# بكلوريات وجامعات سوريا

# الجمهوريّة العربيّة السوريّة

# وزارة التربية

# المركز الوطني لتطوير المناهج التربويّة

## حلول كتاب الفيزياء للصف الثالث الثانوي العلمي

### المؤلفون


| | | |
|---|---|---|
| جميل الطويل | بشار مهنا | غسان لحام |
| علي شحود | غسان إبراهيم | نزار شاش |
| أحمد نجم | أحمد شريقي | وائل هلال |
| مازن صالح | غسان حايك | محمود نوح |

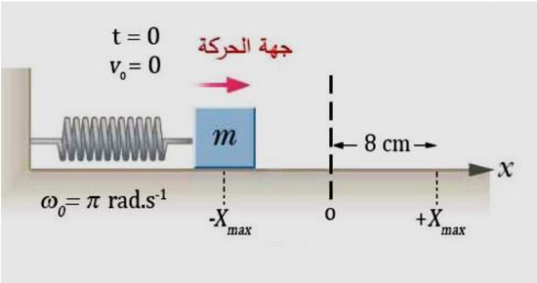

### التقويم الأكاديمي


د. سامي الشيخ سلو

# 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:**

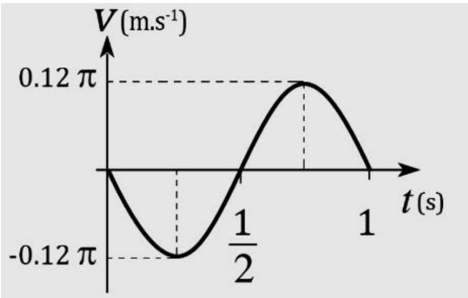
❖ شروط البدء $t = 0$ ، $\bar{x} = -X_{max} = -0.08\ m$ ، $v_o = 0$

نبدل في التابع الزمني للمطال

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

❖ $\omega_o = \pi\ rad.s^{-1}$

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:**

❖ $T_o = 1\,s$ ، $\omega_o = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\ rad.s^{-1}$

❖ $v_{max} = 0.12\pi\ m.s^{-1}$

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

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

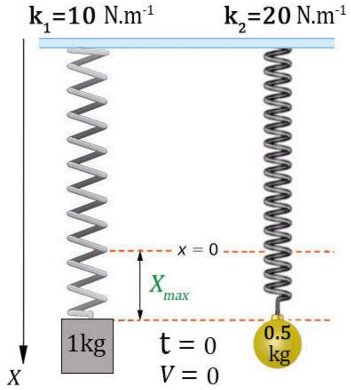
$$0 = -2\pi \times 0.06\sin(0 + \bar{\varphi}) \Rightarrow \sin(\bar{\varphi}) = 0$$

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

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

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

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




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 لأنّ مطال الأولى $-X_{max}$ ومطال الثانية $+X_{max}$.

**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:**

$$\overline{x} = X_{max}\cos(\omega_\circ t + \overline{\varphi}) \Rightarrow \frac{x^2}{X_{max}^2} = \cos^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

$$\overline{v} = -\omega_\circ X_{max}\sin(\omega_\circ t + \overline{\varphi}) \Rightarrow \frac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{max}^2} = \sin^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

$$\frac{x^2}{X_{max}^2} + \frac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{max}^2} = \cos^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi}) + \sin^2(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$$

$$\frac{x^2}{X_{max}^2} + \frac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{max}^2} = 1$$

$$\frac{\omega_\circ^2 x^2}{\omega_\circ^2 X_{max}^2} + \frac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{max}^2} = 1$$

$$\omega_\circ^2 x^2 + v^2 = \omega_\circ^2 X_{max}^2$$

$$v^2 = \omega_\circ^2 (X_{max}^2 - x^2)$$

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

**الطريقة الثانية:**

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

$$\frac{1}{2}k X_{max}^2 = \frac{1}{2}k x^2 + \frac{1}{2}m v^2$$

لكن: $\omega_\circ^2 = \dfrac{k}{m} \Rightarrow m = \dfrac{k}{\omega_\circ^2}$

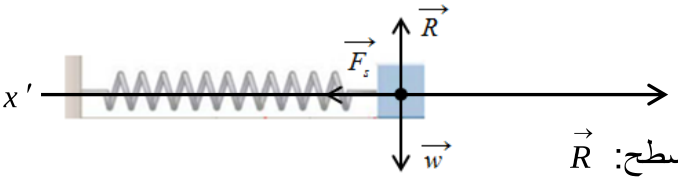
$$\frac{1}{2}k X_{max}^2 = \frac{1}{2}k x^2 + \frac{1}{2}\frac{k}{\omega_\circ^2}v^2$$

$$X_{max}^2 = x^2 + \frac{1}{\omega_\circ^2}v^2 \Rightarrow (X_{max}^2 - x^2) = \frac{v^2}{\omega_\circ^2}$$

$$v^2 = \omega_\circ^2 (X_{max}^2 - x^2)$$

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

$-2$





a) **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: $-F_s = m\overline{a}$

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

بالتعويض نجد: $-k\,\overline{x} = m\,\overline{a}$

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

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

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

نشتق التابع مرتين بالنسبة للزمن نجد: $(\overline{x})'_t = \overline{v} = -\omega_\circ X_{\max}\sin(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$

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

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

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

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

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

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

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

$\overline{x}_A = -\frac{X_{\max}}{2}$ :

$$E_{k_A} = \frac{1}{2}k\,(X_{\max}^2 - x^2) = \frac{1}{2}k\,(X_{\max}^2 - \frac{X_{\max}^2}{4}) = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}k\,X_{\max}^2\right) = \frac{3}{8}k\,X_{\max}^2$$

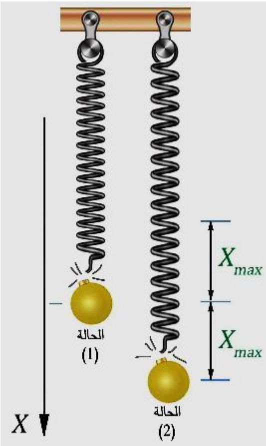
أي: $E_{k_A} = \frac{3}{4}E_{tot}$

$\overline{x}_B = +\frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$ :

$$E_{k_B} = \frac{1}{2}k\,(X^2_{max} - x^2) = \frac{1}{2}k\,(X^2_{max} - \frac{X^2_{max}}{2}) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}k\,X^2_{max}\right) = \frac{1}{4}k\,X^2_{max}$$

أي : $E_{k_B} = \frac{1}{2}E_{tot}$

**النتيجة** : بزيادة القيمة المطلقة للمطال تقل الطاقة الحركية وتزداد الطاقة الكامنة المرونية.




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

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

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

❖ **الانفصال في مركز الاهتزاز:** قذف شاقولي نحو الأعلى
(لأن الجسم مزود بسرعة ابتدائية شاقولية للأعلى).

❖ **الانفصال في المطال الأعظمي الموجب:** سقوط حر
(لأن السرعة الابتدائية للجسم معدومة).

****************************************************************************************

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

**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:** $v = \omega_\circ\sqrt{X^2_{max} - x^2}$

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

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

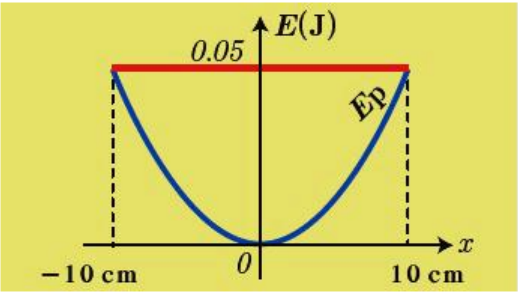
طريقة ثانية لحساب السرعة:

$$\frac{x^2}{X_{max}^2}+\frac{v^2}{\omega_\circ^2 X_{max}^2}=1 \quad \Rightarrow$$

$$\frac{(0.06)^2}{(0.1)^2}+\frac{v^2}{(\pi)^2(0.1)^2}=1$$

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

المسألة الثانية:




1– $$E_{tot}=\frac{1}{2}kX_{max}^2$$

$$5\times10^{-2}=\frac{1}{2}k(10^{-1})^2$$

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

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) :

$$\omega_\circ^2=\frac{k}{m}=\frac{10}{0.4}=\frac{100}{4}=25$$

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

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

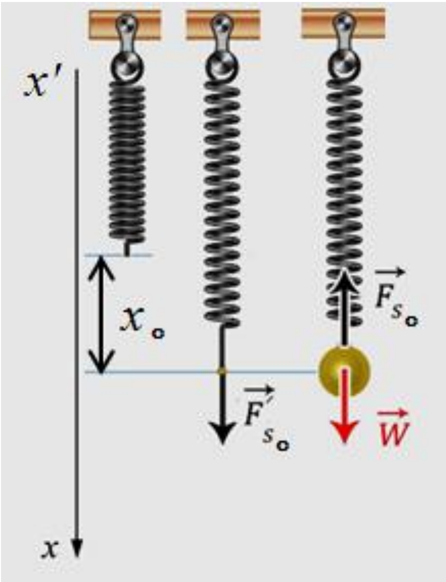
$$T_\circ=\frac{2\pi}{\omega_\circ}=\frac{2\pi}{5}=\frac{4\pi}{10}=\frac{12.5}{10}=1.25\ s$$

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

| طريقة (1): | طريقة (2): |
|---|---|
| $E_{tot}=E_P+E_k$ | $E_{tot}=E_P+E_k$ |
| $x=0\Rightarrow E_P=0$ | $x=0\Rightarrow E_P=0$ |
| $E_{tot}=E_k$ | $E_{tot}=E_k$ |
| $\frac{1}{2}kX_{max}^2=\frac{1}{2}mv^2$ | $E_{tot}=\frac{1}{2}mv^2$ |
| $v=\sqrt{\frac{kX_{max}^2}{m}}$ | $v=\sqrt{\frac{2E_{tot}}{m}}$ |

| | |
|---|---|
| $v=\sqrt{\frac{2\times 0.05}{0.4}}=\sqrt{\frac{1}{4}}$ <br> $v=0.5\ m.s^{-1}$ | $v=\sqrt{\frac{10\times 10^{-2}}{4\times 10^{-1}}}=\sqrt{\frac{1}{4}}$ <br> $v=0.5\ m.s^{-1}$ |

**المسألة الثالثة:**




1– 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:

$W-F_{s_0}=0$

$W=F_{s_\circ}$ ........ (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: $m\,g=k\,x_\circ$

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

لنحسب $T_\circ$ ثمّ $k$ :

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

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

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

نعوّض:

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

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 $\overline{x}=-4\,\text{cm}$ : $E_P=\frac{1}{2}k\,x^2=\frac{1}{2}\times 62.5\times(-0.04)^2=0.05\ \ J$

لحساب الطاقة الحركية علينا أولاً حساب 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: $\overline{x} = X_{max} \cos(\omega_\circ t + \overline{\varphi})$

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

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

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

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

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 $\overline{v_\circ} = -\omega_\circ X_{max} \sin(-\frac{\pi}{3}) > 0$

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

تفكير ناقد:

في حالة السكون تتساوى شدّة قوة ثقل المكعّب الخشبي مع شدّة دافعة أرخميدس المؤثّرة عليه فتكون محصلة القوى المؤثّرة معدومة.

وعند التأثير على المكعب الخشبي بقوة شاقولية بحيث يتغير الحجم المغمور تتغير دافعة أرخميدس لتصبح محصلة القوى متناسبة مع الإزاحة ومعاكسة لها بالجهة وهي ما تسمّى قوة الإرجاع فتكون الحركة : **حركة جيبية انسحابية.**

# نواس الفتل

أولاً: <u>اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي</u>:

1– الإجابة الصحيحة: $c)$

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

إن $I_\Delta$ عزم العطالة النواس يزداد وبالتالي سيزداد الدور (أي ينقص التواتر).

2– **الإجابة الصحيحة**: $c)$ إنقاص طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

****************************************************************************************************************

ثانياً: <u>أجب عن الأسئلة الآتية</u>:

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: $0 = \dfrac{1}{2}k\ 2(\bar{\theta}\,\bar{\omega}) + \dfrac{1}{2}I_\Delta(\bar{\omega}\,\bar{\alpha})$

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

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

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

نشتق التابع مرتين بالنسبة للزمن:

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

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

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

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 $k\ ,I_\Delta$ موجبان وبالتالي حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية.

*****************************************************************************************************************

2– نعلق ساقين متماثلتين بسلكي فتل متماثلين طول الأول $\ell_1$ وطول الثاني $\ell_2$ 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: حل المسائل الآتية:** (في جميع المسائل $g = 10\,\mathrm{m.s^{-2}}$ ، $\pi^2 = 10$ ، $4\pi = 12.5$)

**المسألة الأولى:**

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

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

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 $\theta = \frac{\pi}{8}\ \mathrm{rad}$ :

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

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

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

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

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

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

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

$$E_k = \frac{1}{2}\times 10^{-2} - \frac{1}{8}\times 10^{-2} = \frac{3}{8}\times 10^{-2}\, J$$

$$E_k = 500\times 10^{-5} - 125\times 10^{-5} = 375\times 10^{-5}\, J$$

**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 $\ell$: $T_{\circ} = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2}{k}}$

$$2.5 = 2\pi\sqrt{\frac{2 \times 125 \times 10^{-3}\left(\frac{\ell^2}{4}\right)}{16 \times 10^{-3}}} \Rightarrow 6.25 = 40 \times \frac{2 \times 125 \times 10^{-3}\left(\frac{\ell^2}{4}\right)}{16 \times 10^{-3}}$$

$$\ell = 0.2\ m$$

**المسألة الثالثة:**

$(A$

$1-$ 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: $\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad$ 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 $(t=0$ ، $\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad)$ :

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

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

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

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

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

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

المرور الثاني بوضع التوازن يوافق ثلاث أرباع الهزة أي: $t = \frac{3T_\circ}{4} = \frac{3\times 1}{4} = \frac{3}{4}\ s$

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

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

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

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

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

$(B$

$m_1$ $m_2$

$$T_\circ' = 2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{k}} \qquad T_\circ = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$$

$$\frac{T_\circ}{T_\circ'} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{k}}} \Rightarrow \frac{T_\circ}{T_\circ'} = \frac{\sqrt{I_\Delta}}{\sqrt{I'_\Delta}}$$

$$\frac{T_\circ}{T_\circ'} = \frac{\sqrt{I_\Delta}}{\sqrt{I_\Delta + 2m_1(\frac{\ell}{2})^2}}$$

$$\frac{1}{T_\circ'} = \frac{\sqrt{2\times10^{-3}}}{\sqrt{2\times10^{-3}+6\times10^{-3}}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow T_\circ' = 2\ s$$

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

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

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

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

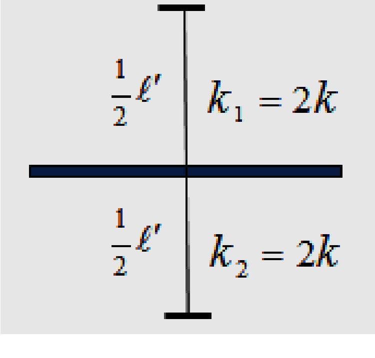
<u>طريقة ثانية</u>:

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

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

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

(c




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

$$\omega_\circ = \sqrt{\frac{4k}{I_\Delta}} = \frac{2\pi}{T_\circ'} \Rightarrow T_\circ' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{4k}} = \frac{1}{2}\times2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$$

$$T_\circ' = \frac{1}{2}T_\circ = \frac{1}{2}\times1$$

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

تفكير ناقد:

ينقص عزم العطالة فيزداد النبض الخاص فتزداد السرعة الزاوية العظمى.

# 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 $I_\Delta$ وبالتالي تكبير $T_\circ$ $\quad T_\circ = 2\pi\sqrt{\dfrac{I_\Delta}{m\,g\,d}}$

$2-$ **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 $B$ .

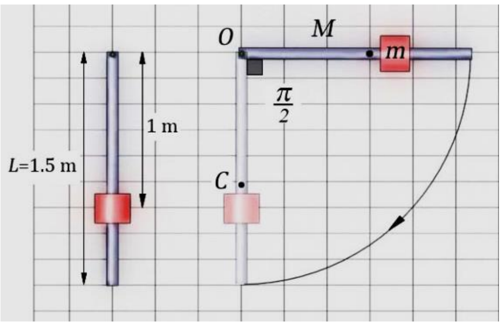
**توضيح اختيار الإجابة:** لأن السرعة الخطية عند المرور بوضع الشاقول تكون بقيمتها العظمى

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

********************************************************************************

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

**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: حسب نظرية هايغنز

$$I_{\Delta\backslash O} = I_{\Delta\backslash C} + M\,d'^2$$

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

عزم عطالة الكتلة النقطية :

$$I_{\Delta_{m'}} = m'\,r'^2 = 0.5\times(1)^2 = 0.5\ kg.m^2$$

عزم عطالة جملة النواس:

$$I_\Delta = 0.375 + 0.5 = 0.875\ kg.m^2$$

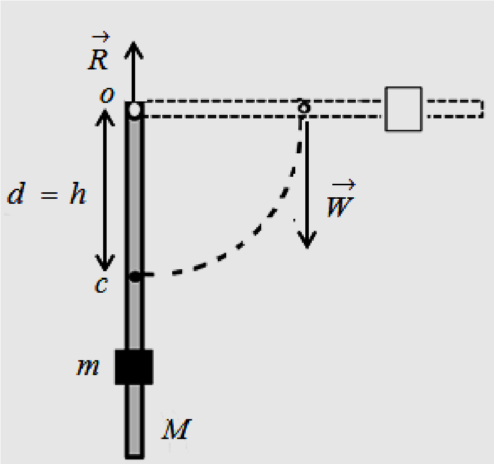
❖ حساب $d$:

$$d = \frac{M\,r_1 + m'\,r_2}{M + m'}$$

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

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

$$T_\circ = 2\ s$$




2– نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

**الأول**: المطال الزاوي الأعظمي: $\theta_1 = \theta_{max}$

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

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

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

$$E_k - 0 = (M + m')g\,h + 0$$

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

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

$$h = d$$

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

$$E_k = (0.5 + 0.5) \times 10 \times 0.875 = 8.75\ J$$

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

السرعة الزاوية عند المرور بالشاقول: $\omega = \sqrt{\dfrac{2E_k}{I_\Delta}} = \sqrt{\dfrac{2 \times 8.75}{0.875}} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5}\ rad.s^{-1}$

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

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

*****************************************************************************************

**المسألة الثانية:**

$1-$ نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الزاوي 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

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

$$v^2 = 2g\,\ell - 2g\,\ell\cos\theta_{\max}$$

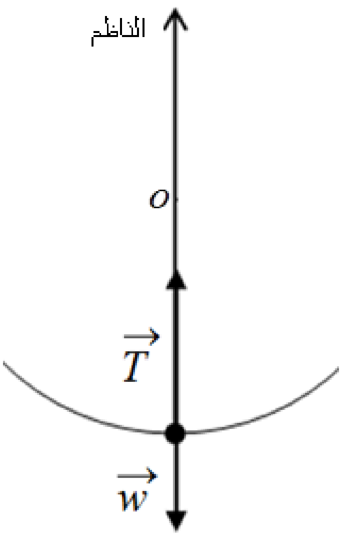
$$2g\,\ell\cos\theta_{\max} = 2g\,\ell - v^2$$

$$\cos\theta_{\max} = \frac{2g\,\ell - v^2}{2g\,\ell}$$

$$\cos\theta_{\max} = 1 - \frac{v^2}{2g\,\ell}$$

$$\cos\theta_{\max} = 1 - \frac{(2)^2}{2(10)\,(0.4)}$$

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




$2-$ 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 الزاوي الأعظمي : $\overline{\theta_1 = \theta_{\max}}$

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

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

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

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

$\overline{W_{\vec{T}}} = 0$ 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 $\theta$:

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

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

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

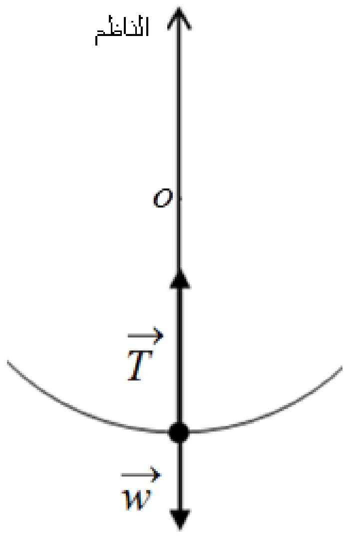
3− حساب دور هذا النواس:

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

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

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

$$T_0' = 2.67\ s$$




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: $-W + T = m\,a_c$

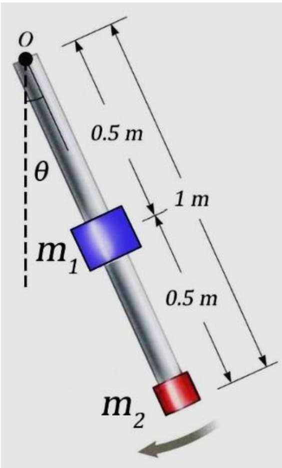
$$T = m\,g + m\,\frac{v^2}{\ell}$$

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

$$T = 10\ N$$

*******************************************************************************

**المسألة الرابعة:**




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

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

- 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 الزاوي الأعظمي

**الثاني**: المرور بالشاقول

$$\overline{\Delta E_k} = \Sigma \overline{W}_{\vec{F}}$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{w}_{\vec{W}} + \overline{w}_{\vec{R}}$$

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

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

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

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

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

## المسألة الخامسة:

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

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

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

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

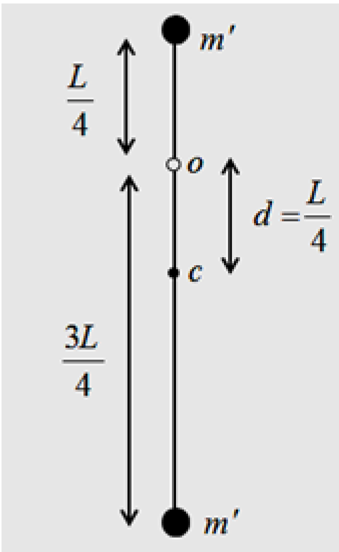
لإيجاد الطور الابتدائي نعوض شروط البدء $(t=0\ ،\ \theta_{\max}=\dfrac{1}{2\pi}\ rad)$ في التابع الزمني :

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

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

2– دور هذا النواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة:

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




❖ حساب عزم عطالة النواس:

$$I_{\Delta\backslash O}=m'\left(\frac{L}{4}\right)^2+m'\left(\frac{3L}{4}\right)^2=\frac{10}{16}m'L^2$$

❖ حساب $d$:

$$d=\frac{m'(\frac{3L}{4})-m'(\frac{L}{4})}{m'+m'}=\frac{m'(\frac{L}{2})}{2m'}=\frac{L}{4}$$

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

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

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

$$L=\frac{(2.5)^2\times10}{5\times10}$$

$$L = 1.25\ m$$

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 $d = \frac{L}{4}$

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

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

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

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

تفكير ناقد:

1- في محطة الفضاء الدولية تكون قوة الثقل مساوية بالقيمة ومعاكسة بالجهة قوّة العطالة النابذة الناتجة عن الدوران فيحدث ما يسمّى إنعدام الثقل الظاهري فيصبح الدور لانهائي.

2- لجعل الكرة تهتز بحركة جيبية توافقية يجب إخضاعها لقوة تشابه قوة جذب الأرض كقوة كهربائية مثلاً (بعد شحن الكرة) ثم تزاح عن وضع التوازن بزاوية صغيرة وتترك.

# ميكانيك الموائع

أولاً: **<u>اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي</u>**:

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 $S_1 v_1 = S_2 v_2$ تتناسب السرعة عكساً مع مساحة مقطع النهر، لذلك تزداد السرعة عندما تنقص المساحة ، وتنقص السرعة عندما تزداد المساحة.

2- حسب معادلة برنولي $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$ الضغط ينقص بزيادة السرعة فيكون 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: $S_1 v_1 = S_2 v_2$ تتناسب السرعة عكساً مع مساحة المقطع

<u>عندما توجه فوهته للأسفل</u>: سرعة جريان الماء **تزداد** كلما اقترب من سطح الأرض **فينقص** مقطع الماء المتدفق

<u>عندما توجه فوهته للأعلى</u>: سرعة جريان الماء **تنقص** كلما ابتعد عن سطح الأرض **فينقص** مقطع الماء المتدفق

5- حسب معادلة الاستمرارية: $S_1 v_1 = S_2 v_2$ تتناسب السرعة عكساً مع مساحة المقطع، وبما أن مساحة مقطع الثقب صغيرة فتكون سرعة اندفاع الماء منه كبيرة.

6- حسب معادلة الاستمرارية: $S_1 v_1 = S_2 v_2$ تتناسب السرعة عكساً مع مساحة المقطع، إنّ فوهة الخرطوم ضيقة لذا تكون سرعة الماء كبيرة فتكون طاقته الحركية كبيرة لذا يصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أطول.

7- حسب معادلة الاستمرارية: $S_1 v_1 = S_2 v_2$ تتناسب السرعة عكساً مع مساحة المقطع، فتكون مساحة فتحات الغاز صغيرة لكي يندفع الغاز منها بسرعة كبيرة.

8- حسب معادلة الاستمرارية: $S_1 v_1 = S_2 v_2$ تتناسب السرعة عكساً مع مساحة المقطع، نُغلقُ جزءاً من فتحةِ الخرطوم لكي تقل مساحة مقطع الماء فتزداد سرعة جريانه فتزداد طاقته الحركية لذا يصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أطول.

9- حسب معادلة برنولي $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$ الضغط ينقص بزيادة السرعة،

فعند فتح النوافذ تتساوى سرعة الرياح أسفل وأعلى سقف البيت (ذو السقف القابل للنزع ) فيتساوى الضغط أسفل وأعلى سقف البيت فلا يُنتزع.

****************************************************************************************************************

**السؤال الثالث: حل المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

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

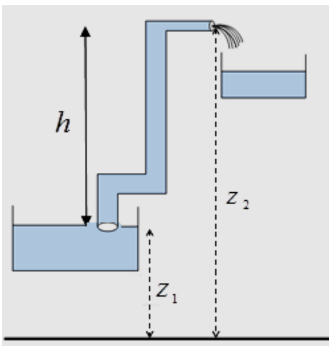
2- $$Q' = s\,v \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{2\times 10^{-3}}{5\times 10^{-4}} = 4\ m.s^{-1}$$

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

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

2- نطبق نظرية برنولي بين الوضعين:

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

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

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

$$P_1 = \frac{1}{2}1000\,(100 - 25) + 1000\times 10\times 20 + 10^5$$

$$P_1 = 37500 + 200000 + 100000$$

$$P_1 = 3.375\times 10^5\ P_a$$

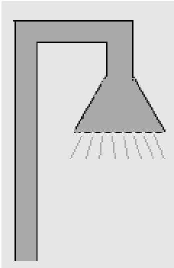
3- حساب العمل الميكانيكي: $$W = -m g z + (P_1 - P_2)\Delta V$$

$$m = \rho V = 1000\times 100\times 10^{-3} = 100\,kg$$

$$W = -100\times 10\times 20 + (3.375\times 10^5 - 10^5)100\times 10^{-3}$$

$$W = -2\times 10^4 + 2.375\times 10^4$$

$$W = 3750\ J$$



**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:**

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

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

*****************************************************************************************************

**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: $Q'_3 = \frac{V}{t_3} = \frac{V}{\frac{1}{4}} = 4V$

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

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

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

تفكير ناقد:

السطح العلوي لجناح الطائرة أكثر تقوّساً من السطح السفلي، فعندما تتحرك الطائرة بسرعة ما تكون سرعة جريان الهواء من الأعلى أكبر منها من الأسفل، وبالتالي يكون الضغط من الأعلى أقل منه من الأسفل فترتفع الطائرة.

# النسبية الخاصة

**أولاً- <u>اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:</u>**

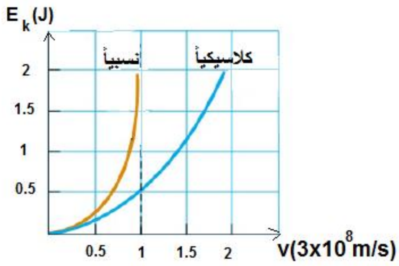
1− **الإجابة الصحيحة**: $a)$ $C$

توضيح الإجابة : سرعة انتشار الضوء ثابتة في الوسط نفسه، لا تتغير عند حركة المنبع الضوئي أو حركة المراقب.

2− **الإجابة الصحيحة** : $b)$ أكبر

توضيح الإجابة : يتمدد الزمن عند الحركة.

3− **الإجابة الصحيحة:** $a)$




توضيح الإجابة : نختار الشكل الذي لا تتجاوز السرعة فيه نسبياً سرعة الضوء في الخلاء $1(3\times10^{8} m.s^{-1})$

**********************************************************************************************************************

**ثانياً: <u>أجب عن السؤالين الآتيين:</u>**

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 إعطاءه قوة لانهائية وهذا غير ممكن.

**********************************************************************************************************************

2− طاقته الحركية معدومة لإنعدام سرعته ، طاقته الكامنة الثقالية معدومة بالنسبة للمستوى المرجعي لأنّ ارتفاع الجسم عنه معدوم ، طاقته الكلية النسبية غير معدومة لأنّها مجموع الطاقة الحركية والطاقة السكونية ، صحيح أنّ طاقته الحركية معدومة إلّا أنّ طاقته السكونية غير معدومة مازال يمتلك كتلة سكونية.

$$E = E_{\circ} + E_{k} = m_{\circ}c^{2} + 0 = m_{\circ}c^{2} \neq 0$$

**********************************************************************************************************************

**ثالثاً: <u>حل المسائل الآتية:</u>**

**<u>المسألة الأولى:</u>**

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 الإرتفاع 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** $t$: $t = \gamma t_{\circ}$

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

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

$$t = 10\times 2.2\times 10^{-6} = 2.2\times 10^{-5}\ s$$

لحساب أقصى ارتفاع يمكن أن تكون قد تولدّت عنده الميونات

$$d = v\,t = 0.995\times 10^{8} \times 2.2\times 10^{-5} = 6567\,m$$

3- المراقب الذي يتحرك مع الميونات يعتبرها ساكنة بالنسبة له فيكون زمن رحلتها $t_{\circ} = 2.2\times 10^{-6}\ s$

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

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

****************************************************************************************************

**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**: $(m_e = 9 \times 10^{-31} kg)$

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

$$p = 9 \times 10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^{8}$$

$$p = 18\sqrt{2} \times 10^{-23}\ kg.m.s^{-1}$$

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

حساب $\gamma$ :

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

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

$$\gamma = 3$$

$$p = 3 \times 9 \times 10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^{8}$$

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

******************************************************************************************

**المسألة الرابعة**:

حساب الطاقة السكونية: $E_\circ = m_\circ c^2 = m_p c^2$

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

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

حساب الطاقة الحركية في الميكانيك النسبي: $E_k = E - E_\circ = 3E_\circ - E_\circ = 2E_\circ$

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

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

$$E = m c^2$$

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

$$E = \gamma E_\circ$$

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

$$m = \gamma m_\circ$$

$$m = 3\,(1.67 \times 10^{-27})$$

$$m = 5.01 \times 10^{-27}\ \text{kg}$$

تفكير ناقد:

في الميكانيك الكلاسيكي: تضاعف كمّية حركة جسيم ما مرتين يعني بالضرورة تضاعف سرعته مرتين لأنّ كتلته ثابتة فتزداد عندئذٍ طاقته الحركية أربعة أضعاف.

أمّا في الميكانيك النسبي : فهذا غير محقق لأنّ الكتلة تزداد بزيادة السرعة.

# الكهرباء والمغناطيسية

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

1- **الإجابة الصحيحة:** $c)$

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

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:** النسبة $\frac{N}{l}$ هي نسبة ثابته، بتقسيم الوشيعة ينقص طول سلكها الى النصف، فتنقص مقاومتها الاومية الى النصف، فتزداد شدة التيار مرتين، مما يزيد شدة الحقل المغناطيسي مرتين $B' = 2B$ .

*****************************************************************************************************************

**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 <u>مختلفين</u> في شدّتهما. **( خطأ )**

**الصح:** لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان <u>متساويان</u> في شدّتهما.

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

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

**الصح:** <u>تنقص</u> شدّة الحقل المغناطيسيّ لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك.

4 - <u>تنقص</u> شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى نصف شدّته في حالة

أنقاص عدد لفاتها إلى النصف. **( خطأ )**

**الصح:** <u>تزداد</u> شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى ضعف شدّته في حالة انقاص عدد لفاتها إلى النصف. النسبة $\frac{N}{l}$ هي نسبة ثابته، بتقسيم الوشيعة ينقص طول سلكها الى النصف، فتنقص مقاومتها الاومية الى النصف، فتزداد شدة التيار مرتين، مما يزيد شدة الحقل المغناطيسي مرتين $B' = 2B$ .

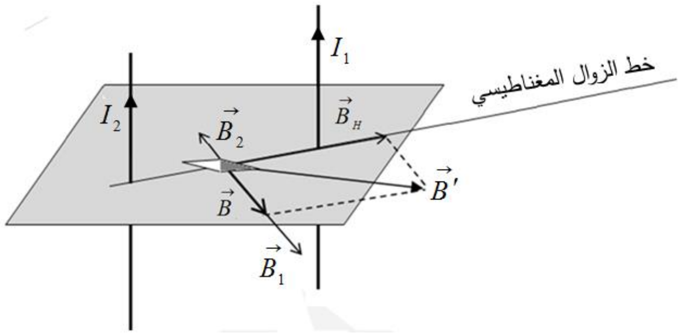
*******************************************************************************************

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

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

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

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

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

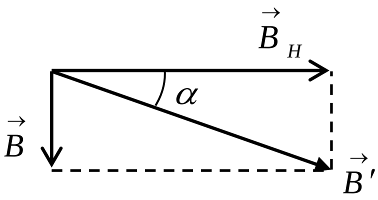
$$B = B_1 - B_2$$

$B = 3\times10^{-6} - 1\times10^{-6} = 2\times10^{-6}\ T$ 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: $\tan\alpha = \frac{B}{B_H} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 0.1$

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

$$\alpha \approx 0.1\ rad$$

-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 التي تقع على استقامة $(c_1c_2)$ وخارج السلكين، للحقلين المغناطيسين الناتجين عن التيارين الجهة ذاتها

**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:

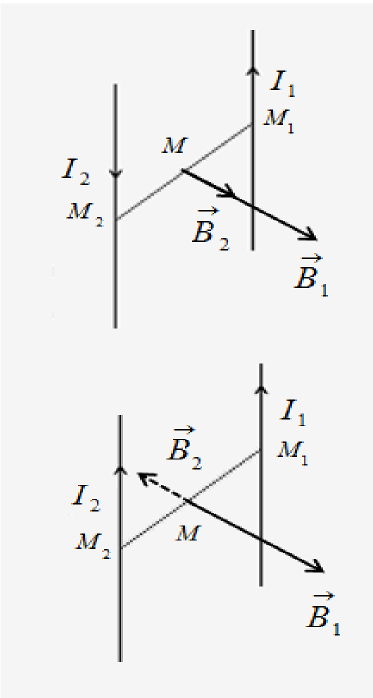
$$\overline{\Delta\Phi} = \overline{\Phi}_2 - \overline{\Phi}_1$$

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

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

$$\overline{\Delta\Phi} = -\,32 \times 10^{-4}\ Weber$$

**المسألة الثالثة:**




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

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

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

لكن: $d_1 = d_2 = 2 \times 10^{-2}\ m$

$$B = 2 \times 10^{-7}\left(\frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2}\right)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

**المسألة الرابعة:**

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

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

$$B_1 = 1\times10^{-2}\ T$$

1– $\vec{B}_1$ ،$\vec{B}_2$ بجهة واحدة لهما محصلة بجهة $\vec{B}_1$(أمام مستوي الرسم) شدتها حاصل جمع الشدتين:

$$B = B_1 + B_2$$

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

$$B_2 = 4\times10^{-2}\ T$$

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

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

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:

$$B = B_2 - B_1$$

$$3\times10^{-2} = B_2 - 1\times10^{-2}$$

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

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

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

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.

**<u>المسألة الخامسة</u>:**

$$B = B'$$

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

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

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

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

$N = 50$ لفة

تفكير ناقد

تتقارب حلقات النابض

إن جهة التيار الكهربائي في كل حلقة هي ذاتها فمرور التيار يحول كل حلقة إلى مغناطيس ويصبح كل وجهين متقابلين لحلقتين متجاورتين قطبي مغناطيس متعاكسين في النوع مما يسبب تجاذبهما إلى بعضهما البعض.

# فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

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

1- **الإجابة الصحيحة :** $b)$

**توضيح اختيار الإجابة:** $r = const\ v \Rightarrow r = \frac{m}{qB} v$ معادلة مستقيم يمر بالمبدأ ميله $\frac{m}{qB}$

2- **الإجابة الصحيحة :** $a)$ $m.s^{-1}$

**توضيح اختيار الإجابة:**

3- **الإجابة الصحيحة :** $b)$ دائرية منتظمة

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

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

**توضيح اختيار الإجابة:**

5- **الإجابة الصحيحة :** $d)$ يزدادُ.

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

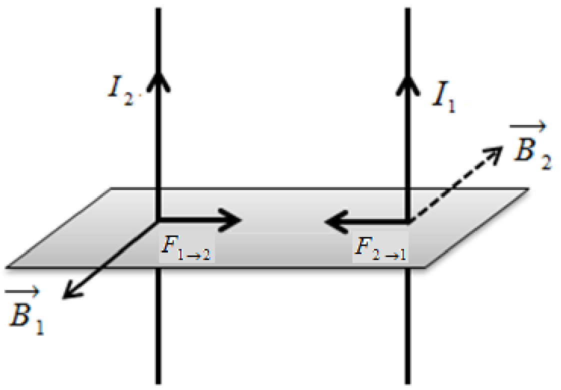
*************************************************************************************************************

**ثانياً- اجب عن الأسئلة الاتية:**

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

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

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{1}{d} I_1$$




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

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

$$F_{1\to2} = I_2 L_2 (2\pi \times 10^{-7} \frac{1}{d} I_1) \sin\frac{\pi}{2}$$

$$F_{1\to2} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} L_2$$

وبدراسة مماثلة نجد: $F_{2\to1} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} L_1$

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 ضمنه 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 تمانع استمرار الدوران ويستقر إطار بعد أن يدور زاوية $\theta'$ تتناسب طرداً مع $I$ شدة التيار الكهربائي الذي يجتازه .

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

**فتل كهرطيسية**

❖ عزم المزدوجة الكهرطيسية:

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

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

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

❖ 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 $g = 10\,\text{m.s}^{-2}$ ، $\pi^2 = 10$ ، $4\pi = 12.5$ )

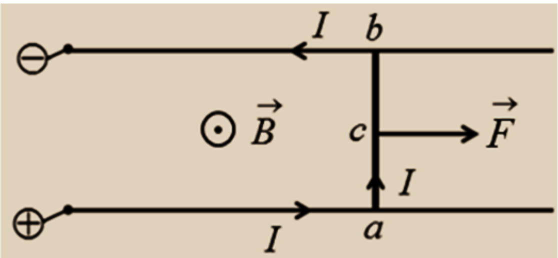
**<u>المسألة الأولى</u>:** ( **<u>ملاحظة</u>:** اعتبرت شدة الحقل المغناطيسي $10^{-1}\ T$ بدلاً من $40\ T$ )

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.

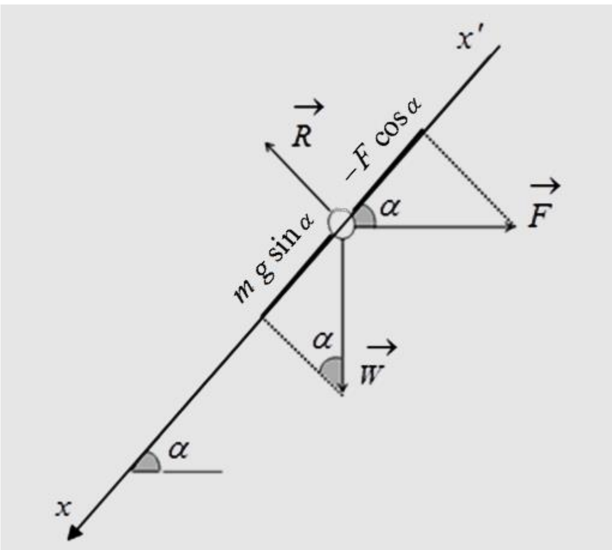
▪ شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف.

▪ 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 $\overrightarrow{x'x}$

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

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

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

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

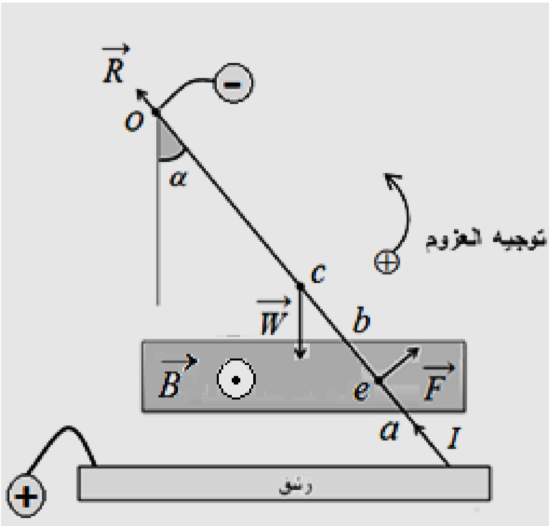
$$\tan\alpha = \frac{40\times 4\times10^{-2}\times10^{-1}\times1}{16\times10^{-3}\times10}$$

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

**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




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

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

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

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

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

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

$$\sin\alpha = \frac{50\times10^{-2}\times10\times4\times10^{-2}\times3\times10^{-2}}{30\times10^{-2}\times50\times10^{-3}\times10}$$

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

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

**المسألة الثالثة:**

$A)$ 1- $\overline{\Gamma}_{\Delta} = N\,I\,s\,B\sin\alpha$

$$\overline{\Gamma}_{\Delta} = 100\times4\times4\pi\times10^{-4}\times\frac{1}{10\pi}\times10^{-2}\times1$$

$$\overline{\Gamma}_{\Delta} = 16\times10^{-5}\,m.N$$

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

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

$$W = \frac{1}{10\pi}\times100\times4\pi\times10^{-4}\times4\times10^{-2}(1-0)$$

$$W = 16\times10^{-5}\,J$$

$B)$ 1- $\Phi = N\,s\,B\,\cos\alpha$

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

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

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

$$\Sigma \overline{\Gamma}_{\Delta} = 0$$ –2

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

كهرطيسية فتل

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

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

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

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

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

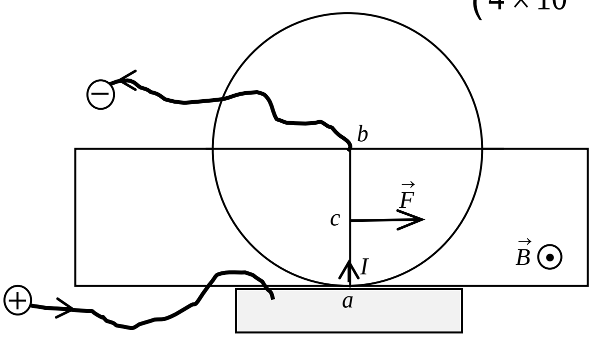
$$k = \frac{N\ s\ I\ \ B\ \cos\theta'}{\theta'}$$

$$k = \frac{100 \times 4\pi \times 10^{-4} \times \frac{1}{10\pi} \times 4 \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\pi}{6}}$$

$$k = 48\sqrt{3}\,\pi \times 10^{-6} \quad m.N.rad^{-1}$$

**المسألة الرابعة**:

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




$$F = I\ r\ B\ \sin\theta$$ –1

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

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

$$I = 40\ A$$

$$\Gamma = \frac{r}{2}\ F$$ –2

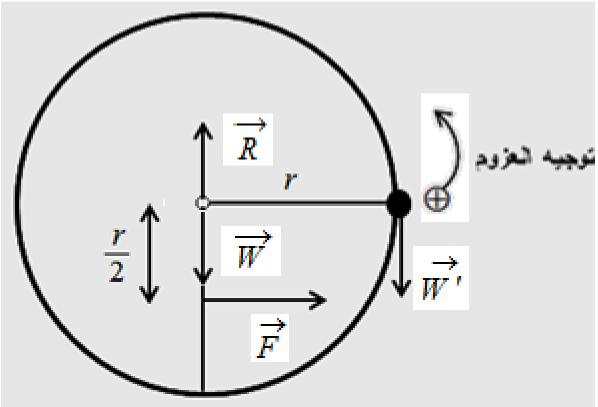
$$\Gamma = \frac{10}{2} \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-2}$$

$$\Gamma = 20 \times 10^{-4}\ m.N$$

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 $\sum \Gamma_{\Delta} = 0$

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

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

$\Gamma_{\vec{W}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي $\Delta$

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

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

$$m = \frac{F}{2g} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10}$$

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

$$m = 2 \times 10^{-3}\ kg$$

تفكير ناقد

بإهمال ثقل الجسيم المشحون: عند مرور الجسيم المشحون ضمن منطقة الحقل مغناطيسي المنتظم فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ وعند مروره ضمن منطقة الحقل الكهربائي فإنه يتأثر بقوة كهربائية $\vec{F}' = q\vec{E}$.

إن كلاً من $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ على حامل واحد وعنا نميز حالتين :1- إذا كانت $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ بجهة واحدة كان المسار دائري

2- إذا كانت $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ بجهتين متعاكستين ومتساويتان بالشدة انعدمت محصلة القوى فيصبح المسار مستقيم

# التحريض الكهرطيسي

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

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

**توضيح اختيار الإجابة:**

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2}{\ell}\,s = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{\left(\dfrac{\ell'}{2\pi r}\right)^2}{\ell}\,\pi r^2 = 10^{-7}\,\frac{(\ell')^2}{\ell} = 10^{-7}\,\frac{(10)^2}{10\times10^{-2}} = 10^{-4}\,H$$

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:** لأن شدة التيار المتحرض تتناسب طرداً مع سرعة التدحرج $i = \frac{BLv}{R} = const\ v$

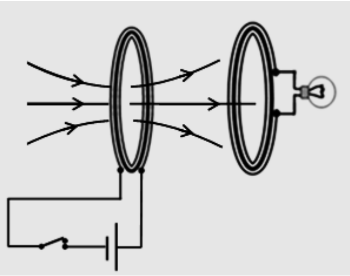
2- **الحدث**: يتولد تيار متحرض في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً.

**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 وتتراكم شحنات سالبة عند طرف الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقة.

**رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية:**



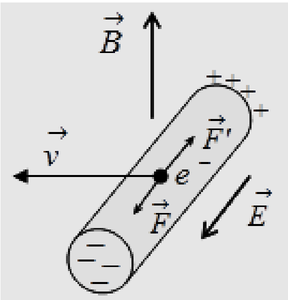
1) لا يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين لأن التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول لا يتغير من خلال الملف الثاني.

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

- بفتح وغلق القاطعة **باستمرار** في دارة الملف الأول

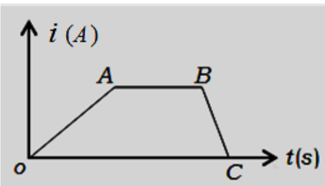
(فتتغير شدة الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول وبالتالي يتغير التدفق المغناطيسي لهذا الحقل من خلال الملف الثاني فيتولد تيار كهربائي متحرض يسبب إضاءة المصباح).

- 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 $\bar{\varepsilon} = -L\,\overline{\frac{di}{dt}}$ تتناسب عكساً $dt$ **و زمن تناقص** شدة التيار في المرحلة $BC$ **أصغر** من زمن **تزايد التيار** 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 $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{\ell} I$

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.

5− a. الرسم على الكتاب

b. الرسم على الكتاب

c. إذا أوقفنا الملف الدائري عن الحركة تثّبت شدّة الحقل المغناطيسي المحرض وبالتالي يصبح $\Delta\Phi = 0$ المحرّض فتصبح $\varepsilon = 0 \Rightarrow i = 0$

***********************************************************************************************

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

**المسألة الأولى:**

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

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

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

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

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

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

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

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

أي $\Phi$ مُحرض يعاكس $\Phi'$ مُتحرض.

2− الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي.

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

4 – الاستطاعة الكهربائية المتولّدة عن الملف الدائري: $P = \varepsilon i = 2\times10^{-2}\times10^{-3} = 10^{-5}\,Wat$

الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية: $P' = R\,i^2 = 20\times10^{-6} = 10^{-5}\,Wat$

نستنتج أن الاستطاعة الكهربائية قد تحولت إلى استطاعة الحرارية.

*******************************************************************************************************

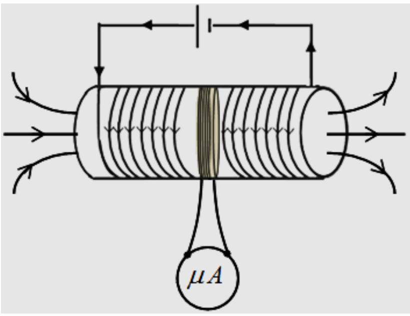
## المسألة الثانية:

–1
$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N}{\ell}\,i$$

$$B = 12.5\times10^{-7}\frac{1200}{30\times10^{-2}}\times 4$$

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

–2 الوشيعة جملة محرّضة والملف جملة متحرّضة عند 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 $\bar{i} = \dfrac{\bar{\varepsilon}}{R}$

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

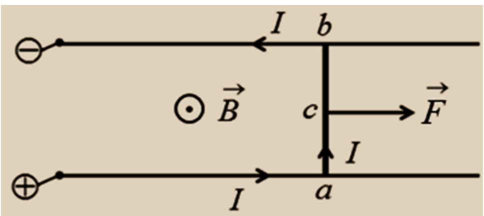
$$\overline{\Delta\Phi} = N\,\overline{\Delta B}\,s\cos\alpha$$

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

$$\overline{\Delta\Phi} = 100\times(0 - 2\times10^{-2})\times\pi\,4\times10^{-4}\times1$$

$$i = -\frac{8\pi\times10^{-3}}{16\times0.5} = -\pi\times10^{-3}A$$

## المسألة الثالثة:




تجربة السكتين الكهرطيسية

–1
$$F = 2m\,g$$
$$F = 2\times60\times10^{-3}\times10$$
$$F = 12\times10^{-1}\,N$$
$$F = I\,L\,B\sin\theta$$
$$12\times10^{-1} = 20\times30\times10^{-2}\times B\times1$$
$$B = 2\times10^{-1}\,T$$

–2 طريقة (1):

$$W = F\,\Delta x$$
$$W = F\,v\,\Delta t$$
$$W = 12\times10^{-1}\times0.4\times2$$
$$W = 96\times10^{-2}\,J$$

طريقة (2):

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

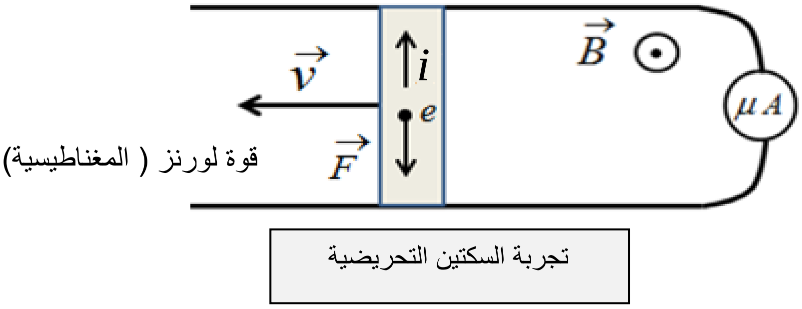
$$W = I\ B\ \Delta S = I\ B\ L\ \Delta x$$

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

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

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

3–




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

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

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

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

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

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

$$\varepsilon = 2 \times 10^{-1} \times 30 \times 10^{-2} \times 5 = 3 \times 10^{-1}\ V$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3 \times 10^{-1}}{5} = 6 \times 10^{-2}\ A$$

4–

$$p = \varepsilon\ i$$

$$p = 6 \times 10^{-2} \times 3 \times 10^{-1}$$

$$p = 18 \times 10^{-3} Watt$$

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

$$F = 6 \times 10^{-2} \times 30 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times 1$$

$$F = 36 \times 10^{-4}\ N$$

***********************************************************************************

**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 فتنشأ القوة الكهرطيسية معاكسة جهة حركة الساق.

2 – استنتاج العلاقة المحدّدة للمقاومة الكلية للدارة:

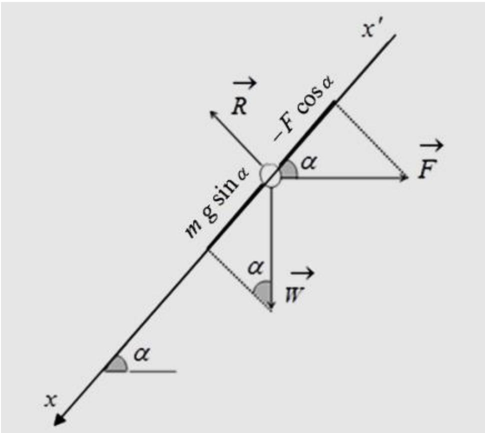
- حركة الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ خلال الفاصل الزمني $\Delta t$ تتقلها مسافة $\Delta x = v\ \Delta t$
- فتتغير مساحة السطح الذي تخترقه خطوط الحقل المغناطيسي بمقدار $\Delta s = L\ \Delta x = L\ v\ \Delta t$
- ويتغيّر التدفّق المغناطيسي الذي يجتاز الدارة بمقدار $\Delta\Phi = B\ \Delta s\ \cos\alpha =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

فيتولّد تيار كهربائي متحرّض : $i = \frac{\varepsilon}{R} = BLv\cos\alpha$

- المقاومة الكلية

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

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




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 $\overrightarrow{x'x}$

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

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

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

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

**************************************************************************************

**المسألة الخامسة:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

تفكير ناقد

1-عندما تزداد شدة التيار المحرض المار في الوشيعة تزداد الحقل المغناطيسي المحرض المولَد من قبل الوشيعة ذاتها فيزداد التدفق المغناطيسي المحرّض وتصبح القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أصغر من الصفر ويكون $\vec{B}$ محرض و $\vec{B'}$متحرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين

2-عندما تتناقص شدة التيار المحرض المار في الوشيعة تتناقص الحقل المغناطيسي المحرض المولَد من قبل الوشيعة ذاتها فيتناقص التدفق المغناطيسي المحرّض وتصبح القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر من الصفر ويكون $\vec{B}$ محرض و $\vec{B'}$متحرض على حامل واحد وبجهة واحدة

# 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:** $f_\circ' = \frac{1}{T_\circ'} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2L\ \frac{C}{2}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\ C}} = f_\circ$

****************************************************************************************************

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

نعوض $E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$

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

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

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

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

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 $E_L = \frac{1}{2}L\,I_{max}^2$.

ثمّ يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبح تيارها معدوم وتصبح شحنة المكثفة عظمى فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$، 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- 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.

2- 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.

3- يمر في فرع الوشيعة تيار منخفض التواتر لأن ممانعتها تتناسب طرداً مع التواتر $X_L = \omega L = 2\pi f L$

بينما يمر في فرع المكثفة تيار عالي التواتر لأن إتساعيتها تتناسب عكساً مع تواتر التيار $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$

****************************************************************************************************

**رابعاً: <u>حل المسائل الآتية</u>:**

**<u>المسألة الأولى</u>:**

$$f_{\circ} = \frac{1}{T_{\circ}}$$ 1−

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

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

$$C = \frac{0.5 \times 10^{-6}}{50}$$

$$C = 10^{-8}\ F$$

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

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r} \quad ، \quad s = \pi r^{2}$$

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

$$L = 10^{-7}\ \frac{(\ell')^{2}}{\ell} = 10^{-7}\ \frac{(16)^{2}}{10\times 10^{-2}}$$

$$L = 256 \times 10^{-6}\ H$$

$$T_{\circ} = 2\pi\sqrt{10^{-8} \times 256 \times 10^{-6}}$$

$$T_{\circ} = 10^{-5}\ s$$

$$f_{\circ} = \frac{1}{10^{-5}}$$

$$f_{0} = 10^{5}\ Hz$$

$$I_{\max} = q_{\max}\ \omega_{\circ}$$ 2−

$$I_{\max} = q_{\max} \times 2\pi f_{\circ}$$

$$I_{\max} = 0.5 \times 10^{-6} \times 2\pi \times 10^{5}$$

$$I_{\max} = \pi \times 10^{-1}\ A$$

**<u>المسألة الثانية</u>:**

**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 حتى تنعدم بسبب تبدد الطاقة تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول مما يسبب تخامد الإهتزاز.

****************************************************************************************************

**المسألة الرابعة:**

1−
$$q_{\max} = C\ U_{\max}$$

$$q_{\max} = 10^{-12}\times 10^{3} = 10^{-9} c$$

$$E = \frac{1}{2} q_{\max}\ U_{\max}$$

$$E = \frac{1}{2}\times 10^{-9}\times 10^{3}$$

$$E = 5\times 10^{-7}\ J$$

تغيير قيمة الذاتية إلى $16mH$

a -2 تتفرغ المكثفة عبر الوشيعة ويكون التفريغ دوري متناوب جيبي سعة الاهتزاز ثابتة لعدم وجود ضياع في الطاقة

b -
$$f_{\circ} = \frac{1}{T_{\circ}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f_{\circ} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16\times 10^{-3}\times 10^{-12}}}$$

$$f_{\circ} = 125\times 10^{6}\ Hz$$

(c
$$\bar{q} = q_{\max}\cos(\omega_{\circ} t)$$

$$\omega_{\circ} = 2\pi f_{\circ}$$

$$\omega_{\circ} = 2\pi\times 125\times 10^{6}$$

$$\omega_{\circ} = 25\pi\times 10^{7}\ \ rad.s^{-1}$$

$$\bar{q} = 10^{-9}\cos(25\pi\times 10^{7}\ t)$$

$$I_{\max} = q_{\max}\ \omega_{\circ}$$

$$I_{\max} = 10^{-9}\times\ 25\pi\times 10^{7}$$

$$I_{\max} = \frac{\pi}{4}\ A$$

$$\bar{i} = \frac{\pi}{4}\cos\left(25\pi\times 10^{7} t + \frac{\pi}{2}\right)$$

**المسألة الخامسة**:إن قيمة سعة المكثفة $C = 10^{-12}$

| | |
|---|---|
| $I_{max} = q_{max}\ \omega_\circ$<br><br>$I_{max} = \frac{\pi}{100} A$<br><br>$\bar{i} = \frac{\pi}{100}\cos(\ 2\times10^{7} t + \frac{\pi}{2}\ )$ | 1− $q_{max} = C\ U_{max}$<br><br>$q_{max} = 10^{-12} \times 10^{3}$<br><br>$q_{max} = 10^{-9}\ C$<br><br>2− $f_\circ = \frac{1}{T_\circ}$<br><br>$T_\circ = 2\pi\sqrt{L\ C}$<br><br>$T_\circ = 2\pi\sqrt{10^{-3}\times 10^{-12}}$<br><br>$T_\circ = 2\times10^{-7}\ s$<br><br>$f_\circ = \frac{1}{2\times10^{-7}} = 5\times10^{6}\ Hz$<br><br>$\omega_\circ = 2\pi\ f_\circ$<br><br>$\omega_\circ = 2\pi \times 5\times10^{6}$<br><br>$\omega_\circ = \pi\times10^{7}\ rad.s^{-1}$ |

تفكير ناقد

نصل بين طرفي وشيعة مهملة المقاومة على التفرع مكثفة فلا يمر في فرعها إلا التيار عالي التواتر لأن

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{2\pi fc}$$

بينما يمر في فرع الوشيعة المهملة المقاومة التيار منخفض التواتر لأن $X_L = \omega L = 2\pi f L$

# 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

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

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

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

$$P_{avg_C} = 0$$

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 $P' = R\, I_{eff}^2$

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

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

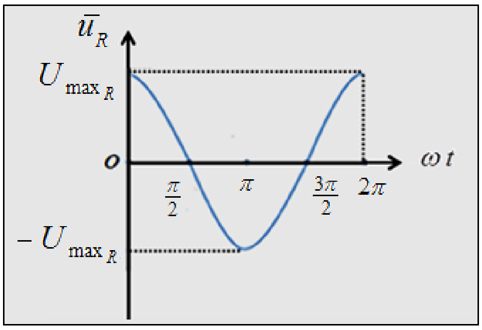
الاستطاعة الحرارية الضائعة تتناسب عكساً مع مربع عامل الاستطاعة فعندما تصبح قيمة عامل الاستطاعة كبيرة تنقص الاستطاعة الضائعة.

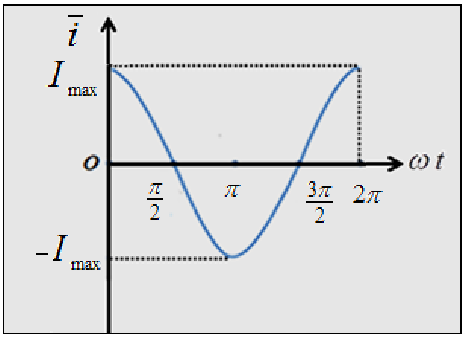
**ثالثاً:** دارة تيار متناوب جيبي تابع شدّته اللحظية $\bar{i} = I_{max} \cos \omega t$

ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدّة اللحظية والتوتر اللحظي بدلالة $\omega t$ (مخطط ضابط الطور)

في كلّ من الحالات الآتية: $1$–مقاومة أومية فقط. $2$–وشيعة مهملة المقاومة فقط. $3$–مكثّفة فقط.

الحل:



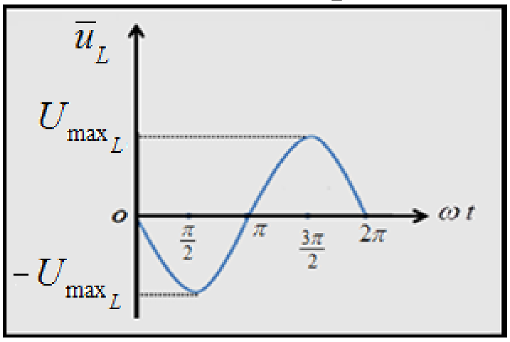



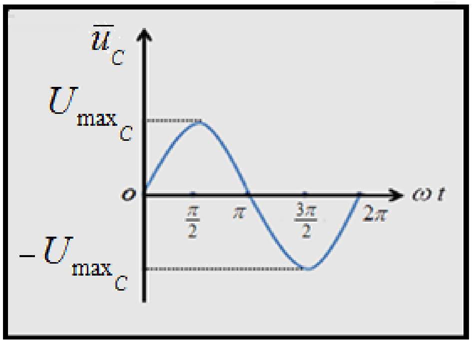

$$\bar{u}_R = U_{\max R} \cos(\omega t)$$

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

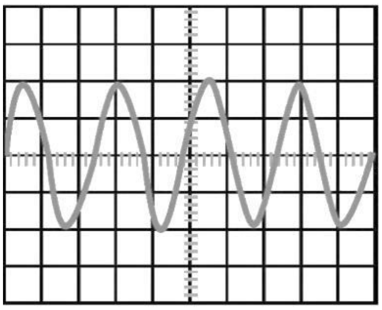
$$\bar{u}_L = U_{\max L} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

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




**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:**



1– هل التوتر المشاهد مستمر أم متناوب جيبي.

2– عين دور وتواتر هذه الإشارة. 3– أحسب القيمة المنتجة للتوتر.

**الحل:** 1– متناوب جيبي.

2–

$$500\,mV\ /div = 0.5V\ /div$$

$$T = 12 \times 0.2 = 2.4\ ms = 24 \times 10^{-4}\ s$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{24 \times 10^{-4}} = 614.66\ Hz$$

**-3**

$$U_{\max} = 10 \times 0.5 = 5V$$

$$U_{eff} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} V$$

## المسألة الأولى :

-1

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

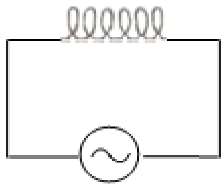
$$U_{eff} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

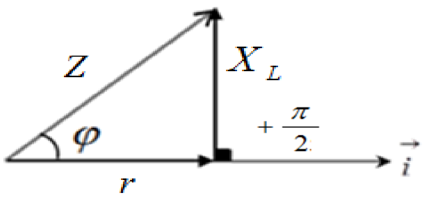
$$U_{eff} = 130\ V$$

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

-2

$L\ ,\ r$






$$X_L = \omega L$$

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

$$X_L = 60\ \Omega$$

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

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

$$Z = 65\ \Omega$$

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

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

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

حساب عامل الاستطاعة: $\cos\varphi_2 = \dfrac{r}{Z}$

$$\cos\varphi = \frac{25}{65} = \frac{5}{13}$$

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة:

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

$$p_{avg} = 130 \times 2 \times \frac{5}{13} = 100\ \ Wat$$

-3

( تجاوب كهربائي)

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

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

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

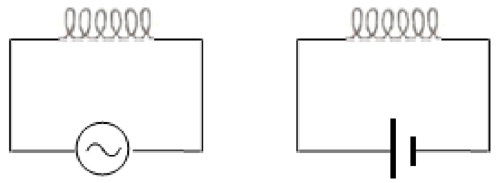
$$L = \frac{2}{5\pi}\ H$$

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

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

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

## 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:

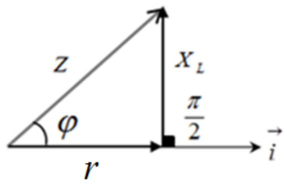
تقوم الوشيعة بعمل مقاومة أومية فقط.

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

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–

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{\ell} s$$
$$\frac{1}{20\pi} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{1} \frac{1}{80}$$
$$N = \sqrt{\frac{\frac{1}{20\pi}}{4\pi \times 10^{-7} \frac{1}{80}}}$$
$$N = 1000 \text{ لفة}$$

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-

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,1}}$$

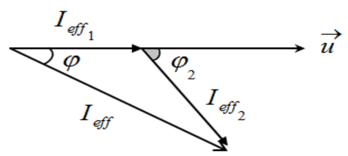
$$R = \frac{200}{4}$$

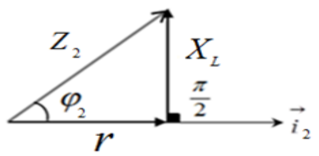
$$R = 50\ \Omega$$

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,2}}$$

$$Z_2 = \frac{200}{5}$$

$$Z_2 = 40\ \Omega$$




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-

$$P_{avg\,1} = U_{eff}\ I_{eff_1} \cos\varphi_1$$

$$P_{avg\,1} = 200 \times 4 \times 1$$

$$P_{avg\,1} = 800\ W$$

$$P_{avg\,2} = U_{eff}\ I_{eff_2} \cos\varphi_2$$

$$P_{avg\,2} = 200 \times 5 \times 0.2$$

$$P_{avg\,2} = 200\ W$$

$$P_{avg} = P_{avg\,1} + P_{avg\,2}$$

$$P_{avg} = 800 + 200$$

$$P_{avg} = 1000\ W$$

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

$$1000 = 200 \times 7 \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{5}{7}$$

**المسألة الرابعة:**

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

$$U_{eff}=\frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff}=120\ V$$

$$\omega=2\pi f$$

$$120\pi=2\pi f$$

$$f=60\ Hz$$

-2

$$R=\frac{U_{eff}}{I_{eff_1}}$$

$$R=\frac{120}{6}$$

$$R=20\ \Omega$$

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

-3

$$Z_2=\frac{U_{eff}}{I_{eff\,2}}$$

$$Z_2=\frac{120}{10}$$

$$Z_2=12\ \Omega$$

$$P_{avg\,2}=U_{eff}\ I_{eff\,2}\cos\varphi_2$$

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

$$P_{avg\,2}=600\ W$$

$$\overline{i_2}=I_{max\,2}\cos(\omega t+\overline{\varphi}_2)$$

$$I_{max\,2}=I_{eff\,2}\sqrt{2}=10\sqrt{2}\ A$$

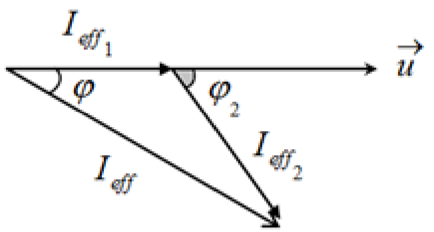
$$\cos\varphi=\frac{1}{2}\Rightarrow$$

$$\varphi=-\frac{\pi}{3}rad$$

لأن التيار متأخر بالطور عن التوتر

$$\overline{i_2}=10\sqrt{2}\cos(120\pi t-\frac{\pi}{3})\quad (A)$$

-4




$$\vec{I}_{eff}=\vec{I}_{eff\,1}+\vec{I}_{eff\,2}$$

$$I_{eff}^2=I_{eff\,1}^2+I_{eff\,2}^2+2I_{eff\,1}I_{eff\,2}\cos(\varphi_2-\varphi_1)$$

$$I_{eff}^2=36+100+2\times 6\times 10\cos(\frac{\pi}{3}-0)$$

$$I_{eff}^2=196\Rightarrow I_{eff}=14\ A$$

-5

$$P_{avg\,1}=U_{eff}\ I_{eff\,1}\cos\varphi_1$$

$$P_{avg\,1}=120\times 6\times 1$$

$$P_{avg\,1}=720\ W$$

$$P_{avg\,2}=600\ W$$

$$P_{avg}=P_{avg\,1}+P_{avg\,2}$$

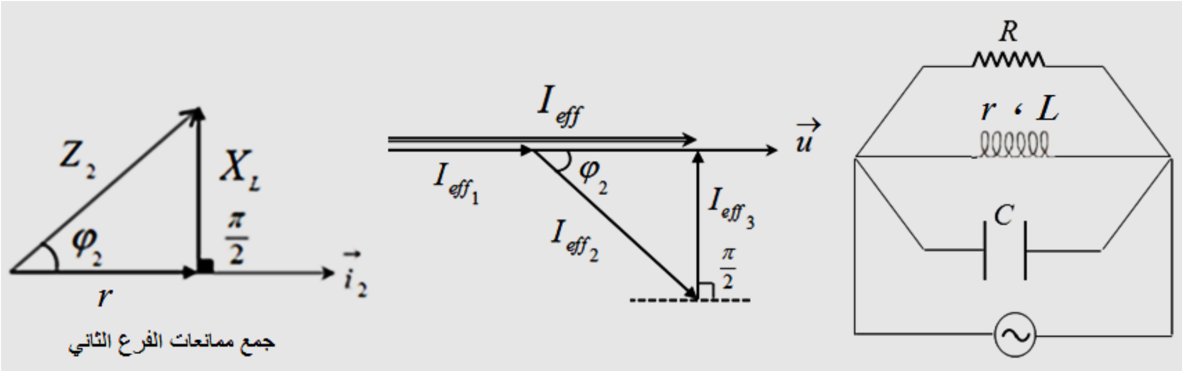
$$P_{avg}=720+600$$

$$P_{avg}=1320\ W$$

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

$$1320=120\times 14\cos\varphi$$

$$\cos\varphi=\frac{11}{14}$$




وفاق بالطور $\varphi = 0$

من تمثيل فرينل:

$$I_{eff\,3} = I_{eff\,2} \sin\varphi_2$$

$$I_{eff\,3} = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$I_{eff\,3} = 5\sqrt{3}\ A$$

$$X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,3}}$$

$$X_C = \frac{120}{5\sqrt{3}}$$

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

$$X_C \approx 13.85\ \Omega$$

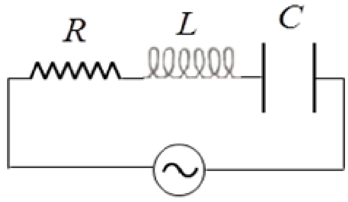
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

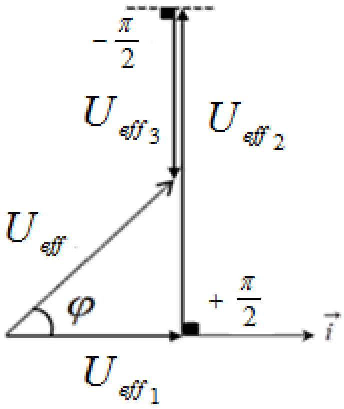
$$13.85 = \frac{1}{100\pi C}$$

$$C = \frac{1}{1385\,\pi} F$$

**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

$$X_L = X_{C_{eq}}$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C_{eq}}$$

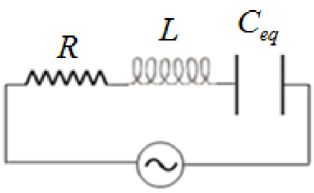
$$100\,\pi\,\frac{2}{5\pi} = \frac{1}{100\,\pi\,C_{eq}}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{4000\,\pi}\ F$$

$$C_{eq} < C$$

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

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

$$I'_{eff} = \frac{50}{15}$$

$$I'_{eff} = \frac{10}{3}\ A$$

$$\varphi' = 0\ rad$$

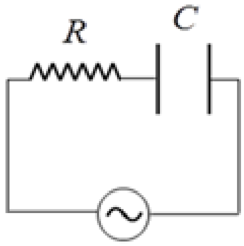
$$P_{avg} = 50 \times \frac{10}{3} \times 1$$

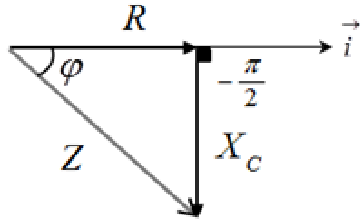
$$P_{avg} = \frac{500}{3}$$

$$P_{avg} \approx 166.6\ W$$

**المسالة السادسة:**

1-






$$U_{eff\ 2} = \sqrt{U_{eff} - U_{eff\ 1}}$$

$$U_{eff\ 2} = \sqrt{10000 - 3600} = \sqrt{6400} = 80\,V$$

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

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

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

$$X_C = 40\ \Omega$$

$$U_{eff\ 2} = X_C\ I_{eff}$$

$$80 = 40 \times I_{eff}$$

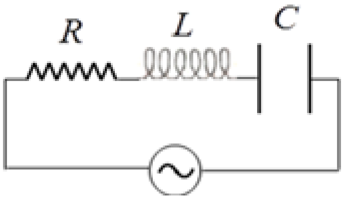
$$I_{eff} = 2\ A$$

$$U_{eff\ 1} = R\ I_{eff}$$

$$60 = R \times 2$$

$$R = 30\ \Omega$$

2-



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

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

$$Z' = Z$$

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

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

**نجذر الطرفين فنجد:**

$$X_L - X_C = \pm X_C$$

**اما:** $X_L - X_C = -X_C$

$X_L = 0$ **مرفوض**

**او:**

$$X_L - X_C = X_C$$

$$X_L = 2X_C$$

$$L = \frac{2X_C}{\omega} = \frac{80}{100\pi} = \frac{2}{5\pi} H$$

3-

حالة طنين ( تجاوب كهربائي)

$$X_L = X_C$$

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

$$\omega' = \sqrt{\frac{1}{L\,C}}$$

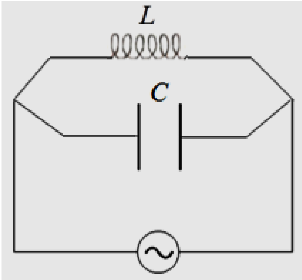
$$2\pi f' = \sqrt{\frac{1}{L\,C}}$$

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}$$

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{4}{5\pi}\times\frac{1}{4000\pi}}}$$

$$f' = \frac{\sqrt{5000}}{2}$$

$$f' \approx 35.35\ Hz$$




$$I_{eff\,1} = \frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{100}{80} = 1.25\ A$$

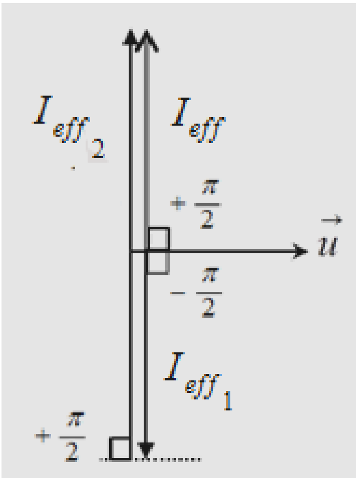
$$I_{eff\,2} = \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{100}{40} = 2.5\ A$$

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,1} + \vec{I}_{eff\,2}$$

$$I_{eff} = I_{eff\,2} - I_{eff\,1}$$

$$I_{eff} = 2.5 - 1.25$$

$$I_{eff} = 1.25\ A$$




تفكير ناقد

1-قد يسبب حرائق في المنزل أو يسبب الموت أو يسبب عطل في الأجهزة الكهربائية حيث يتم حماية الإنسان منه باستخدام دارات كهربائية جيدة وقواطع تفاضلية جيدة النوع بالإضافة إلى منظم كهربائي يحافظ على قيمة ثابتة للتوتر

2-لكي يقوم بتفريغ التوتر عند يزداد إلى قيمة غير ملائمة لعمل الجهاز

3- بسبب تراكم الشحنات الكهربائية

4-لأن البلاستيك عازل للتيار الكهربائي

5-لأن مياه الصنبور تنقل التيار الكهربائي

6-لكي تقوم بقطع التيار الكهربائي عن المنزل عندما تزداد قيمة التوتر عن الحد الملائم لعمل الأجهزة الكهربائية في المنزل

# المحولة الكهربائية

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

1- **الإجابة الصحيحة** : $(a$ $\qquad I_{eff\,p} = 18\ A$

**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** : $(a$ $\qquad \mu = 2$

**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 الاستهلاك لتوافق عمل الأجهزة الكهربائية.

3- لإنقاص من تأثير تيارات فوكو التي تنتج طاقة حرارية كأثر لتلك التيارات مما يحسن من مردرود المحولة.

**ثالثا : حل المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

1- $\mu = \dfrac{N_s}{N_p} = \dfrac{375}{125} = 3$

المحوّلة رافعة للتوتر $\quad \mu > 1$

2- $U_{eff_s} = \dfrac{U_{\max S}}{\sqrt{2}} = \dfrac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\ V$

3- $U_{eff\ s} = R\ I_{eff\ s}$

$120 = 30 \times I_{eff\ s}$

$I_{eff\ s} = 4\ A$

$\mu = \dfrac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$

$I_{eff_p} = 16A$

4- $U_{eff\ s} = X_L\, I_{eff\ s_2}$

$120 = X_L \times 3$

$X_L = 40\ \Omega$

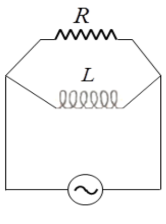
$\overline{i_2} = I_{\max_2} \cos(\omega t + \overline{\varphi_2})$

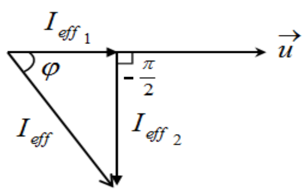
$I_{\max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2}$

$I_{\max_2} = 3\sqrt{2}\ (A)$

$\overline{\varphi_2} = -\dfrac{\pi}{2}\ rad$

$\overline{i_2} = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t - \dfrac{\pi}{2})$




$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$

$I^2_{eff} = I^2_{eff_1} + I^2_{eff_2}$

$I^2_{eff} = 25$

$I_{eff} = 5A$

$$P_{avg_1} = U_{eff} \; I_{eff_1} \; \cos\varphi_1$$

$$P_{avg_1} = 120 \times 4 \times 1$$

$$P_{avg_1} = 480 \quad W$$

$$P_{avg_2} = U_{eff} \; I_{eff_2} \; \cos\frac{\pi}{2}$$

$$P_{avg_1} = 120 \times 3 \times 0$$

$$P_{avg_2} = 0 \; W$$

لان الذاتية لا تستهلك طاقة

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$$

$$P_{avg} = 480 + 0$$

$$P_{avg} = 480 \quad W$$

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

$$480 = 120 \times 5 \; \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{480}{600} = 0.8$$

**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: $P = I_{eff}\ U_{eff} = 10\times 400 = 4000\ W$

النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة $= \frac{P'}{p}\times 100 = \frac{24}{4000}\times 100 = 0.5\ \%$

2- حالة عدم رفع التوتر: $I_S = I_{eff} = 10\ A$

الاستطاعة الضائعة: $P' = R\,I^2 = 30\times(10)^2 = 3000\ W$

النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة $= \frac{P'}{p}\times 100 = \frac{3000}{4000}\times 100 = 75\ \%$

3- عند تبديل خط النقل:

الاستطاعة الضائعة: $P' = R\, I_{eff_S}^2 = 5\times(0.89)^2 \approx 4\,W$

النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة $= \frac{P'}{p}\times 100 = \frac{4}{4000}\times 100 = 0.1\ \%$

**المسألة الثالثة:**

1- $$\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{N_S}{N_P}$$

$$U_{eff_S} = \frac{U_{eff_P}\ N_S}{N_P} = \frac{125\times 3000}{3750} = 100\,V$$

$$P_{avg_1} = U_{eff_s}\ I_{eff_{s_1}}$$

$$1000 = 100\times I_{eff_{s_1}} \Rightarrow I_{eff_{s_1}} = 10\ A$$

2- $$P_{avg_2} = U_{eff_s}\ I_{eff_{s_2}}\ \cos\varphi_2$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_{S_2}} \times \frac{1}{2} \Rightarrow I_{eff_{S_2}} = 20A$$

3-

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,1} + \vec{I}_{eff\,2}$$

$$I^2_{eff} = I^2_{eff\,1} + I^2_{eff\,2} + 2\, I_{eff\,1}\, I_{eff\,2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$I^2_{eff} = (10)^2 + (20)^2 + 2\,(10)\,(20)\cos(\frac{\pi}{3} - 0)$$

$$I_{eff} = 10\sqrt{7}\ A$$

4-

$$\frac{N_S}{N_P} = \frac{I_{eff\,p}}{I_{eff\,S}}$$

$$\frac{125}{3750} = \frac{I_{eff\,p}}{10\sqrt{7}} \Rightarrow I_{eff\,p} = \frac{\sqrt{7}}{3}\ A$$

**<u>المسألة الرابعة</u>**: الحرارة النوعية للماء $C_0 = 4200\,J.kg^{-1}c^{-1}$, تواتر التيار $50Hz$

1-

$$\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{N_S}{N_P}$$

$$\frac{U_{eff_S}}{10} = \frac{375}{125}$$

$$U_{eff_S} = 30\ V$$

<u>حسب مبدأ مصونية الطاقة</u>:

الطاقة الحرارية المنتشرة بفعل جول في المقاومة خلال الفاصل الزمني $\Delta t$ = الطاقة الحرارية التي يمتصها ماء المسعر خلال الفاصل الزمني $\Delta t$

$$m\, C_0\, \Delta t = R\, I^2_{eff\,s}\, t$$

$$m\, C_0\, \Delta t = R \left(\frac{U_{eff\,s}}{R}\right)^2 t$$

$$m\, C_0\, \Delta t = \frac{U^2_{eff\,s}}{R}\, t$$

$$0.6 \times 4200 \times 2.16 = \frac{(30)^2}{R} \times 60$$

$$R = 10\ \Omega$$

2-

$$U_{eff\,s} = R\, I_{eff\,s}$$

$$30 = 10 \times I_{eff\,s}$$

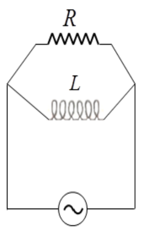
$$I_{eff\,s} = 3\ A$$

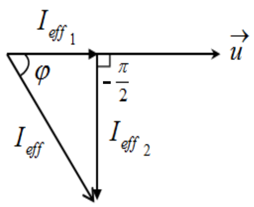
$$\frac{N_S}{N_p} = \frac{I_{eff\,P}}{I_{eff\,S}}$$

$$\frac{375}{125} = \frac{I_{eff\,P}}{3}$$

$$I_{eff\,P} = 9\ A$$

(a -3

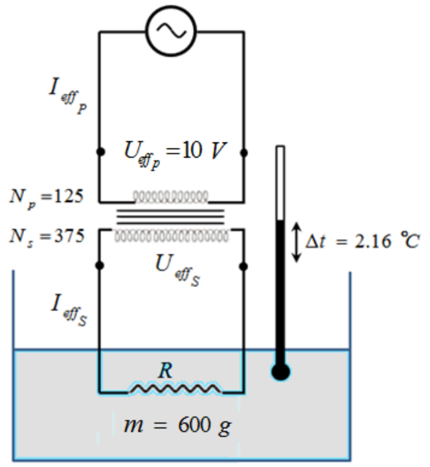



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$$

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_1} + I^2_{eff_2}$$

$$25 = 9 + I^2_{eff_2}$$




$$I_{eff\ 2} = 4A$$

$$\overline{i_2} = I_{\max_2} \cos(\omega t + \overline{\varphi_2})$$

$$I_{\max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2}$$

$$I_{\max_2} = 4\sqrt{2}\ (A)$$

$$\overline{\varphi_2} = -\frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\overline{i_2} = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$(b - 4$

$$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}$$

$$X_L = \frac{120}{4}$$

$$X_L = 30\ \ \Omega$$

$$X_L = \omega L$$

$$X_L = \omega L$$

$$30 = 100\pi\ L$$

$$L = \frac{3}{10\pi}\ \ H$$

$(c - 4$

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$$

$$P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff_1}\cos\varphi_1 + U_{eff}\ I_{eff_2}\cos\varphi_2$$

$$\varphi_1 = 0\ \ ,\ \ \cos\varphi_1 = 1$$

$$\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}\ \ ,\ \ \cos\varphi_2 = 0$$

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

$$P_{avg} = 480\ W$$

تفكير ناقد

لأن التوترات العالية جدا تؤدي الى تأين في جزيئات الهواء المحيط بخطوط النقل الى درجة يصبح فيها الهواء ناقلا للتيار الى الأرض أو المنشآت المجاورة وسيؤدي ذلك الى أذية فعلي لأي كائن حي

# الأمواج المستقرة

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

1- **الإجابة الصحيحة:** $\frac{\lambda}{2}$ (b

**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:** $\varphi = \pi$ (d

**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:** $4L$ (a

**توضيح اختيار الإجابة:** $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2\times1-1)\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L$

4- **الإجابة الصحيحة:** $2v$ (c

**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:** $\mu$ (b

**توضيح اختيار الإجابة:** $\mu = \frac{m}{L}$ ، $\mu' = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$

6- **الإجابة الصحيحة:** $200\ cm$ (c

**توضيح اختيار الإجابة:** $L = 3\frac{\lambda}{4} = 150 \Rightarrow \lambda = 200\ cm$

7- **الإجابة الصحيحة** $L = \frac{\lambda}{2}$ : (b

**توضيح اختيار الإجابة:** $L = n\frac{\lambda}{2} = 1\times\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$

8- **الإجابة الصحيحة** $L = \frac{\lambda}{4}$ : (a

**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**: $(a$ $f = \frac{v}{2L}$

**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**: $(b$ $v_1 = 4v_2$

**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 $\bar{x}$ عن نهايته المقيدة بالعلاقة: $y_{n(t)} = 2Y_{max} \sin \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} \sin \omega t$<br>سعة الاهتزاز: $Y_{max/n} = 2Y_{max} \left\| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right\|$<br>**بطون الاهتزاز:** $Y_{max/n} = 2Y_{max}$<br>$\left\| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right\| = 1$<br>$\frac{2\pi}{\lambda} x = (2k+1)\frac{\pi}{2}$<br>$x = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \quad (k = 0, 1, 2, .....)$<br>**عقد الاهتزاز:** $Y_{max/n} = 0$<br>$\sin \frac{2\pi}{\lambda} x = 0$<br>$\frac{2\pi}{\lambda} x = k\pi$<br>$x = k\frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, ....)$ | بُعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة:<br>$x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$<br>$k = 1 \Rightarrow (2k+1) = 3$<br>$d = 3\frac{\lambda}{4}$<br>نجعل مزماراً ذا لسان **مختلف** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته مفتوحة.<br>طول المزمار $L$ يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة.<br>$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \qquad n = 1, 2, 3, ...$<br>لكن: $\lambda = \frac{v}{f}$<br>$L = (2n-1)\frac{v}{4f}$<br>$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$ |

2- (a $f = k\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ بما أن المقادير ( $L$ ، $F_T$ ، $\mu$ ) بقية ثابتة فعدد المغازل يتناسب طرداً

مع تواتر الرنانة $f' = const\ k'$ ، $f = const\ k$

$$\frac{f}{f'} = \frac{k}{k'} = \frac{3}{2} \Rightarrow f' = \frac{2}{3}f$$

(b $f = k\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

بما أن المقادير ( $f$ ، $L$ ، $\mu$ ) بقية 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 $k\sqrt{F_T} = const$

$$k'\sqrt{F'_T} = const$$

$$\frac{k}{k'} = \frac{\sqrt{F'_T}}{\sqrt{F_T}}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{\sqrt{F'_T}}{\sqrt{F_T}} \Rightarrow \frac{9}{25} = \frac{F'_T}{F_T} \Rightarrow F'_T = \frac{9}{25}F_T$$

أي يجب ان ننقص قوة الشد

5 – **<u>علل ما يأتي</u>:**

- ❖ 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.

-5 يهتز البطن الأول والبطن الثالث التالي على توافق فيما بينهما( لأن فرق المسير بينهما $\Delta = \lambda$ ).

**************************************************************************************************************

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

**<u>المسألةالأولى</u>:**

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{v_2} = \frac{\sqrt{0+273}}{\sqrt{27+273}} = 1.098 \Rightarrow v_2 = 347\,m.s^{-1}$$

**************************************************************************************************************

**<u>المسألةالثانية</u>:**

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

الصوت الأساسي ( المدروج الأول) $n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4L} = 435\ Hz$

$$f = (2n-1)f_1 = (2n-1)\,435$$

المدروج الثالث $n = 2 \Rightarrow f_3 = 3\times 435 = 1305\ Hz$

المدروج الخامس $n = 3 \Rightarrow f_5 = 5\times 435 = 2175\ Hz$

المدروج السابع $n = 4 \Rightarrow f_7 = 7\times 435 = 3045\ Hz$

**<u>المسألةالثالثة</u>:**

$$f = k\,\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad k=1 \text{ الصوت الأساسي}$$

$$f_1' = \frac{1}{2L'}\sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} = \frac{1}{2\frac{L}{2}}\sqrt{\frac{2F_T}{\mu}} = 2\sqrt{2}\times\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f_1' = 2\sqrt{2}\ f_1$$

$$f_1' = 2\sqrt{2}\ \times 250$$

$$f_1' = 707\ Hz$$

****************************************************************************************************

**المسألةالرابعة:**

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{v}{4f}$$

$$L_1 = \frac{340}{4\times 440} = 0.193\ m$$

****************************************************************************************************

**المسألةالخامسة:**

$$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f}$$

$$v = 2L\,f$$

$$v = 2\times 1.1\times 445 = 979\ m.s^{-1}$$

$$v = 979\ m.s^{-1}$$

****************************************************************************************************

**المسألةالسادسة:**

$$f = k\ \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad k=1 \text{ الصوت الأساسي}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T\ L}{m}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2\times 0.7}\sqrt{\frac{49\times 0.7}{7\times 10^{-3}}}$$

$$f_1 = 50\ Hz$$

****************************************************************************************************

**المسألةالسابعة:**

$$f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} \qquad -1$$

$$f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T\ L}{m}}$$

$$30 = \frac{1}{2\times 2}\sqrt{\frac{7.2\times 2}{m}}$$

$$m = 10^{-3}\ kg$$

$$f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad -2$$

$k = 2$ 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:** كثافة المادة 0.8

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{F_T\ L}{m}} = \sqrt{\frac{F_T\ L}{\rho V}} = \sqrt{\frac{F_T\ L}{\rho\ L\ s}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\rho\ \pi\ r^2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{100\ \pi}{0.8\ \pi\ (5\times 10^{-5})^2}}$$

$$v = 2236\ m.s^{-1}$$

*****************************************************************************************************

**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: $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{4L} = 3\times\frac{330}{4\times 2} = 125.25\ Hz$$

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- $$v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$v=\sqrt{\frac{F_T\ L}{m}}=\sqrt{\frac{2\times 1}{20\times 10^{-3}}}=10\ m.s^{-1}$$

2- $$f_1=\frac{v}{2L}=\frac{10}{2\times 1}=5\ Hz$$

3- المدروج الثاني $k=2$ $$f_2=2\ \frac{v}{2L}=2\ \frac{10}{2\times 1}=10\ Hz$$

المدروج الثالث $k=3$ $$f_3=3\ \frac{v}{2L}=3\ \frac{10}{2\times 1}=15\ Hz$$

المدروج الرابع $k=2$ $$f_4=4\ \frac{v}{2L}=4\ \frac{10}{2\times 1}=20\ Hz$$

**المسألةالحادية عشر :تواتر الصوت** $170 Hz$

1- **عدد أطوال الموجة** $$=\frac{L}{\lambda}=\frac{L\,f}{v}=\frac{1\times 170}{340}=0.5$$

2- $$L'=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

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

$$L'=(2\times 1-1)\frac{340}{4\times 170}$$

$$L'=0.5\ m$$

****************************************************************************************************************

تفكير ناقد :

$$f=f'$$

$$n\ \frac{v}{2\ L}=\frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$F_T=\mu v^2$$

# النماذج الذرّيّة 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

$$F_E = k\,\frac{e^2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{e^2}{r^2}\right) = \frac{1}{4\pi\,\dfrac{1}{36\pi\times10^9}}\left(\frac{1.6\times10^{-19}}{0.53\times10^{-10}}\right)^2$$

$$F_E = 9\times10^9(3\times10^{-9})^2 = 81\times10^{-9}N$$

–2

$$F_E = F_c$$

$$F_E = m\,a_c = m\,\frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_E\,r}{m}} = \sqrt{\frac{81\times10^{-9}\times0.53\times10^{-10}}{9.1\times10^{-31}}} = \sqrt{4.72\times10^{12}} = \sqrt{4.72}\times10^6\,m.s^{-1}$$

وهي سرعة صغيرة أمام سرعة الضوء في الخلاء فلا تؤخذ زيادة الكتلة للإلكترون بعين الإعتبار

–3

$$f = \frac{1}{T}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$f = \frac{1}{\dfrac{2\pi r}{v}} = \frac{v}{2\pi r} = \frac{\sqrt{4.72}\times10^6}{2\pi\times0.53\times10^{-10}} = \frac{\sqrt{4.72}}{3.33}\times10^{16}\,Hz$$

************************************************************************************************

**<u>المسألة الثانية</u>:**

$$\Delta E = E_2 - E_3$$

$$\Delta E = (-3.4) - (-1.51) = -1.89\ eV$$
$$\Delta E = -1.89 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3 \times 10^{-19} J$$
$$\Delta E = h f$$
$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{3 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 0.45 \times 10^{15} Hz$$

**************************************************************************************************************

**المسألة الثالثة:**

1- تعديل السؤال: احسب النسبة بين قوة الجذب الكتلي وقوة الجذب الكهربائي بين الالكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين، ماذا تستنتج؟

$$F_1 = G \frac{m_e m_p}{a^2}$$

$$F_2 = k \frac{e^2}{a^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{G m_e m_p}{k e^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}}{9 \times 10^{9} \times (1.6 \times 10^{-19})^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} \approx \frac{1}{10^{39}} \Rightarrow F_2 = 10^{39} F_1$$

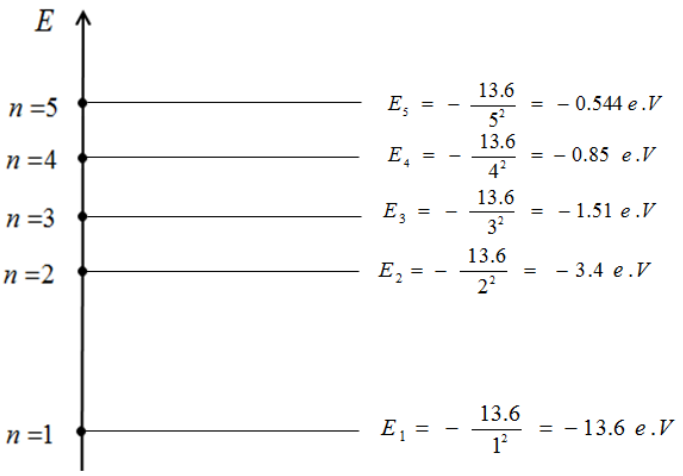
نستنتج أن $F_2 >> F_1$ لهذا نهمل قوة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

2-
$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}$$

$$E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6\ e.V$$

$$E_1 = -13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} = -21.76 \times 10^{-19}\ J$$

3-



$-4$

$$\Delta E = h\ f$$

$$\Delta E = hf = 6.6\times10^{-34}\times2.91\times10^{15} = 19.2\times10^{-19}J$$

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$E_2 = E_1 + \Delta E = \frac{-13.6}{1^2}\times1.6\times10^{-19} + 19.2\times10^{-19} = -2.56\times10^{-19}J$$

$$E_2 = \frac{-13.6}{n^2}\times1.6\times10^{-19}$$

$$-2.56\times10^{-19} = \frac{-13.6}{n^2}\times1.6\times10^{-19}$$

$$n \approx 3$$

تفكير ناقد :

تعمل قطرات المطر كما الموشور، فينكسر الضوء ويتحلل إلى ألوان الطيف المرئي، حيث يتميّز كلّ لون بطول موجة معين.

# انتزاع الإلكترونات

**أولاً- أجب عن الأسئلة الآتية:**

1- لا ، إنما يمكن تحديد احتمال وجود الالكترون في لحظة ما في موضع معين.

2- نعم ،يخضع الالكترون في سطح المعدن لقوى جذب كهربائية محصلتها غير معدومة جهتها نحو داخل المعدن.

3- لا، كي يتحرر الالكترون يجب أن يمتلك طاقة أكبر من طاقة الانتزاع للمعدن.

********************************************************************************************************************************

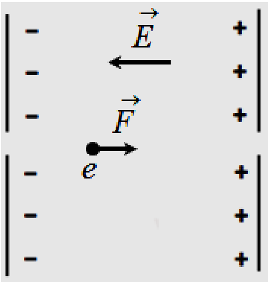
**ثانياً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:**

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.

$$\Delta E = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = eU$$

$$\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} v^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^3$$

$$v = \sqrt{0.35 \times 10^{15}} = \sqrt{3.5} \times 10^7 \, m.s^{-1}$$

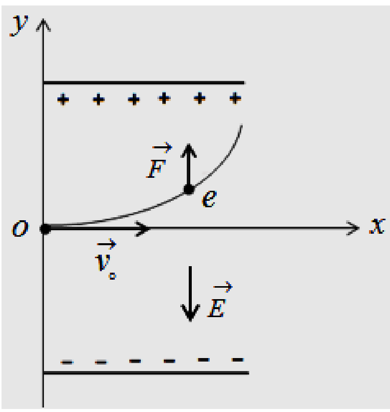
$$v^2 - v_{\circ}^2 = 2ad$$

$$3.5 \times 10^{14} - 0 = 2a \times 10^{-2}$$

$$a = 1.75 \times 10^{16} \, m.s^{-2}$$

**المسألة الثانية:**

1)




- يخضع الإلكترون لتأثير قوة كهربائية $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة.

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

$$\vec{F} = m \, \vec{a} \quad (\text{كهربائية})$$

- الحركة على المحور $\overrightarrow{ox}$ :

$$F_x = m \, a_x = 0$$

$a_x = 0 \quad \Rightarrow$ **الحركة مستقيمة منتظمة**

$(v_x = v_\circ \;,\; x_\circ = 0) \quad \Rightarrow \quad x = v_\circ t \quad ...... (1)$

- الحركة على المحور $\overrightarrow{oy}$ :

$$F = F_v = m\, a_y$$

$$e\,E = m_e\, a_v$$

$$a_v = \frac{e\,E}{m} = const \quad \Rightarrow$$ **الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام**

$$a = a_y = \frac{e\,E}{m_e} = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 200}{9.1 \times 10^{-31}} = 3.51 \times 10^{13} \;\; m.s^{-1}$$

2) من (1) :

$$t = \frac{x}{v_0} = \frac{0.1}{3 \times 10^{6}} = 3.33 \times 10^{-8}\,\mathrm{s}$$

تفكير ناقد :

لا ينطبق ذلك على الالكترون في الذرة، فوفق نموذج بور لا يصدر الالكترون طاقة طالما بقي متحركاً في مداره

# الأشعة المهبطية

**أولاً- علل ما يلي**:

1– لأنها تمتلك شحنة كهربائية

2– لأنها تمتلك طاقة حركية.

*****************************************************************************************************************************

**ثانياً: حل المسائل التالية:**

**المسألة الأولى**: (تُحذف طاقة الانتزاع)

احسب السرعة التي يغادر بها الالكترون المهبط المعدني إذا كانت طاقته الحركية لحظة خروجه من المهبط تساوي $E_k = 18 \times 10^{-19}\ J$. إذا علمت أنّ: $e = 1.6 \times 10^{-19} c$ ، $m_e = 9 \times 10^{31}\ kg$

**الحل:**

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = E_k$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 18 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = 2 \times 10^6\ m.s^{-1}$$

**********************************************************************************************************

**المسألة الثانية:**

$$I = \frac{N e}{t} \Rightarrow N = \frac{I t}{e} = \frac{4.8 \times 10^{-12} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^7$$

**********************************************************************************************************

**المسألة الثالثة:**

$$U = \frac{E_s}{e} = \frac{10 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 10\,V$$

$$d = \frac{U}{E} = \frac{10}{3 \times 10^{-6}} = \frac{1}{3} \times 10^{-5}\ m$$

**********************************************************************************************************

تفكير ناقد :

في أنبوبة التفريغ في التلفاز يطبّق توتر عالي، وهو ذو خطورة كبيرة على الإنسان كذلك الأمر بالنسبة لخطوط التوتر العالي.

# 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** : $a)$لحماية الشاشة من الحقول الخارجية.

*******************************************************************************************************************

**ثانياً**: الدور المزدوج لشبكة وهلنت في جهاز راسم الاهتزاز الإلكتروني:

1– تجميع 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–

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$9.6 \times 10^{-16} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} v^2$$

$$v = \sqrt{2.13 \times 10^{15}} = \sqrt{21.3} \times 10^7 \, m.s^{-1}$$

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 = الطاقة الحركية للإلكترونات

الطاقة الحرارية = عدد الإلكترونات × الطاقة الحركية للإلكترون الواحد

$$Q = N' E_k$$

$$Q = 1875 \times 10^{12} \times 9.6 \times 10^{-16} = 18 \times 10^{-2} J$$

تفكير ناقد :

لأنّ الحزم الالكترونية تتأثّر بالحقل المغناطيسي ممّا يؤدّي لإنحرافها وبالتالي تشوّه الصورة.

# 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 **أصغر** من طاقة الانتزاع $h f < E_s$: إن الطاقة الحركية للإلكترون تزداد ويبقى مرتبطاً بالمعدن.

$2-$ طاقة الفوتون **أكبر** من طاقة الانتزاع.

طاقة الفوتون **أكبر** من طاقة الانتزاع $h f > E_S$: يجري انتزاع الإلكترون من المعدن

باستهلاك **جزء** من طاقة الفوتون يساوي $E_s$ ويبقى **الجزء الآخر** مع الإلكترون على شكل طاقة حركية، أي يخرج الإلكترون من المعدن بطاقة حركية تساوي $E_k = h f - E_s$

$B)$ 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 $\lambda \leq \lambda_s$

************************************************************************************************************************

**ثالثاً: حل المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

$1-$ $$E = h f = 6.6 \times 10^{-34} \times 7.3 \times 10^{14} = 4.818 \times 10^{-19} \ J$$

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 $(2),(1)$ 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 $(2),(1)$ نجد: $$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{0.5\times10^{-6}} \Rightarrow E = 39.6\times10^{-20}\ J$$

$$E_k = E - E_s = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20} = 6.6\times10^{-20}\ J$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-20}}{9\times10^{-31}}} = \sqrt{1.47\times10^{11}} = \sqrt{14.7}\times10^{5}\,m.s^{-1}$$

**************************************************************************************************************

**المسألة الثالثة:**

1- $$E_s = h f_s \quad ......(1)$$

$$c = \lambda_s f_s \quad ......(2)$$

من $(2),(1)$ 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.
$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{w}_{\vec{F}}$$
$$E_{K_2} - E_{K_1} = \overline{W}_{\vec{F}}$$

يحقق كمون الإيقاف وصول الإلكترون إلى المصعد بسرعة معدومة $E_{K_2} = 0$

$$0 - E_{K_1} = -eV_0$$
$$V_0 = \frac{E_{K_1}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.94V$$

*******************************************************************************************************************

**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:
$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$
$$\frac{E}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{5\times10^{-7}} \Rightarrow E = 3.96\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = E - E_S = 3.96\times10^{-19} - 3\times10^{-19} = 0.96\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.96 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{0.21 \times 10^{12}} = \sqrt{21} \times 10^5 m.s^{-1}$$

****************************************************************************************************************

تفكير ناقد :

نظرية التأثير الكهرضوئي تشرح الملاحظات التجريبية لإبعاث الإلكترونات من سطح معدن معرض للضوء مناسب

يوجد حد أدنى للتواتر حيث عند تعريض سطح المعدن لتواتر أقل منه فلن يوجد إلكترونات ضوئية منبعثة. ويسمى هذا التواتر تواتر العتبة. وعند زيادة تواتر الشعاع الساقط، وإبقاء عدد الفوتونات الساقطة ثابتاً، سيؤدي هذا إلى زيادة طاقة للإلكترونات الضوئية المنبعثة وبالتالي زيادة كمون الإيقاف. ويتغير أيضاً عدد الفوتون وبالتالي زيادة الطاقة الحركية للإلكترون. يتسبب كل فوتون انبعاث إلكترون مقترنة بطاقة الفوتون بحيث يكون تواتره أكبر الإلكترونات لأن احتمالية تواتر العتبة. تعتمد الطاقة الحركة العظمى للإلكترون على تواتر الضوء الساقط، ولكنها لا تعتمد نهائياً على شدة الضوء الساقط.

يتناسب عدد الإلكترونات المنبعثة تناسباً طردياً مع شدة الضوء الساقط، على سطح معدن معين وبتواتر مناسب.

تؤدي زيادة شدة الضوء (مع إبقاء التواتر ثابتاً) إلى زيادة قيمة التيار الكهروضوئي ويبقى توتر الإيقاف ثابتاً ,الفترة الزمنية الفاصلة بين سقوط الفوتون وانبعاث الإلكترون هي فترة زمنية قليلة جداً جداً.

# 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.

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{w}_F$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = \overline{w}_F$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$E_{K_2} = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{4} = 128\times10^{-16}\,J$$

2-

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

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2\times128\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}} = \sqrt{28.44\times10^{15}} = \sqrt{284.4}\times10^{7}\,m.s^{-1}$$

3-

$$E = E_k$$

$$h\,f_{\max} = e\,U_{AC}$$

$$h \frac{c}{\lambda_{\min}} = e\, U_{AC}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{h\, c}{e\, U_{AC}}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^{4}}$$

$$\lambda_{\min} = 0.1547 \times 10^{-10} \quad m$$

تفكير ناقد :

ينشأ الطيف المستمر للاشعة السينية عن الكبح الالكتروني حيث تفقد الالكترونات المسرّعة طاقة نتيجة الكبح على شكل اشعة سينية،

أمّا الطيف الخطي فينشأ عن الانتقالات الالكترونية لملء الثقوب الداخلية في الذرات المهيّجة في صفيحة الهدف.

# 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.

**************************************************************************************************************

تفكير ناقد :

في الليزرات الغازية المادة المستخدمة ( الوسط المضخّم) غازاً

في الليزر نصف الناقل : المادة المستخدمة مادة نصف ناقلة

في الليزر الياقوتي : المادة المستخدمة هي الياقوت

في الليزرات السائلة : المادة المستخدمة كلوريد الأمونيوم المذاب في الكحول الإتيلي.

# الفيزياء الفلكية

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

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 $\lambda'$ أصغر من $\lambda$ 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:

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = F_c r$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = G\,\frac{mM}{r^2}\, r$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

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: $g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow GM = g R^2$

ومنه: $r = \frac{2 g R^2}{c^2}$

$$r = \frac{2\times 10\times(6400\times 10^{+3})^2}{(3\times 10^{+8})^2} \approx 9\times 10^{-3}\ m$$

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: $v' = H_\circ\, d$

$$Light\ year = 3\times 10^8 \times 60\times 60\times 24\times 365.25 = 9.46728\times 10^{15}\,\mathrm{m}$$

$$\mathrm{pc} = 3.26\times 9.46728\times 10^{15} \approx 3\times 10^{16}\,\mathrm{m}$$

$$H_\circ = \frac{68\times 10^3\, m.s^{-1}}{10^6(3\times 10^{16})m} = \frac{68}{3}\times 10^{-19}\,\mathrm{s}^{-1}$$

سرعة ابتعاد المجرة عنّا:

$$v' = \frac{68}{3}\times 10^{-19} \times 932\times 10^6\ (9.46728\times 10^{15}) = 2\times 10^7\ m.s^{-1}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{2\times 10^7}{3\times 10^8}$$

نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{15}$

حساب طول موجة الطيف بعد الازاحة:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} = \frac{\lambda' - 500 \times 10^{-9}}{500 \times 10^{-9}}$$

$$\lambda' = 533 \times 10^{-9} \ m$$

**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 $4.22 \times 10^{11}\ kg.s^{-1}$ 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: $\Delta E = \Delta m\ c^2 = 4.22 \times 10^{11} \times 9 \times 10^{16} = 37.98 \times 10^{27}\ J$

الطاقة الصادرة عن الشمس خلال دقيقة: $\Delta E = 60 \times 37.98 \times 10^{27} = 2278.8 \times 10^{27}\ J$

الطاقة المُقدمة $1\ km^2$ لسطح كرة مركزها الشمس ونصف قطرها

( مليون كيلومتر $R = 1.52\ AU = 1.52 \times 150 \times 10^6 = 76 \times 10^6\ km$ ) خلال دقيقة :

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^2} = \frac{2278.8 \times 10^{27}}{4\pi \times 76 \times 10^6} = \frac{2278.8 \times 10^{27}}{12.5 \times 76 \times 10^6} \frac{2278.8 \times 10^{27}}{190 \times 10^6} \approx 12 \times 10^{21}\ J.km^2$$

الطاقة التي يتلقاها $1\ (km)^2$ من سطح المريخ خلال دقيقة: $12 \times 10^{21}\ J$

***************************************************************************************************************

*******************************************************************

****************************************

******************

تفكير ناقد :

لأنّ محور دوران الأرض حول نفسها يمر من نجم القطب فتبدو جميع الأجرام السماوية تدور إلّا نجم القطب

## المسائل العامة

### المسألة (1):

نشكّل هزّازة توافقيّة بسيطة مؤلّفة من نابض مرن، مهمل الكتلة، حلقاته متباعدة، ثابتُ صلابته $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$ يُثبَّت إلى سقف من إحدى نهايتيه، ويُربَطُ بنهايته الثانية جسمٌ كتلته $m = 0.1\text{kg}$ فإذا علمت أنه في بدء الزمن كان

الجسم في الموضع $x = 0$ وهو يتحرك بالاتجاه السالب بسرعة $v = -3 \text{ m.s}^{-1}$ المطلوب:

1- احسب نبض الحركة
2- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة
3- احسب شدة قوة الارجاع عندما $x = -3 \text{ cm}$

الحل:

1- حساب نبض الحركة: $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0.1}} = 10 \text{ras.s}^{-1}$

2- التابع الزمني من الشكل : $\overline{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

نعوض شروط البدء ( $t = 0 \quad , x = 0$ )

$$0 = 0.1 \cos(0 + \overline{\varphi})$$
$$\cos\varphi = 0$$
$$\varphi = (\frac{\pi}{2}) \quad , \varphi = (\frac{3\pi}{2})$$

لكن تابع السرعة $\overline{v} = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \overline{\varphi})$ نعوض شروط البدء:

$$-3 = -10 X_{max} \sin(0 + \overline{\varphi})$$

نلاحظ أن القيمة $\varphi = (\frac{\pi}{2})$ تحقق شروط البدء أي:

$$X_{max} = 0.3 \text{ m}$$

فيكون التابع الزمني هو : $\overline{x} = 0.1\cos(10t + \frac{\pi}{2})$

3- شدة قوة الارجاع:

$$F = -k\,\overline{x}$$
$$F = -10(-0.03)$$
$$F = 0.3 \text{ N}$$

### المسألة (2):

تهتز نقطة مادية كتلتها $0.5kg$ لحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولية وبدور $4s$ وبسعة اهتزاز $X_{max} = 8cm$ فاذا علمت ان النقطة كانت في موضع مطاله $\frac{X_{max}}{2}$ في بدء الزمن وهي متحركة باتجاه السالب والمطلوب:

1)استنتج التابع الزمني لمطال حركة هذه النقطة بعد تعين قيمة الثوابت.

2)عين لحظتي المرور الاول والثالث في مركز الاهتزاز.

3)عين الموضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى واحسب قيمتها وحدد موضعا تنعدم فيه شدة هذه المحصلة.
4)احسب قيمة ثابت صلابة النابض وهل تتغير هذه القيمة باستبدال الكتلة المعلقة؟
5)احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص $1S$

الحل:

-1

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$\omega_0 = \frac{\pi}{2} rads^{-1}$$

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = \frac{X_{max}}{2} \end{array}\right) \Rightarrow \frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \left( \begin{array}{l} \varphi = \frac{\pi}{3} rad \\ \varphi = \frac{5\pi}{3} rad \end{array} \right.$$

نختار قيمة $\varphi$ التي تجعل $v<0$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

$$v = -\omega_0 X_{max} \sin(\varphi)$$

$$\varphi = \frac{\pi}{3} rad \Rightarrow v \langle 0$$

مقبول يوافق شروط البدء

$$\varphi = \frac{5\pi}{3} rad \Rightarrow v \rangle 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء

نعوض الثوابت $X_{max}, \omega_0, \varphi$ في الشكل العام للتابع

$$\bar{x} = 8\times10^{-2}\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

-2

عند المرور في مركز الاهتزاز $\bar{x} = 0$

$$o = 8\times10^{-2}\cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3})$$

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

$$\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3} = +\frac{\pi}{2} + \pi k$$

$$\frac{\pi}{2}t = \frac{3\pi + 6\pi k - 2\pi}{6}$$

$$t = \frac{1+6k}{3}$$

المرور الأول $k = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{3}s$

المرور الثاني $k = 1 \Rightarrow t_2 = \frac{7}{3}s$

المرور الثالث $k = 2 \Rightarrow t_3 = \frac{13}{3}s$

-3

$$F = m\,a$$

$F = F_{max}$ عندما $a = a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$ وذلك في الوضعين الطرفيين

$$F_{max} = m\omega_0^2 X_{max}$$

$$= 0.5\left(\frac{\pi}{2}\right)^2\left(8\times10^{-2}\right)$$

$$F_{max} = 0.1N$$

$F = 0$ معدومة عند المرور بمركز الاهتزاز حيث $x = 0$

4-لا تتغير قيمة ثابت صلابة النابض باستبدال الكتلة المعلقة

-5

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

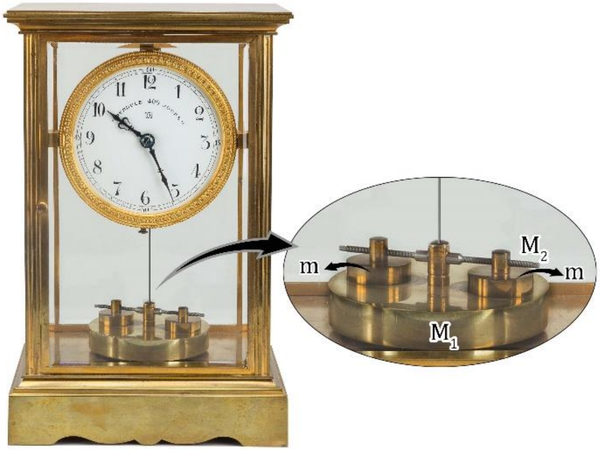
بالتربيع

$$m' = \frac{\left(T_0'\right)^2 k}{4\pi^2}$$

$$m' = \frac{(1)^2 \times 1.25}{4\times10}$$

$$m' = 31.25\times10^{-3}kg$$

المسألة (3):




تتألف ميقاتيه من قرص نحاسي كتلته $M_1 = 0.12\,\text{kg}$، نصف قطره $R = 0.05\,\text{m}$ مثبّت عليه ساق كتلتها $M_2 = 0.012\,\text{kg}$، طولها $L = 0.1\,\text{m}$ تحمل في طرفيها كتلتين متساويتين $m_1 = m_2 = 0.05\,\text{kg}$، نعدّهما كتلتين نقطيتين تبعدان مسافة قدرها $2r = 0.04\,\text{m}$ يمكن تغييّرها بواسطة بزال، نعلّق الجملة من مركز عطالتها إلى سلك فتل شاقولي ثابت فتله $k = 8\times10^{-4}\,\text{m.N.rad}^{-1}$ كما في الشكل المجاور. **المطلوب**:

1- احسب دور الميقاتية.

2- إذا أردنا للدور أن يزداد بمقدار $0.86\,\text{s}$ وذلك بزيادة البعد بين الكتلتين $m$. كم يجب أن يصبح البعد الجديد بينهما؟

(عزم عطالة القرص حول محور مار من مركز عطالته $I_1 = \frac{1}{2}M_1R^2$، وعزم عطالة الساق حول محور عمودي على مستويها ومار من مركزها $I_2 = \frac{1}{12}M_2L^2$ ، $\pi = 3.14$ ، $\pi^2 \simeq 10$ )

الحل:

1- حساب دور الميقاتية: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$

لنحسب عزم عطالة الجملة: $I_\Delta$ (جملة) = $I_\Delta$ (قرص) + $2I_\Delta$ (كتلة) + $I_\Delta$ (ساق)

$$I_\Delta = \frac{1}{2}M_1R^2 + 2(m\,r^2) + \frac{1}{12}M_2L^2$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}(0.12)(0.05)^2 + 2(0.05)(0.02)^2 + \frac{1}{12}(0.012)(0.1)^2$$

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times10^{-4}}{8\times10^{-4}}} = \pi\ \text{sec}$$

2- إذا ازداد الدور بمقدار $0.86\,\text{s}$ سيصبح الدور الجديد $T_0' = 3.14 + 0.86 = 4\ \text{sec}$:

$$4 = 2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{8\times10^{-4}}} \Rightarrow 16 = 40\ \frac{I'_\Delta}{8\times10^{-4}} \Rightarrow I'_\Delta = \frac{16\times8\times10^{-4}}{40} = 32\times10^{-5}$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}M_1R^2 + 2(m\,r'^2) + \frac{1}{12}M_2L^2$$

$$32\times10^{-5} = \frac{1}{2}(0.12)(0.05)^2 + 2(0.05)(r')^2 + \frac{1}{12}(0.012)(0.1)^2$$

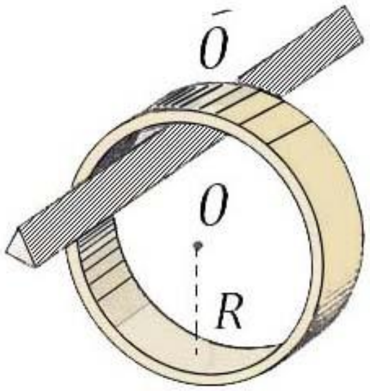
$$32\times10^{-5} = 15\times10^{-5} + 10^{-1}(r')^2 + 10^{-5}$$

$$16\times10^{-4} = (r')^2$$

$$r' = 0.04\ \text{m}$$

المسألة (4):

تعلق حلقة معدنية نصف قطرها $R = 12.5\ \text{cm}$ ، كتلتها $M = 0.05\ \text{kg}$ بمحور أفقي ثابت ،كما هو موضح بالشكل




1- احسب دور النواس من اجل السعات الزاويّة الصغيرة إذا علمت أن عزم عطالة الحلقة حول محور مار من مركز عطالتها $I_{\Delta/C} = MR^2$

2- احسب طول النواس البسيط المواقت.

الحل:

1- حساب الدور: بما أن الحلقة تنوس حول محول محور لا يمر من مركز عطالتها

نطبق هايغنز: $I_{\Delta/O} = I_{\Delta/C} + M\ d^2$

$$I_{\Delta/O} = M\ R^2 + M\ R^2 = 2M\ R^2$$

نلاحظ أن $d = R$

نطبق علاقة الدور للنواس الثقلي من أجل السعات الزاوية صغيرة السعة:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{M\ g\ d}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2MR^2}{M\ g\ R}} = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times 0.125}{10}} = 1\ \text{s}$$

2- حساب طول النواس البسيط المواقت:

$$T_0\,(\text{مركب}) = T_0\,(\text{بسيط})$$

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

بالتربيع: $$1 = 4\pi^2\ \frac{\ell}{g}$$

$$\ell = \frac{g}{4\pi^2} = \frac{10}{40} = 0.25\ \text{m}$$

## المسألة (5):

يتالف نواس ثقلي من ساق شاقوليه مهملة الكتلة طولها $1\,m$ تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية $m_1 = 0.2kg$ وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية $m_2 = 0.6kg$ تهتز هذه الساق حول محور افقي مار من منتصفها والمطلوب:

1)احسب دور النواس في حالة السعات الصغيرة.

2)احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس.

3)احسب دور النواس لو ناس بسعة زاوية $\theta_{\max} = 0,4rad$

4)نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقولية بزاوية $\theta_{\max} = 60^o$ ونتركها دون سرعة ابتدائية

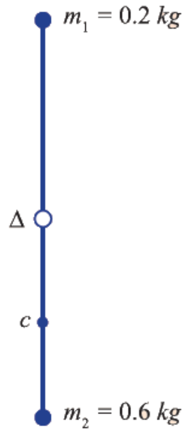
a )استنتج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس لحظة مرورها بشاقول محور التعليق ثم احسب قيمتها عندئذ.

b)احسب السرعة الخطية لمركز عطالة جملة النواس لحظة المرور بالشاقول.

5)نستبدل بالكتلة $m_2$ كتلة $m_1 = 0.2kg$ ونعلق الساق من منتصفها بسلك فتل شاقولي ونشكل بذلك نواس فتل نزيح الساق الافقية عن وضع توازنها بزاوية ونتركها دون سرعة ابتدائية فتهتز بدور $T_o = 2\pi s$

احسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق

6)احسب قيمة التسارع الزاوي لنواس الفتل عند المرور بالوضع $\theta = 0.5rad$




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

$$m = m_1 + m_2 + M$$

$$m = 0.2 + 0.6 + 0 = 0.8$$

$$m = 0.8kg$$

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

$$I_\Delta = m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + 0$$

$$I_\Delta = (m_1 + m_2)\frac{\ell^2}{4} = 0.8 \times \frac{1}{4}$$

$$I_A = 0.2kg \cdot m^2$$

$$\sum \bar{\Gamma} = 0 \Rightarrow x_1\omega_1 = x_2\omega_2$$

$$\left(\frac{\ell}{2} + d\right)m_1\cancel{g} = \left(\frac{\ell}{2} - d\right)m_2\cancel{g}$$

$$\left(\frac{1}{2} + d\right) \times 0.2 = \left(\frac{1}{2} - d\right) \times 0.6$$

$$\left(\frac{1}{2} + d\right) \times 0.2 = \left(\frac{1}{2} - d\right) \times 0.6$$

$$\frac{1}{2} + d = \frac{3}{2} - 3d$$

$$4d = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1$$

$$d = \frac{1}{4}m$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{0.8 \times g \times \frac{1}{4}}}$$

**-2**

$$T_0 = T_0'$$

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

$$1 = \sqrt{\ell} \Rightarrow \ell = 1m$$

**-3**

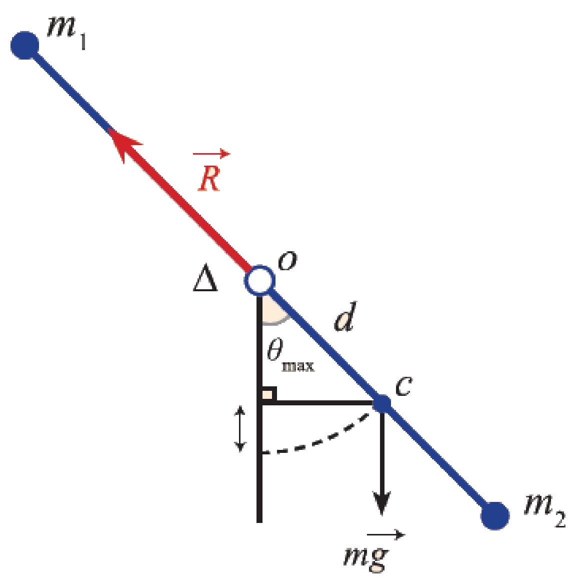
$$\theta_{max} > 0.24 rad$$

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

$$T_0' = 2\left(1 + \frac{0.16}{16}\right) = 2(1 + 0.01)$$

$$T_0' = 2.02 s$$

-4




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

بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين (1) و (2)

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

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

$$\frac{1}{2} I_{\Delta}\omega^2 - 0 = mgh + 0$$

لأن نقطة تأثيرها لا تنتقل $\overline{W_{\vec{R}}} = 0$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mgh}{I_{\Delta}}}$$

لكن: $h = d(1 - \cos\theta_{max})$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 0.8 \times 10 \times \frac{1}{4}\left(1 - \frac{1}{2}\right)}{0.2}}$$

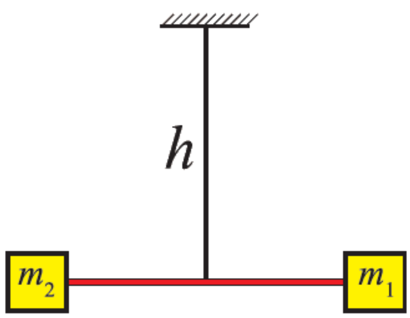
$$\omega = \sqrt{10} = \pi \, rad\, s^{-1}$$

حساب السرعة الخطية :

$$v = \omega r \Leftarrow r = d$$

$$v = \omega d$$

$$v = \pi \times \frac{1}{4} = \frac{\pi}{4} ms^{-1}$$




-5 $m_1 = m_2 = 0.2kg \cdot$ $T_0 = 2\pi s$ $k = ?$

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

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

$$I_{\Delta} = 2 \times 0.2 \times \frac{1}{4} = 0.1 kg \cdot m^2$$

$$k = \frac{4 \times 10 \times 0.1}{(2\pi)^2} = 0.1 m.N \cdot rad^{-1}$$

## المسألة (6):

يتالف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته $m$ ونصف قطره $r = \frac{2}{3}m$ يمكن ان يهتز في مستوي شاقولي حول محور افقي مار من نقطة على محيطه والمطلوب:

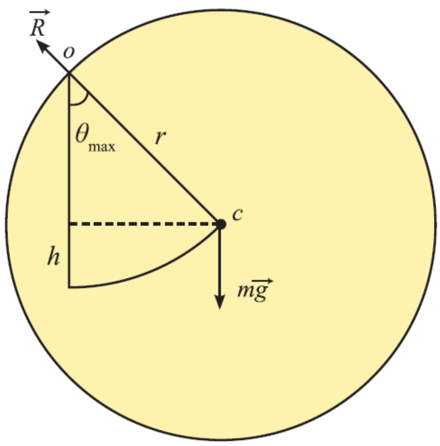
1)انطلاقا من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص في حالة السعات الصغيرة ثم احسب قيمة هذا الدور.

2)احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس المركب.

3)نثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية $m'$ تساوي كتلة القرص $m$ ونجعله يهتز حول محور افقي مار من مركز القرص احسب دوره في هذه الحالة من اجل السعات الزاوية الصغيرة.

4)نزيح القرص من جديد عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية $\theta_{max}$ ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية للكتلة النقطية $m'$ لحظة المرور بالشاقول $\frac{2\pi}{3}m.s^{-1}$ احسب قمية السعة الزاوية $\theta_{max}$

اذا علمت ان) $,\theta_{msx} > 0.24rad \quad ,g = 10m.s^{-1} \quad \pi^2 = 10$ عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه وعمور على مستويه $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2}m\,r^2$




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

$$d = r$$

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

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

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

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

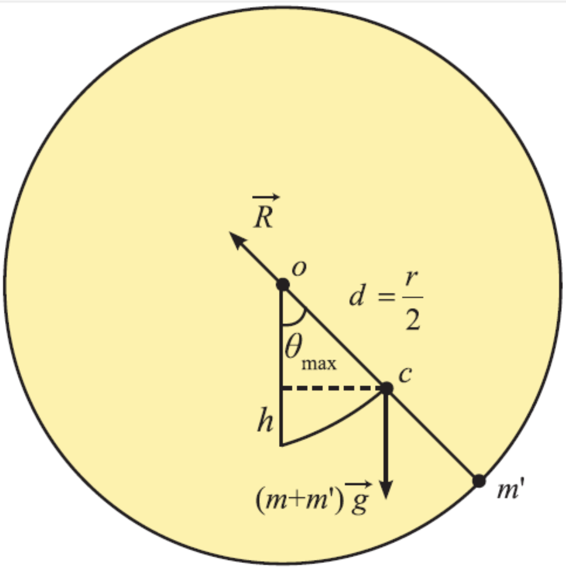
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}$$

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

-2 $\quad T_0 = T_0'$

$$2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \Rightarrow \pi^2\frac{\ell}{\pi^2} = 1 \Rightarrow \ell = 1m$$

-3




$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{(m+m')gd}}$$

$$\sum\overline{\Gamma_{\vec{F}}} = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma_{\vec{w}_1}} + \overline{\Gamma_{\vec{W}_2}} = 0$$

$$\overline{\Gamma_{\bar{W}_1}} = \overline{\Gamma_{\bar{W}_2}}$$
$$d\,(mg) = (r-d)mg'$$
$$d = r-d$$
$$2d = r \Rightarrow$$
$$d = \frac{r}{2}$$

$$I_\Delta = I_\Delta' + I_\Delta''$$

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

$$m = m'$$

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

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

4)حساب الزاوية : نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: عند a حيث $\theta_1 = \theta_{\max}$

الثاني: عند b حيث $\theta_2 = 0$

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \bar{W}_{\vec{F}}$$

$$E_{k_b} - E_{k_a} = \bar{W}_{\vec{W}} + \bar{W}_{\vec{R}}$$

$\bar{W}_{\vec{R}} = 0$ لأن نقطة تأثير $\vec{R}$ لا تنتقل

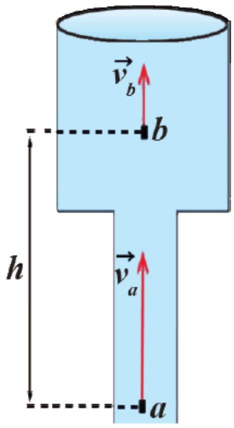
$$\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2 - 0 = \left(m + m'\right)gh$$
$$\omega = \frac{v}{r} \quad \cdot \quad h = \frac{r}{2}\left(1-\cos\theta_{\max}\right)$$
$$\frac{1}{2}\left(\frac{3mr^2}{2}\right)\frac{v^2}{r^2} = 2mg\,\frac{r}{2}\left(1-\cos\theta_{\max}\right)$$
$$\frac{3}{2}v^2 = gr\left(1-\cos\theta_{\max}\right)$$
$$\frac{3}{4}\times\frac{4\pi^2}{9} = 10\times\frac{2}{3}\left(1-\cos\theta_{\max}\right)$$
$$\frac{1}{3} = \frac{2}{3}\left(1-\cos\theta_{\max}\right) \Rightarrow \cos\theta_{\max} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{\max} = \frac{\pi}{3}rad$$

## المسألة (7):

يجري الماء داخل الانابيب الموضع في الشكل من $(a)$ الى $(b)$ حيث نصف قطر الانبوب عند $(a)$ $r_1 = 5cm$ ونصف قطر الانبوب عند النقطة $(b)$ $r_2 = 10cm$ والمسافة الشاقولية بين $(a)$ و $(b)$ $h = 50cm$

1)احسب سرعة جريان الماء عند النقطة $(b)$ علما ان سرعة جريان الماء عند النقطة $(a)$ $v_1 = 4m.s^{-1}$

2)احسب قيمة فرق الضغط $(p_{a-b})$ $(\rho_{H_20} = 1000kg.m^3)$




$$s_1 v_1 = s_2 v_2$$

$$\pi r_1^2 v_a = \pi r_2^2 v_b$$

$$v_b = \frac{r_1^2 v_a}{r_2^2}$$

$$v_b = \frac{\left(5\times10^{-2}\right)^2 \times 4}{\left(10\times10^{-2}\right)^2} = \frac{25\times10^{-4}\times 4}{100\times10^{-4}}$$

$$v_b = 1m.s^{-1}$$

-2 $$P_a + \frac{1}{2}\rho v_a^2 + \rho g z_1 = P_b + \frac{1}{2}\rho v_b^2 + \rho g z_2$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho\left(v_b^2 - v_a^2\right) + \rho g\left(z_2 - z_1\right)$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho(1-16) + \rho g h$$

$$P_a - P_b = \rho \times \frac{-15}{2} + \rho \times 10 \times 50 \times 10^{-2} = (-7.5+5)\rho$$

$$P_a - P_b = -2.5\rho = -2.5\times1000$$

$$P_a - P_b = -2500Pa$$

## المسألة (8)

ما سجّلته المركبة : **طول المركبة** : $L_0 = 100m$

**عرض المركبة** : $25m$

**مسافة الرحلة** : $L' = 4\,\text{light year}$

**زمن الرحلة** : $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}} year$

ما تسجّله المحطة الأرضية : **طول المركبة** : $L = \frac{L_0}{\gamma}$

لنحسب $\gamma$:

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

$$L = \frac{100}{2} = 50\text{m}$$

**عرض المركبة :** يبقى نفسه 25m

**مسافة الرحلة :**

$$L' = \frac{L_0'}{\gamma}$$

$$L_0' = L'.\gamma$$

$$L_0' = 4\times 2 = 8\,\text{light year}$$

**زمن الرحلة :**

$$t = \gamma t_0$$

$$t = 2\times\frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}}\,year$$

---

**<u>المسألة (9)</u>**

(1

$$E_0 = m_0c^2 = 1.67\times10^{-27}(3\times10^8)^2 = 15.03\times10^{-11}\,\text{J}$$

$$E_0 = \frac{15.03\times10^{-11}}{1.6\times10^{-19}} = 9.39\times10^8\,\text{ev}$$

(2

$$E = 3E_0$$

$$mc^2 = 3m_0c^2$$

$$\gamma m_0 = 3m_0$$

$$\gamma = 3$$

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 3$$

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3}c = \frac{2\sqrt{2}}{3}\times3\times10^8 = 2\sqrt{2}\times10^8\,\text{m.s}^{-1}$$

(3

$$E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0$$
$$= 2(15.03\times10^{-11}) = 30.06\times10^{-11}\,\mathrm{J}$$

(4

$$P = mv = \gamma m_0 v$$
$$= 3(1.67\times10^{-27})(2\sqrt{2}\times10^{8})$$
$$= 10.02\sqrt{2}\times10^{-19}\,kg.m.s^{-1}$$

(5

$$p^2c^2 + E_0^2$$
$$= m^2v^2c^2 + m_0^2c^4$$
$$= \gamma^2 m_0^2 v^2c^2 + m_0^2c^4$$
$$= m_0^2c^2(\gamma^2 v^2 + c^2)$$
$$= m_0^2c^2\left(\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}v^2 + c^2\right)$$
$$= m_0^2c^2\left(\frac{c^2v^2}{c^2-v^2} + c^2\right)$$
$$= m_0^2c^4\left(\frac{v^2}{c^2-v^2} + 1\right)$$
$$= m_0^2c^4\left(\frac{v^2}{c^2-v^2} + \frac{c^2-v^2}{c^2-v^2}\right)$$
$$= m_0^2c^4\left(\frac{c^2}{c^2-v^2}\right)$$
$$= m_0^2c^4\left(\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)$$
$$= m_0^2c^4\gamma^2$$
$$= (mc^2)^2$$
$$= E$$

التأكد الحسابي:

$$(10.02\sqrt{2}\times10^{-19})^2(3\times10^{8})^2 + (15.03\times10^{-11})^2 = [3(15.03\times10^{-11})]^2$$

محقق

المسألة (10):

وشيعة طولها $40\,\text{cm}$ مؤلفة من $400$ لفة محورها أفقي عمودي على خط الزوال المغناطيسيّ الأرضي.

نضع في مركز الوشيعة إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدّته $16\,\text{mA}$

المطلوب:

1) احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتوّلد عن إمرار التيار الكهربائي في مركز الوشيعة.

2) إذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره $2\,\text{mm}$ بلفات متلاحقة، احسب عدد طبقات لفات الوشيعة.

3) نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقة دائرية مساحتها $2\,\text{cm}^2$ بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية $60^0$ احسب التدفق المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

$I = 16\times10^{-3}\,\text{A}$ ، $n = 400$ لفة $, \quad l = 0.4\,\text{m}$

1) حساب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتوّلد عند مركز الوشيعة.

$$B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N\,I}{l}$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{400\times16\times10^{-3}}{4\times10^{-1}}$$

2) حساب عدد الطبقات:

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

حساب $N'$ :

$$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك الملف}} = \frac{l}{2r'} = \frac{4\times10^{-1}}{2\times10^{-3}} = 200 \ \text{لفة}$$

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{N}{N'} = \frac{400}{200} = 2 \ \text{طبقة}$$

3) حساب التدفق المغناطيسيّ:

$\alpha = 60^0 = \frac{\pi}{3}\text{rad}$ , $s = 2\times10^{-4}\,\text{m}^2$

$$\phi = 2\times10^{-5}\times2\times10^{-4}\times\frac{1}{2}$$

$$\phi = 2\times10^{-9}\ \text{Weber}$$

المسألة (11):

ملف دائري نصف قطره الوسطي $40\,\text{cm}$ يتألف من $100$ لفة، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $0.5\,\text{T}$ حيث خطوط الحقل عمودية على مستوي الملف المطلوب

1) احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز لفات الملف.

2) ما مقدار التغير في التدفق المغناطيسي إذا دار الملف في الاتجاه الموجب بزاوية $45^\circ$ .

$B = 0,5T$ / $r = 0,4m$ / $\alpha = 0$ / $N = 100$ لفة

الحل:

1) $$\Phi = N\ B\ S\ Cos\,\alpha$$

$$S = \pi r^2 = 16\pi\times10^{-2}\ m^2$$

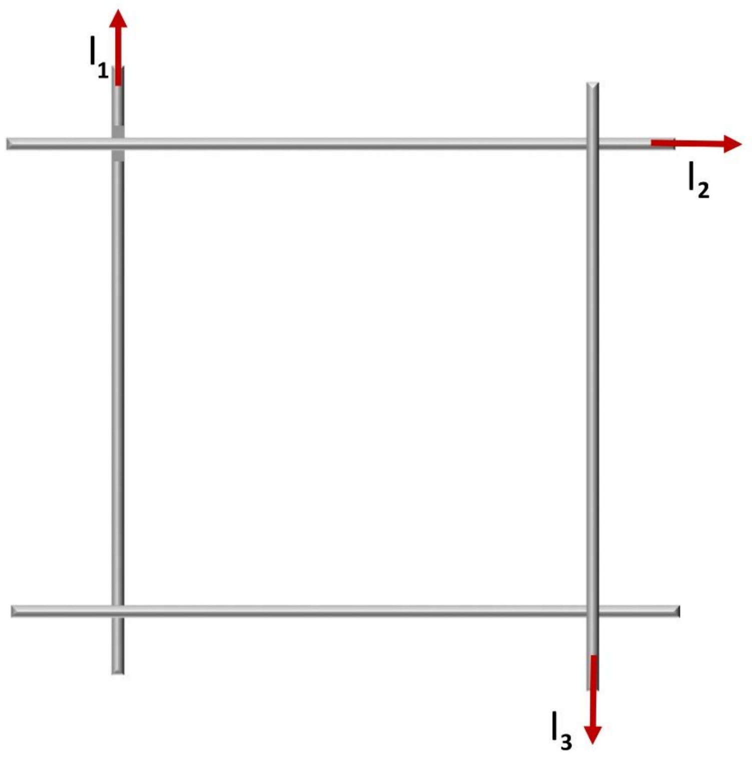
$$\Phi = 100\times0.5\times16\pi\times10^{-2}\times1$$

2) $$\Delta\Phi = N\ B\ S\left(Cos\,\alpha_2 - Cos\,\alpha_1\right)$$

المسألة (12):

أربع أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوي واحد ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكل مربع طول ضلعه $40cm$ ،أوجد شدة واتجاه التيار $I$ الذي يجب أن يمر في الناقل الرابع بحيث تكون شدة الحقل المغناطيسي في مركز الربع معدومة، حيث أن:

$I_1 = 10A$ ، $I_2 = 15A$ ، $I_3 = 15$



ان بعد مركز المربع عن منتصف كل سلك $d = 2\times10^{-2}\ m$

$$I_1 = 10A \ / \ I_2 = 5A \ / \ I_3 = 15A \ / \ I = ?$$

ان جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن كل من $(I_1 / I_2 / I_3)$ بجهة واحدة.

$$B_t = B_1 + B_2 + B_3 = 2\times10^{-7}\left(\frac{I_1}{d_1}+\frac{I_2}{d_2}+\frac{I_3}{d_3}\right)$$

$$B_t = \frac{2\times10^{-7}}{d_1}(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$B_t = \frac{2\times10^{-7}}{2\times10^{-2}}(30)$$

حتى تكون شدة الحقل في مركز المربع معدومة يجب أن:

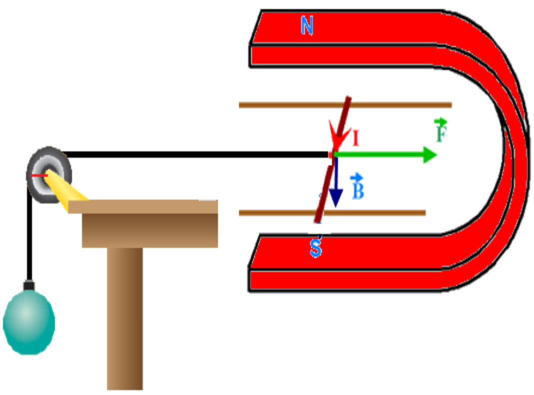
يكون $\vec{B}$ و $\vec{B_t}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ومتساويتين بالشدة.

$$B = B_t = 3\times10^{-4}\ T$$

$$B = 2\times10^{-7}\ \frac{I}{d}$$

$$J = \frac{B\ d}{2\times10^{-7}} = \frac{3\times10^{-4}\times2\times10^{-2}}{2\times10^{-7}} = 30A$$

المسألة (13):




في الشكل المجاور تستند ساق نحاسية طولها 10cm وكتلتها 20g على سكتين نحاسيتين أفقيتين وتخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم أفقي شدّته $B = 2\times10^{-2}T$ ويمر بها تيار كهربائي متواصل شدّته 15 A وللحفاظ على توازن هذه الساق نعلق في مركز ثقلها خيط لا يمتط كتلته مهملة مربوط بكتلة، المطلوب حساب:

1-كتلة الجسم المعلق.

2- شدّة قوة رد فعل السكتين على الساق.

الحل: القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ : ثقل الساق. $\vec{R}$ : رد فعل الساق. $\vec{F}$ : القوة الكهرطيسيه. $\vec{T_1}$ : قوة توتر الخيط

بسب توازن الساق: $\sum\vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{W} + \vec{F} + \vec{T_1} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور أفقي موجّه بجهة القوة الكهرطيسيه.

$$-T_1 + F = 0$$
$$T_1 = F \quad ........ (1)$$

تؤثر على الكتلة القوة $\overrightarrow{W'}$ : ثقل الكتله.

$\vec{T_1}$:قوة توتر الخيط.

بسب توازن الكتلة: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\overrightarrow{W'} + \overrightarrow{T_2} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور شاقولي وموجه نحو الأسفل:

$$W' - T_2 = 0$$
$$\Rightarrow T_2 = W' \qquad (2$$
$$T_1 = T_2$$
$$F = W' \Rightarrow ILB \sin\frac{\pi}{2} = m'g$$
$$m' = \frac{ILB}{g} = \frac{15\times10^{-1}\times2\times10^{-2}}{10} = 3\times10^{-3}kg$$

وهي كتبة الجسم.

2)بسبب توازن الساق: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{W} + \vec{F} + \vec{T_1} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$-W + 0 + T + R = 0$$
$$R = W = mg = 2\times10^{-2}\times10$$
$$= 0.2N$$

المسألة (14):

تيار كهربائي شدّته $20\,\mathrm{A}$ يمر في سلك مستقيم طوله $10\,\mathrm{cm}$ فإذا وضع السلك كاملاً في حقل مغناطيسي شدّته $2\times10^{-3}\,\mathrm{T}$ وكان يصنع السلك مع خطوط الحقل المغناطيسي زاوية $30^0$ أحسب شدّة القوة الكهرطيسية المؤثرة في السلك.

الحل:

$$F = ILB\sin\theta$$
$$F = 20\times0.1\times2\times10^{-3}\times\frac{1}{2}$$
$$F = 2\times10^{-3}N$$

المسألة (15):

نخضع الكترونا يتحرك بسرعة $8\times10^3\,km.s^{-1}$ الى تأثير حقل مغناطيسي منتظم نتظمي على شعاع سرعته شدته $B = 5\times10^{-3}T$

المطلوب:

1)وازن بالحساب بين ثقل الالكترون وشدة القوة المغناطيسية الموثرة فيه,ماذا تستنتج.

2)برهن ان حركة الاoلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف القطر المسار الدائري واحسب قيمته.
3)احسب دور الحركة.

$$(e = 1.6\times10^{-19} \quad , m_c = 9\times10^{-31}kg \ \ , g = 10m.s^{-2})$$

الحل:

$$W_e = m_e g$$
$$W_e = 9\times10^{-31}\times10$$
$$W_e = 9\times10^{-30}$$

$$F = evB\sin\alpha \quad \cdot \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$
$$F = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{-30}$$
$$\frac{W_e}{F} = \frac{9\times10^{-30}}{64\times10^{-16}} \Rightarrow \frac{W_e}{F} = \frac{9}{64}\times10^{-14}$$

2)يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الإلكترون المتحرك بسرعة $\vec{v}$ بقوة لورنز:

$$\sum\vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{F} = m_e\vec{a}$$
$$e\vec{v}\wedge\vec{B} = m_e\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\wedge\vec{B}$$

من خواص الجداء الشعاعي: $\vec{a}\perp\vec{B} \quad \vec{a}\perp\vec{v}$

بما أن $\vec{v}$ محمول على المماس فالتسارع ناظمي وحركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

$$\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_t = o \\ a_c = a = \dfrac{v^2}{r} \end{array}\right.$$

$$\frac{e}{m_e}vB = \frac{v^2}{r}$$
$$r = \frac{m_e v}{eB}$$
$$r = \frac{9\times10^{-31}\times8\times10^{6}}{1.6\times10^{-19}\times5\times10^{-3}}$$
$$r = 9\times10^{-3}\text{m}$$

-3

$$\left.\begin{array}{l} \omega = \dfrac{v}{r} \\ \omega = \dfrac{2\pi}{T} \end{array}\right\} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

المسألة (16):

اطار مربع الشكل مساحة سطحه $s = 25cm^2$ يحوي $50$ لفة من السلك النحاسي معزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه افقية شدته $B = 10^{-2}T$ بحيث يكون مستوي الاطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ عند عدم مرور التيار نمرر في الاطار تيارا كهربائي شدته $I = 5A$ والمطلوب:

1)احسب شدة القوة الكهرطيسية الموثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة مرور التيار.

2)احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية الموثرة في الاطار لحظة امرار التيار الكهربائي.

3)احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الاطار من وضعه السابق الى وضع التوازن المستقر.

4)نستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله $K$ نشكل مقياس غلفاني ونمرر في الاطار تيارا كهربائيا شدته ثابته $2\,mA$ فيدور الاطار بزاوية $0.02\,rad$ ويتوازن.

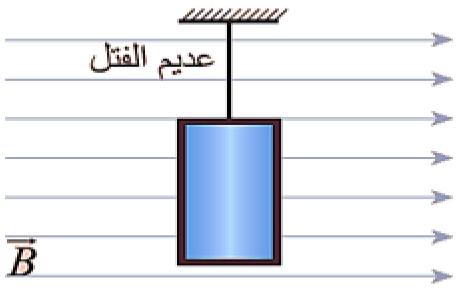
استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك $k$ واحسب قيمته ثم احسب قيمة ثابت مقياس الغلفاني $G$

.

5)نزيد حساسية المقياس 10 مرات من اجل التيار نفسه احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد.

(يهمل تاثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل:




$-1$

$$L = \sqrt{s} = 5\times10^{-2}\,\mathrm{m}$$
$$F = NILB\sin\theta$$
$$F = 50\times5\times10^{-2}\times5\times10^{-2}\times1$$
$$F = 125\times10^{-3}\,\mathrm{N}$$

$-2$

$$\Gamma_\Delta = NIBs\sin\alpha$$
$$\Gamma_\Delta = 50\times5\times10^{-2}\times25\times10^{-4}\times1$$
$$\Gamma_\Delta = 625\times10^{-5}\,\mathrm{m\cdot N}$$

$$W = I\Delta\Phi \qquad -3$$

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

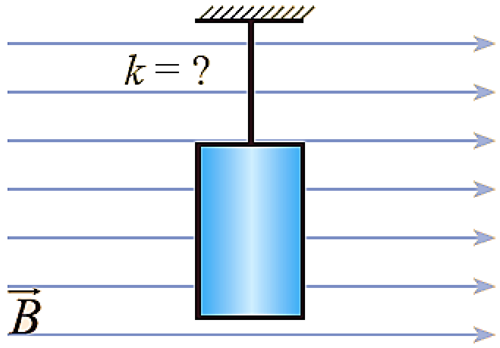
$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_2 = 0 \Rightarrow \cos\alpha_2 = 1$$

$$W = INBs\left(\cos 0 - \cos\frac{\pi}{2}\right)$$

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

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



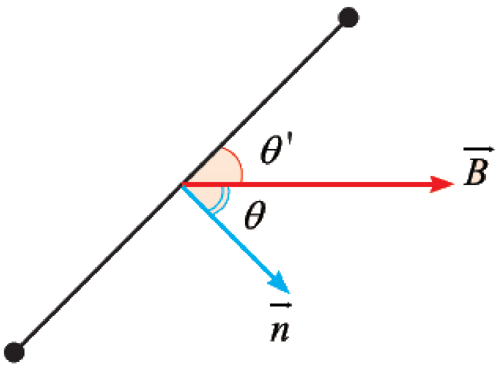

$$\sum \overline{\Gamma} = 0 \qquad -4$$

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

$$NISB\sin\theta - k\theta' = 0$$

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

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




$$NIsB - k\theta' = 0$$

$$k = \frac{NsB}{\theta'} I$$

$$k = \frac{50\times 25\times 10^{-4}\times 10^{-2}\times 2\times 10^{-3}}{0.02}$$

$$k = 125\times 10^{-6}\,m\cdot N\cdot rad^{-1}$$

$$\theta' = GI \Rightarrow G = \frac{\theta'}{I} = \frac{0.02}{2\times 10^{-3}}$$

$$G = 10\,radA^{-1}$$

$$G' = 10G = 10\times 10 \qquad -5$$

$$\theta' = GI$$

$$k' = \frac{k}{10}$$

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

$$k' = 125\times 10^{-7}\,m\cdot N\cdot rad^{-1}$$

المسألة (17):

ملف مستطيل مساحته $200\,cm^2$ يتكون من 100 لفة يمرّ فيه تيار شدّته $3A$، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدّته $0.1T$أحسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة عليه عندما يكون مستوي الملف يصنع زاوية $60^0$ مع خطوط الحقل المغناطيسي.

$$\Gamma_{\Delta} = NIBs\sin\alpha$$

$$\Gamma_{\Delta} = 100\times 3\times 0.1\times 200\times 10^{-4}\times \frac{1}{2}$$

$$\Gamma_{\Delta} = 0.3\ m\cdot N$$

المسألة (18):

وشيعة طولها $30\ cm$ ومساحة مقطعها $3\times 10^{-2}\ m^2$ وذاتيتها $L = 5\times 10^{-3}\ H$

1) احسب عدد لفاتها.
2) نمرر في الوشيعة تيار كهربائي متواصل شدته $15\ A$ احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.
3) نجعل شدة التيار تتناقص بانتظام من $20\ A$ إلى الصفر خلال $0.5\ S$ احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة وحدد جهة التيار المتحرض.
4) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً شدته اللحظية مقدرة بالأمبير $\bar{i} = 20 - 5t$ ، احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

1) حساب عدد اللفات.

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

$$\Rightarrow N = \sqrt{\frac{L\,\ell}{4\pi\times 10^{-7}\times S}} = \sqrt{\frac{5\times 10^{-3}\times 3\times 10^{-1}}{4\pi\times 10^{-7}\times 3\times 10^{-2}}} = 200$$ لفة

2) حساب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة. $E_L = \frac{1}{2}L\,I^2 = \frac{1}{2}\times 5\times 10^{-3}\times 225 = 562.5\times 10^{-3}\ J$

3) حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة وتحديد جهة التيار المتحرض.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{N\left(\Delta B\right)S\,Cos\,\alpha}{\Delta t}$$

$$\Delta B = B' - B$$

$$I = 15\,\text{A} \Rightarrow B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N\;I}{\ell}$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{300\times15}{3\times10^{-1}} = 125\times10^{-4}\,\text{T}$$

$$I' = 0 \Rightarrow B' = 0$$

$$\Delta B = B' - B = 0 - 125\times10^{-4} = -125\times10^{-4}\,\text{T}$$

$$\varepsilon = -\frac{200\left(-125\times10^{-4}\right)\times3\times10^{-2}\times1}{0.5}$$

$$\varepsilon = 15\times10^{-2}\,\text{V} > 0$$

$\vec{B}$ محرض ، $\vec{B'}$ متحرض على حامل واحد وبجهة واحدة.

4) حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة.

$$\varepsilon = -L\,\frac{di}{dt} = -5\times10^{-3}\times-5 = 25\times10^{-3}\,\text{V}$$

**المسألة (19):**

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}\,\text{m}$ وعدد لفاتها $200$ لفة ومساحة مقطعها $20\,\text{cm}^2$ حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلقة $5\,\Omega$

1) نضع الوشيعة ضمن حقل مغناطيسي ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة ، نزيد شدة هذا الحقل بانتظام خلال $0.5\text{S}$ من $0.04\,\text{T}$ إلى $0.06\,\text{T}$ :

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

b) احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة.

c) احسب ذاتية الوشيعة.

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

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

b) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين:

$$t_1 = 0\;,\;t_2 = 1S$$

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

**(يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)**

1) a) نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي قد ازدادت وبالتالي يزداد التدفق وبالتالي:

$$\Delta\Phi > 0$$

$$\varepsilon > 0$$

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

B)حساب شدة التيار الكهربائي المتحرض:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\Delta\Phi}{R\,\Delta t}$$

$$i = -\frac{N\left(\Delta B\right)S\,Cos\,\alpha}{R\,\Delta t} = -\frac{200\times0.02\times20\times10^{-4}\times1}{5\times0.5}$$

$$i = -32\times10^{-4}\ \text{A}$$

c)حساب ذاتية الوشيعة:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 S}{\ell} = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{4\times10^{4}\times20\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 8\times10^{-5}\ \text{H}$$

2) a) حساب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية:

$$\varepsilon = -L\,\frac{di}{dt} = -8\times10^{-5}\times2 = -16\times10^{-5}\ \text{V}$$

b) حساب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين:

$$t_1 = 0\ ,\ t_2 = 1\text{S}$$

$$\Phi = L\ i$$

$$\Delta\Phi = L\left(i_2 - i_1\right)$$

$$\Delta\Phi = 8\times10^{-5}\left(8-6\right)$$

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

c) حساب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.

$$E = \frac{1}{2}L\,I^2 = \frac{1}{2}\times8\times10^{-5}\times100 = 4\times10^{-3}\ \text{J}$$

**المسألة (20):**

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$ m وعدد لفاتها 1000 لفة نصف قطر مقطعها 2 cm ومقاومة دارتها الكهربائية المغلقة $5\,\Omega$ مؤلفة من سلك نحاسي معزول قطر مقطعه $\frac{\pi}{500}$ m المطلوب:

1) احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات.
2) احسب ذاتية الوشيعة.
3) نعلق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقولي عديم الفتل ونجعل محورها أفقياً عمودياً على خطوط حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $10^{-2}$ T ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته 4 A المطلوب:

A. احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية $30^\circ$ .

B. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية $60^\circ$ .

4) نقطع التيار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التوازن المستقر ثم نديرها حول السلك الشاقولي خلال 0.5 s ليصبح محورها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي المطلوب:

A. احسب شدة التيار المتحرض المتولد في الوشيعة.

B. احسب كمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق.

5) نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخلها نواة حديدية عامل انفاذها 50 احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية واحسب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة.

**الحل:**

- حساب طول سلك الوشيعة.

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r} \Rightarrow \ell' = 2\pi r\, N$$

$$\ell' = 2\pi \times 2\times10^{-2} \times 1000 = 40\pi \ m$$

حساب عدد الطبقات:

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{N}{N'}$$

حساب $N'$ :

$$N' = \frac{\ell}{2r'} = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = 200 \ \text{لفة}$$

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{1000}{200} = 5 \ \text{طبقات}$$

- احسب ذاتية الوشيعة

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 S}{\ell}$$

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{10^6\times4\pi\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} = 125\times10^{-5}\ \text{H}$$

- 

A. حساب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية $30^\circ$ .

$$\Gamma_\Delta = N\ I\ S\ B\ Sin\alpha$$

$$\Gamma_\Delta = 1000\times4\times4\pi\times10^{-4}\times10^{-2}\times\frac{1}{2}$$

$$\Gamma_\Delta = 25\times10^{-3}\ \text{m.N}$$

B. حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية $60^\circ$ .

$$W = I\ \Delta\Phi = I\ N\ B\ S\left(Cos\alpha_2 - Cos\alpha_1\right)$$

$$W = 4\times 1000\times 10^{-2}\times 4\pi\times 10^{-4}(\frac{1}{2}-0)$$
$$W = 25\times 10^{-3}\ \text{J}$$

- A- احسب شدة التيار المتحرض المتولد في الوشيعة

$$i = -\frac{\Delta\Phi}{R\ \Delta t} = -\frac{1000\times 4\pi\times 10^{-4}\times 10^{-2}\left(0-1\right)}{5\times 0.5}$$
$$i = 5\times 10^{-3}\ \text{A}$$

B- احسب كمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق.

$$q = i\ \Delta t = 5\times 10^{-3}\times 0.5 = 25\times 10^{-4}\ \text{C}$$

- حساب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية.

$$\mu = \frac{B'}{B} \Rightarrow B' = \mu B = 50\times 10^{-2}$$
$$B' = 0.5\ \text{T}$$

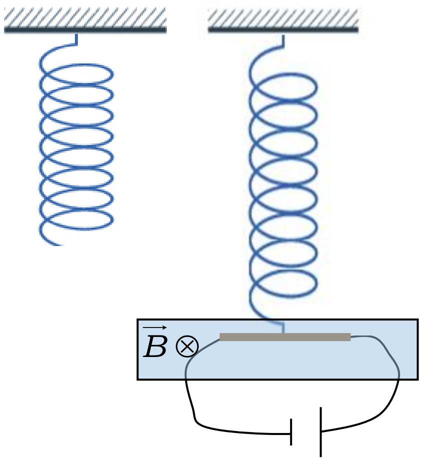
- حساب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة.

$$\Phi = N\ B'S\ Cos\,\alpha = 1000\times 0.5\times 4\pi\times 10^{-4}\times 1$$
$$\Phi = \frac{\pi}{50}\text{Weber}$$

المسألة (21):

ساق نحاسية طولها $80\ \text{cm}$ نحركها بسرعة أفقية $\vec{v}$ عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $0.5\text{T}$ فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق $0.4\ \text{V}$ المطلوب:

1) استنتج العلاقة المحددة لسرعة الساق واحسب قيمتها.
2) نأخذ الساق النحاسية ونعلقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض مرن شاقولي مهمل الكتلة ثابت صلابته $100\ \text{N.m}^{-1}$ ونمرر فيها تيار كهربائي شدته $20\ \text{A}$ فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار $20\ \text{cm}$ عن طوله الأصلي قبل تعليق الساق وتتوازن الساق:




A. حدد0 على الرسم القوى الخارجية المؤثرة على الساق.
B. استنتج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق واحسب قيمتها.

**الحل:**

1) استنتاج العلاقة المحددة لسرعة الساق وحساب قيمتها.

تتحرك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ خلال زمن $\Delta t$ تقطع مسافة:

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

يتغير السطح بمقدار:

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

يتغير التدفق بمقدار:

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

يتولد قوة محركة كهربائية متحرضه قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = B \ L \ v$$

وبما أن الدارة مفتوحة فإن فرق الكمون بين طرفي الساق يساوي القوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

$$U = \varepsilon = B \ L \ v$$

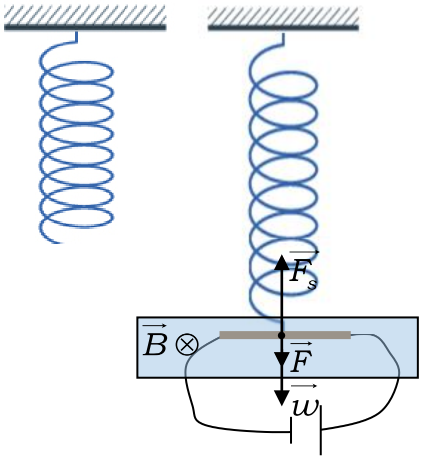
$$v = \frac{U}{B \ L} = \frac{0.4}{0.5 \times 80 \times 10^{-2}} = 1 \text{m.s}^{-1}$$

2)

A. القوى الخارجة المؤثرة: $\overrightarrow{F_S}$ : قوة توتر النابض.

$\overrightarrow{F}$ : القوة الكهرطيسية.

$\overrightarrow{W}$: ثقل الساق.




B. استنتاج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق وحساب قيمتها.

بما أن الساق متوازنة:

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

$$\overrightarrow{W} + \overrightarrow{F_S} + \overrightarrow{F} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$W + F - F_S = 0$$

$$m \ g = F_S - F$$

$$m = \frac{K \ x_o - I \ L \ B \ Sin \frac{\pi}{2}}{g}$$

$$m = \frac{100 \times 20 \times 10^{-2} - 20 \times 80 \times 10^{-2} \times 0.5 \times 1}{10}$$

$$m = 2 - 0.8 = 1.2 \text{ Kg}$$

المسألة (22):

ملف دائري نصف قطره الوسطي $4\,\text{cm}$ مؤلف من $600$ لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول معلق من الأعلى بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي منتظم أفقي خطوطه ناظميه على مستوي الملف شدته $0.04\ \text{T}$ نصل طرفي سلك الملف بمقياس غلفاني . المطلوب:

1) ندير الملف بدءاً من وضع توازنه بزاوية $\frac{\pi}{2}\ \text{rad}$ خلال $0.2\ \text{S}$ احسب شدة التيار المتحرض المتولد في الملف حيث المقاومة الكلية للدارة $5\Omega$ .

2) نستبدل سلك التعليق السابق بمحور دوران شاقولي ثم ندير الملف بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi}\text{Hz}$ المطلوب:

A. استنتج بالرموز العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية ثم اكتب التابع الزمني لكل من هذه القوة والتيار المتحرض المتناوب الجيبي.

B. احسب طول سلك الملف.

**الحل:**

1)حساب شدة التيار المتحرض المتولد في الملف.

$$i=\frac{\varepsilon}{R}=-\frac{\Delta\Phi}{R\,\Delta t}$$
$$i=-\frac{NBs\,(\cos\alpha_2-\cos\alpha_1)}{R\,\Delta t}$$
$$i=-\frac{600\times0.04\times16\pi\times10^{-4}\,(-1)}{5\times0.2}$$
$$i=12\times10^{-2}\,\text{A}$$

A- استنتاج العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية ثم اكتب التابع الزمني لكل من هذه القوة والتيار المتحرض المتناوب الجيبي.

بفرض أنّه في لحظةٍ ما أثناء الدوران كان الناظم على مستوي الإطار يصنع مع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ زاوية قدرها $\alpha$ فيكون التدفق المغناطيسي $\Phi$ الذي يجتاز الإطار وهو في هذه الحالة:

$$\Phi=N\ S\ B\,Cos\,\alpha$$

إذا كانت السرعة الزاوية لدوران الإطار $\omega$ ثابتة فأنّ الزاوية $\alpha$ التي يدورها الملف في زمن قدره $t$ :

$$\alpha=\omega\ t$$

نعوض في علاقة التدفق المغناطيسي:

$$\Phi=N\ S\ B\,Cos\,\omega\,t$$

فتتولّد قوة محركة كهربائية متحرضه $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\bar{\varepsilon} = N\ S\ B\ \omega\ Sin\omega\, t$$

تكون $\varepsilon$ عظمى عندما:

$$Sin\omega\ t = 1$$

نعوض:

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

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max}\ Sin\omega\, t$$

نحدد قيم الثوابت: $\omega = 2\pi f\ = 4\text{rad.s}^{-1}$

$$\varepsilon_{\max} = N\ S\ B\ \omega = 600 \times 16\pi \times 10^{-4} \times 0.04 \times 4$$
$$\varepsilon_{\max} = 48 \times 10^{-2}\,\text{v}$$

نعوض قيم الثوابت: $\bar{\varepsilon} = 48 \times 10^{-2}\sin 4t$

$$\bar{i} = \frac{\varepsilon}{R}$$
$$\bar{i} = \frac{48 \times 10^{-2}\sin 4t}{5}$$
$$\bar{i} = 96 \times 10^{-3}\sin 4t$$

B–حسا ب طول سلك الملف.

$$l' = 2\pi r N\ = 2\pi \times 4 \times 10^{-2} \times 600$$
$$l' = 150\text{m}$$

المسألة (23):

يغذي تيار متناوب جيبي يعطى توتره اللحظي بالعلاقة $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ الجهازين الآتين المربوطين فيما بينهما على التفرع:

جهاز تسخين كهربائي ذاتيته مهملة يرفع درجة حرارة $1kg$ من الماء من الدرجة $0C^\circ$ الى الدرجة $72C^\circ$

محرك استطاعته $600Watt$ وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيار متأخر بالطور عن التوتر. B

المطلوب:

1)احسب الشدة المنتجة للتيار في كل من الفرعين واكتب تابع الشدة اللحظية في كل منهما.
2)احسب الشدة المنتجة الكلية باستخدام انشاء فرنيل واحسب عامل واحسب عامل استطاعة الدارة.

3)احسب سعة المكثفة التي إذا ضمت أيضاً على التفرع في الدارة جعلت الشدة الكلية متفقة بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الأجهزة جميعا واحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الاصلية عندئذ.

4)نستعمل التوتر السابق لتغذية دارة تتألف من فرعين يحوي احداهما المكثفة السابقة ويحوي الاخر وشيعة مهملة المقاومة احسب ردية الوشيعة التي تنعدم من اجلها شدة التيار في الدارة الاصلية باستخدام انشاء فرنيل.

الحل:

$$u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

$$U_{eff} = 120V \qquad \omega = 100\pi rad.s^{-1}$$

$$m = 1kg$$

$$\Delta t = 72c^{o}$$

$$\Delta t' = 420s$$

$$P_{avg} = 600wat \qquad \cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$$

1)حساب $I_{eff_1}$: بما ان مردود التسخين $100\%$ فان:

$$Q = E$$

$$mC_0\Delta t = P_{avg}\Delta t'$$

$$mC_0\Delta t = U_{eff}.I_{eff}\,\varphi_1\Delta t'$$

لكن $\varphi_1 = 0 \Rightarrow \cos\varphi_1 = 1$ نعوض:

$$I_{eff} = \frac{mC_0\Delta t}{U_{eff}\,\Delta t'}$$

$$= \frac{1\times 4200\times 72}{120\times 420} = 6A$$

$$P_{avg} = U_{eff}\,I_{eff}\,\cos\varphi_2 \Rightarrow$$

$$I_{eff\,2} = \frac{P_{avg}}{U_{eff}\,\cos\varphi_2} = \frac{600}{120\times\frac{1}{2}} = 10A$$

$$i_1 = I_{\max}\cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$I_{\max 1} = I_{eff}$$

$$\boldsymbol{i_1 = 6\sqrt{2}\cos(100\pi\, t + 0)}$$

$$\boldsymbol{i_1 = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t)}$$

$$\boldsymbol{i_2 = I_{\max}\cos(\omega t + \varphi_2)}$$

$$\boldsymbol{I_{\max} = I_{eff}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}\,A}$$

i

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

$$\boldsymbol{\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \pm\frac{\pi}{3}rad}$$

$$\boldsymbol{\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}}$$

$$\boldsymbol{i_2 = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})}$$

$$\overrightarrow{I_{eff}}=\overrightarrow{I_{eff_1}}+\overrightarrow{I_{eff_2}}$$

2) $$\overrightarrow{I_{eff_1}}\left|\begin{array}{l} I_{eff}=6A \\ \varphi_1=0 \end{array}\right.$$

$$\overrightarrow{I_{eff_2}}\left|\begin{array}{l} I_{eff}=10A \\ \cos\varphi_2=\frac{1}{2}\Rightarrow\varphi_2=-\frac{\pi}{3}rad \end{array}\right.$$

لان التيار متأخر بالطور عن التوتر.

نربع طرفي العلاقة الشعاعية فنجد:

$$I_{eff}^2=I_{eff_1}^2+I_{eff_2}^2+2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\varphi_2-\varphi_1)$$

$$=36+100+2(6)(10)(\frac{1}{2})=196$$

$$I_{eff}=14A$$

حساب $\cos\varphi$

$$\cos\varphi=\frac{I_{eff_1}+I'_{eff}}{I_{eff}}=\frac{I_{eff_1}+I_{eff_2}\cos\varphi_2}{I_{eff}}=\frac{6+5}{14}=\frac{11}{14}$$

$$P_{avg}=P_{avg_1}+P_{avg_2}=U_{eff}I_{eff\,1}\cos\varphi_1+P_{avg_2}$$

$$=120\times 6\times 1+P_{avg_2}$$

$$=720+600=1320wat$$

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

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

$$\overrightarrow{I_{eff}}=\overrightarrow{I_{eff_1}}+\overrightarrow{I_{eff_2}}+\overrightarrow{I_{eff_3}}$$

$$\overrightarrow{I_{eff_3}}\left|\begin{array}{l} \varphi_3=+\frac{\pi}{2}rad \\ I_{eff}=\frac{U_{eff}}{X_c} \end{array}\right.=\omega c U_{eff}$$

$$I_{eff_3}=I_{eff_2}\sin\varphi_2=10\times\frac{\sqrt{3}}{2}=5\sqrt{3}A$$

$$C=\frac{I_{eff_3}}{\omega U_{eff}}=\frac{5\sqrt{3}}{100\pi\times 120}=\frac{\sqrt{3}}{2400\pi}F$$

$$I_{eff}=I_{eff_1}+I'_{eff}=I_{eff_1}+I_{eff_2}\cos\varphi_2$$

$$=6+10(\frac{1}{2})=11A$$

4) بما ان الدارة خانقة للتيار.

$$I_{eff_1} = I_{eff_2}$$

$$\frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{U_{eff}}{X_L}$$

$$X_L = X_C$$

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

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

$$L = \frac{1}{(100\pi)^2 \times \frac{\sqrt{3}}{2400\pi}}$$

$$L = \frac{2400\pi}{(100\pi)^2\sqrt{3}} = 2\frac{\sqrt{3}}{25\pi}H$$

المسألة (24):

مأخذ تيار متناوب جيبي بين طرفيه توتر منتج $100V$ نصله لدارة تحوي على فرعين الأول مقاومة ومكثفة فيمر تيار شدته المنتجة $I_{eff_1}$ متقدم بالطور $\frac{\pi}{3}rad$ عن التيار الأصلي ويحوي الفرع الثاني وشيعة يمر فيها تيار شدته المنتجة $I_{eff_2}$ متأخر بالطور $\frac{\pi}{6}rad$ عن التيار الأصلي ويمر في الدارة الاصلية تيار تابع شدته اللحظية $i = 20\cos 100\pi t$ محققا توافقا في الطور مع التوتر المطبق والمطلوب:

1)استنتج قيمة كل من $I_{eff_1}, I_{eff_2}$ باستخدام انشاء فرينل.

2)اذا كانت قيمة المقاومة في الفرع الأول $10\Omega$ احسب ممانعة هذه الفرع واتساعية المكثفة فيه.

3)اذا كانت ردية الوشيعة في الفرع الثاني $\frac{10}{\sqrt{3}}\Omega$ احسب مقاومة الوشيعة.

الحل:

$$U_{eff} = 100V$$

الفرع الأول: $I_{eff_1} = ?$ $\qquad \varphi_1 = +\frac{\pi}{3}rad$

الفرع الثاني: $I_{eff_2} = ?$ $\qquad \varphi_2 = -\frac{\pi}{6}rad$

$$i = 20\cos 100\pi t$$

$$I_{\max} = 20A \Rightarrow I_{eff} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\,A$$

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

(1 $\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$

$$I_{eff} = I_{eff} \cos\varphi_1 = 10\sqrt{2} \times \frac{1}{2} = 5\sqrt{2}A$$

$$I_{eff_2} = I_{eff} \sin\varphi_1 = 10\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{6}A$$

$R = 10\Omega \qquad X_C = ? \qquad Z_1 = ?$

(2

$$Z_1 = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{100}{5\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\Omega$$

$$z_1 = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$X_C = \sqrt{Z_1^2 - R^2} = \sqrt{200 - 100} = 10\Omega$$

(3

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{100}{5\sqrt{6}} = \frac{10\sqrt{6}}{3}\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

$$r = \sqrt{Z_2^2 + X_L^2} = \sqrt{\frac{100 \times 6}{9} - \frac{100}{3}}$$

$$r = \sqrt{\frac{300}{9}} = \frac{10\sqrt{3}}{3}\Omega$$

المسألة (25):

1 -

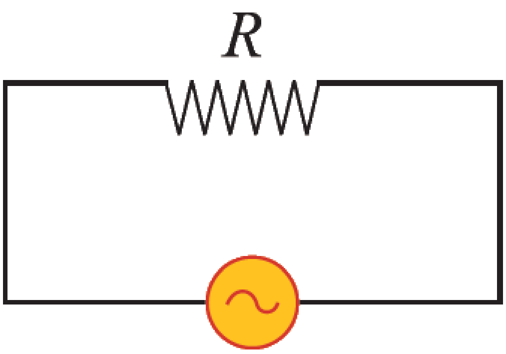
$$U_{max} = 100\sqrt{2}$$

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = 100 Volt$$

$$\left.\begin{array}{l}\omega = 100\pi \\ \omega = 2\pi f\end{array}\right) \Rightarrow f = 50Hz$$

-2




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

$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{100}{50}$$

$$I_{eff_1} = 2A$$

$$I_{max_1} = I_{eff_1}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}A \qquad \varphi_1 = 0rad$$

$$\overline{i_1} = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t \qquad (1)$$

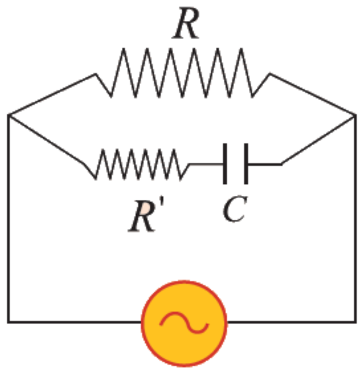
-3

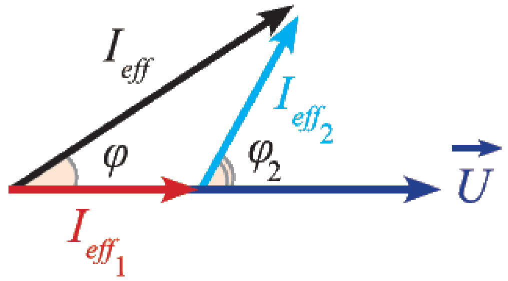
$$i_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff}\sqrt{2} = \sqrt{2}\sqrt{2} = 2A$$

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{100}{\sqrt{2}}$$

$$Z_2 = 50\sqrt{2}A$$



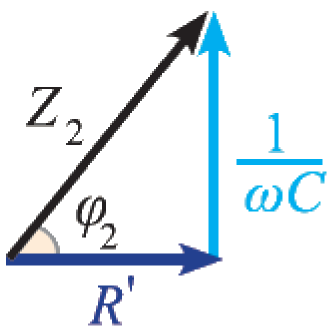




$$\cos\varphi_2 = \frac{R}{Z_2} = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{4}\text{rad}$$

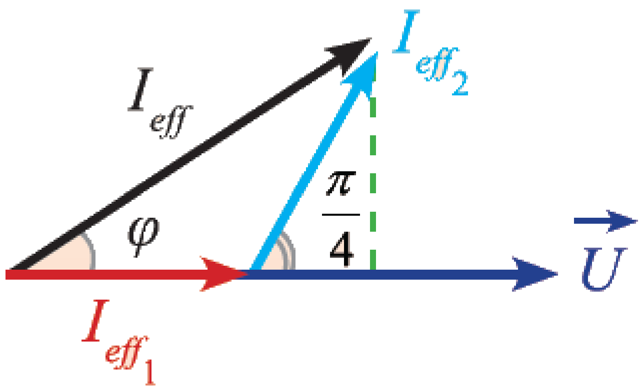
$$\bar{i_2} = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$$

حساب سعة المكثفة C.




$$Z = \sqrt{R^2 + X_c} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$50\sqrt{2} = \sqrt{(50)^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$




$$2500 \times 2 = 2500 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2$$

$$\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 = 2500$$

$$\frac{1}{\omega C} = 50$$

$$C = \frac{1}{50\omega} = \frac{1}{50 \times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{5\pi} \times 10^{-3} F$$

-4

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$$

$$\overrightarrow{I_{eff_1}} \left| \begin{array}{l} I_{eff_1} = 2A \\ \varphi_1 = 0 rad \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{I_{eff_2}} \left| \begin{array}{l} I_{eff_2} = \sqrt{2} A \\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{4} rad \end{array} \right.$$

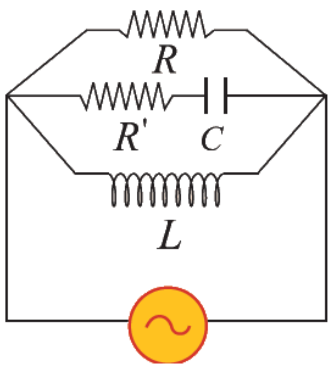
$$I_{eff}^2 = \left(I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos\frac{\pi}{4}\right)^2 + \left(I_{eff_2} \sin\frac{\pi}{4}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = \left(2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = (2+1)^2 + (1)^2 = 9 + 1 = 10$$

$$I_{eff} = \sqrt{10} A$$

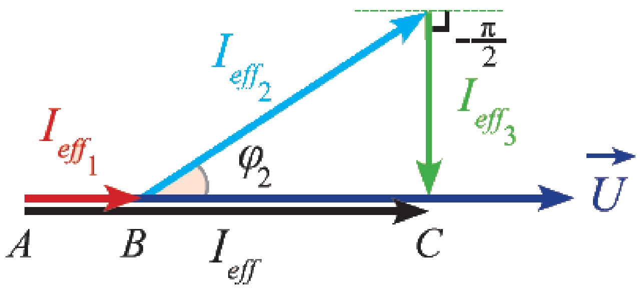
-5




$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin\frac{\pi}{4}$$

$$\varphi_3 = -\frac{\pi}{2} rad$$

$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin\frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$




$$I_{eff_3} = 1A$$

$$X_L = \omega L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}}$$

$$X_L = \frac{100}{1} = 100\Omega$$

$$\omega L = 100$$

$$L = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}H$$

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}} + \overrightarrow{I_{eff_3}}$$

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2}\cos\frac{\pi}{4}$$

$$I_{eff} = 2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = 3A$$

## المسألة (26)

-1

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

$$I_{max} = 3\sqrt{2}$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = 3A$$

$$\left.\begin{array}{l}\omega = 2\pi f \\ \omega = 100\pi\end{array}\right) \Rightarrow f = 50Hz$$

-2

$$Z_2 = \sqrt{R'^2 + (\omega L)^2}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{R'}{Z_2}$$

$$\left.\begin{array}{l}Z_2 = \frac{R'}{0.8} \\ Z_2 = \sqrt{R'^2 + (30)^2}\end{array}\right) \Rightarrow \frac{R'^2}{(0.8)^2} = R'^2 + 900$$

$$R' = 40\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R'^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{(40)^2 + (30)^2}$$

$$Z_2 = 50\Omega$$

أو : $Z_2 = \frac{R'}{0.8} = \frac{40}{0.8} = 50\Omega$

-3

$$U_{eff_R} = \frac{1}{2} U_{eff_L}$$

$$RI_{eff} = \frac{1}{2} Z_2 I_{eff}$$

$$R = \frac{1}{2} Z_2 = \frac{1}{2} \times 50$$
$$R = 25\Omega$$

$$U_{eff_L} = Z_2 I_{eff} = 50 \times 3$$
$$U_{eff_L} = 150 Volt$$
$$U_{eff_R} = \frac{1}{2} U_{eff_L}$$
$$U_{eff_R} = 75 Volt$$
$$U_{eff_R} = IR \Rightarrow R = \frac{75}{3}$$
$$R = 25\Omega$$

في المقاومة $\cos\varphi_1 = 1$

$$P_{avg} = U_{eff_R} I_{eff} \cos\varphi_1$$
$$P_{avg} = 75 \times 3 \times 1$$
$$P_{avg} = 225W$$

طريقة ثانية :

$$P_{\alpha g} = R' I_{cff}^2$$
$$P_{\alpha g} = 25 \times (3)^2$$
$$P_{\alpha g} = 225W$$

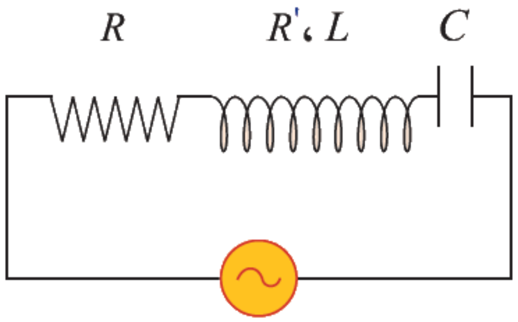
$$P_{(avg)} = P_{(avg)R} + P_{(avg)L}$$

$$P_{avg} = I_{eff} U_{eff_R} \cos\varphi_1 + I_{eff} U_{eff_L} \cos\varphi_2$$
$$P_{avg} = 3 \times 75 \times 1 + 3 \times 150 \times 0.8$$
$$P_{arg} = 225 + 360$$
$$P_{avg} = 585W$$

أو :

$$P_{avg} = RI_{avg}^2 + I_{eff} U_{eff_L} \cos\varphi_2$$
$$P_{avg} = 25(3)^2 + 360$$
$$P_{avg} = 585W$$

-4




$$I_{eff} = I'_{eff}$$
$$z = Z'$$
$$\sqrt{\left(R+R'\right)^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{\left(R+R'\right)^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$\left(R+R'\right)^2 + (\omega L)^2 = \left(R+R'\right)^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$
$$\pm\omega L = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$
$$+\omega L = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

إما : $\frac{1}{\omega C} = 0$

مرفوض $\Rightarrow C \to \infty$

أو : $-\omega L = \omega L - \frac{1}{\omega C}$

$$\frac{1}{\omega C} = 2\omega L \Rightarrow$$
$$C = \frac{1}{2\omega L \times \omega} = \frac{1}{2 \times 30 \times 100\pi}$$
$$C = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} F$$

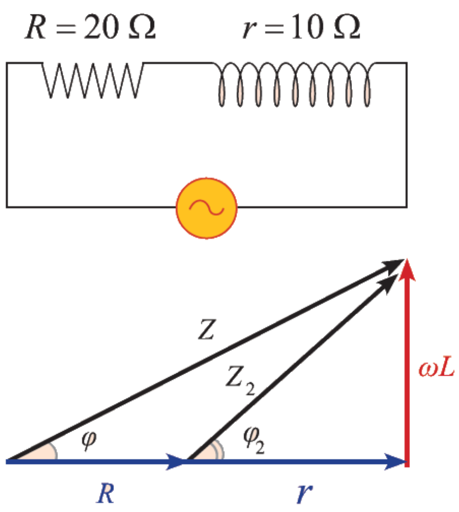
-5

$$\omega L = \frac{1}{\omega C_{eq}}$$
$$C_{eq} = \frac{1}{\omega L \omega} = \frac{1}{30 \times 100\pi}$$
$$C_{eq} = \frac{1}{3\pi} \times 10^{-3} F$$
$$C_{eq} > C$$

$$C_{eq} = C + C'$$
$$C' = C_{eq} - C$$
$$C' = \frac{10^{-3}}{3\pi} - \frac{10^{-3}}{6\pi}$$
$$C' = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} F$$

المسألة (27)

-1




$$X_L = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2} = 20\Omega$$
$$(20)^2 = (10)^2 + (\omega L)^2$$
$$(\omega L)^2 = 400 - 100 = 300$$
$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + (\omega L)^2}$$
$$Z = \sqrt{(20 + 10)^2 + 300}$$
$$Z = \sqrt{9 \times 3 \times 100} = 20\sqrt{3}\Omega$$
$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{40\sqrt{3}}{20\sqrt{3}}$$
$$I_{eff} = 2A$$

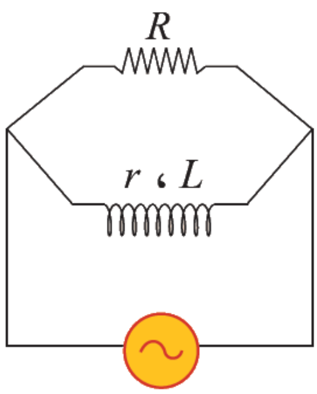
-2

$$P_{avg} = P_{avg1} + P_{avg2}$$
$$P_{avg} = RI_{eff}^2 + rI_{eff}^2$$
$$P_{avg} = 20(2)^2 + 10(2)^2$$
$$P_{avg} = 80 + 40 = 120W$$
$$\cos\varphi = \frac{P_{axg}}{U_{eff} I_{eff}}$$
$$\cos\varphi = \frac{120}{40\sqrt{3} \times 2} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$
$$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$\varphi = \frac{\pi}{6} rad$$

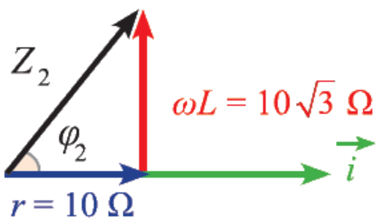
-3

$$E = P_1 \cdot t = RI_{eff}^2 t$$
$$E = 80 \times 10 \times 60$$
$$E = 48 \times 10^3 J$$
$$U_{eff_R} = I_{eff} R$$
$$U_{eff_R} = 2 \times 20 = 40 Volt$$
$$U_{max_R} = U_{eff_R} \sqrt{2} = 40\sqrt{2} Volt$$
$$\varphi = 0$$
$$\overline{u_R} = U_{max} \cos(\omega t + \varphi)$$
$$\omega = 2\pi f = 100\pi rads^{-1}$$
$$\overline{u_R} = 40\sqrt{2} \cos 100\pi t$$

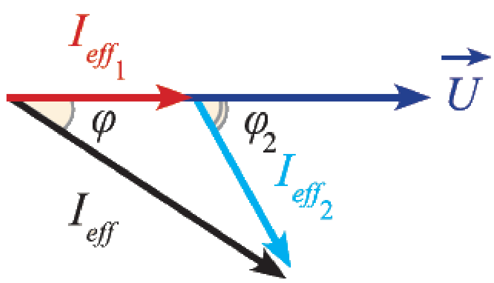
-1 (B




$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$$
$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$$
$$I_{eff_1} = 2\sqrt{3} A$$
$$I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{Z_2} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$$
$$I_{eff_2} = 2\sqrt{3} A$$
$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$




على التفرع تؤخر الوشيعة $\varphi_2 = -\frac{\pi}{3} rad$




$$I_{eff}^2 = \left(I_{eff_1} + I_{eff_2}\cos\frac{\pi}{3}\right)^2 + \left(I_{eff_2}\sin\frac{\pi}{3}\right)^2$$
$$I_{eff}^2 = \left(2\sqrt{3} + 2\sqrt{3} \times \frac{1}{2}\right)^2 + \left(2\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = (3\sqrt{3})^2 + (3)^2$$
$$I_{eff}^2 = 27 + 9 = 36$$
$$I_{eff} = \sqrt{36} = 6A$$

-2

$$P_{axg} = P_{ag_1} + P_{ag_2}$$
$$P_{arg} = RI_{eff_1}^2 + U_{eff} I_{eff_2} \cos\varphi_2$$
$$P_{avg} = 20 \times (2\sqrt{3})^2 + 40\sqrt{3}(2\sqrt{3}) \times \frac{1}{2}$$
$$P_{avg} = 240 + 120 = 360W$$

أو $P_{avg} = RI_{eff_1}^2 + rI_{eff_2}^2$

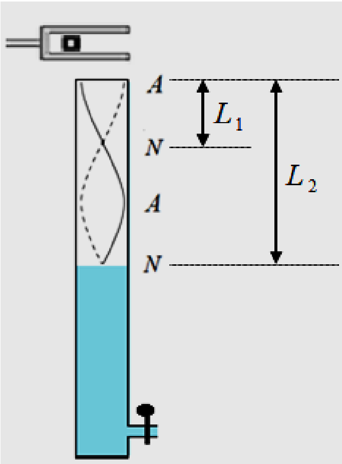
حيث تصرف الاستطاعة حرارياً بفعل جول:

$$P_{avg} = 20 \times (2\sqrt{3})^2 + 10 \times (2\sqrt{3})^2$$
$$P_{avg} = 240 + 120 = 360W$$

حساب عامل الاستطاعة:

$$\cos\varphi = \frac{360}{40\sqrt{3} \times 6} = \frac{360\sqrt{3}}{40 \times 3 \times 6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

## المسألة (28) :




$$\Delta L = L_2 - L_1 = 0.49 - 0.17 = 0.32\ m$$
$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4}$$
$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$
$$0.32 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.64\ m$$
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.64} \approx 531.25\ Hz$$

## المسألة (29) :

1- $$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} = 3\ m$$

البعد بين بطنين متتاليين $\frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1.5\ m$

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

$3 = n\,1.5 \Rightarrow n = 2$ المدروج الثاني

2- $$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{330}{v_2} = \frac{\sqrt{0+273}}{\sqrt{819+273}} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_2 = 660\ m.s^{-1}$$

3- $$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

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

$$L = (3)\frac{330}{4\times110} = \frac{9}{4} = 2.25\ m$$

## المسألة (30) :

1- $$L = k\frac{\lambda}{2}$$

$1 = k\frac{0.4}{2} \Rightarrow k = 5$ مغازل

2- $$Y_{\max/n} = 2Y_{\max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right|$$

$Y_{\max/n_1} = 2\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.2\right| = 0$ النقطة $n_1$ عقدة اهتزاز

$$Y_{\max/n_2} = 2\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.3\right|$$

النقطة $n_2$ بطن اهتزاز $Y_{\max/n_2} = 2\times10^{-2}\ m$

3- $\mu = \frac{m}{L} = \frac{10\times10^{-3}}{1} = 10^{-2}\ kg.m^{-1}$

$$f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$50 = \frac{5}{2\times1}\sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 4\ N$$

$$v = \lambda f = 0.4\times50 = 20\ m.s^{-1}$$

4- $f = \frac{k'}{2L}\sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}$

$$50 = \frac{2}{2\times1}\sqrt{\frac{F'_T}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 25\ N$$

$$L = k'\frac{\lambda'}{2}$$

$$1 = 2\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow \lambda' = 1\ m$$

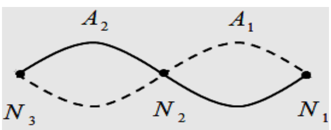
**أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:** $x = k\frac{\lambda}{2}$

$$x = k\frac{1}{2}$$

العقدة الأولى $N_1$: $k = 0 \Rightarrow x_1 = 0\ m$

العقدة الثانية $N_2$: $k = 1 \Rightarrow x_2 = 1\times\frac{1}{2} = 0.5\ m$

العقدة الثالثة $N_3$: $k = 2 \Rightarrow x_3 = 2\times\frac{1}{2} = 1\ m$



**أبعاد بطون الاهتزاز**

**عن النهاية المقيدة:** $x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$

$$x = (2k+1)\frac{1}{4}$$

البطن الأول$A_1$: $k = 0 \Rightarrow \quad x_1 = 1 \times \frac{1}{4} = 0.25\ m$

البطن الثاني$A_2$: $k = 1 \Rightarrow \quad x_2 = 3 \times \frac{1}{4} = 0.75\ m$

5– $\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{1}{2}m}{\frac{1}{2}L} = \frac{m}{L} = \mu$

**النتيجة:** لا تتغير الكتلة الخطية بتغير طول الوتر

**المسألة (31) :**

-1 $L = k\frac{\lambda}{2}$

$$1.5 = 3\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 1m$$

2– $\mu = \frac{m}{L} = \frac{15\times10^{-3}}{1.5} = 10^{-2}\ kg.m^{-1}$

3– $v = \lambda f = 1\times100 = 100\ m.s^{-1}$

4– $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

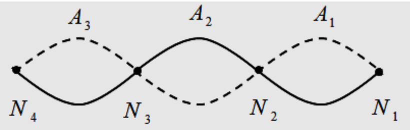
$$100 = \sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 100\ N$$

5– **أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:**

$$x = k\,\frac{\lambda}{2}$$

$$x = k\,\frac{1}{2}$$




العقدة الأولى $N_1$: $k = 0 \Rightarrow \quad X_1 = 0\,m$

العقدة الثانية $N_2$: $k = 1 \Rightarrow \quad x_2 = 1 \times \frac{1}{2} = 0.5\,m$

العقدة الثالثة $N_3$: $k = 2 \Rightarrow \quad x_3 = 2 \times \frac{1}{2} = 1\,m$

العقدة الرابعة $N_4$:

$k = 3 \Rightarrow \quad x_4 = 3 \times \frac{1}{2} = 1.5\,m$

**<u>أبعاد بطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة:</u>** $\quad x = (2k+1)\,\frac{\lambda}{4}$

$$x = (2k+1)\,\frac{1}{4}$$

البطن الأول $A_1$: $k = 0 \Rightarrow \quad x_1 = 1 \times \frac{1}{4} = 0.25\,m$

البطن الثاني $A_2$: $k = 1 \Rightarrow \quad x_2 = 3 \times \frac{1}{4} = 0.75\,m$

البطن الثالث $A_3$: $k = 2 \Rightarrow \quad x_2 = 5 \times \frac{1}{4} = 1.25\,m$

## <u>المسألة (32) :</u>

-1 $\quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0.34\,m$

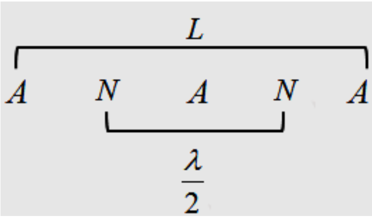
$$\frac{L}{\lambda} = \frac{3.4}{0.34} = 10$$

( المدروج الأساسي $n = 1$ ) $\quad A \quad N \quad A \quad$ $-2$ تكونت عقدة واحدة في منتصف المزمار

$$L = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2L} = 1\times\frac{340}{2\times 3.4} = 50\ Hz$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{340} = \frac{\sqrt{0+273}}{\sqrt{t_2+273}} \Rightarrow t_2 = 15\ ^\circ C$$ -3

## المسألة (33):




-1 مزمار ذو فم نهايته مفتوحة ( المزمار متشابه الطرفين )

البعد بين عقدتين متتاليتين $\frac{\lambda}{2}$

$$\frac{\lambda}{2} = 0.5 \Rightarrow \lambda = 2\times 0,5 = 1\ m$$

$$L = n\frac{\lambda}{2} = 2\times 0.5 = 1\ m$$ -2

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{v_2} = \frac{\sqrt{0+273}}{\sqrt{15+273}} \Rightarrow v_2 = 340\ m.s^{-1}$$

-3

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1} = 340\ Hz$$

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f} = 1\times\frac{340}{4\times 340} = \frac{1}{4} = 0.25\ m$$ - 4

## المسألة (34):

-1 عدد أطوال الموجة $= \frac{L}{\lambda} = \frac{Lf}{v} = \frac{3.32\times 1024}{340} = 10$

-2 عدد أطوال الموجة الجديد $= \frac{L}{\lambda'} = \frac{Lf}{v'} = \frac{3.32\times 1024}{v'} = 5 \Rightarrow v' \approx 680\ m.s^{-1}$

$$\frac{v}{v'} = \frac{\sqrt{T}}{\sqrt{T'}} \Rightarrow \frac{340}{680} = \frac{\sqrt{15+273}}{\sqrt{t'+273}} \Rightarrow t' = 879\ ^\circ C$$

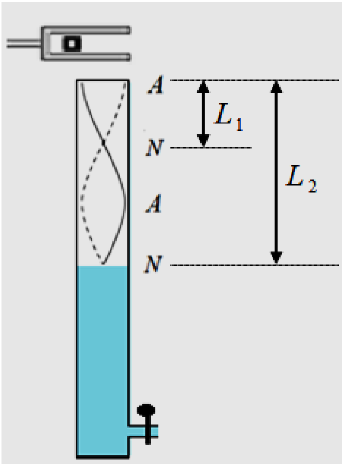
-3 $$L = n\frac{\lambda}{2}$$

$n = 1$

$$L = \frac{v}{2f'}$$

$$f' = \frac{v}{2L} = \frac{340}{2\times 3.32} = 51.2\ Hz$$

**المسألة (35):**




$$\Delta L = L_2 - L_1 = 65.3 - 21 = 44.3 cm = 0.443\ m$$

$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4}$$

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

$$0.443 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.886\ m$$

$$v = \lambda f = 0.886\times 392 = 347.3 m.s^{-1}$$

سرعة انتشار الصوت في الدرجة $20\ ^{\circ}C$ تساوي $340\ m.s^{-1}$

سرعة انتشار الصوت في درجة حرارة عمود الهواء تساوي $347.312\ m.s^{-1}$ وهي أكبر من $340\ m.s^{-1}$

نستنتج أن درجة حرارة عمود الهواء أكبر من درجة حرارة الغرفة.

**المسألة (36):**

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

$-1$

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

$$L = (2\times 1 - 1)\frac{324}{4\times 162}$$

$$L = 0.5\ m$$

$-2$

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \frac{\sqrt{D_{O_2}}}{\sqrt{D_{H_2}}} = \frac{\sqrt{\frac{M_{O_2}}{29}}}{\sqrt{\frac{M_{H_2}}{29}}} = \frac{\sqrt{\frac{32}{29}}}{\sqrt{\frac{2}{29}}} = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{2}} = \frac{4}{1}$$

$$v_{H_2} = 4 v_{O_2}$$

$$v_{H_2} = 4\times 324 = 1296\ m.s^{-1}$$

$$f' = (2n-1)\frac{v_{H_2}}{4L} = (1)\frac{1296}{4\times 0.5} = 648\ Hz$$

**المسألة (37) :**

1- نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : عند مقابل المهبط

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

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$E_{K_2} = eU = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{4} = 12.8\times10^{-15}\,J$$

-2

$$E_{K_2} = \frac{1}{2}mv^{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{K_2}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(12.8\times10^{-15})}{9.1\times10^{-31}}}$$

$$v = \sqrt{2.8}\times10^{8}\,\mathrm{m.s^{-1}}$$

.-3

$$E = E_k$$

$$h f_{\max} = eU$$

$$h\frac{c}{\lambda_{\min}} = eU$$

$$\lambda_{\min} = \frac{h\,c}{e\,U}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times8\times10^{4}} = 1.55\times10^{-11}\,\mathrm{m}$$

**المسألة (38):**

-1

$$E_S = hf_s = h\,\frac{c}{\lambda_s}$$

$$\lambda_s = \frac{hc}{E_S} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{33\times10^{-20}} = 6\times10^{-7}\,\mathrm{m}$$

-2

$$E_K = E - E_S = hf - E_S = h\,\frac{c}{\lambda} - E_S$$

$$E_K = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{0.5\times10^{-6}} - 33\times10^{-20}$$

$$E_K = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20} = 6.6\times10^{-20}\,\mathrm{J}$$

**المسألة (39):**

نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول: عند اللبوس السالب

الوضع الثاني: عند اللبوس الموجب

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

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times720}{9.1\times10^{-31}}} = \sqrt{253.19}\times10^{6} m.s^{-1}$$

**المسألة (40):**

-1
$$E = \frac{U}{d} = \frac{900}{2\times10^{-2}} = 45\times10^{3}\,\mathrm{v.m^{-1}}$$

-2
$$F = eE = 1.6\times10^{-19}\times45\times10^{3} = 72\times10^{-16} N$$

-3

القوى الخارجية المؤثرة على الالكترون:

القوة الكهربائية $\vec{F}$

باهمال ثقل الالكترون

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك: $\sum\vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{F} = e\vec{E} = m\vec{a}$$

باعتبار:

مبدأ الفواصل نقطة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

مبدأ الزمن لحظة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

بالإسقاط على محورين متعامدين $\overrightarrow{x'x}$ أفقي و $\overrightarrow{y'y}$ شاقولي موجه نحو الأعلى

$$\overrightarrow{ox}\begin{cases} v_{ox} = v_o = v \\ F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = const \end{cases}$$

إن حركة المسقط على $\overrightarrow{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة

$$x = v_x t + x_o$$

لكن $x_o = 0$

$$x = vt \qquad (1)$$

$$\overrightarrow{oy}\begin{cases} v_{o_y} = 0 \\ F_y = F \Rightarrow m\ a_y = e\dfrac{U}{d} \\ a_y = \dfrac{eU}{m\ d} = const \end{cases}$$

هي حركة مستقيمة متسارعة بانتظام: $\overrightarrow{y'y}$ حركة المسقط على

$$y = \frac{1}{z}a_y + t^2 + v_{oy}t + y_o$$

$$y_o = 0$$

$$y = \frac{eU}{2m\,d}t^2$$

استنتاج معادلة حامل المسار:

من (1): $t = \dfrac{x}{v}$

$$y = \frac{eU}{2m\,dv^2}x^2$$

$$y = \frac{1.6\times10^{-19}\times900}{2\times9.1\times10^{-31}\times2\times10^{-2}(4\times10^7)^2}x^2$$

$$y = 2.47x^2$$

-4

$$F_1 = F_2$$
$$e\,E = e\,vB$$
$$B = \frac{E}{v} = \frac{45\times10^3}{4\times10^7} = 11.25\times10^{-4}T$$

**<u>المسألة (41):</u>**

-1

$$E_S = hf_s = h\frac{c}{\lambda_s}$$

$$E = 6.6\times10^{-34}\frac{3\times10^8}{6600\times10^{-10}}$$

$$E = 3\times10^{-19}\,\mathrm{J}$$

ولحساب كمية حركة الفوتون الوارد: $P = \dfrac{h}{\lambda} = \dfrac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}} = 0.15\times10^{-26}kg.m.s^{-1}$

-2

$$E_K = hf - E_S$$

$$E_K = h\frac{c}{\lambda} - E_S$$

$$E_K = 6.6\times10^{-34}\,\frac{3\times10^{8}}{4400\times10^{-10}} - 3\times10^{-19} = 1.5\times10^{-19}\,\text{J}$$

3- - نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : قُبيل المصعد

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

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{K_1} = e(-U_0)$$

$$U_0 = \frac{E_{K_1}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.9375\,\text{V}$$

**المسألة (42):**

-1

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{f_{\max}}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{3\times10^{8}}{3\times10^{18}} = 10^{-8}\,\text{m}$$

2- نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : عند مقابل المهبط

$$\Delta E_K = \sum W_{\vec{F}}$$
$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$
$$E_{K_2} - 0 = eU$$
$$E_{K_2} = eU$$
$$hf_{\max} = eU$$
$$U = \frac{hf_{\max}}{e}$$
$$U = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{1.6\times10^{-19}} = 12375 \text{ V}$$

-3

$$E_{K_2} = \frac{1}{2}mv^2$$
$$v = \sqrt{\frac{2E_{K_2}}{m}}$$
$$v = \sqrt{\frac{2hf_{\max}}{m}}$$
$$v = \sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{9.1\times10^{-31}}}$$
$$v = \sqrt{0.435}\times10^{8}\,\text{m.s}^{-1}$$

**المسألة (43):**

$$\Delta E = \Delta m\, c^2$$

الطاقة التي تقدمها الشمس خلال دقيقة :
$$\Delta E = 4.22\times10^{11}\times60(3\times10^{8})^2 \approx 22.8\times10^{29}\,\text{J}$$

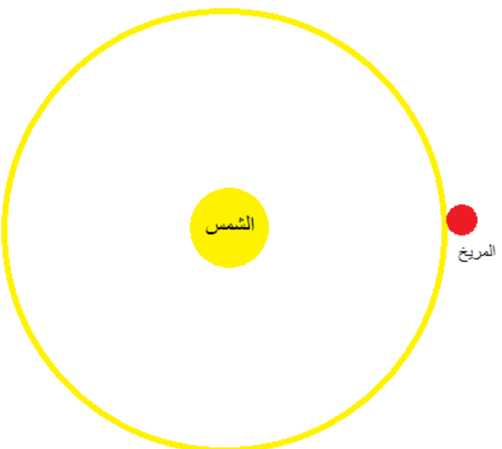
وهي الطاقة المقدمة لسطح كرة وهميّة مركزها الشمس تمس سطح المريخ، نصف قطرها $1.52AU$ أي:

$$r = 1.52\times150\times10^{9} = 22.8\times10^{10}\,\text{m}$$

فتكون مساحة هذه الكرة :

$$s = 4\pi r^2 = 4\pi(22.8\times10^{10})^2 = 6529.19\text{m}^2$$

لنحسب الطاقة التي يتلقاها كل كيلو متر مربع من سطح المريخ:



كلّ $6529.19 m^2$ من سطح الكرة يتلقّى $22.8\times 10^{29}\,J$

كلّ $10^6\,m^2$ يتلقى $x$

$$x = \frac{10^6 \times 22.8\times 10^{29}}{5629.19} \approx 4\times 10^{32}\,J$$

**المسألة (44):**

$$\Delta\lambda = \frac{5}{100}\lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0.05$$

حسب تأثير دوبلر

$$\lambda' = (1+\frac{v'}{c})\lambda$$

$$\lambda' = \lambda + \frac{v'}{c}\lambda$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{v'}{c}\lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$$

$$0.05 = \frac{v'}{3\times 10^8}$$

$$v' = 15\times 10^6\, m.s^{-1}$$

ومن قانون هابل $v' = H_0 . d$

لنحسب ثابت هابل بالواحدات الدولية :

$$H_0 = \frac{68\text{km.s}^{-1}}{\text{Mpc}}$$

$$H_0 = \frac{68\times10^3\,\text{m.s}^{-1}}{10^6\times3.26\,\text{light year}}$$

$$H_0 = \frac{68\times10^3\,\text{m.s}^{-1}}{10^6\times3.26\times3\times10^8\times365.25\times24\times3600\,\text{m}}$$

$$H_0 \approx \frac{68\times10^3\text{s}^{-1}}{10^6\times3\times10^{16}} = \frac{68}{3}\times10^{-19}s^{-1}$$

نعوّض في قانون هابل :

$$15\times10^6 = \frac{68}{3}\times10^{-19}d$$

$$d = \frac{15\times10^6}{\frac{68}{3}\times10^{-19}} = \frac{45}{68}\times10^{25}\,\text{m}$$

وهو بُعد تلك المجرّة عنّا

## المسألة (45):

**(1**

$$E_k = E_P$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_c r$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3400\times10^3}}$$

$$v \approx \sqrt{25\times10^6} = 5\times10^3\,\text{m.s}^{-1}$$

وهي سرعة الإفلات من جاذبية المريخ

2) نصف قطر شفارتزشيلد $r = \frac{2GM}{c^2}$

$$r = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{(3 \times 10^{8})^{2}}$$

$$r = 9.49 \times 10^{-4}\,\mathrm{m}$$

أي يجب أن يصبح المريخ بحجم كرة نصف قطرها أقل من واحد ميلي متر.