' = 2\sqrt{2}\ f_1$$

$$f_1' = 2\sqrt{2}\times 250$$

$$f_1' = 707\ Hz$$

****

المسألةالرابعة:

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{v}{4f}$$

$$L_1 = \frac{340}{4\times 440} = 0.193\ m$$

****

المسألةالخامسة:

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

$$v = 2Lf$$

$$v = 2\times 1.1\times 445 = 979\ m.s^{-1}$$

$$v = 979\ m.s^{-1}$$

****

المسألةالسادسة:

$$f = k\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad k = 1$$ الصوت الأساسي

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T\ L}{m}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2\times 0.7}\sqrt{\frac{49\times 0.7}{7\times 10^{-3}}}$$

$$f_1 = 50\ Hz$$

****

المسألةالسابعة:

1-
$$f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

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

$$30 = \frac{1}{2\times 2}\sqrt{\frac{7.2\times 2}{m}}$$

$$m = 10^{-3}\ kg$$

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

$k = 2$ يهتز بمغزلين $30 = \frac{2}{2\times 2}\sqrt{\frac{F_T\times 2}{10^{-3}}} \Rightarrow F_T = 1.8\ N$

$k = 3$ يهتز بثلاثة مغازل $30 = \frac{3}{2\times 2}\sqrt{\frac{F_T\times 2}{10^{-3}}} \Rightarrow F_T = 0.8\ N$

****

المسألةالثامنة:

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{F_T\ L}{m}} = \sqrt{\frac{F_T\ L}{\rho V}} = \sqrt{\frac{F_T\ L}{\rho\ L\ s}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\rho\ \pi\ r^2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{100\ \pi}{0.8\ \pi\ (5\times 10^{-5})^2}}$$

$$v = 2236\ m.s^{-1}$$

****

****

المسألة التاسعة:

عمود الهواء مغلق: $L = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L = 4\times 2 = 8\ m$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330}{8} = 41.25\ Hz$$

عمود الهواء مفتوح: $L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2L = 2\times 2 = 4\ m$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330}{4} = 82.5\ Hz$$

تواتر المدروج الثالث في حالة :عمود الهواء مغلق: $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{4L} = 5 \times \frac{330}{4 \times 2} = 206.25\ Hz$$

تواتر المدروج الثالث في حالة :عمود الهواء مفتوح: $L = n\frac{\lambda}{2}$

$$L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2L} = 3 \times \frac{330}{2 \times 2} = 247.5\ Hz$$

****

المسألة العاشرة

1- $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$

$$v = \sqrt{\frac{F_T\ L}{m}} = \sqrt{\frac{2\times1}{20\times10^{-3}}} = 10\ m.s^{-1}$$

2- $f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{10}{2\times1} = 5\ Hz$

3- المدروج الأول $k=1$ $f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{10}{2\times1} = 5\ Hz$

المدروج الثاني $k=2$ $f_2 = 2\frac{v}{2L} = 2\frac{10}{2\times1} = 10\ Hz$

المدروج الثالث $k=3$ $f_3 = 3\frac{v}{2L} = 3\frac{10}{2\times1} = 15\ Hz$

المسألة الحادية عشرة:

1- **عدد أطوال الموجة** $= \frac{L}{\lambda} = \frac{L\,f}{v} = \frac{1\times170}{340} = 0.5$

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

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

$$L' = (2\times1-1)\frac{340}{4\times170}$$

$$L' = 0.5\ m$$

****

النماذج الذرّية والطيوف

أولاً- <u>اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي</u>:

1– **الإجابة الصحيحة** : $a)$ يمتص طاقة.

2– **الإجابة الصحيحة** : $d)$ يصبح ذو طاقة معدومة.

3– **الإجابة الصحيحة** : $b)$ تزداد.

4 – **الإجابة الصحيحة**: $a)$ الإلكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أخفض.

5 – **الإجابة الصحيحة** : $c)$ تمتص طاقة الاشعاع المطابق لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين .

****

ثانياً: <u>حل المسائل الآتية</u>:

<u>المسألة الأولى</u>:

–1
$$F_E = 9\times10^9\ \frac{e^2}{r^2} = 9\times10^9\ \frac{2.56\times10^{-38}}{0.028\times10^{-20}} = 8.23\times10^{-9}\ N$$

–2
$$F_C = m_e\, a_c = m_e\, \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{r\ F_C}{m_e}} = \sqrt{\frac{0.53\times10^{-10}\times8.23\times10^{-9}}{9.1\times10^{-31}}}$$

$$v = 6.96\times10^6\ m.s^{-1}$$

–3
$$f = \frac{1}{T}$$

$$V = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{V}$$

$$f = \frac{V}{2\pi r} = \frac{6.96\times10^6}{2\pi\times0.53\times10^{-10}} \approx 2\times10^4 Hz$$

****

<u>المسألة الثانية</u>:

$$\Delta E = E_2 - E_3$$

$$\Delta E = (-3.4) - (-1.51) = -1.89\ eV$$

$$\Delta E = -1.89\times1.6\times10^{-19} = 3.024\times10^{-19}\ J$$

$$\Delta E = h f$$

$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{3.024\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}} \approx 69\times10^{10}\ Hz$$

****

المسألة الثالثة:

1−

$$F_1 = G\,\frac{m_e\, m_p}{r^2}$$

$$F_2 = k\,\frac{e^2}{r^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{G\, m_e\, m_p}{k\, e^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67\times 10^{-11}\times 9.1\times 10^{-31}\times 1.67\times 10^{-27}}{9\times 10^{9}\times (1.6\times 10^{-19})^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} \approx \frac{1}{10^{39}} \Rightarrow F_2 = 10^{39}\, F_1$$

نستنتج أن $F_2 >> F_1$ لهذا نهمل قوة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

2−

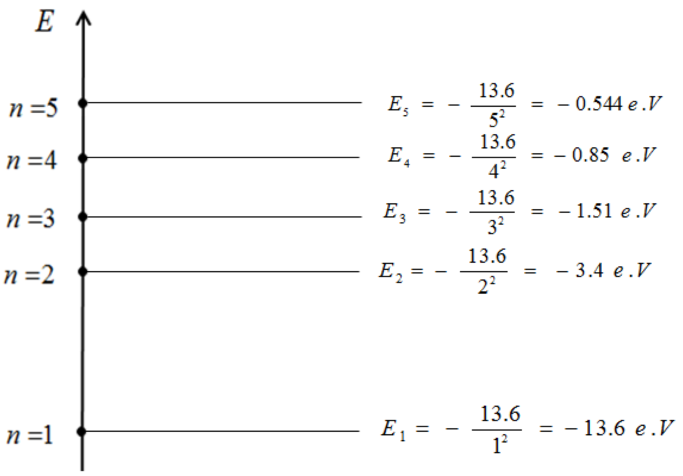
$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}$$

$$E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6\ e.V$$

تحويل إلى جول:

$$E_1 = -13.6\times 1.6\times 10^{-19} = -21.76\times 10^{-19}\ J$$

3−



4−

$$\Delta E = h\, f$$

$$\Delta E = 6.63\times 10^{-34}\times 2.93\times 10^{15}$$

$$\Delta E = 19.4259\times 10^{-19}\ J$$

تحويل إلى إلكترون فولت:

$$\Delta E = \frac{19.4259\times 10^{-19}}{1.6\times 10^{-19}} \approx 12.14\ e.V$$

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$12.14 = \left(-\frac{13.6}{n^2}\right) - \left(-\frac{13.6}{1^2}\right) \Rightarrow n = 3$$

انتزاع الإلكترونات

أولاً- أجب عن الأسئلة الآتية:

1– هل يمكن أن نحدد بدقة موقع الإلكترون في لحظة ما؟

2– هل تختلف طاقة انتزاع إلكترون من سطح معدن عن طاقة انتزاعه من الذرة؟ ولماذا؟

3– هل يكفي الإلكترون الواقع على سطح معدن، امتلاكه لطاقة مساوية لطاقة الانتزاع لهذا المعدن كي يتحرر؟

****

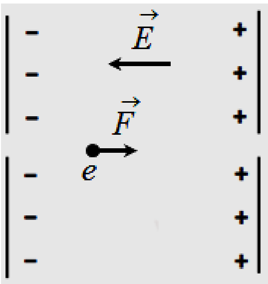
ثانياً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1– **الإجابة الصحيحة** : $c)$ يقفز من سوية أدنى إلى سوية أعلى.

2– **الإجابة الصحيحة** : $d)$ تحقق c بالإضافة لعدم اصطدامه بأي جسيم أثناء خروجه من السطح.

ثالثاً: حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:



نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين: الأول: نافذة اللبوس السالب.
الثاني: نافذة اللبوس الموجب.

$$\overline{\Delta E}_{k} = \Sigma \overline{w}_{\vec{F}}$$

$$E_k - E_{k_\circ} = \overline{w}_{\vec{F}}$$

$$E_k - 0 = F\ d = e\,E\,d$$

$$E_k = e\,U_{AB}$$

الطاقة الحركية للإلكترون لحظة خروجه : $E_k = 1.602 \times 10^{-19} \times 10^{3} = 1.602 \times 10^{-16}\ J$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$1.602 \times 10^{-16} = \frac{1}{2} \times 9,1 \times 10^{-31}\ v^2$$

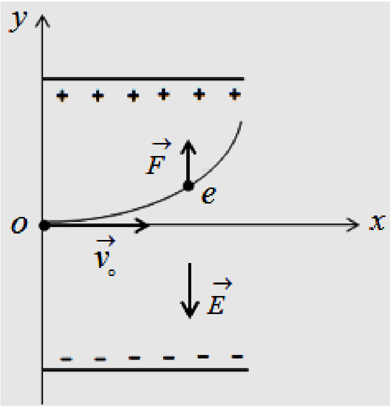
$$v = 1.88 \times 10^{7}\ m.s^{-1}$$

$$v^2 - v_\circ^2 = 2\,a\,d$$

$$1.88 \times 10^{7} - 0 = 2\,a \times 10^{-2}$$

$$a = 1.76 \times 10^{16} \ m.s^{-1}$$

<u>المسألة الثانية</u>:



- يخضع الإلكترون لتأثير قوة كهربائية $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة.

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

$$(\text{كهربائية}) \quad \vec{F} = m \ \vec{a}$$

- الحركة على المحور $\vec{ox}$:

$$F_x = m \ a_x = 0$$

$$a_x = 0 \quad \Rightarrow \quad \textbf{الحركة مستقيمة منتظمة}$$

$$(v_x = v_\circ \ , \ x_\circ = 0 \ ) \quad \Rightarrow \quad x = v_\circ \, t \qquad ...... (1)$$

- الحركة على المحور $\vec{oy}$:

$$F = F_y = m \ a_y$$

$$e \ E = m_e \ a_y$$

$$a_y = \frac{e \ E}{m} = const \quad \Rightarrow \quad \textbf{الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام}$$

$$a = a_y = \frac{e \ E}{m_e} = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 200}{9.1 \times 10^{-31}} = 3.51 \times 10^{13} \ \ m.s^{-1}$$

من (1) :

$$t = \frac{x}{v_\circ} = \frac{0.1}{3 \times 10^{6}} = 3.33 \times 10^{-8} \ s$$

الأشعة المهبطية

أولاً- <u>علل ما يلي</u>:

1– لأنها تمتلك شحنة كهربائية

2– لأنها تمتلك طاقة حركية.

****

ثانياً: <u>حل المسائل التالية</u>:

<u>المسألة الأولى</u>:

احسب السرعة التي يغادر بها الالكترون المهبط المعدني إذا كانت طاقته الحركية لحظة خروجه من المهبط تساوي $E_{k\circ} = 18\times10^{-19}\ J$. إذا علمت أنّ: $e = 1.6\times10^{-19}c$ ، $m_e = 9\times10^{31}\ kg$

الحل:

$$\frac{1}{2}m_e v^2 = E_{k\circ}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{k\circ}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times18\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} = 2\times10^{6}\ m.s^{-1}$$

****

<u>المسألة الثانية</u>:

$$I = \frac{N\,e}{t} \Rightarrow N = \frac{I\,t}{e} = \frac{4.8\times10^{-12}\times1}{1.6\times10^{-19}} = 3\times10^{7}$$

****

<u>المسألة الثالثة</u>:

$$U_{AC} = \frac{E}{e} = \frac{10\times1.6\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 10V$$

$$L = \frac{U_{AC}}{E} = \frac{10}{3\times10^{-6}} = \frac{1}{3}\times10^{-5}\ m$$

****

الفعل الكهرحراري

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

$1-$ **الإجابة الصحيحة**: $b)$ الإلكترونات الحرة من سطح المعدن بتسخينه لدرجة حرارة مناسبة.

$2-$ **الإجابة الصحيحة**: $d)$ بالتوتر السالب المطبق على الشبكة.

$3-$ **الإجابة الصحيحة**: $a)$ ضبط الحزمة الإلكترونية .

$4-$ **الإجابة الصحيحة**: $d)$ لحماية الشاشة من الحقول الخارجية.

****

ثانياً: الدور المزدوج لشبكة وهلنت في جهاز راسم الاهتزاز الإلكتروني:

$1-$ بتجميع الإلكترونات الحرّة الصادرة عن المهبط في نقطة تقع على محور الأنبوب.

$2-$ من خلال تغيير التوتر السالب المطبق على الشبكة يتغيّر عدد الإلكترونات النافذة من ثقب الشبكة مما يغيّر من شدة إضاءة الشاشة.

****

ثالثاً: حل المسألة الآتية:

$1-$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$9.6 \times 10^{-16} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} v^2$$

$$v \approx 4.47 \times 10^7 \ m.s^{-1}$$

$2-$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{N e}{t} \Rightarrow N = \frac{I t}{e} = \frac{10 \times 10^{-6} \times 30}{1.6 \times 10^{-19}} = 1875 \times 10^{12}$$ إلكترون

الطاقة الحرارية = عدد الإلكترونات × الطاقة الحركية لإلكترون

$$Q = N' E_k$$

$$Q = 1875 \times 10^{11} \times 9.6 \times 10^{-16} = 18 \times 10^{-2} \ J$$

نظرية الكم والمفعول الكهرضوئي

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1– **الإجابة الصحيحة**: $b)$ فوتونات.

2– **الإجابة الصحيحة**: $b)$ شدة الضوء الوارد.

3– **الإجابة الصحيحة**: $a)$ تواتر الضوء الوارد.

4– **الإجابة الصحيحة**: $d)$ $f > f_s$

5– **الإجابة الصحيحة**: $a)$ أكبر من طاقة الانتزاع.

****

ثانياً: يسقط فوتون طاقته E على معدن ويصادف إلكتروناً طاقة انتزاعه E_S ويقدم له كامل طاقته.

المطلوب : $A)$ اشرح ما يحدث للإلكترون إذا كانت:

1– طاقة الفوتون **أقل** من طاقة الانتزاع.

طاقة الفوتون **<u>أصغر</u>** من طاقة الانتزاع $hf < E_s$: إن الطاقة الحركية للإلكترون تزداد ويبقى مرتبطاً بالمعدن.

2– طاقة الفوتون **أكبر** من طاقة الانتزاع.

طاقة الفوتون **<u>أكبر</u>** من طاقة الانتزاع $hf > E_S$: يجري انتزاع الإلكترون من المعدن باستهلاك **<u>جزء</u>** من طاقة الفوتون يساوي E_s ويبقى **<u>الجزء الآخر</u>** مع الإلكترون على شكل طاقة حركية، أي يخرج الإلكترون من المعدن بطاقة حركية تساوي $E_k = hf - E_s$

$B)$ ما الشرط الذي يجب أن يحقّقه طول موجة الضوء الوارد لتعمل الحجيرة الكهرضوئية ؟

شرط عمل الحجيرة الكهرضوئية :

طول موجة الضوء الوارد أصغر من طول موجة العتبة $\lambda \le \lambda_s$

****

ثالثاً: <u>حل المسائل الآتية</u>:

<u>المسألة الأولى</u>:

1– $E = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 7.3 \times 10^{14} = 4.818 \times 10^{-19}\ J$

تُنتزع الإلكترونات من سطح المعدن لأن طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة انتزاع الإلكترون.

2– $E_k = E - E_S = 4.818 \times 10^{-19} - 3.2 \times 10^{-19} = 1.618 \times 10^{-19}\ J$

****

المسألة الثانية:

1- $$E_s = h f_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{33\times10^{-20}}{6.6\times10^{-34}} = 5\times10^{14}\ Hz$$

$$E_s = h f_s \quad ......(1)$$

$$c = \lambda_s f_s \quad ......(2)$$

من $(1),(2)$ نجد: $$\frac{E_s}{c} = \frac{h}{\lambda_s}$$

2- $$\frac{33\times10^{-20}}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{\lambda_s} \Rightarrow \lambda_s = 0.6\times10^{-6}\ m$$

3- $$E = h f \quad ......(1)$$

$$c = \lambda f \quad ......(2)$$

من $(1),(2)$ نجد: $$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{0.5\times10^{-6}} \Rightarrow E = 39.6\times10^{-20}\ J$$

$$E_k = E - E_s = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20} = 6.6\times10^{-20}\ J$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-20}}{9\times10^{-31}}} \approx 3.8\times10^{5}\ m.s^{-1}$$

****

المسألة الثالثة:

1- $$E_s = h f_s \quad ......(1)$$

$$c = \lambda_s f_s \quad ......(2)$$

من $(1),(2)$ نجد: $$\frac{E_s}{c} = \frac{h}{\lambda_s}$$

$$\frac{E_s}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{6600\times10^{-10}} \Rightarrow E_s = 3\times10^{-19}\ J$$

2- $$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}} = 1.5\times10^{-27}\ kg.m.s^{-1}$$

3-

$$E = h\,f \quad ......(1)$$
$$c = \lambda\,f \quad ......(2)$$

من $(1),(2)$ نجد:
$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}} \;\Rightarrow\; E = 4.5\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = E - E_S = 4.5\times10^{-19} - 3\times10^{-19} = 1.5\times10^{-19}\ J$$

4- نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين: الأول: المهبط. الثاني: المصعد.

$$\overline{\Delta E_k} = \Sigma\,\overline{w}_{\vec{F}(1\to2)}$$
$$E_k - E_{k_\circ} = \overline{w}_{\vec{F}}$$

يحقق كمون الإيقاف وصول الإلكترون إلى المصعد بسرعة معدومة $E_k = 0$

$$0 - E_{k_\circ} = -e\,V_\circ$$

$$V_\circ = \frac{E_{k_\circ}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.9375\ Voht$$

****

المسألة الرابعة:

1- $$E_s = h\,f_s \;\Rightarrow\; f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{3\times10^{-19}}{6.6\times10^{-34}} \approx 4.5\times10^{16}\ Hz$$

2-

$$E = h\,f \quad ......(1)$$
$$c = \lambda\,f \quad ......(2)$$

من $(1),(2)$ نجد:
$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{5\times10^{-7}} \;\Rightarrow\; E = 3.96\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = E - E_S = 3.96\times10^{-19} - 3\times10^{-19} = 0.96\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = \frac{1}{2}\,m_e v^2 \;\Rightarrow\; v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times0.96\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} \approx 4.6\times10^{5}\ m.s^{-1}$$

****

الأشعة السينية

أولاً- <u>اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي</u>:

1– **الإجابة الصحيحة** : $c)$ بزيادة التواتر المطبق بين المصعد والمهبط.

2– **الإجابة الصحيحة** : $b)$ بزيادة كثافة المادة.

3– **الإجابة الصحيحة** : $b)$ أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها كبيرة.

4 – **الإجابة الصحيحة** : $d)$ العناصر الثقيلة

****

ثانياً: <u>فسر</u>: الأشعة السينيّة ذات قدرة عالية على النفاذ؟

التفسير:بسبب قصر طول موجاتها .

****

ثالثاً: اكتب ثلاثاً من خواص الأشعة السينيّة.

1– ذات قدرة عالية على النفاذ.

2– تصدر عن ذرات العناصر الثقيلة.

3– تسبب التألق لبعض الأجسام التي تسقط عليها.

****

رابعاً: <u>حل المسألة</u>:

1– نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين: الأول: المهبط.
الثاني: مقابل المهبط.

$$\overline{\Delta E}_k = \Sigma \overline{w}_{\vec{F}(1 \to 2)}$$

$$E_k - E_{k_0} = \overline{w}_{\vec{F}}$$

$$E_k - 0 = eU_{AC}$$

$$E_k = eU_{AC}$$

$$E_k = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^{4}$$

$$E_k = 128 \times 10^{-16} \ J$$

2– $$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 128 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 16.86 \times 10^{7} \ m.s^{-1}$$

-3

$$E = E_k$$

$$h\,f_{\max} = e\,U_{AC}$$

$$h\,\frac{c}{\lambda_{\min}} = e\,U_{AC}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{h\,c}{e\,U_{AC}}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{6.6\times10^{-34}\times 3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times 8\times10^{4}}$$

$$\lambda_{\min} = 0.1547\times10^{-10}\ m$$

أشعة الليزر

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- **الإجابة الصحيحة:** a) مترابطة في الطور.

2- **الإجابة الصحيحة:** b) يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة على الذرّة المثارة أم لم يكن هناك حزمة.

3- **الإجابة الصحيحة:** a) عدد الذرات في السوية غير المثارة.

4- **الإجابة الصحيحة:** d) عدد الذرات في السوية المثارة

****

ثانياً: فسر ما يلي:

1- لأن الاصدار المحثوث يعيد الذرات الى السوية الاساسية فتخسر طاقة ، فلا بد من مؤثر خارجي يقدم الطاقة للوسط المضخم لإثارة الذرات من جديد ويعوض عن انتقال الذرات الى الحالة الطاقية الأساسية.

****

2- لأن حزمة الليزر وحيدة اللون.

****

ثالثاً: خواص حزمة الليزر:

1- وحيدة اللون، أي لها التواتر ذاته.

2- مترابطة بالطور.

3- انفراج حزمة الليزر صغير.

****

الفيزياء الفلكية

أولاً- <u>اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي</u>:

1- **الإجابة الصحيحة**: $c)$ أقل من 70%

2- **الإجابة الصحيحة**: $c)$ 3 سنة أرضيّة.

3- **الإجابة الصحيحة**: $b)$ ينزاح نحو الأزرق.

4- **الإجابة الصحيحة**: $b)$ معدل تغيّر سرعة تمدد الكون مع المسافة.

5- **الإجابة الصحيحة**: $c)$ 0.1

6- **الإجابة الصحيحة**: $b)$ ذات كثافة هائلة.

***

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

1- لأنه كوكب غازي أما أقماره فهي صخرية.

2-

$$\lambda' = \frac{v - v'}{f} = \frac{v - v'}{v} = (1 - \frac{v'}{v})\lambda$$

أي أن λ' أصغر من λ لذلك تسمّى هذه الظاهرة الانزياح نحو الأزرق.

***

3-

❖ استنتاج علاقة السرعة الكونية الأولى:

هي السرعة المدارية التي تجعل الجسم يدور ضمن مدار حول الجسم الجاذب

$$m\, a_c = G\frac{mM}{r^2}$$

$$m\frac{v_1^2}{r} = G\frac{mM}{r^2}$$

$$v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

❖ استنتاج علاقة السرعة الكونية الثانية:

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = F_c\, r$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = G\frac{mM}{r^2}r$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

العلاقة بين السرعتين الكونيتين الأولى والثانية:

$$v_2 = \sqrt{2}\, v_1$$

ثالثاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

نصف قطر شفارتزشيلد: $r = \frac{2GM}{c^2}$

لكن: $g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow GM = gR^2$

ومنه: $r = \frac{2gR^2}{c^2}$

$$r = \frac{2\times 10\times(6400\times10^{+3})^2}{(3\times10^{+8})^2} \approx 9\times10^{-3}\ m$$

لن تبتلع الأرض القمر عندئذ لأنّ جاذبيتها للقمر لن تتغير فكتلة الأرض لم تتغير والبعد بينهما لم يتغير (لاعتبارهما نقطيتان قياساً بالبعد بينهما)

****

المسألة الثانية:

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

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

نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$

حساب v' من قانون هابل: $v' = H_\circ d$

$$Light\ year = 3\times10^8\times60\times60\times24\times365.25 = 9.46728\times10^{15}\mathrm{m}$$

$$\mathrm{pc} = 3.26\times9.46728\times10^{15} \approx 3\times10^{16}\mathrm{m}$$

$$H_\circ = \frac{68\times10^3 m.s^{-1}}{10^6(3\times10^{16})} = \frac{68}{3}\times10^{-19}\mathrm{s}^{-1}$$

سرعة ابتعاد المجرة عنّا: $v' = \frac{68}{3}\times10^{-19}\times 932\times10^6\ (9.46728\times10^{15}) = 2\times10^7\ m.s^{-1}$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{2\times10^7}{3\times10^8}$$

نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{15}$

حساب طول موجة الطيف بعد الازاحة: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda'-\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda' - 500\times10^{-9}}{500\times10^{-9}}$

$$\lambda' = 533\times10^{-9}\ m$$

المسألة الثالثة:

يبعد المريخ عن الشمس وسطيّاً $1.52\ AU$ وتصل سطحه تقريباً 100% من أشعة الشمس المتجهة إليه، فإذا علمت أنّ النقص في كتلة الشمس $4.22\times10^{11}\ kg.s^{-1}$ فاحسب الطاقة التي يتلقاها $1\ (km)^2$ من سطح المريخ خلال دقيقة واحدة.

(الوحدة الفلكية AU هي المسافة بين الأرض والشمس وسطياً وتعتبر 150 مليون كيلومتر)

****

الحل:

الطاقة الصادرة عن الشمس خلال ثانية: $\Delta E = \Delta m\ c^2 = 4.22\times10^{11}\times9\times10^{16} = 37.98\times10^{27}\ J$

الطاقة الصادرة عن الشمس خلال دقيقة: $\Delta E = 60\times37.98\times10^{27} = 2278.8\times10^{27}\ J$

الطاقة المُقدمة $1\ km^2$ لسطح كرة مركزها الشمس ونصف قطرها

(مليون كيلومتر $R = 1.52\ AU = 1.52\times150\times10^6 = 76\times10^6\ km$) خلال دقيقة :

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^2} = \frac{2278.8\times10^{27}}{4\pi\times76\times10^6} = \frac{2278.8\times10^{27}}{12.5\times76\times10^6}\frac{2278.8\times10^{27}}{190\times10^6} \approx 12\times10^{21}\ J.km^2$$

الطاقة التي يتلقاها $1\ (km)^2$ من سطح المريخ خلال دقيقة: $12\times10^{21}\ J$

****

****

****

****