

الجمهورية العربية السورية  
وزارة التربية  
المركز الوطني لتطوير المناهج التربوية



حلول كتاب الفيزياء للصف الثالث الثانوي العلمي  
المؤلفون

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

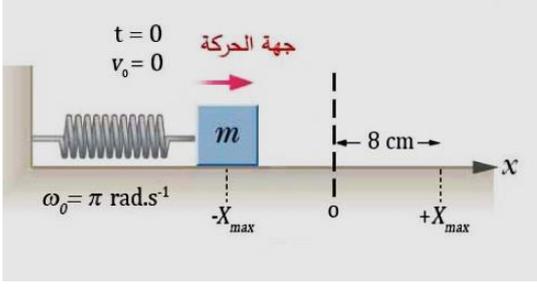
التقويم الأكاديمي

د. سامي الشيخ سلو

## نواس المرن

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

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



$$\bar{x} = 0.08 \cos(\pi t + \pi)$$

(الإجابة الصحيحة: a)  
توضيح اختيار الإجابة:

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

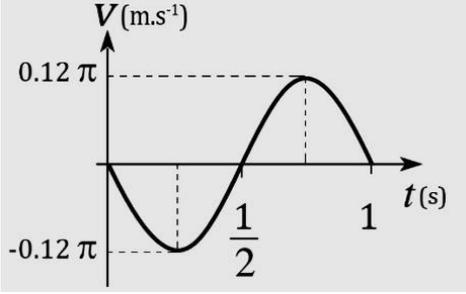
نبدل في التابع الزمني للمطال

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

$$\omega_0 = \pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \text{ ❖}$$

2- الرسم البياني جانبياً يمثل تغيّرات السرعة مع الزمن لجسم مرتبط بنابض

مرن يتحرّك بحركة توافقية بسيطة، فيكون التابع الزمني للسرعة هو:



$$\bar{v} = -0.12 \pi \sin 2\pi t$$

(الإجابة الصحيحة: c)

توضيح اختيار الإجابة:

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

$$\text{❖ } v_{\max} = 0.12\pi \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

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

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

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

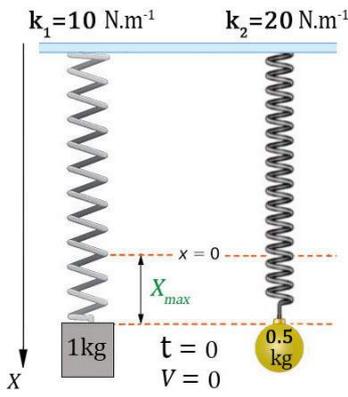
$$\bar{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \Rightarrow \bar{v} = -2\pi \times 0.06 \sin(2\pi \frac{1}{4} + 0) = -0.12\pi \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

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

3- يمثل الشكل المجاور هزاتان توافقتان تنطلقان من الموضع نفسه وفي اللحظة نفسها، فإنهما بعد مضي 3s من بدء حركتهما:

(a) الإجابة الصحيحة: (d) لا تلتقيان لأن مطال الأولى  $-X_{\max}$  ومطال الثانية  $+X_{\max}$ .



توضيح اختيار الإجابة:

$$T_{o_1} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{10}} = 2s \text{ دور النواس الأول:}$$

$$T_{o_2} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{20}} = 1s \text{ دور النواس الثاني:}$$

بعد مضي 3s :

$$\bar{x} = -X_{\max} \text{ أي سيكون في المطال} \quad \frac{t}{T_{o_1}} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ سينجز النواس الأول هزة ونصف}$$

$$\bar{x} = +X_{\max} \text{ أي سيكون في المطال} \quad \frac{t}{T_{o_2}} = \frac{3}{1} = 3 \text{ سينجز النواس الثاني ثلاث هزات}$$

\*\*\*\*\*

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

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

الطريقة الثانية:

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

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

$$\omega_o^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_o^2} \text{ لكن}$$

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

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

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

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

الطريقة الأولى:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_o t + \bar{\varphi}) \Rightarrow \frac{x^2}{X_{\max}^2} = \cos^2(\omega_o t + \bar{\varphi})$$

$$\bar{v} = -\omega_o X_{\max} \sin(\omega_o t + \bar{\varphi}) \Rightarrow \frac{v^2}{\omega_o^2 X_{\max}^2} = \sin^2(\omega_o t + \bar{\varphi})$$

$$\frac{x^2}{X_{\max}^2} + \frac{v^2}{\omega_o^2 X_{\max}^2} = \cos^2(\omega_o t + \bar{\varphi}) + \sin^2(\omega_o t + \bar{\varphi})$$

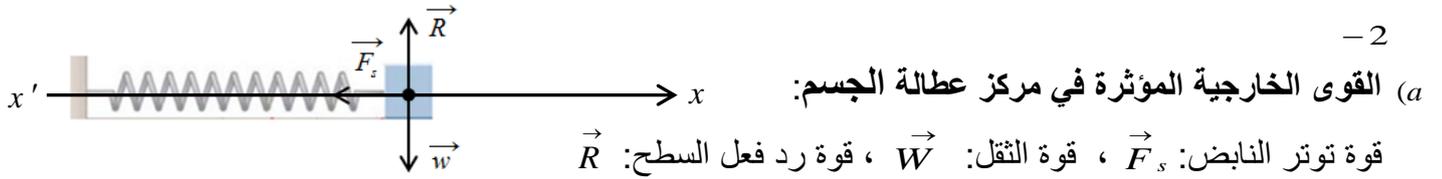
$$\frac{x^2}{X_{\max}^2} + \frac{v^2}{\omega_o^2 X_{\max}^2} = 1$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

$$-k \vec{x} = m (\vec{x})''$$

$$(\vec{x})'' = -\left(\frac{k}{m}\right)\vec{x} \quad \dots\dots (1) \quad \text{معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:}$$

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

نشق التابع مرتين بالنسبة للزمن نجد:  $(\vec{x})'_t = \vec{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$$(\vec{x})''_t = \vec{a} = -\omega_0^2 X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\vec{x})''_t = -\omega_0^2 \vec{x} \quad \dots\dots (2)$$

بالمقارنة بين (1) و (2) نجد أن:  $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$  ومنه:  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} > 0$  وهذا محقق لأن  $k, m$  موجبان.

حركة الجسم هي حركة جيبيية انسحابية التابع الزمني للمطال يعطى بالعلاقة:  $\vec{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

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

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

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

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

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

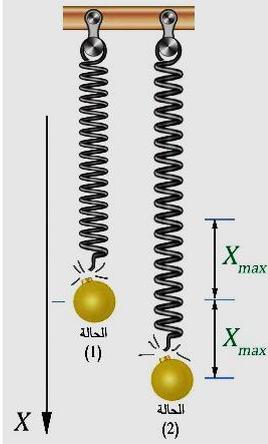
$$E_{k_A} = \frac{3}{4} E_{tot} \quad \text{أي:}$$

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

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

$$E_{k_B} = \frac{1}{2}E_{\text{tot}} \quad \text{أي :}$$

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



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

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

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

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

المسألة الأولى:

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

-1

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

$$\text{نجد: } \bar{\varphi} = \frac{\pi}{2} \text{ rad} , \omega_0 = \pi \text{ rad.s}^{-1} , X_{\max} = 0.1 \text{ m}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \quad \text{الدور الخاص للحركة:}$$

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

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{10}{\pi^2} = \frac{10}{10} \Rightarrow m = 1 \text{ kg} \quad -2$$

3- طريقة أولى لحساب السرعة في موضع مطاله  $\bar{x} = 6 \text{ cm}$  ويتحرك بالاتجاه الموجب:  $v = \omega_0 \sqrt{X_{\max}^2 - x^2}$

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

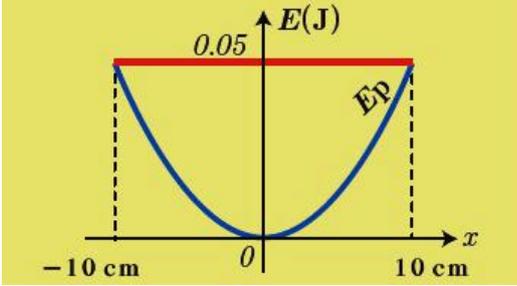
$$(4\pi = 12.5 \Rightarrow 8\pi = 25) \quad v = 8\pi \times 10^{-2} = 0.25 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\frac{x^2}{X_{\max}^2} + \frac{v^2}{\omega_0^2 X_{\max}^2} = 1 \Rightarrow$$

طريقة ثانية لحساب السرعة:

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

$$v = 8\pi \times 10^{-2} = 0.25 \text{ m.s}^{-1}$$



المسألة الثانية:

$$E_{tot} = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 \quad -1$$

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

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

-2 طريقة (1) :

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

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.4}{10}} = \frac{4\pi}{10} = \frac{12.5}{10} = 1.25 \text{ s}$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{10}{0.4} = \frac{100}{4} = 25$$

طريقة (2) :

$$\omega_0 = 5 \text{ rad.s}^{-1}$$

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

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{5} = \frac{4\pi}{10} = \frac{12.5}{10} = 1.25 \text{ s}$$

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

طريقة (2) :

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

$$x = 0 \Rightarrow E_p = 0$$

$$E_{tot} = E_k$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{tot}}{m}}$$

طريقة (1) :

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

$$x = 0 \Rightarrow E_p = 0$$

$$E_{tot} = E_k$$

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

$$v = \sqrt{\frac{k X_{\max}^2}{m}}$$

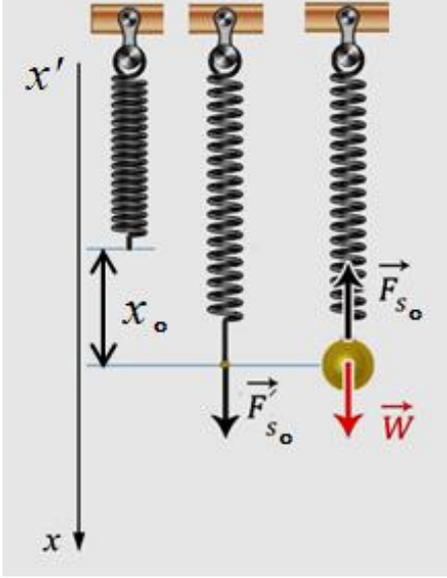
$$v = \sqrt{\frac{2 \times 0.05}{0.4}} = \sqrt{\frac{1}{4}}$$

$$v = 0.5 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = \sqrt{\frac{10 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-1}}} = \sqrt{\frac{1}{4}}$$

$$v = 0.5 \text{ m.s}^{-1}$$

### المسألة الثالثة:



1- القوى الخارجية المؤثرة في مركز عطالة الجسم:

قوة توتر النابض:  $F_{s_0}$  ، قوة الثقل:  $\vec{W}$

$$(\text{الجسم ساكن}) \quad \sum \vec{F} = \vec{0}$$

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

بالإسقاط على محور أفقي موجّه نحو الأسفل كما في الشكل:

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

$$W = F_{s_0} \quad \dots\dots (1)$$

تؤثر على النابض القوة  $F'_{s_0}$  التي تسبّب له الاستطالة  $x_0$  حيث:

$$F'_{s_0} = F_{s_0} = k x_0$$

بالتعويض في (1) نجد:  $m g = k x_0$

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

لنحسب  $T_0$  ثم  $k$ :

$$\text{حساب الدور الخاص: } 10 T_0 = 8 \Rightarrow T_0 = 0.8 \text{ s}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{(T_0)^2} = \frac{40 \times 1}{0.64}$$

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

نعوض:

$$x_0 = \frac{1 \times 10}{62.5} = 0.16 \text{ m}$$

2- حساب قيمة السرعة العظمى (طويلة):  $v_{\max} = X_{\max} \omega_0$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0.8} = \frac{5\pi}{2} \text{ rad.s}^{-1}$$

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

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

3- قيمة التسارع في مطال  $\bar{x} = +10 \text{ cm} = +10^{-1} \text{ m}$ :  $\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{x} = -\left(\frac{5\pi}{2}\right)^2 \times 10^{-1} = -6.25 \text{ m.s}^{-2}$

4- الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطالعه  $\bar{x} = -4 \text{ cm}$ :  $E_p = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} \times 62.5 \times (-0.04)^2 = 0.05 \text{ J}$

لحساب الطاقة الحركية علينا أولاً حساب الطاقة الميكانيكية ( الكلية ):

$$E_{tot} = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 = 62.5 (0.12)^2 = 0.45 J$$

الطاقة الحركية في موضع مطاله  $\bar{x} = -4 \text{ cm}$  :  $E_k = E_{tot} - E_p = 0.45 - 0.05 = 0.4 J$   
**المسألة الرابعة:**

1- ثوابت الحركة  $(X_{\max}, \omega_0, \bar{\varphi})$  ، التابع الزمني لمطال الحركة:  $\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} , \quad X_{\max} = 0.1 \text{ m}$$

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

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

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

في اللحظة  $(t=0)$  السرعة:  $\bar{v}_0 = -\omega_0 X_{\max} \sin(\bar{\varphi})$

الحل  $\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{3}$  **مقبول** يوافق شروط البدء يحقق سرعة سالبة  $\bar{v}_0 = -\omega_0 X_{\max} \sin(\frac{\pi}{3}) < 0$

الحل  $\bar{\varphi} = \frac{5\pi}{3}$  **مرفوض** يخالف شروط البدء يحقق سرعة موجبة  $\bar{v}_0 = -\omega_0 X_{\max} \sin(-\frac{\pi}{3}) > 0$

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

2- لحظتي المرور الأول والثالث للكرة في موضع التوازن:

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

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

$$t = \frac{1}{12} + \frac{k}{2}$$

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

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

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

4- كتلة الكرة:  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{k (T_0)^2}{4\pi^2} = \frac{16 \times 1}{40} = 0.4 \text{ kg}$

تفكير ناقد:

في حالة السكون تتساوى شدّة قوة ثقل المكعب الخشبي مع شدّة دافعة أرخميدس المؤثرة عليه فتكون محصلة القوى المؤثرة 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 تسمى قوة الإرجاع فتكون الحركة : حركة جيبيية انسحابية.

## نواس الفتل

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- الإجابة الصحيحة: (c)

$$T_o = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \quad \text{توضيح اختيار الإجابة:}$$

إن 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  $2s$  ويجب إنقاصه لذا يجب

$$T_o = \text{const} \sqrt{\ell} \quad \text{إنقاص } \ell \text{ طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.}$$

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

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

$$2T_o = 8 \Rightarrow T_o = 4s$$

$$\omega_o = \frac{2\pi}{T_o} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

نعوض شروط البدء ( $t=0, \omega=0$ ) في التابع الزمني للسرعة الزاوية

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

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

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

\*\*\*\*\*

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

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

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

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

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

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

$$(\bar{\theta})_t' = -\frac{k}{I_\Delta} (\bar{\theta}) \quad \text{.....(1)}$$

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

نشتق التابع مرتين بالنسبة للزمن:

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

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

$$(\bar{\theta})'' = -\omega_0^2 \bar{\theta} \dots (2)$$

بالمقارنة بين (1) و (2) نجد أن:  $\omega_0^2 = \frac{k}{I_\Delta}$

ومنه:  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}} > 0$  وهذا محقق لأن  $k, I_\Delta$  موجبان وبالتالي حركة نواس الفتل حركة جيبيية دورانية.

\*\*\*\*\*

2- نعلق ساقين متماثلتين بسلكي فتل متماثلين طول الأول  $l_1$  وطول الثاني  $l_2$  فإذا علمت أن  $T_{o_1} = 2T_{o_2}$  أوجد العلاقة بين طولي السلكين.

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

$$T_o = \text{const} \sqrt{\ell}$$

$$\frac{T_{o_1}}{T_{o_2}} = \frac{\text{const} \sqrt{l_1}}{\text{const} \sqrt{l_2}}$$

$$\frac{2T_{o_2}}{T_{o_2}} = \frac{\sqrt{l_1}}{\sqrt{l_2}}$$

$$\frac{2}{1} = \frac{\sqrt{l_1}}{\sqrt{l_2}}$$

$$\frac{4}{1} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$l_1 = 4 l_2$$

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

1- حساب الدور الخاص للنواس:

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

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

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

$$T_o = 2 \text{ s}$$

2- استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام: إيجاد ثوابت الحركة ( $\bar{\theta}$ ،  $\omega_o$ ،  $\theta_{\max}$ )

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

السعة الزاوية:  $\theta_{\max} = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$  لأن القرص ترك دون سرعة ابتدائية.

النبض الخاص:  $\omega_o = \frac{2\pi}{T_o} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$E_k = 500 \times 10^{-5} - 125 \times 10^{-5} = 375 \times 10^{-5} \text{ J} \quad \left| \quad E_k = \frac{1}{2} \times 10^{-2} - \frac{1}{8} \times 10^{-2} = \frac{3}{8} \times 10^{-2} \text{ J}$$

### المسألة الثانية:

1- استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام:  $\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$   
إيجاد ثوابت الحركة  $(\theta_{\max}, \omega_0, \bar{\varphi})$

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

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

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

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

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

2- حساب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن:

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

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

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

المرور الأول بوضع التوازن يوافق ربع هزة أي:  $t = \frac{T_0}{4} = \frac{2.5}{4} = \frac{5}{8} \text{ s}$

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

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

3- حساب طول الساق  $l$ :  
 $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{2m_1 \left(\frac{l}{2}\right)^2}{k}}$

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

$$l = 0.2 \text{ m}$$

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

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

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

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \text{ : النبض الخاص}$$

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

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

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

2- حساب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن:

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

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

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

المرور الثاني بوضع التوازن يوافق ثلاث أرباع المهزة أي:  $t = \frac{3T_0}{4} = \frac{3 \times 1}{4} = \frac{3}{4} \text{ s}$

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

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

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

3- احسب قيمة التسارع الزاوي للساق:

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

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



$m_1$  $m_2$ 

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{I'_\Delta}{k}}$$

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

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

$$\frac{T_o}{T'} = \frac{\sqrt{I_\Delta}}{\sqrt{I_\Delta + 2m_1 \left(\frac{\ell}{2}\right)^2}}$$

$$\frac{1}{T'} = \frac{\sqrt{2 \times 10^{-3}}}{\sqrt{2 \times 10^{-3} + 6 \times 10^{-3}}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow T' = 2 \text{ s}$$

طريقة أولى: لاستنتاج ثابت فنل السلك نعوض في علاقة الدور:  $I_{\Delta c} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  للساق فقط ،  $T_o = 1 \text{ s}$

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

$$1 = 2\pi \sqrt{\frac{2 \times 10^{-3}}{k}} \Rightarrow 1 = 40 \frac{2 \times 10^{-3}}{k}$$

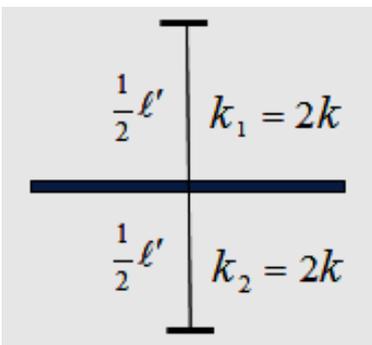
$$k = 8 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$

$$\omega_o^2 = \frac{k}{I_\Delta}$$

طريقة ثانية:

$$k = \omega_o^2 I_\Delta = (2\pi)^2 \times 2 \times 10^{-3}$$

$$k = 8 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$



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

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

$$T' = \frac{1}{2} T_o = \frac{1}{2} \times 1$$

(c)

$$T' = \frac{1}{2} s$$

تفكير ناقد:

ينقص عزم العطالة فيزداد النبض الخاص فتزداد السرعة الزاوية العظمى.

## الاهتزازات غير التوافقية ( النّواس 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

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{m g d}} \quad T_0 \text{ وبالتالي تكبير } I_{\Delta} \text{ وانخفاض القرص يؤدي لزيادة قيمة } I_{\Delta}$$

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

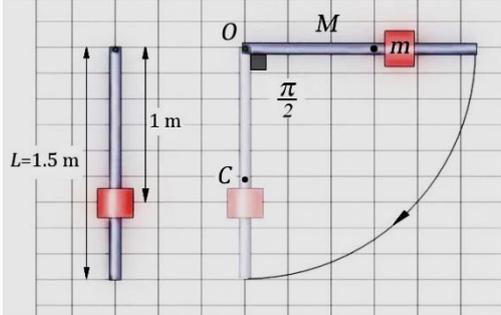
توضيح اختيار الإجابة: في الطابق الأخير تنقص قيمة الجاذبية الأرضية وبالتالي تزداد قيمة الدور.

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 النّواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{(m' + M) g d}}$$

❖ حساب عزم عطالة النّواس:

عزم عطالة الساق: حسب نظرية هاينغنز

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

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

عزم عطالة الكتلة النقطية :

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

عزم عطالة جملة النّواس:

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

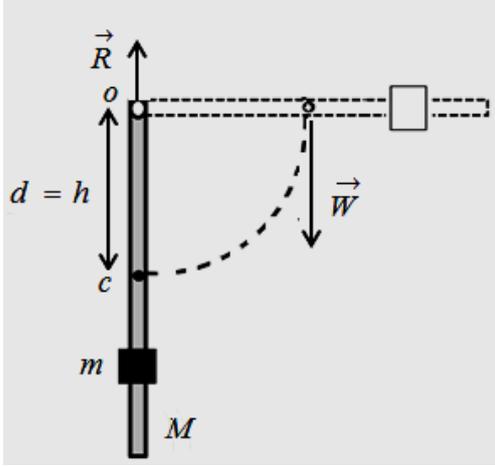
❖ حساب d:

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

$$d = \frac{M \frac{L}{2} + m' r'}{M + m'} = \frac{0.5 \times 0.75 + 0.5 \times 1}{0.5 + 0.5} = 0.875 \text{ m}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.875}{(0.5 + 0.5) \times 10 \times 0.875}}$$

$$T_o = 2 s$$



-2 نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الزاوي الأعظمي:  $\bar{\theta}_1 = \theta_{\max}$

الثاني: المرور بالشاقول:  $\bar{\theta}_2 = 0$

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

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

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

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

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

$$h = d$$

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

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

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

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

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

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

\*\*\*\*\*

## المسألة الثانية:

1- نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

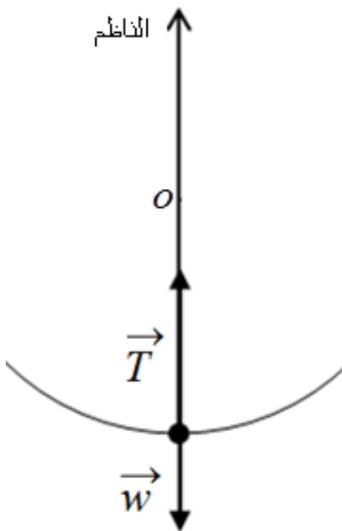
$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

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

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

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

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



$$T = 2N$$

### المسألة الثالثة:

1- نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الزاوي الأعظمي :  $\bar{\theta}_1 = \theta_{\max}$

الثاني: المرور بالشاقول :  $\bar{\theta}_2 = 0$

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

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

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

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

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

2- استنتج قيمة الزاوية  $\theta$  :

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

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

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

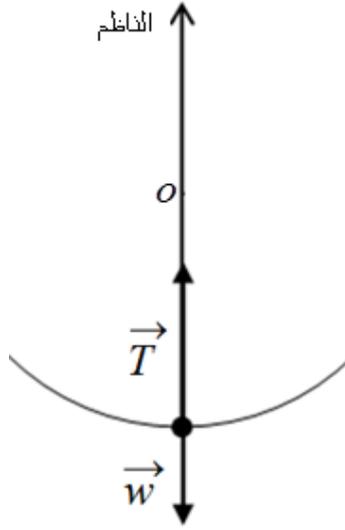
$$T'_0 = T_0 \left[ 1 + \frac{\theta_{\max}^2}{16} \right]$$

3- حساب دور هذا النواس:

$$T'_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \left[ 1 + \frac{(\theta_{\max})^2}{16} \right]$$

$$T'_0 = 2\pi \sqrt{\frac{1.6}{10}} \left[ 1 + \frac{\left(\frac{\pi}{3}\right)^2}{16} \right]$$

$$T'_0 = 2.67 \text{ s}$$



4- استنتاج العلاقة المحددة لشدة قوة توتر الخيط عند المرور بالشاقول:

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

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

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

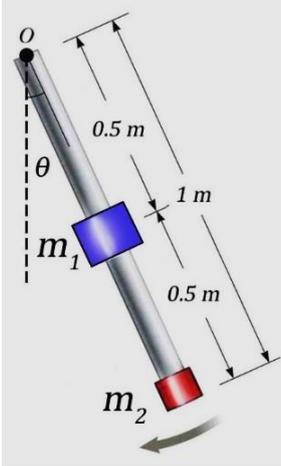
$$T = m g + m \frac{v^2}{l}$$

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

$$T = 10 \text{ N}$$

\*\*\*\*\*

### المسألة الرابعة:



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

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

❖ حساب عزم عطالة النواس: (الساق مهملة الكتلة)

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

$$d = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m_1 + m_2} \quad \text{حساب } d:$$

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

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

$$T_o = \sqrt{3} \text{ s}$$

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

(a)

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

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

(b) نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: المطال الزاوي الأعظمي

الثاني: المرور بالشاقول

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

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

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

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

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

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

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

## المسألة الخامسة:

1- استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام: إيجاد ثوابت الحركة  $(\theta_{\max}, \omega_0, \bar{\varphi})$

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

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

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{2.5} = \frac{4\pi}{5} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \text{ : النبط الخاص:}$$

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

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

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

2- دور هذا النواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة:

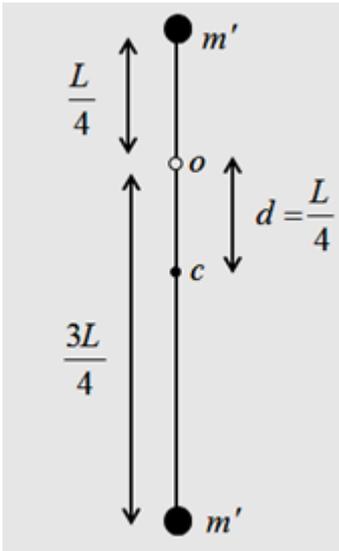
$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{m g d}}$$

❖ حساب عزم عطالة النواس:

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

❖ حساب  $d$ :

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



$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{10}{16} m' L^2}{2m' g \frac{L}{4}}}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{5L}{4g}}$$

$$L = \frac{T_0^2 g}{5\pi^2}$$

$$L = \frac{(2.5)^2 \times 10}{5 \times 10}$$

$$L = 1.25 \text{ m}$$

$$\omega_{\max} = \omega_o \theta_{\max} \quad -3$$

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

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

4- بعد انفصال الكتلة السفلية تصبح كتلة النواس  $m$  و عزم عطالته  $I_{\Delta \setminus O} = m \left(\frac{L}{4}\right)^2$  و  $d = \frac{L}{4}$

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

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

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

$$T_o = \frac{\sqrt{5}}{2} \text{ s}$$

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 تراح عن وضع التوازن بزواوية صغيرة وتترك.

## ميكانيك الموائع

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

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

2- الإجابة الصحيحة: (C) غير قابل للانضغاط و عديم 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 يمر في كل نقطة شعاع سرعة جسيم السائل في تلك النقطة، تقاطع خطوط الانسياب يعني وجود أكثر من سرعة للجسيم بالمكان نفسه وبتجاهات مختلفة باللحظة ذاتها وهذا غير ممكن.

4- حسب معادلة الاستمرارية:  $S_1 v_1 = S_2 v_2$  تتناسب السرعة عكساً مع مساحة المقطع

عندما توجه فوهته للأسفل: سرعة جريان الماء تزداد كلما اقترب من سطح الأرض فينقص مقطع الماء المتدفق

عندما توجه فوهته للأعلى: 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،

نُغلق جزءاً من فتحة الخرطوم لكي نقل 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،

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

\*\*\*\*\*

**السؤال الثالث: حل المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

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

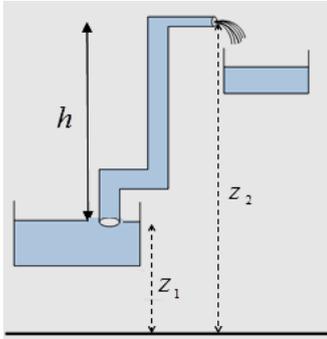
$$Q' = s v \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{2 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}} = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad -2$$

$$s_1 v_1 = s_2 v_2 \quad -3$$

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

\*\*\*\*\*

**المسألة الثانية:**



مستوي مرجعي لقياس الطاقة الكامنة الثقالية

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

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

2 - نطبق نظرية برنولي بين الوضعين:

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

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

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

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

$$P_1 = 37500 + 200000 + 100000$$

$$P_1 = 3.375 \times 10^5 \text{ Pa}$$

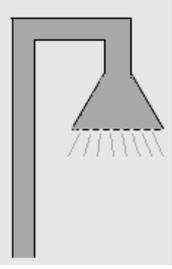
$$3 - \text{حساب العمل الميكانيكي: } W = -m g z + (P_1 - P_2) \Delta V$$

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

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

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

$$W = 3750 \text{ J}$$



### المسألة الثالثة:

$$Q' = s v = 10 \times 10^{-4} \times 0.5 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad -1$$

$$Q' = 25 Q'_1 = 25 s_1 v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{Q'}{25 s_1} = \frac{5 \times 10^{-4}}{25 \times 0.1 \times 10^{-4}} \quad -2$$

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

\*\*\*\*\*

### المسألة الرابعة:

$$v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{5 \times 10^{-5}}{0.125 \times 10^{-4}} = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad -1$$

$$v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{5 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-6}} = 125 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad -2$$

\*\*\*\*\*

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

### المسألة الخامسة:

$$Q' = \frac{V}{t} \quad \text{معدل التدفق الكلي:}$$

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

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

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

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

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

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

تفكير ناقد:

السطح العلوي لجناح الطائرة أكثر تقوساً 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- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

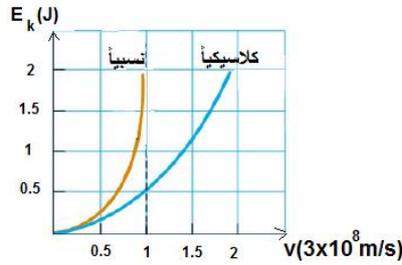
1- الإجابة الصحيحة: (a) C

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 ( $3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ )

\*\*\*\*\*

ثانياً: أجب عن السؤالين الآتيين:

1- لا ، بما أن الجسم 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 لأن ارتفاع الجسم عنه معدوم ، طاقته الكلية النسبية غير معدومة لأنها مجموع الطاقة الحركية والطاقة السكونية ، صحيح أن طاقته الحركية معدومة إلا أن طاقته السكونية غير معدومة مازال يمتلك كتلة سكونية.

$$E = E_0 + E_k = m_0 c^2 + 0 = m_0 c^2 \neq 0$$

\*\*\*\*\*

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

1- كلاسيكياً : زمن رحلة الميونات:  $t = 2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$

سرعة الميونات:  $v = 0.995 \times 3 \times 10^8 = 2.985 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

$$d = v t = 2.985 \times 10^8 \times 2.2 \times 10^{-6} = 656.7 \text{ m}$$

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

2- نسبياً: عمر الميونات في المختبر ( وهي ساكنة تقريباً بالنسبة للمراقب الأرضي )  $t_0 = 2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$

عمر الميونات وهي متحركة  $t$ :  $t = \gamma t_0$

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

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

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

لحساب أقصى ارتفاع يمكن أن تكون قد تولدت عنده الميونات

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

3- المراقب الذي يتحرك مع الميونات يعتبرها ساكنة بالنسبة له فيكون زمن رحلتها  $t_0 = 2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$

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

$$L = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{6567}{10} = 656.7 \text{ m}$$

\*\*\*\*\*

المسألة الثانية:

طول الجسم وهو ساكن  $b_0 = 2a$

طول الجسم وهو متحرك  $b = a$

$$b = \frac{b_0}{\gamma}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{حساب } \gamma :$$

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

$$\gamma = 3$$

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

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

\*\*\*\*\*  
المسألة الرابعة:

حساب الطاقة السكونية:

$$E_0 = m_0 c^2 = m_p c^2$$

$$E_0 = 1.67 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$$

$$E_0 = 15.03 \times 10^{-11} \text{ J}$$

حساب الطاقة الحركية في الميكانيك النسبي:  $E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0$

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

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

$$E = m c^2$$

$$E = \gamma m_0 c^2$$

$$E = \gamma E_0$$

$$3E_0 = \gamma E_0 \Rightarrow \gamma = 3$$

$$m = \gamma m_0$$

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

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

تفكير ناقد:

في الميكانيك الكلاسيكي: تضاعف كمية حركة جسيم ما مرتين يعني بالضرورة تضاعف سرعته مرتين لأن كتلته ثابتة فتزداد عندئذ طاقته الحركية أربعة أضعاف.

أما في الميكانيك النسبي: فهذا غير محقق لأن الكتلة تزداد بزيادة السرعة.

## الكهرباء والمغناطيسية

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- الإجابة الصحيحة: (c)

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N}{r} I \quad , \quad B' = 2\pi \times 10^{-7} \frac{2N}{\frac{r}{2}} I = 4 \left( 2\pi \times 10^{-7} \frac{N}{r} I \right) = 4B$$

2- الإجابة الصحيحة: (d)

$$\bar{\Phi} = N B S \cos \alpha = \Phi_{\max} \cos \alpha = \Phi_{\max} \cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} \Phi_{\max}$$

3- الإجابة الصحيحة: (c)

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{l} I = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{l} \times \frac{U_{ab}}{R} = \text{const } U_{ab}$$

4- الإجابة الصحيحة: (d)

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{1}{d} I \quad , \quad B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{1}{2d} \frac{I}{4} = \frac{B_1}{8}$$

5- الإجابة الصحيحة: (b)

توضيح اختيار الإجابة: النسبة  $\frac{N}{l}$  هي نسبة ثابتة، بتقسيم الوشيعية ينقص طول سلكها الى النصف، فتتقص 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 صححها لكل مما يأتي:

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

الصح: لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان متساويان في شدتهما.

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

3- تزداد شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك. ( خطأ )

الصح: تتقص شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك.

4- تتقص شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى نصف شدته في حالة

أنقص عدد لفاتها إلى النصف. ( خطأ )

**الصحيح:** تزداد شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى ضعف شدته في حالة انقاص

عدد لفاتها إلى النصف. النسبة  $\frac{N}{l}$  هي نسبة ثابتة، بتقسيم الوشيعة ينقص طول سلكها إلى النصف، فتنقص مقاومتها

الاقومية إلى النصف، فتزداد شدة التيار مرتين، مما يزيد شدة الحقل المغناطيسي مرتين  $B' = 2B$ .

\*\*\*\*\*

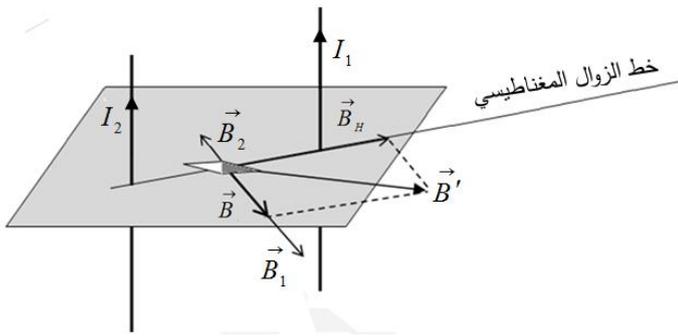
**رابعاً: اجب عما يأتي:**

لا تتحرف 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: المسألة الأولى:**



$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1} \quad -1$$

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{3}{20 \times 10^{-2}} = 3 \times 10^{-6} T$$

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2}$$

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{1}{20 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-6} T$$

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

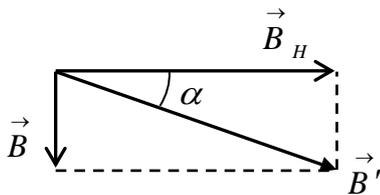
$$B = B_1 - B_2$$

$$B = 3 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6} T \quad \text{شدة الحقل المحصل في النقطة } c$$

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

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

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



$$\tan \alpha = \frac{B}{B_H} = \frac{2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}} = 0.1 \quad \text{من الشكل نجد:}$$

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

$$\alpha \approx 0.1 \text{ rad}$$

$$B = B_1 - B_2 = 0 \quad -3$$

$$B_1 = B_2$$

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

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

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

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

$$d_1 = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$$

4- لا يمكن أن تتعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين.

في النقاط التي تقع على استقامة  $(c_1c_2)$  وخارج السلكين، للحقلين المغناطيسيين الناتجين عن التيارين الجهة ذاتها

المسألة الثانية:

$$U_{ab} = R I \Rightarrow I = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} \text{ A} \quad (A)$$

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N}{r} I \quad \text{شدة الحقل المغناطيسي المتولد عند مركز الملف:}$$

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

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

(B) التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي:

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

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

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

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

المسألة الثالثة:

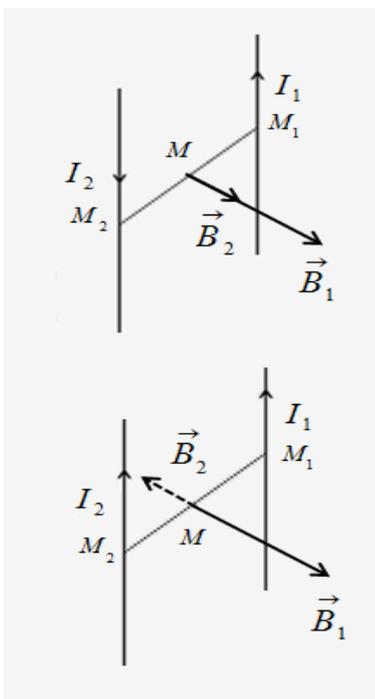
عندما يكون التياران باتجاهين متعاكسين:  $\vec{B}_1$  ،  $\vec{B}_2$  بجهة واحدة

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

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

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

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



$$4 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-7} \left( \frac{I_1}{2 \times 10^{-2}} + \frac{I_2}{2 \times 10^{-2}} \right)$$

$$I_1 + I_2 = 4 \times 10^{-2} \dots\dots(1)$$

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

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

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

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

$$I_1 - I_2 = 2 \times 10^{-2} \dots\dots(2)$$

$$I_2 = 1 \times 10^{-2} \text{ A} \quad , \quad I_1 = 3 \times 10^{-2} \text{ A} \quad \text{نجد: (1) و (2)}$$

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_1 I_1}{r_1}$$

المسألة الرابعة:

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

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

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

$$B = B_1 + B_2$$

$$5 \times 10^{-2} = 1 \times 10^{-2} + B_2$$

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

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_2 I_2}{r_2}$$

$$4 \times 10^{-2} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{200}{4 \times 10^{-2}} \times I_2 \Rightarrow I_2 = 12.8 \text{ A}$$

جهة  $I_2$  بعكس جهة دوران عقارب الساعة.

2-  $\vec{B}_2$  ،  $\vec{B}_1$  بجهتين متعاكستين لهما محصلة بجهة  $\vec{B}_2$  (خلف مستوي الرسم) شدتها حاصل طرح الشدتين:

$$B = B_2 - B_1$$

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

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

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_2}{r_2} I_2$$

$$4 \times 10^{-2} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{200}{4 \times 10^{-2}} \times I_2 \Rightarrow I_2 = 12.8 A$$

جهة  $I_2$  بجهة دوران عقارب الساعة.

3-  $\vec{B}_2, \vec{B}_1$  بجهتين متعاكستين محصلة معدومة شدتها حاصل طرح الشدتين:

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

$$2\pi \times 10^{-7} \frac{N_1}{r_1} I_1 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_2}{r_2} I_2$$

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

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

$$B = B'$$

المسألة الخامسة:

$$2\pi \times 10^{-7} \frac{N}{r} I = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N'}{\ell} I$$

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

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

$$N = \frac{2 \times 100 \times 5 \times 10^{-2}}{20 \times 10^{-2}}$$

$$N = 50 \text{ لفة}$$

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:  $r = \frac{m}{qB} v \Rightarrow r = \text{const } v$  معادلة مستقيم يمر بالمبدأ ميله  $\frac{m}{qB}$

2- الإجابة الصحيحة: (a)  $m \cdot s^{-1}$

توضيح اختيار الإجابة:

3- الإجابة الصحيحة: (b) دائرية منتظمة

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

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

توضيح اختيار الإجابة:

5- الإجابة الصحيحة: (d) يزداد.

توضيح اختيار الإجابة:  $W = I \Delta \Phi$  ،  $W > 0 \Rightarrow \Delta \Phi > 0$

\*\*\*\*\*

ثانياً- اجب عن الأسئلة الآتية:

1- التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين طويلين يمر بهما تياران متوصلان 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 حقلًا مغناطيسياً شدته:

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

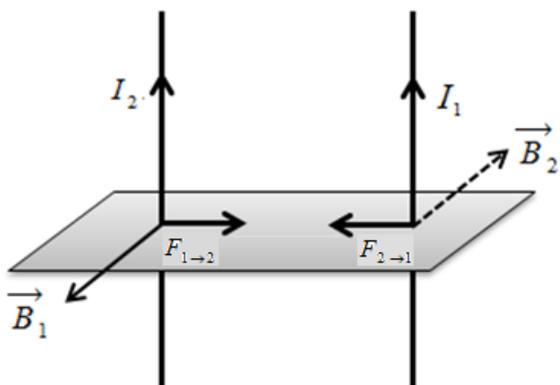
يؤثر هذا الحقل في الجزء  $L_2$  بقوة كهرومغناطيسية لها محصلة شدتها:

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

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

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

$$F_{2 \rightarrow 1} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} L_1$$



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

القوى الخارجية المؤثرة:  $\vec{F}$  قوة لورنتز (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  $1m \cdot s^{-1}$  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 يؤثر فيه بمزدوجة كهربية تنشأ عن القوتين الكهريستيتين المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين تعمل هذه المزدوجة على تدوير الإطار حول محور الدوران فينشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل تمنع استمرار الدوران ويستقر إطار بعد أن يدور زاوية  $\theta'$  تتناسب طردياً مع  $I$  شدة التيار الكهربائي الذي يجتازه .

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

فتل كهربية

❖ عزم المزدوجة الكهربية:

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

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

$$\theta' \text{ صغيرة} \Rightarrow \cos \theta' \approx 1$$

$$\bar{\Gamma}_{\Delta} = N I s B$$

❖ عزم المزدوجة الكهربية:

$$\bar{\Gamma}'_{\Delta} = -k \theta'$$

❖ عزم مزدوجة الفتل:

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

❖ نعوض في شرط التوازن الدوراني:

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

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

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

المسألة الأولى: ( ملاحظة: اعتبرت شدة الحقل المغناطيسي  $10^{-1} T$  بدلاً من  $40 T$  )

1- عناصر شعاع القوة الكهربية  $F$ :

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

الحامل: عمودي على المستوي المحدد 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 الكهربية يشير إليها الإبهام.

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

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

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

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

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

3- جملة المقارنة: خارجية

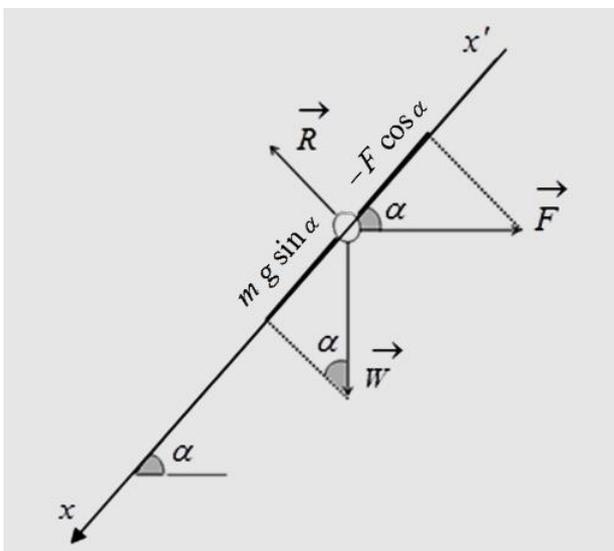
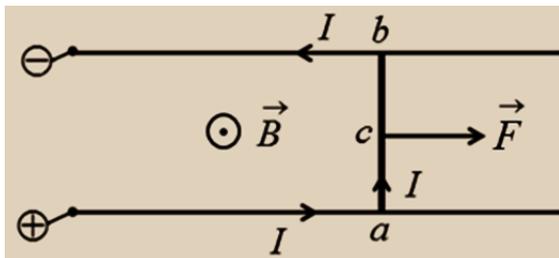
الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

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

$\vec{F}$  الكهربية

$\vec{R}$  رد فعل السكتين

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



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

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

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

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

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

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

### المسألة الثانية:

جملة المقارنة: خارجية، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

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

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

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

$$\bar{\Gamma}_{R/\Delta} = 0 \text{ لأن } \vec{R} \text{ حامي } \Delta$$

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

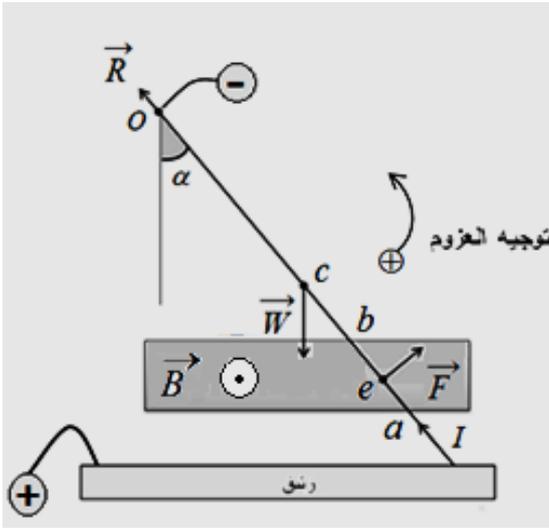
$$(oc \sin \alpha) m g = (oe) I L B \sin \frac{\pi}{2}$$

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

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

$$\sin \alpha = 4 \times 10^{-2} < 0.24 \Rightarrow \alpha \approx \sin \alpha$$

$$\alpha = 4 \times 10^{-2} \text{ rad}$$



### المسألة الثالثة:

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

-1 (A)

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

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

$$W = I \Delta \Phi$$

-2

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

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

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

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

-1(B)

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

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

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

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

-2

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

فتل كهربية

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

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

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

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

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

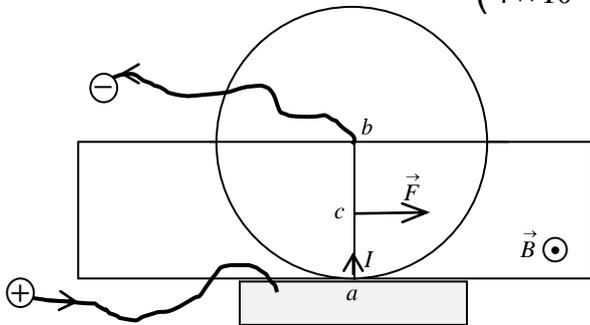
$$k = \frac{N s I B \cos \theta'}{\theta'}$$

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

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

### المسألة الرابعة:

ملاحظة: ( تم استبدال شدة القوة بـ  $4 \times 10^{-2} \text{ N}$  بدلاً من  $4 \times 10^{-1} \text{ N}$  )



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

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

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

$$I = 40 \text{ A}$$

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

-2

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

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

3- جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

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

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

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

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

$$\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0 \text{ لأن حامل } \vec{W} \text{ يلاقي } \Delta$$

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

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

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

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

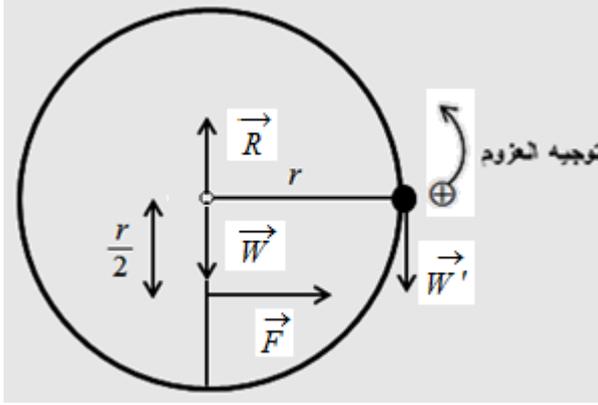
$$m = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

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  $\vec{F}' = q\vec{E}$ .

1- إذا كانت  $\vec{F}$  و  $\vec{F}'$  على حامل واحد وعنا نميز حالتين: 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 الكهرومغناطيسي

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

$$L = 10^{-4} H \quad (a) \text{ الإجابة الصحيحة:}$$

توضيح اختيار الإجابة:

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

$$\varepsilon = \frac{BLv}{R} \quad (b) \text{ الإجابة الصحيحة:}$$

\*\*\*\*\*

ثانياً: اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

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

لجعل الماء يغلي في الأناء الزجاجية نضع في الماء قطعة معدنية فينشأ فيها تيارات فوكو التحريضية

التي ينتج عنها طاقة حرارية كبيرة جداً كافية لغيلان 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 الكهرومغناطيسية التي تعاكس جهة شعاع السرعة.

\*\*\*\*\*

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

1- الحدث: تزداد شدة التيار المتحرض.

$$\text{التعليل: لأن شدة التيار المتحرض تتناسب طردياً مع سرعة التدرج } i = \frac{BLv}{R} = \text{const } v$$

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

التعليل: تقريب القطب الشمالي للمغناطيس يسبب تزايد التدفق المغناطيسي (المُحرض) الذي يجتاز

حلقات الوشيعية فحسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض بحيث تنتج أفعالاً تعاكس

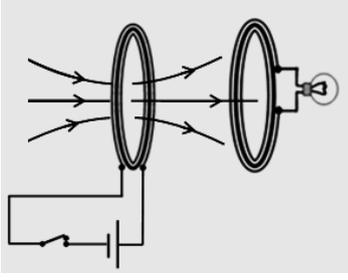
السبب الذي أدى إلى حدوثه وكما نعلم الوجه الشمالي يتنافر مع القطب الشمالي ليمنع عملية التقريب.

3- الحدث: يتولد قوة محرّكة 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.

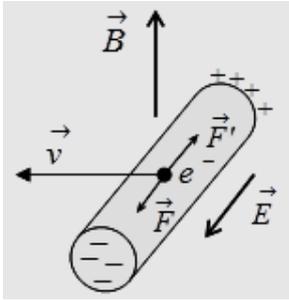
رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية:



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 بسبب إضاءة المصباح).
- تحريك أحد الملفين نحو الآخر.

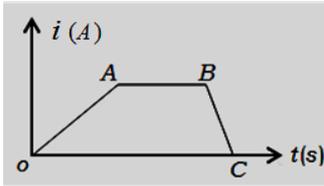
- استبدال البيل الكهربائي بمربع تيار كهربائي متناوب.



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

إن تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق يولد 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 الوشيعه فيتوهج

المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءته الخافتة.

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

المرحلة BC تناقص شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعه فيتوهج المصباح بشدة ثم 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  $\bar{\epsilon} = -L \frac{di}{dt}$  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 المخزنة في الوشيعه في المرحلة OA.

تكون الطاقة الكهرطيسية المخزنة في الوشيعه ثابتة في المرحلة AB.

تتناقص الطاقة الكهرطيسية المخزنة في ذاتية الوشيعه في المرحلة BC وتتحول إلى طاقة كهربائية.

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

$$\Phi = N B s \cos \alpha \quad \text{عبارة التدفق المغناطيسي} \quad (b)$$

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

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

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

$$\Phi = L I$$

$$\bar{\mathcal{E}} = - \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

تتعدم 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 تثبت شدة الحقل المغناطيسي المحرض وبالتالي يصبح  $\Delta\Phi=0$  المحرض

$$\mathcal{E}=0 \Rightarrow i=0 \quad \text{فتصبح}$$

\*\*\*\*\*

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

المسألة الأولى:

1- حساب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة في الملف الدائري:

$$\bar{\mathcal{E}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

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

$$\alpha = (n \cdot \vec{B}) = 0$$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.08 - 0 = 0.08 T$$

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

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

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

أي  $\Phi$  مُحرض يعاكس  $\Phi'$  مُتحرض.

2- الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي.

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

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

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

نستنتج أن الاستطاعة الكهربائية قد تحولت إلى استطاعة حرارية.

\*\*\*\*\*

### المسألة الثانية:

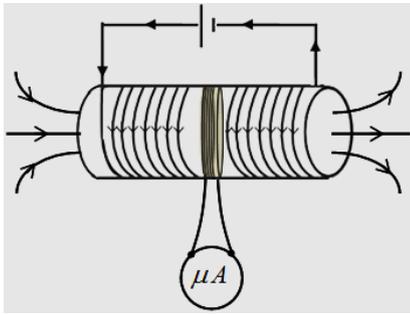
$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{\ell} i \quad -1$$

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

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

2- الوشيعية جملة محرّضة والملف جملة متحرّضة عند قطع التيار عن الوشيعية يؤدي لتناقص التدفق المغناطيسي

للحقل المغناطيسي الناتج عن الوشيعية ( الحقل المُحرّض) الذي يجتاز الملف وهذا يؤدي حسب قانون فارادي



$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \quad \text{إلى نشوء تيار متحرّض في الملف}$$

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

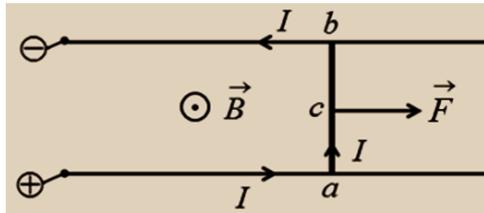
$$\overline{\Delta \Phi} = N \overline{\Delta B} s \cos \alpha$$

$$\overline{\Delta \Phi} = N (B - B_0) \pi r^2 \cos \alpha$$

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

$$i = - \frac{8\pi \times 10^{-3}}{16 \times 0.5} = -\pi \times 10^{-3} \text{ A}$$

### المسألة الثالثة:



تجربة السكتين الكهرطيسية

$$F = 2 m g \quad -1$$

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

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

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

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

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

$$W = F \Delta x \quad \text{طريقة (1):} \quad -2$$

$$W = F v \Delta t$$

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

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

طريقة (2):

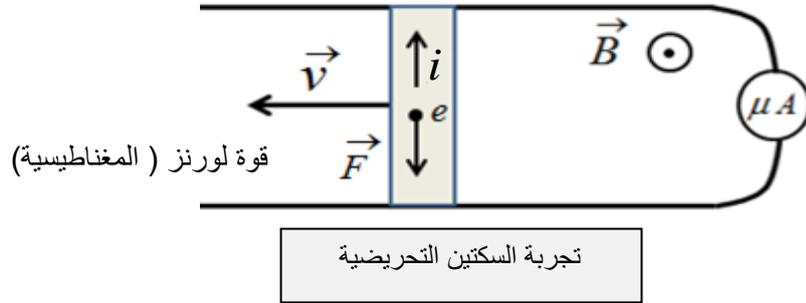
$$W = I \Delta \Phi$$

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

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

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

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



-3

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

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

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

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

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

$$\varepsilon = B v L$$

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

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

$$p = \varepsilon i$$

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

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

-4

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

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

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

\*\*\*\*\*

### المسألة الرابعة:

1- عند تحريك الساق بسرعة ثابتة، عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإن كل إلكترون حرّ في الساق سيتحرك بهذه السرعة وسطياً، ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنه يخضع لتأثير القوة مغناطيسية

وبتأثير هذه القوة تتحرك الإلكترونات الحرة عبر الدارة فيتولد تيار كهربائي متحرّض ينتج أفعالاً  
تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فتنشأ القوة الكهروضوئية معاكسة جهة حركة الساق.

2- استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة:

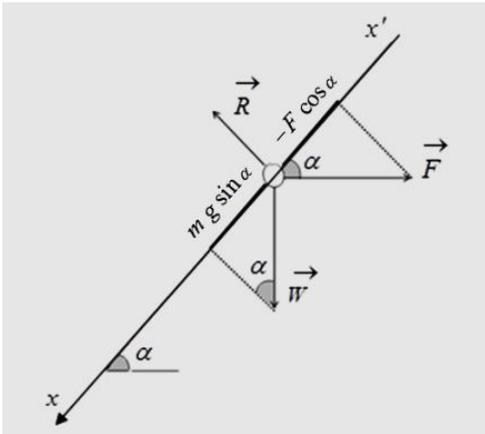
- حركة الساق بسرعة ثابتة  $\vec{v}$  خلال الفاصل الزمني  $\Delta t$  تنقلها مسافة  $\Delta x = v \Delta t$
- فتتغير مساحة السطح الذي تخترقه خطوط الحقل المغناطيسي بمقدار  $\Delta s = L \Delta x = L v \Delta t$
- ويتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الدارة بمقدار  $\Delta \Phi = B \Delta s \cos \alpha =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

فيتولد تيار كهربائي متحرّض :  $i = \frac{\varepsilon}{R} = B L v \cos \alpha$

• 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 الكهروضوئية ، رد فعل السكتين  $\vec{R}$

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

$$m g \sin \alpha - F \cos \alpha + 0 = 0 \quad \text{بالإسقاط على } x'$$

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

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

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

\*\*\*\*\*

المسألة الخامسة:

1- التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآتية:  $\bar{\mathcal{E}} = \mathcal{E}_{\max} \sin \omega t$

$$\mathcal{E}_{\max} = N B s \omega$$

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

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

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

$$\mathcal{E}_{\max} = 16 \times 10^{-2} \text{ V}$$

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

$$\bar{\mathcal{E}} = 16 \times 10^{-2} \sin(20t) = 0 \quad -2$$

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

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

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

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

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

تفكير ناقد

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

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

## الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- الإجابة الصحيحة: (B)  $T'_0 = \sqrt{2} T_0$

توضيح اختيار الإجابة:  $T'_0 = 2\pi \sqrt{L \cdot 2C} = \sqrt{2} \cdot 2\pi \sqrt{L C} = \sqrt{2} T_0$

1- الإجابة الصحيحة: (A)  $f'_0 = f_0$

توضيح اختيار الإجابة:  $f'_0 = \frac{1}{T'_0} = \frac{1}{2\pi \sqrt{2L \frac{C}{2}}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L C}} = f_0$

\*\*\*\*\*

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- لا يمكن. لعدم وجود وشيعة تخزن 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:  $E = E_C + E_L$

$$E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2 \quad \text{نعوض}$$

$$\bar{q} = q_{\max} \cos(\omega_0 t) \quad , \quad \bar{i} = -\omega_0 q_{\max} \sin(\omega_0 t) \quad \text{ولكن}$$

$$E = \frac{1}{2} \frac{q_{\max}^2}{C} \sin^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2} L \omega_0^2 q_{\max}^2 \cos^2(\omega_0 t) \quad \text{نعوض نجد:}$$

$$L \omega_0^2 = \frac{1}{C} \quad \text{ولكن:}$$

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

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 فتخزن الوشيعة طاقة كهربائية عظمى  $E_L = \frac{1}{2} L I_{\max}^2$ .

ثم يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبح تيارها معدوم وتصبح شحنة المكثفة عظمى فتخزن المكثفة طاقة كهربائية

$$\left| \begin{array}{l} \text{عظمى} \\ E_C = \frac{1}{2} \frac{q_{\max}^2}{C} \end{array} \right. \text{ وهذا يتحقق في نهاية نصف الدور الأول.}$$

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 التفرغ بسبب تبدد الطاقة بفعل جول في المقاومة الأومية.

$$\begin{aligned} \bar{q} &= q_{\max} \cos(\omega_0 t) \\ \bar{i} &= (\bar{q})'_t \\ \bar{i} &= -\omega_0 q_{\max} \sin(\omega_0 t) \\ \bar{i} &= I_{\max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}) \end{aligned} \quad -6$$

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

\*\*\*\*\*

ثالثاً: اعط تفسيراً علمياً 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 ( رديّة الوشيعة ) تعطى بالعلاقة:  $X_L = \omega L = 2\pi f L$  نجد أن رديّة الوشيعة تتناسب طردياً مع تواتر التيار ففي حالة التيارات عالية التواتر تكون ممانعة الوشيعة كبيرة.

3- يمر في فرع الوشيعة تيار منخفض التواتر لأن ممانعتها تتناسب طردياً 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  $X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$

\*\*\*\*\*

المسألة الأولى:

$T_o = 2\pi\sqrt{10^{-8} \times 256 \times 10^{-6}}$ $T_o = 10^{-5} \text{ s}$ $f_o = \frac{1}{10^{-5}}$ $f_o = 10^5 \text{ Hz}$ $I_{\max} = q_{\max} \omega_o \quad -2$ $I_{\max} = q_{\max} \times 2\pi f_o$ $I_{\max} = 0.5 \times 10^{-6} \times 2\pi \times 10^5$ $I_{\max} = \pi \times 10^{-1} \text{ A}$	$f_o = \frac{1}{T_o} \quad -1$ $T_o = 2\pi\sqrt{LC}$ $C = \frac{q_{\max}}{U_{\max}}$ $C = \frac{0.5 \times 10^{-6}}{50}$ $C = 10^{-8} \text{ F}$ $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{\ell} \text{ s}$ $N = \frac{\ell'}{2\pi r}, \quad s = \pi r^2$ $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\left(\frac{\ell'}{2\pi r}\right)^2}{\ell} \pi r^2$ $L = 10^{-7} \frac{(\ell')^2}{\ell} = 10^{-7} \frac{(16)^2}{10 \times 10^{-2}}$ $L = 256 \times 10^{-6} \text{ H}$
--	---

المسألة الثانية:

الحل:

$$T_o = 2\pi\sqrt{LC}$$

سعة المكثفة

$$C = \frac{T_o^2}{4\pi^2 L}$$

سرعة انتشار الضوء

$$C = \frac{\lambda}{T_o} \Rightarrow T_o = \frac{\lambda}{C}$$

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

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

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

\*\*\*\*\*

### المسألة الثالثة:

$$q_{\max} = C U_{\max} \quad (A)$$

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

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

(B) عندما تلامس القاطعة الوضع 2 تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه سعة الاهتزاز حتى تنعدم بسبب تبديد الطاقة تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول مما يسبب تخامد الإهتزاز.

\*\*\*\*\*

### المسألة الرابعة:

$\bar{q} = q_{\max} \cos(\omega_o t) \quad (c)$ $\omega_o = 2\pi f_o$ $\omega_o = 2\pi \times 125 \times 10^6$ $\omega_o = 25\pi \times 10^7 \text{ rad.s}^{-1}$ $\bar{q} = 10^{-9} \cos(25\pi \times 10^7 t)$ $I_{\max} = q_{\max} \omega_o$ $I_{\max} = 10^{-9} \times 25\pi \times 10^7$ $I_{\max} = \frac{\pi}{4} A$ $\bar{i} = \frac{\pi}{4} \cos(25\pi \times 10^7 t + \frac{\pi}{2})$	$q_{\max} = C U_{\max} \quad -1$ $q_{\max} = 10^{-12} \times 10^3 = 10^{-9} c$ $E = \frac{1}{2} q_{\max} U_{\max}$ $E = \frac{1}{2} \times 10^{-9} \times 10^3$ $E = 5 \times 10^{-7} J$ <p><b>تغيير قيمة الذاتية إلى 16mH</b></p> <p>a-2 تتفرغ المكثفة عبر الوشيعة ويكون التفريغ دوري متناوب جيبى سعة الاهتزاز ثابتة لعدم وجود ضياع في الطاقة</p> $f_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad -b$ $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{16 \times 10^{-3} \times 10^{-12}}}$ $f_o = 125 \times 10^6 \text{ Hz}$
--	---

$I_{\max} = q_{\max} \omega_0$ $I_{\max} = \frac{\pi}{100} A$ $\bar{i} = \frac{\pi}{100} \cos \left( 2 \times 10^7 t + \frac{\pi}{2} \right)$	$q_{\max} = C U_{\max} \quad -1$ $q_{\max} = 10^{-12} \times 10^3$ $q_{\max} = 10^{-9} C$ $f_0 = \frac{1}{T_0} \quad -2$ $T_0 = 2\pi \sqrt{L C}$ $T_0 = 2\pi \sqrt{10^{-3} \times 10^{-12}}$ $T_0 = 2 \times 10^{-7} s$ $f_0 = \frac{1}{2 \times 10^{-7}} = 5 \times 10^6 Hz$ $\omega_0 = 2\pi f_0$ $\omega_0 = 2\pi \times 5 \times 10^6$ $\omega_0 = \pi \times 10^7 rad.s^{-1}$
---	--

تفكير ناقد

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

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

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 الوشيعه مهملة المقاومة طاقة كهربائية.

لأنها تختزن طاقة كهربائية خلال ربع الدور الأول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع

الدور الذي يليه.

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

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.

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

نعوض

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

$$P_{avg_C} = 0$$

3- لا تمرر المكثفة تيار متواصل عند وصل لبوسيتها بمأخذ تيار متواصل.

بسبب وجود العازل بين لبوسيتها الذي يسبب انقطاع في الدارة.

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

$$f = 0 \Rightarrow X_C = \infty \quad (\text{التيار متواصل تواتره معدوم})$$

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

عند وصل لبوسي مكثفة بمأخذ تيار متناوب فإن مجموعة الالكترونات الحرّة التي يسبب مأخذ التيار المتناوب اهتزازها تشحن لبوسي المكثفة خلال ربع دور بشحنتين متساويتين ومن نوعين مختلفين دون أن تخترق عازلها، ثم تنفرغان 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 الشدة المنتجة واحدة في عدة أجهزة موصولة على التسلسل مهما اختلفت قيم ممانعتها.

أن الإلكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار تواتره صغير تكاد تهتز بتوافق كامل فتبدو مقاطع الدارة في كل لحظة وكأن تياراً متواصلًا يجتازها شدته هي الشدة اللحظية للمتناوب وجهته هي جهة التيار المتناوب في هذه اللحظة.

6- تستعمل الوشيعه ذات النواة الحديدية كمعدلة في التيار المتناوب.

لأن  $L$  ذاتية الدارة تتغير بتغير وضع النواة داخل الوشيجة 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، ويشكل المولد فيها جملة محرصة وبقية الدارة جملة مجاوبة.

ثانياً - أهمية عامل الاستطاعة في نقل الطاقة الكهربائية من مولد التيار إلى الجهاز الكهربائي:

يطلب من اصحاب التجهيزات الكهربائية الصناعية ألا 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 يسجلها العداد 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.

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos \varphi \quad \text{الاستنتاج:}$$

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

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.

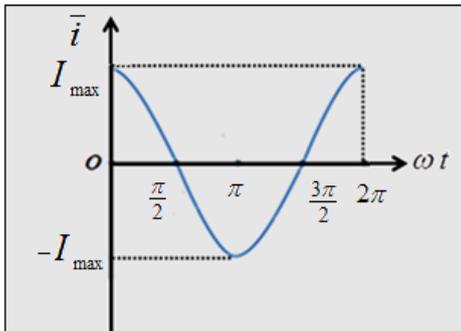
ثالثاً: دارة تيار متناوب جيبي تابع شدته اللحظية

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

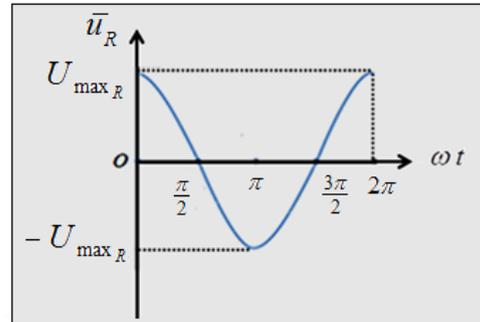
ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدة اللحظية والتوتر اللحظي بدلالة (مخطط ضابط الطور)

في كل من الحالات الآتية: 1- مقاومة أومية فقط. 2- وشيجة مهملة المقاومة فقط. 3- مكثفة فقط.

الحل:

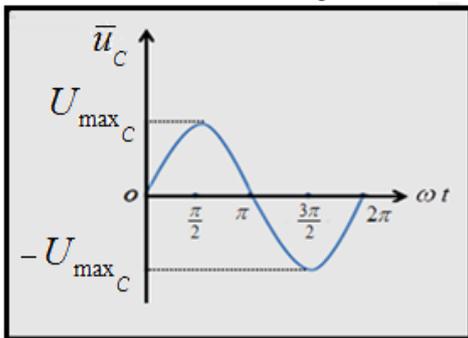


$$\bar{i} = I_{\max} \cos \omega t$$

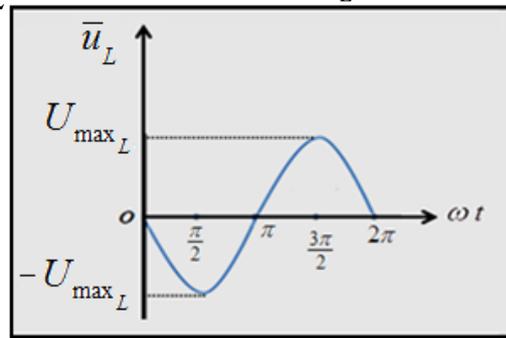


$$\bar{u}_R = U_{\max_R} \cos(\omega t)$$

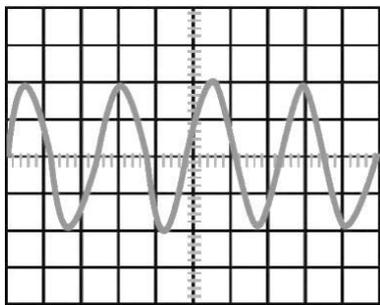
$$\bar{u}_C = U_{\max_C} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$



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



رابعاً: يعطي راسم الاهتزاز إشارة التوتر المطبق في مدخلة مع حساسية المدخل عند  $500mV$  لكل تدريجه 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.

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

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

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

**3-**

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

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

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

$$Z = 65 \Omega$$

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

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

$$I_{eff} = 2 A$$

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

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

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة:

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

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

-3

(تجاوب كهربائي)

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

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

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

$$I'_{eff} = \frac{130}{30} \quad L = \frac{2}{5\pi} H$$

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z'} = \frac{U_{eff}}{R} \quad I'_{eff} = \frac{13}{3} A$$

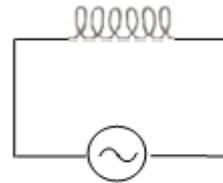
$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad -1$$

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

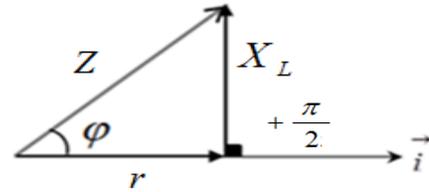
$$U_{eff} = 130 V$$

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

$L, r$



-2

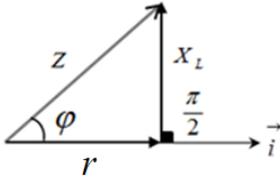


$$X_L = \omega L$$

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

$$X_L = 60 \Omega$$

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



-2

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

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

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

$$N = 1000 \text{ لفة}$$

$$3 \text{ - حالة تجاوب كهربائي } X_L = X_C$$

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

$$5 = \frac{1}{100\pi C}$$

$$C = \frac{1}{500\pi} F$$

$$P_{avg} = U_{eff} I'_{eff} \cos \phi'$$

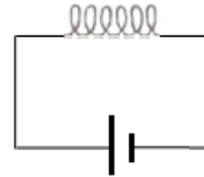
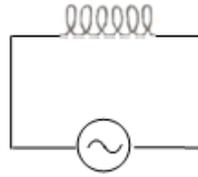
$$Z' = R$$

$$\phi' = 0$$

$$I'_{eff} = \left( \frac{U_{eff}}{R} \right) = \frac{130}{12} = \frac{65}{6} A$$

$$P_{avg} = 130 \times \frac{65}{6} \times 1$$

$$P_{avg} \approx 1408.33 W$$



$$U_{eff} = 130V$$

$$U_{ab} = 6V$$

$$I_{eff} = 10 A$$

$$I = 0.5 A$$

حالة تيار متناوب

حالة تيار متواصل

1 - في حالة تيار متواصل:

تقوم الوشيجة بعمل مقاومة أومية فقط.

$$U_{ab} = r I$$

$$6 = r \times 0.5$$

$$r = 12 \Omega$$

في حالة تيار متناوب:

تقوم الوشيجة بعمل مقاومة أومية وذاتية معاً.

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

$$130 = Z \times 10$$

$$Z = 13 \Omega$$

$$Z^2 = r^2 + (X_L)^2$$

$$(13)^2 = (12)^2 + (X_L)^2$$

$$X_L = 5 \Omega$$

$$X_L = L\omega$$

$$5 = L 100\pi$$

$$L = \frac{1}{20\pi} H$$

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2} \quad -3$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$49 = 16 + 25 + 2 \times 4 \times 5 \cos(\varphi_2 - 0)$$

$$\cos \varphi_2 = 0.2$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{r}{Z}$$

$$0.2 = \frac{r}{40} \Rightarrow r = 8 \Omega$$

$$P_{avg_1} = U_{eff} I_{eff_1} \cos \varphi_1 \quad -4$$

$$P_{avg_1} = 200 \times 4 \times 1$$

$$P_{avg_1} = 800 \text{ W}$$

$$P_{avg_2} = U_{eff} I_{eff_2} \cos \varphi_2$$

$$P_{avg_2} = 200 \times 5 \times 0.2$$

$$P_{avg_2} = 200 \text{ W}$$

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

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

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

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

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

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

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad -1$$

$$U_{eff} = \frac{200 \sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = 200 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$100\pi = 2\pi f$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_1}} \quad -2$$

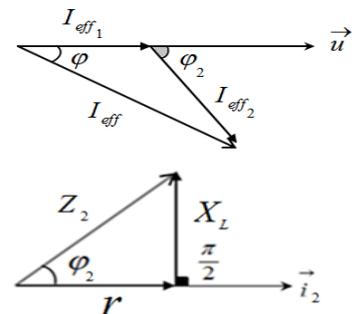
$$R = \frac{200}{4}$$

$$R = 50 \Omega$$

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}$$

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

$$Z_2 = 40 \Omega$$



$$\bar{i}_2 = I_{\max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$I_{\max_2} = I_{\text{eff}_2} \sqrt{2} = 10 \sqrt{2} \text{ A}$$

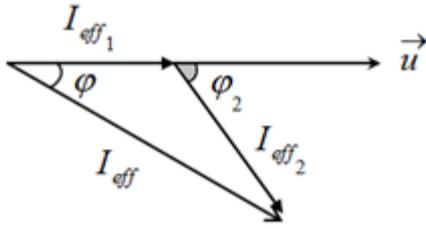
$$\cos \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

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

لأن التيار متأخر بالطور عن التوتر

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

-4



$$\vec{I}_{\text{eff}} = \vec{I}_{\text{eff}_1} + \vec{I}_{\text{eff}_2}$$

$$I_{\text{eff}}^2 = I_{\text{eff}_1}^2 + I_{\text{eff}_2}^2 + 2 I_{\text{eff}_1} I_{\text{eff}_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

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

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

$$P_{\text{avg}_1} = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}_1} \cos \varphi_1 \quad -5$$

$$P_{\text{avg}_1} = 120 \times 6 \times 1$$

$$P_{\text{avg}_1} = 720 \text{ W}$$

$$P_{\text{avg}_2} = 600 \text{ W}$$

$$P_{\text{avg}} = P_{\text{avg}_1} + P_{\text{avg}_2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\omega = 2 \pi f$$

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

$$f = 60 \text{ Hz}$$

-2

$$R = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}_1}}$$

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

$$R = 20 \Omega$$

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

$$Z_2 = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}_2}} \quad -3$$

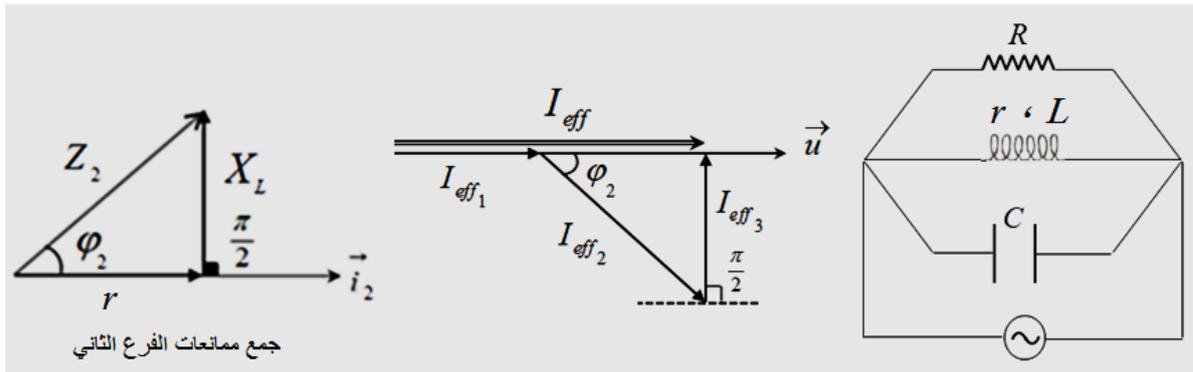
$$Z_2 = \frac{120}{10}$$

$$Z_2 = 12 \Omega$$

$$P_{\text{avg}_2} = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}_2} \cos \varphi_2$$

$$P_{\text{avg}_2} = 120 \times 10 \times \frac{1}{2}$$

$$P_{\text{avg}_2} = 600 \text{ W}$$



وفاق بالطور  $\varphi = 0$

من تمثيل فرينل:

$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin \varphi_2$$

$$I_{eff_3} = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$I_{eff_3} = 5\sqrt{3} \text{ A}$$

$$X_c = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}}$$

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

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

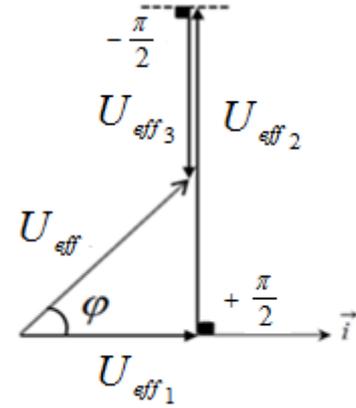
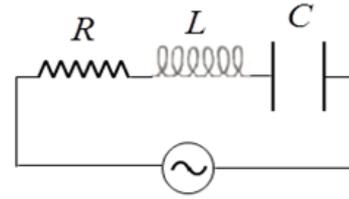
$$X_c \approx 13.85 \Omega$$

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

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

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

-1



$$U_{eff} = \sqrt{(U_{eff1})^2 + (U_{eff2} - U_{eff3})^2}$$

$$U_{eff} = \sqrt{(30)^2 + (80 - 40)^2}$$

$$U_{eff} = 50 \text{ V}$$

2- نطبق قانون أوم على المكثفة لأننا نستطيع حساب

ممانعتها (اتساعيتها).

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 2\pi \times 50$$

$$\omega = 100 \pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

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

$$X_C = 20 \Omega$$

$$U_{eff3} = X_C I_{eff}$$

$$40 = 20 \times I_{eff}$$

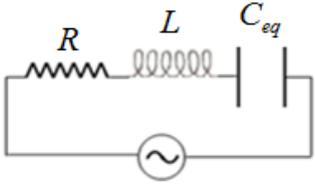
$$I_{eff} = 2 \text{ A}$$

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

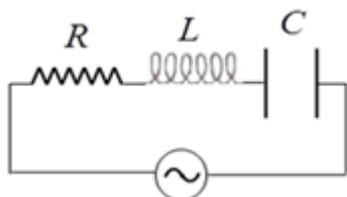
$$I_{\max} = I_{eff} \sqrt{2}$$

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

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

<p>(B)</p> 	$U_{eff} = Z I_{eff} \quad -3$ $50 = Z \times 2$ $Z = 25 \Omega$
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}$ $4000 \pi = 2000 \pi + \frac{1}{C'}$ $C' = \frac{1}{2000 \pi} F$ $P_{avg} = U_{eff} I'_{eff} \cos \varphi' \quad (c)$ $Z' = R$ <p>لحساب المقاومة الأومية <math>R</math> نطبق قانون أوم على المقاومة قبل حدوث التجاوب (قبل إضافة <math>C'</math>)</p>	$U_{eff 2} = X_L I_{eff} \quad -4$ $U_{eff 2} = \omega L \times I_{eff}$ $80 = 100 \pi L \times 2$ $L = \frac{2}{5 \pi} H$ $\bar{u}_2 = 80\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$
$U_{eff 1} = R I_{eff}$ $30 = R \times 2$ $R = 15 \Omega$ <p>حساب الشدة المنتجة للتيار في حالة التجاوب</p>	<p>-5</p> <p>عامل الاستطاعة:</p> $\cos \varphi = \frac{U_{eff 1}}{U_{eff}}$ $\cos \varphi = \frac{30}{50}$ $\cos \varphi = \frac{3}{5} = 0.6$
$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ $I'_{eff} = \frac{50}{15}$ $I'_{eff} = \frac{10}{3} A$ $\varphi' = 0 \text{ rad}$ $P_{avg} = 50 \times \frac{10}{3} \times 1$ $P_{avg} = \frac{500}{3}$ $P_{avg} \approx 166.6 W$	<p>-6</p> <p>(A) حالة تجاوب كهربائي</p> $X_L = X_{C_{eq}}$ $\omega L = \frac{1}{\omega C_{eq}}$ $100 \pi \frac{2}{5 \pi} = \frac{1}{100 \pi C_{eq}}$ $C_{eq} = \frac{1}{4000 \pi} F$ $C_{eq} < C$ <p>الضم على التسلسل</p>

-2



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

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

$$Z' = Z$$

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

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

نجد الطرفين فنجد:

$$X_L - X_C = \pm X_C$$

اما:  $X_L - X_C = -X_C$  مرفوض  $X_L = 0$

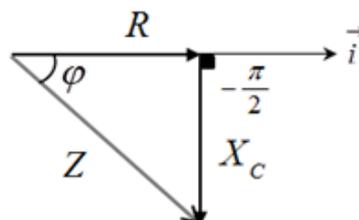
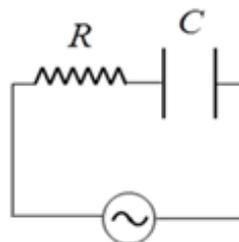
$$X_L - X_C = X_C$$

$$X_L = 2X_C$$

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

او:

-1



$$U_{eff_2} = \sqrt{U_{eff}^2 - U_{eff_1}^2}$$

$$U_{eff_2} = \sqrt{10000 - 3600} = \sqrt{6400} = 80 V$$

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

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

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

$$U_{eff_2} = X_C I_{eff}$$

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

$$I_{eff} = 2 A$$

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

$$60 = R \times 2$$

$$R = 30 \Omega$$

حالة طنين ( تجاوب كهربائي)

$$X_L = X_C$$

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

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

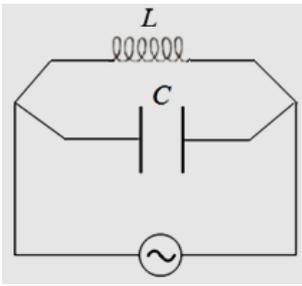
$$2\pi f' = \sqrt{\frac{1}{L C}}$$

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

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

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

$$f' \approx 35.35 \text{ Hz}$$



$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{100}{80} = 1.25 \text{ A}$$

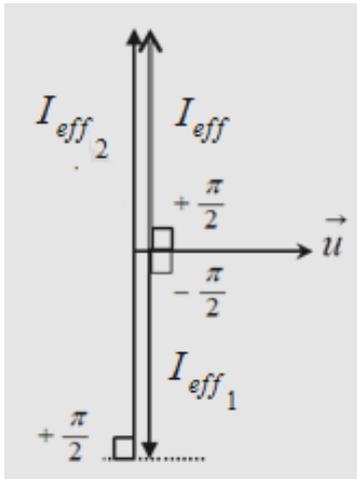
$$I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{100}{40} = 2.5 \text{ A}$$

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

$$I_{eff} = I_{eff_2} - I_{eff_1}$$

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

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



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:

$$I_{eff_p} = 18 \text{ A}$$

1- الإجابة الصحيحة : (a)

$$\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \Rightarrow 3 = \frac{I_{eff_p}}{16} \Rightarrow I_{eff_p} = 18 \text{ A}$$

2- الإجابة الصحيحة : (a)

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{40}{20} = 2$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

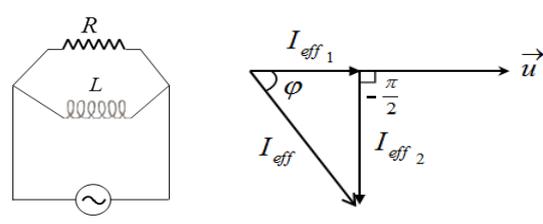
1- للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول.

2- للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول ثم تخفّض إلى 220 v عند الاستهلاك لتوافق عمل الأجهزة الكهربائية.

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

ثالثاً : حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

$\bar{i}_2 = I_{\max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$ $I_{\max_2} = I_{eff_2} \sqrt{2}$ $I_{\max_2} = 3\sqrt{2} \text{ (A)}$ $\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ $\bar{i}_2 = 3\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$  $\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$ $I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2$ $I_{eff}^2 = 25$ $I_{eff} = 5 \text{ A}$	$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{375}{125} = 3 \quad -1$ <p>المحولة رافعة للتوتر <math>\mu &gt; 1</math></p> $U_{eff_s} = \frac{U_{\max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120 \text{ V} \quad -2$ $U_{eff_s} = R I_{eff_s} \quad -3$ $120 = 30 \times I_{eff_s}$ $I_{eff_s} = 4 \text{ A}$ $\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$ $I_{eff_p} = 16 \text{ A}$ $U_{eff_s} = X_L I_{eff_s_2} \quad -4$ $120 = X_L \times 3$ $X_L = 40 \Omega$
---	--

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

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

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

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

$$P_{avg_2} = 120 \times 3 \times 0$$

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

لان الذاتية لا تستهلك طاقة

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

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

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

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

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

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

المسألة الثانية:

$$I_{eff_p} U_{eff_p} = I_{eff_s} U_{eff_s} \quad -1$$

$$I_{eff_s} = \frac{I_{eff_p} U_{eff_p}}{U_{eff_s}} = \frac{10 \times 400}{4500} = 0.89 \text{ A}$$

$$P' = R I_{eff_s}^2 = 30 \times (0.89)^2 \approx 24 \text{ W} \quad \text{الاستطاعة الضائعة:}$$

$$P = I_{eff} U_{eff} = 10 \times 400 = 4000 \text{ W} \quad \text{الاستطاعة الكلية:}$$

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

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

$$P' = R I^2 = 30 \times (10)^2 = 3000 \text{ W} \quad \text{الاستطاعة الضائعة:}$$

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

-3 عند تبديل خط النقل:

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

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

المسألة الثالثة:

$$\frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{N_s}{N_p} \quad -1$$

$$U_{eff_s} = \frac{U_{eff_p} N_s}{N_p} = \frac{125 \times 3000}{3750} = 100 \text{ V}$$

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

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

$$P_{avg_2} = U_{eff_s} I_{eff_{s_2}} \cos \phi_2 \quad -2$$

$$1000 = 100 \times I_{eff\ s_2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow I_{eff\ s_2} = 20 A$$

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\ 1} + \vec{I}_{eff\ 2} \quad -3$$

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

$$I_{eff}^2 = (10)^2 + (20)^2 + 2 (10) (20) \cos\left(\frac{\pi}{3} - 0\right)$$

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

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{I_{eff\ p}}{I_{eff\ s}} \quad -4$$

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

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

$$U_{eff\ s} = R I_{eff\ s} \quad -2$$

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

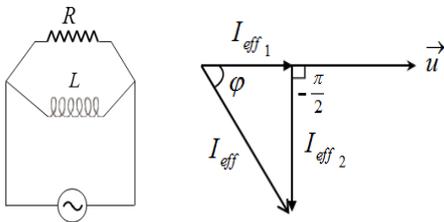
$$I_{eff\ s} = 3 A$$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{I_{eff\ p}}{I_{eff\ s}}$$

$$\frac{375}{125} = \frac{I_{eff\ p}}{3}$$

$$I_{eff\ p} = 9 A$$

(a - 3)



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

$$I_{eff}^2 = I_{eff\ 1}^2 + I_{eff\ 2}^2$$

$$25 = 9 + I_{eff\ 2}^2$$

$$\frac{U_{eff\ s}}{U_{eff\ p}} = \frac{N_s}{N_p} \quad -1$$

$$\frac{U_{eff\ s}}{10} = \frac{375}{125}$$

$$U_{eff\ s} = 30 V$$

حسب مبدأ مصونية الطاقة:

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

$$m C_0 \Delta t = R I_{eff\ s}^2 t$$

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

$$m C_0 \Delta t = \frac{U_{eff\ s}^2}{R} t$$

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

$$R = 10 \Omega$$

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

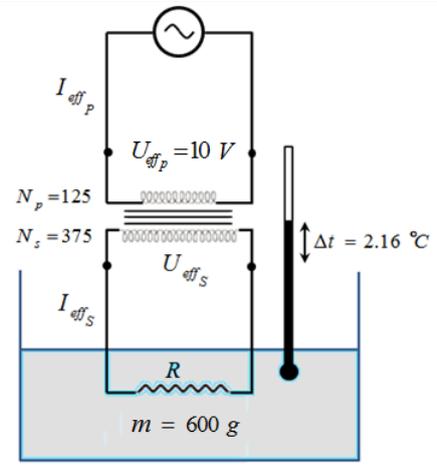
$$\bar{i}_2 = I_{max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

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

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

$$\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\bar{i}_2 = 4\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$$



(c - 4)

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

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

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

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

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

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

(b - 4)

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

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

$$X_L = 30 \ \Omega$$

$$X_L = \omega L$$

$$X_L = \omega L$$

$$30 = 100\pi L$$

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

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:  $x_1 = k \left(\frac{\lambda}{2}\right)$  ،  $kx_2 = (k+1)\left(\frac{\lambda}{2}\right) \Rightarrow \Delta x = (x_2 - x_1) = \left(\frac{\lambda}{2}\right)$

2- الإجابة الصحيحة:  $\varphi = \pi$  (d)

توضيح اختيار الإجابة: جهة الإشارة المنعكسة تعاكس جهة الإشارة الواردة  $\bar{y}_{2(t)} = -\bar{y}_{1(t)}$

الواردة  $\bar{y}_{1(t)} = Y_{\max} \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}\right)$

المنعكسة  $\bar{y}_{2(t)} = Y_{\max} \cos\left(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda} + \varphi'\right)$

فرق الطور بينهما  $\left[\left(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \varphi'\right)\right] - \left[\left(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}\right)\right] = \pi \Rightarrow \varphi' = \pi$

3- الإجابة الصحيحة:  $4L$  (a)

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

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:  $200 \text{ cm}$  (c)

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

7- الإجابة الصحيحة

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

8- الإجابة الصحيحة

(a):  $L = \frac{\lambda}{4}$   
توضيح اختيار الإجابة:  $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2 \times 1 - 1)\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}$

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  $v = \text{const} \frac{1}{r}$

$r_2 = 2r_1 \Rightarrow v_1 = 2v_2$

10- الإجابة الصحيحة (a :  
 توضيح اختيار الإجابة:  

$$L = n \frac{\lambda}{2} = n \frac{v}{2f} \Rightarrow f = n \frac{v}{2L} \quad nL = 1 \Rightarrow f = \frac{v}{2L}$$

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)  $1305 \text{ Hz}$   
 توضيح اختيار الإجابة:  $f = (2n-1) \frac{v}{4L} = (2n-1) f_1 = (2 \times 2 - 1) \times 435 = 1305 \text{ Hz}$

14- الإجابة الصحيحة : (a)  $435$   
 توضيح اختيار الإجابة:  $L = k \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2 = 4 \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 1 \text{ m}$

$v = \lambda f = 1 \times 435 = 435 \text{ m.s}^{-1}$

15- الإجابة الصحيحة (b :  $v_1 = 4v_2$   
 توضيح اختيار الإجابة:  
 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:

<p>بُعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة:</p> $x = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$ $k = 1 \Rightarrow (2k + 1) = 3$ $d = 3 \frac{\lambda}{4}$ <p>نجعل مزماراً ذا لسان <b>مختلف</b> الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته مفتوحة.</p> <p>طول المزمار <math>L</math> يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة.</p> $L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad n = 1, 2, 3, \dots$ <p>لكن: <math>\lambda = \frac{v}{f}</math></p> $L = (2n - 1) \frac{v}{4f}$ $f = (2n - 1) \frac{v}{4L}$	<p>معادلة اهتزاز نقطة <math>n</math> من وتر مرن تبعد <math>\bar{x}</math> عن نهايته المقيدة بالعلاقة: <math>y_{n(t)} = 2Y_{\max} \sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} \sin \omega t</math></p> <p>سعة الاهتزاز: <math>Y_{\max/n} = 2Y_{\max} \left  \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right </math></p> <p><b>بطون الاهتزاز:</b> <math>Y_{\max/n} = 2Y_{\max}</math></p> $\left  \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right  = 1$ $\frac{2\pi}{\lambda} x = (2k + 1) \frac{\pi}{2}$ $x = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$ <p><b>عقد الاهتزاز:</b> <math>Y_{\max/n} = 0</math></p> $\sin \frac{2\pi}{\lambda} x = 0$ $\frac{2\pi}{\lambda} x = k \pi$ $x = k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$
--	---

2- (a)  $f = k \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$  بما أن المقادير  $(L, F_T, \mu)$  بقية ثابتة فعدد المغازل يتناسب طردياً

مع تواتر الرنانة  $f' = \text{const } k'$  ،  $f = \text{const } k$

$$\frac{f}{f'} = \frac{k}{k'} = \frac{3}{2} \Rightarrow f' = \frac{2}{3} f$$

(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

$$k \sqrt{F_T} = \text{const} \quad , \quad k' \sqrt{F_T'} = \text{const}$$

$$\frac{k}{k'} = \frac{\sqrt{F_T'}}{\sqrt{F_T}} = \frac{\sqrt{m'g}}{\sqrt{mg}}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{\sqrt{m'}}{\sqrt{m}} \Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{m'}{m} \Rightarrow m' = \frac{9}{4} m$$

3- نكشف عن الحقل الكهربائي  $\vec{E}$  بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل 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  $\vec{B}$  فيولد فيها توتراً نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

\*\*\*\*\*

4- عدد المغازل يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر  $k \sqrt{F_T} = \text{const}$

$$k' \sqrt{F_T'} = \text{const}$$

$$\frac{k}{k'} = \frac{\sqrt{F_T'}}{\sqrt{F_T}}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{\sqrt{F_T'}}{\sqrt{F_T}} \Rightarrow \frac{9}{25} = \frac{F_T'}{F_T} \Rightarrow F_T' = \frac{9}{25} F_T$$

أي يجب ان ننقص قوة الشد

5- علل ما يأتي:

❖ لا يحدث انتقال للطاقة في الأمواج المستقرة لأن الأمواج الواردة والأمواج المنعكسة تنقل الطاقة في اتجاهين متعاكسين.

❖ تُسمى الأمواج المستقرة 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: حل المسائل الآتية: (في جميع المسائل  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ).

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{v_2} = \frac{\sqrt{0 + 273}}{\sqrt{27 + 273}} = 1.098 \Rightarrow v_2 = 347 \text{ m.s}^{-1}$$

المسألة الأولى:

\*\*\*\*\*

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

المسألة الثانية:

$$n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4L} = 435 \text{ Hz}$$

$$f = (2n - 1) f_1 = (2n - 1) 435$$

$$\text{المدرج الثالث} \quad n = 2 \Rightarrow f_3 = 3 \times 435 = 1305 \text{ Hz}$$

$$\text{المدرج الخامس} \quad n = 3 \Rightarrow f_5 = 5 \times 435 = 2175 \text{ Hz}$$

$$\text{المدرج السابع} \quad n = 4 \Rightarrow f_7 = 7 \times 435 = 3045 \text{ Hz}$$

$$f = k \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

المسألة الثالثة:

$$f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad \text{الصوت الأساسي } k=1$$

$$f_1' = \frac{1}{2L'} \sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} = \frac{1}{2 \frac{L}{2}} \sqrt{\frac{2F_T}{\mu}} = 2\sqrt{2} \times \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f_1' = 2\sqrt{2} f_1$$

$$f_1' = 2\sqrt{2} \times 250$$

$$f_1' = 707 \text{ Hz}$$

\*\*\*\*\*

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{v}{4f}$$

المسألة الرابعة:

$$L_1 = \frac{340}{4 \times 440} = 0.193 \text{ m}$$

\*\*\*\*\*

$$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f}$$

المسألة الخامسة:

$$v = 2Lf$$

$$v = 2 \times 1.1 \times 445 = 979 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = 979 \text{ m.s}^{-1}$$

\*\*\*\*\*

$$f = k \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

المسألة السادسة:

$$f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad \text{الصوت الأساسي } k=1$$

$$f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2 \times 0.7} \sqrt{\frac{49 \times 0.7}{7 \times 10^{-3}}}$$

$$f_1 = 50 \text{ Hz}$$

\*\*\*\*\*

المسألة السابعة:

$$f = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

-1

$$f = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

$$30 = \frac{1}{2 \times 2} \sqrt{\frac{7.2 \times 2}{m}}$$

$$m = 10^{-3} \text{ kg}$$

$$f = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad -2$$

$$k = 2 \quad \text{يهتز بمغزلين} \quad 30 = \frac{2}{2 \times 2} \sqrt{\frac{F_T \times 2}{10^{-3}}} \Rightarrow F_T = 1.8 \text{ N}$$

$$k = 3 \quad \text{يهتز بثلاثة مغازل} \quad 30 = \frac{3}{2 \times 2} \sqrt{\frac{F_T \times 2}{10^{-3}}} \Rightarrow F_T = 0.8 \text{ N}$$

\*\*\*\*\*

### المسألة الثامنة: كثافة المادة 0.8

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{F_T L}{m}} = \sqrt{\frac{F_T L}{\rho V}} = \sqrt{\frac{F_T L}{\rho L s}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\rho \pi r^2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{100 \pi}{0.8 \pi (5 \times 10^{-5})^2}}$$

$$v = 2236 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

\*\*\*\*\*

$$L = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L = 4 \times 2 = 8 \text{ m} \quad \text{عمود الهواء مغلق:} \quad \text{المسألة التاسعة:}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330}{8} = 41.25 \text{ Hz}$$

$$L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2L = 2 \times 2 = 4 \text{ m} \quad \text{عمود الهواء مفتوح:}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330}{4} = 82.5 \text{ Hz}$$

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad \text{تواتر المدرج الثالث في حالة: عمود الهواء مغلق:}$$

$$L = (2n - 1) \frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n - 1) \frac{v}{4L} = 3 \times \frac{330}{4 \times 2} = 125.25 \text{ Hz}$$

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{تواتر المدرج الثالث في حالة: عمود الهواء مفتوح:}$$

$$L = n \frac{v}{2f} \Rightarrow f = n \frac{v}{2L} = 3 \times \frac{330}{2 \times 2} = 247.5 \text{ Hz}$$

\*\*\*\*\*

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} \quad -1$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T L}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1}{20 \times 10^{-3}}} = 10 \text{ m.s}^{-1}$$

$$f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{10}{2 \times 1} = 5 \text{ Hz} \quad -2$$

$$f_2 = 2 \frac{v}{2L} = 2 \frac{10}{2 \times 1} = 10 \text{ Hz} \quad k = 2 \text{ المدروج الثاني} \quad -3$$

$$f_3 = 3 \frac{v}{2L} = 3 \frac{10}{2 \times 1} = 15 \text{ Hz} \quad k = 3 \text{ المدروج الثالث}$$

$$f_4 = 4 \frac{v}{2L} = 4 \frac{10}{2 \times 1} = 20 \text{ Hz} \quad k = 2 \text{ المدروج الرابع}$$

المسألة الحادية عشر: تواتر الصوت 170Hz

$$\text{عدد أطوال الموجة} = \frac{L}{\lambda} = \frac{Lf}{v} = \frac{1 \times 170}{340} = 0.5 \quad -1$$

$$L' = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad -2$$

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

$$L' = (2 \times 1 - 1) \frac{340}{4 \times 170}$$

$$L' = 0.5 \text{ m}$$

\*\*\*\*\*

تفكير ناقد :

$$f = f'$$

$$n \frac{v}{2L} = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$F_T = \mu v^2$$

## النماذج الذرية والطيوف

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- 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 طاقة إلى سوية طاقة أخفض.
- 5- الإجابة الصحيحة: (c) تمتص طاقة الإشعاع المطابق لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين .

\*\*\*\*\*

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

$$F_E = k \frac{e^2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{e^2}{r^2} \right) = \frac{1}{4\pi \frac{1}{36\pi \times 10^9}} \left( \frac{1.6 \times 10^{-19}}{0.53 \times 10^{-10}} \right)^2 \quad -1$$

$$F_E = 9 \times 10^9 (3 \times 10^{-9})^2 = 81 \times 10^{-9} N$$

-2

$$F_E = F_c$$

$$F_E = m a_c = m \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_E r}{m}} = \sqrt{\frac{81 \times 10^{-9} \times 0.53 \times 10^{-10}}{9.1 \times 10^{-31}}} = \sqrt{4.72 \times 10^{12}} = \sqrt{4.72} \times 10^6 m.s^{-1}$$

وهي سرعة صغيرة أمام سرعة الضوء في الخلاء فلا تؤخذ زيادة الكتلة للإلكترون بعين الاعتبار

-3

$$f = \frac{1}{T}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$f = \frac{1}{\frac{2\pi r}{v}} = \frac{v}{2\pi r} = \frac{\sqrt{4.72} \times 10^6}{2\pi \times 0.53 \times 10^{-10}} = \frac{\sqrt{4.72}}{3.33} \times 10^{16} Hz$$

\*\*\*\*\*

المسألة الثانية:

$$\Delta E = E_2 - E_3$$

$$\Delta E = (-3.4) - (-1.51) = -1.89 \text{ eV}$$

$$\Delta E = -1.89 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta E = hf$$

$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{3 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 0.45 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

\*\*\*\*\*

### المسألة الثالثة:

1- تعديل السؤال: احسب النسبة بين قوة الجذب الكتلي وقوة الجذب الكهربائي بين الإلكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين، ماذا تستنتج؟

$$F_1 = G \frac{m_e m_p}{a^2}$$

$$F_2 = k \frac{e^2}{a^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{G m_e m_p}{k e^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}}{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}$$

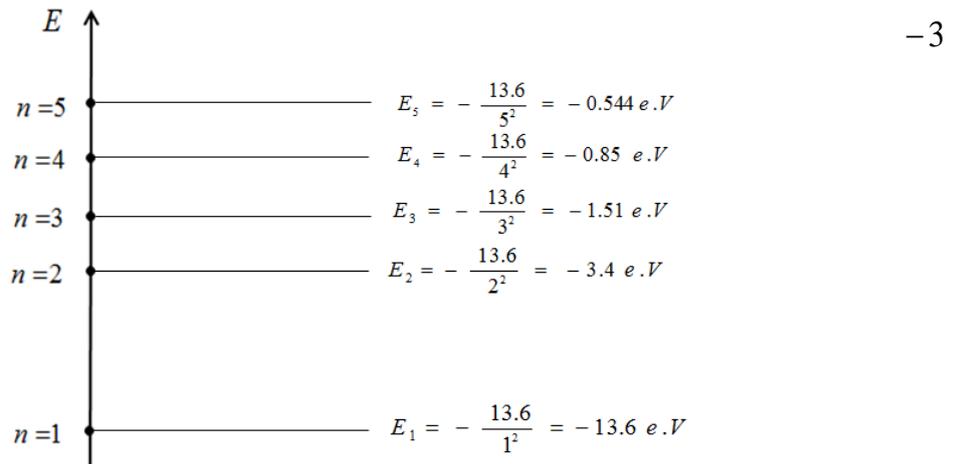
$$\frac{F_1}{F_2} \approx \frac{1}{10^{39}} \Rightarrow F_2 = 10^{39} F_1$$

نستنتج أن  $F_2 \gg F_1$  لهذا نهمل قوة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

$$E_n = - \frac{13.6}{n^2} \quad -2$$

$$E_1 = - \frac{13.6}{1^2} = -13.6 \text{ e.V}$$

$$E_1 = -13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} = -21.76 \times 10^{-19} \text{ J}$$



$$\Delta E = h f$$

$$\Delta E = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 2.91 \times 10^{15} = 19.2 \times 10^{-19} J$$

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$E_2 = E_1 + \Delta E = \frac{-13.6}{1^2} \times 1.6 \times 10^{-19} + 19.2 \times 10^{-19} = -2.56 \times 10^{-19} J$$

$$E_2 = \frac{-13.6}{n^2} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$-2.56 \times 10^{-19} = \frac{-13.6}{n^2} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$n \approx 3$$

تفكير ناقد :

تعمل قطرات المطر كما الموشور، فينكسر الضوء ويتحلل إلى ألوان الطيف المرئي، حيث يتميز كل لون بطول موجة معين.

## انتزاع الإلكترونات

أولاً- أجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- لا ، إنما يمكن تحديد احتمال وجود الإلكترون في لحظة ما في موضع معين.
- 2- نعم ، يخضع الإلكترون في سطح المعدن لقوى جذب كهربائية محصلتها غير معدومة جهتها نحو داخل المعدن.
- 3- لا، كي يتحرر الإلكترون يجب أن يمتلك طاقة أكبر من طاقة الانتزاع للمعدن.

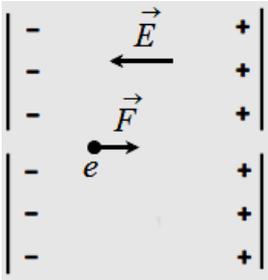
\*\*\*\*\*

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.



$$\Delta E = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = eU$$

$$\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} v^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^3$$

$$v = \sqrt{0.35 \times 10^{15}} = \sqrt{3.5} \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ad$$

$$3.5 \times 10^{14} - 0 = 2a \times 10^{-2}$$

$$a = 1.75 \times 10^{16} \text{ m.s}^{-2}$$

المسألة الثانية:

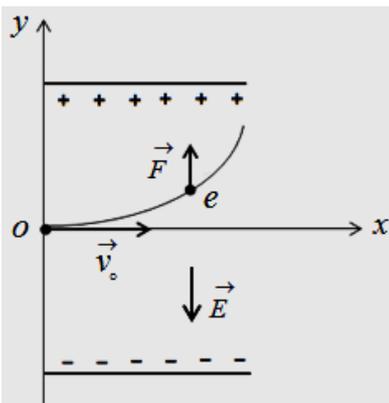
(1)

- 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  $ox$  :  $F_x = m a_x = 0$



$a_x = 0 \Rightarrow$  الحركة مستقيمة منتظمة

$$(v_x = v_0, x_0 = 0) \Rightarrow x = v_0 t \dots (1)$$

$$F = F_v = m a_y \quad \bullet \text{ الحركة على المحور } \vec{oy}$$

$$e E = m_e a_y$$

$a_y = \frac{e E}{m} = const \Rightarrow$  الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام

$$a = a_y = \frac{e E}{m} = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 200}{9.1 \times 10^{-31}} = 3.51 \times 10^{13} \text{ m.s}^{-1}$$

(2) من (1) :

$$t = \frac{x}{v_0} = \frac{0.1}{3 \times 10^6} = 3.33 \times 10^{-8} \text{ s}$$

تفكير ناقد :

لا ينطبق ذلك على الإلكترون في الذرة، فوفق نموذج بور لا يصدر الإلكترون 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 الإلكترون المهبط المعدني إذا كانت طاقته الحركية لحظة خروجه من المهبط تساوي

$$m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg} , e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad \text{إذا علمت أن: } E_k = 18 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = E_k \quad \text{الحل:}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 18 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = 2 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

\*\*\*\*\*

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:

$$U = \frac{E_s}{e} = \frac{10 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 10 \text{ V}$$

$$d = \frac{U}{E} = \frac{10}{3 \times 10^{-6}} = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \text{ m}$$

\*\*\*\*\*

تكبير ناقد :

في أنبوبة التفريغ في التلفاز يطبق 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 وهنت 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:

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad -1$$

$$9.6 \times 10^{-16} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} v^2$$

$$v = \sqrt{2.13 \times 10^{15}} = \sqrt{21.3} \times 10^7 m.s^{-1}$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{N e}{t} \Rightarrow N = \frac{I t}{e} = \frac{10 \times 10^{-6} \times 30}{1.6 \times 10^{-19}} = 1875 \times 10^{12} \text{ إلكترون} \quad -2$$

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 تتأثر بالحقل المغناطيسي ممّا يؤدي لإنحرافها وبالتالي تشوّه الصورة.

## نظرية الكم والمفعول الكهروضوئي

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 إلكترونات 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  $hf < E_s$  : إن الطاقة الحركية للإلكترون تزداد ويبقى مرتبطاً بالمعدن.
- 2- طاقة الفوتون أكبر من طاقة الانتزاع.  
طاقة الفوتون أكبر من طاقة الانتزاع  $hf > E_s$  : 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  $E_k = hf - E_s$

(B) ما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء الوارد لتعمل الحجيبة الكهروضوئية؟  
شرط عمل الحجيبة الكهروضوئية :

$$\lambda \leq \lambda_c \text{ طول موجة الضوء الوارد أصغر من طول موجة العتبة}$$

\*\*\*\*\*

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

$$E = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 7.3 \times 10^{14} = 4.818 \times 10^{-19} \text{ J} \quad -1$$

تُنتزع الإلكترونات من سطح المعدن لأن طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة انتزاع الإلكترون.

$$E_k = E - E_s = 4.818 \times 10^{-19} - 3.2 \times 10^{-19} = 1.618 \times 10^{-19} \text{ J} \quad -2$$

\*\*\*\*\*

المسألة الثانية:

$$E_s = h f_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{33 \times 10^{-20}}{6.6 \times 10^{-34}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad -1$$

$$E_s = h f_s \quad \dots (1)$$

$$c = \lambda_s f_s \quad \dots (2)$$

$$\frac{E_s}{c} = \frac{h}{\lambda_s} \quad \text{من (2),(1) نجد:}$$

$$\frac{33 \times 10^{-20}}{3 \times 10^8} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{\lambda_s} \Rightarrow \lambda_s = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m} \quad -2$$

$$E = h f \quad \dots (1) \quad -3$$

$$c = \lambda f \quad \dots (2)$$

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad \text{من (2),(1) نجد:}$$

$$\frac{E}{3 \times 10^8} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{0.5 \times 10^{-6}} \Rightarrow E = 39.6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_k = E - E_s = 39.6 \times 10^{-20} - 33 \times 10^{-20} = 6.6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 6.6 \times 10^{-20}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{1.47 \times 10^{11}} = \sqrt{14.7} \times 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

\*\*\*\*\*

المسألة الثالثة:

$$E_s = h f_s \quad \dots (1) \quad -1$$

$$c = \lambda_s f_s \quad \dots (2)$$

$$\frac{E_s}{c} = \frac{h}{\lambda_s} \quad \text{من (2),(1) نجد:}$$

$$\frac{E_s}{3 \times 10^8} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{6600 \times 10^{-10}} \Rightarrow E_s = 3 \times 10^{-19} \text{ J} \quad -2$$

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{4400 \times 10^{-10}} = 1.5 \times 10^{-27} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

$$E = h f \quad \dots (1) \quad -3$$

$$c = \lambda f \quad \dots (2)$$

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad \text{من (1),(2) نجد:}$$

$$\frac{E}{3 \times 10^8} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{4400 \times 10^{-10}} \Rightarrow E = 4.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = E - E_s = 4.5 \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19} = 1.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

-4 نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين: الأول: المهبط. الثاني: المصدر.

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

$$E_{K_2} - E_{K_1} = \overline{W}_{\overline{F}}$$

يحقق كمون الإيقاف وصول الإلكترون إلى المصدر بسرعة معدومة  $E_{K_2} = 0$

$$0 - E_{K_1} = -eV_0$$

$$V_0 = \frac{E_{K_1}}{e} = \frac{1.5 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 0.94 \text{ V}$$

\*\*\*\*\*

#### المسألة الرابعة:

-1

$$E_s = h f_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{3 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} \approx 4.5 \times 10^{16} \text{ Hz}$$

$$E = h f \quad \dots (1) \quad -2$$

$$c = \lambda f \quad \dots (2)$$

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad \text{من (1),(2) نجد:}$$

$$\frac{E}{3 \times 10^8} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{5 \times 10^{-7}} \Rightarrow E = 3.96 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = E - E_s = 3.96 \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19} = 0.96 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.96 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{0.21 \times 10^{12}} = \sqrt{21} \times 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

\*\*\*\*\*

تفكير ناقد :

نظرية التأثير الكهروضوئي 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- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

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: فسر: الأشعة السينية ذات قدرة عالية على النفاذ؟

التفسير: بسبب قصر طول موجاتها .

\*\*\*\*\*

ثالثاً: اكتب ثلاثاً من خواص الأشعة السينية.

1- ذات قدرة عالية على النفاذ.

2- تصدر عن ذرات العناصر الثقيلة.

3- تسبب التآلق لبعض الأجسام التي تسقط عليها.

\*\*\*\*\*

رابعاً: حل المسألة:

1- نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين: الأول: المهبط.

الثاني: مقابل المهبط.

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_F$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = \overline{W}_F$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$E_{K_2} = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4 = 128 \times 10^{-16} J$$

-2

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 128 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{28.44 \times 10^{15}} = \sqrt{284.4} \times 10^7 m.s^{-1}$$

$$E = E_k \quad -3$$

$$h f_{\max} = e U_{AC}$$

$$h \frac{c}{\lambda_{\min}} = e U_{AC}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{h c}{e U_{AC}}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4}$$

$$\lambda_{\min} = 0.1547 \times 10^{-10} \text{ m}$$

تفكير ناقد :

ينشأ الطيف المستمر للأشعة السينية عن الكبح الإلكتروني حيث تفقد الإلكترونات المسرّعة طاقة نتيجة الكبح على شكل أشعة سينية،

أما الطيف الخطي فينشأ عن الانتقالات الإلكترونية لملء الثقوب الداخلية في الذرات المهيجّة 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 الذرة 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 المضخم ) غازاً

في الليزر نصف الناقل : المادة المستخدمة مادة نصف ناقلة

في الليزر الياقوتي : المادة المستخدمة هي الياقوت

في الليزر السائلة : المادة المستخدمة كلوريد الأمونيوم المذاب في الكحول الإيثيلي.

## الفيزياء الفلكية

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- 1- الإجابة الصحيحة: (c) أقل من 70%
- 2- الإجابة الصحيحة: (c) 3 سنة أرضية.
- 3- الإجابة الصحيحة: (b) ينزاح نحو الأزرق.
- 4- الإجابة الصحيحة: (b) معدل تغير 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 تسمى 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:

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = F_c r$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = G \frac{mM}{r^2} r$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

نصف قطر شفارتزفيلد:  $r = \frac{2GM}{\gamma}$

لكن:  $g = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow GM = g R^2$

ومنه:  $r = \frac{2g R^2}{\gamma}$

$r = \frac{2 \times 10 \times (6400 \times 10^3)^2}{9.8} \approx 9 \times 10^{-3} m$

لن تبتلع الأرض القمر عندئذ لأن جاذبيتها للقمر لن تتغير فكتلة الأرض لم تتغير والبعد بينهما لم يتغير ( لا اعتبارهما نقطتين 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:  $v' = H_0 d$

$Light\ year = 3 \times 10^8 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365.25 = 9.46728 \times 10^{15} m$

$pc = 3.26 \times 9.46728 \times 10^{15} \approx 3 \times 10^{16} m$

$H_0 = \frac{68 \times 10^3 m.s^{-1}}{10^6 (3 \times 10^{16}) m} = \frac{68}{3} \times 10^{-19} s^{-1}$

سرعة ابتعاد المجرة عنا:  $v' = \frac{68}{3} \times 10^{-19} \times 932 \times 10^6 (9.46728 \times 10^{15}) = 2 \times 10^7 m.s^{-1}$

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{2 \times 10^7}{3 \times 10^8}$

نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي:  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{15}$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} = \frac{\lambda' - 500 \times 10^{-9}}{500 \times 10^{-9}}$$

$$\lambda' = 533 \times 10^{-9} \text{ m}$$

### 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  $4.22 \times 10^{11} \text{ kg.s}^{-1}$  فاحسب الطاقة التي يتلقاها  $1 \text{ km}^2$  من سطح المريخ خلال دقيقة واحدة. ( الوحدة الفلكية AU هي المسافة بين الأرض والشمس وسطيّاً وتعتبر 150 مليون كيلومتر )

\*\*\*\*\*

الحل:

$$\Delta E = \Delta m c^2 = 4.22 \times 10^{11} \times 9 \times 10^{16} = 37.98 \times 10^{27} \text{ J}$$

$$\Delta E = 60 \times 37.98 \times 10^{27} = 2278.8 \times 10^{27} \text{ J}$$

الطاقة المُقدمة  $1 \text{ km}^2$  لسطح كرة مركزها الشمس ونصف قطرها

( مليون كيلومتر  $R = 1.52 \text{ AU} = 1.52 \times 150 \times 10^6 = 76 \times 10^6 \text{ km}$  ) خلال دقيقة :

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^2} = \frac{2278.8 \times 10^{27}}{4\pi \times 76 \times 10^6} = \frac{2278.8 \times 10^{27}}{12.5 \times 76 \times 10^6} \approx 12 \times 10^{21} \text{ J.km}^2$$

الطاقة التي يتلقاها  $1 \text{ km}^2$  من سطح المريخ خلال دقيقة:  $12 \times 10^{21} \text{ J}$

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

تفكير ناقد :

لأنّ محور دوران الأرض حول نفسها يمر من نجم القطب فتبدو جميع الأجرام السماوية تدور إلا نجم القطب

## المسائل العامة

### المسألة (1):

نشكّل هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرّن، مهمل الكتلة، حلقاته متباعدة، ثابت صلابته  $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$  يُنبت إلى سقف من إحدى نهايتيه، ويُربطُ 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:

$$1- \text{ حساب نبض الحركة: } \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0.1}} = 10 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$2- \text{ التابع الزمني من الشكل: } \bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

نعوض شروط البدء (  $t = 0$  ,  $x = 0$  )

$$0 = 0.1 \cos(0 + \bar{\varphi})$$

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

$$\bar{\varphi} = \left(\frac{\pi}{2}\right) \quad , \quad \bar{\varphi} = \left(\frac{3\pi}{2}\right)$$

لكن تابع السرعة  $\bar{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$  نعوض شروط البدء:

$$-3 = -10 X_{\max} \sin(0 + \bar{\varphi})$$

نلاحظ أن القيمة  $\bar{\varphi} = \left(\frac{\pi}{2}\right)$  تحقق شروط البدء أي:

$$X_{\max} = 0.3 \text{ m}$$

$$\bar{x} = 0.1 \cos(10t + \frac{\pi}{2}) \quad \text{فيكون التابع الزمني هو:}$$

3- شدة قوة الارجاع:

$$F = -k \bar{x}$$

$$F = -10(-0.03)$$

$$F = 0.3 \text{ N}$$

### المسألة (2):

تهتز نقطة مادية كتلتها  $0.5 \text{ kg}$  لحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولية وبدور  $4 \text{ s}$  وبسعة اهتزاز  $X_{\max} = 8 \text{ cm}$  فإذا 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 تعيين قيمة الثوابت.
- 2) عين لحظتي المرور الاول والثالث في مركز الاهتزاز.

3) عين الموضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى واحسب قيمتها وحدد موضعاً 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

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$\omega_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rads}^{-1}$$

$$\left. \begin{array}{l} t = 0 \\ x = \frac{X_{\max}}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{X_{\max}}{2} = X_{\max} \cos \varphi$$

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

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \\ \varphi = \frac{5\pi}{3} \text{ rad} \end{array} \right.$$

نختار قيمة  $\varphi$  التي تجعل  $v < 0$   
التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

$$v = -\omega_0 X_{\max} \sin(\varphi)$$

$$\varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow v < 0$$

مقبول يوافق شروط البدء

$$\varphi = \frac{5\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow v > 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء

نعوض الثوابت  $X_{\max}, \omega_0, \varphi$  في الشكل العام للتابع

$$\bar{x} = 8 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

-2

عند المرور في مركز الاهتزاز  $\bar{x} = 0$

$$0 = 8 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right)$$

$$\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3} = +\frac{\pi}{2} + \pi k$$

$$\frac{\pi}{2}t = \frac{3\pi + 6\pi k - 2\pi}{6}$$

$$t = \frac{1 + 6k}{3}$$

$$k = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{3} \text{ s} \quad \text{المرور الأول}$$

$$k = 1 \Rightarrow t_2 = \frac{7}{3} \text{ s} \quad \text{المرور الثاني}$$

$$k = 2 \Rightarrow t_3 = \frac{13}{3} \text{ s} \quad \text{المرور الثالث}$$

-3

$$F = m a$$

عندما  $F = F_{\max}$   $a = a_{\max} = \omega_0^2 X_{\max}$  وذلك في الوضعين الطرفين

$$F_{\max} = m\omega_0^2 X_{\max}$$

$$= 0.5 \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 (8 \times 10^{-2})$$

$$F_{\max} = 0.1 \text{ N}$$

$F = 0$  معدومة عند المرور بمركز الاهتزاز حيث  $x = 0$

4- لا تتغير قيمة ثابت صلابة النابض باستبدال الكتلة المعلقة

-5

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

بالترتيب

$$m' = \frac{(T_0')^2 k}{4\pi^2}$$

$$m' = \frac{(1)^2 \times 1.25}{4 \times 10}$$

$$m' = 31.25 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

المسألة (3):

تتألف ميقاتيه من قرص نحاسي كتلته  $M_1 = 0.12 \text{ kg}$  ، نصف قطره  $R = 0.05 \text{ m}$  مثبت 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 تغييرها بواسطة بزال، نعلق الجملة من مركز عطالتها إلى سلك فتل شاقولي ثابت فتله  $k = 8 \times 10^{-4} \text{ m.N.rad}^{-1}$  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  $I_1 = \frac{1}{2} M_1 R^2$  ، وعزم عطالة الساق حول محور

عمودي على مستويها ومار من مركزها  $I_2 = \frac{1}{12} M_2 L^2$  ،  $\pi = 3.14$  ،  $\pi^2 = 10$  )

الحل:

1- حساب دور الميقاتية:

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

لنحسب عزم عطالة الجملة:  $I_{\Delta}(\text{جملة}) = I_{\Delta}(\text{قرص}) + 2I_{\Delta}(\text{كتلة}) + I_{\Delta}(\text{ساق})$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{2} M_1 R^2 + 2(m r^2) + \frac{1}{12} M_2 L^2$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{2} (0.12) (0.05)^2 + 2(0.05) (0.02)^2 + \frac{1}{12} (0.012) (0.1)^2$$

$$I_{\Delta} = 2 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

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

2- إذا ازداد الدور بمقدار  $0.86 \text{ s}$  سيصبح الدور الجديد  $T'_0 = 3.14 + 0.86 = 4 \text{ sec}$

$$4 = 2\pi \sqrt{\frac{I'_{\Delta}}{8 \times 10^{-4}}} \Rightarrow 16 = 40 \frac{I'_{\Delta}}{8 \times 10^{-4}} \Rightarrow I'_{\Delta} = \frac{16 \times 8 \times 10^{-4}}{40} = 32 \times 10^{-5}$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{2} M_1 R^2 + 2(m r'^2) + \frac{1}{12} M_2 L^2$$

$$32 \times 10^{-5} = \frac{1}{2} (0.12) (0.05)^2 + 2(0.05) (r')^2 + \frac{1}{12} (0.012) (0.1)^2$$

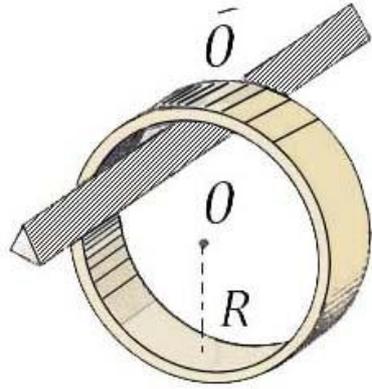
$$32 \times 10^{-5} = 15 \times 10^{-5} + 10^{-1} (r')^2 + 10^{-5}$$

$$16 \times 10^{-4} = (r')^2$$

$$r' = 0.04 \text{ m}$$

#### 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 الساعات الزاوية الصغيرة إذا علمت أن عزم عطالة

$$I_{\Delta C} = MR^2$$

2- احسب طول النواس البسيط الموقت.

الحل:

1- حساب الدور: بما أن الحلقة تنوس حول محور لا يمر من مركز عطالتها

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

$$I_{\Delta O} = M R^2 + M R^2 = 2M R^2$$

نلاحظ أن  $d = R$

نطبق علاقة الدور للنواس الثقلي من أجل الساعات 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 الموقت:

$$T_0 (\text{مركب}) = T_0 (\text{بسيط})$$

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

$$1 = 4\pi^2 \frac{\ell}{g}$$

بالتربيع:

$$\ell = \frac{g}{4\pi^2} = \frac{10}{40} = 0.25 \text{ m}$$

#### المسألة (5):

يتألف نواس ثقلي من ساق شاقوليه مهملة الكتلة طولها  $1 \text{ m}$  تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية  $m_1 = 0.2 \text{ kg}$  وتحمل في نهايتها السفلية كتلة

نقطية  $m_2 = 0.6 \text{ kg}$  تهتز هذه الساق حول محور افقي مار من منتصفها والمطلوب:

1) احسب دور النواس في حالة الساعات الصغيرة.

2) احسب طول النواس البسيط الموقت لهذا النواس.

3) احسب دور النواس لو ناس بسعة زاوية  $\theta_{\max} = 0,4 \text{ rad}$

4) نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقولية بزاوية  $\theta_{\max} = 60^\circ$  ونتركها دون سرعة ابتدائية

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

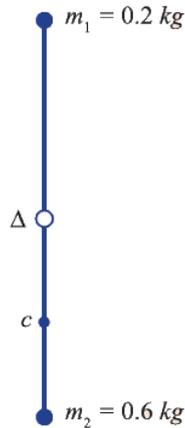
b) احسب السرعة الخطية لمركز عطالة حملة النواس لحظة المرور بالشاقول.

5) نستبدل بالكتلة  $m_2$  كتلة  $m_1 = 0.2kg$  ونعلق الساق من منتصفها بسلك فتل شاقولي ونشكل بذلك نواس فتل نزوح الساق الافقية عن وضع

توازنها بزاوية ونتركها دون سرعة ابتدائية فتتهتز بدور  $T_0 = 2\pi s$

احسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق

6) احسب قيمة التسارع الزاوي لنواس الفتل عند المرور بالوضع  $\theta = 0.5rad$



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

$$m = m_1 + m_2 + M$$

$$m = 0.2 + 0.6 + 0 = 0.8$$

$$m = 0.8 \text{ kg}$$

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

$$I_{\Delta} = m_1 \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2 \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + 0$$

$$I_{\Delta} = (m_1 + m_2) \frac{\ell^2}{4} = 0.8 \times \frac{1}{4}$$

$$I_{\Delta} = 0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\sum \bar{\Gamma} = 0 \Rightarrow x_1 \omega_1 = x_2 \omega_2$$

$$\left(\frac{\ell}{2} + d\right) m_1 g = \left(\frac{\ell}{2} - d\right) m_2 g$$

$$\left(\frac{1}{2} + d\right) \times 0.2 = \left(\frac{1}{2} - d\right) \times 0.6$$

$$\left(\frac{1}{2} + d\right) \times 0.2 = \left(\frac{1}{2} - d\right) \times 0.6$$

$$\frac{1}{2} + d = \frac{3}{2} - 3d$$

$$4d = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1$$

$$d = \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.2}{0.8 \times g \times \frac{1}{4}}}$$

-2

$$T_0 = T'_0$$

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

$$1 = \sqrt{\ell} \Rightarrow \ell = 1 \text{ m}$$

-3

$$\theta_{\max} > 0.24 \text{ rad}$$

$$T'_0 = T_0 \left( 1 + \frac{\theta_{\max}^2}{16} \right)$$

$$T'_0 = 2 \left( 1 + \frac{0.16}{16} \right) = 2(1 + 0.01)$$

$$T'_0 = 2.02 \text{ s}$$

-4

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

بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين (1) و

(2)

$$\Delta \overline{E}_k = \sum \overline{W}_F$$

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

$$\frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2 - 0 = mgh + 0$$

لأن نقطة تأثيرها لات تنتقل  $\overline{W}_{\vec{R}} = 0$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mgh}{I_{\Delta}}}$$

لكن:  $h = d(1 - \cos \theta_{\max})$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 0.8 \times 10 \times \frac{1}{4} \left( 1 - \frac{1}{2} \right)}{0.2}}$$

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

حساب السرعة الخطية:

$$v = \omega r \leftarrow r = d$$

$$v = \omega d$$

$$v = \pi \times \frac{1}{4} = \frac{\pi}{4} \text{ ms}^{-1}$$

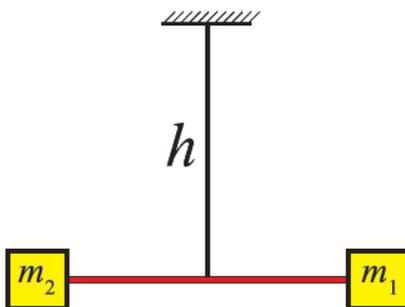
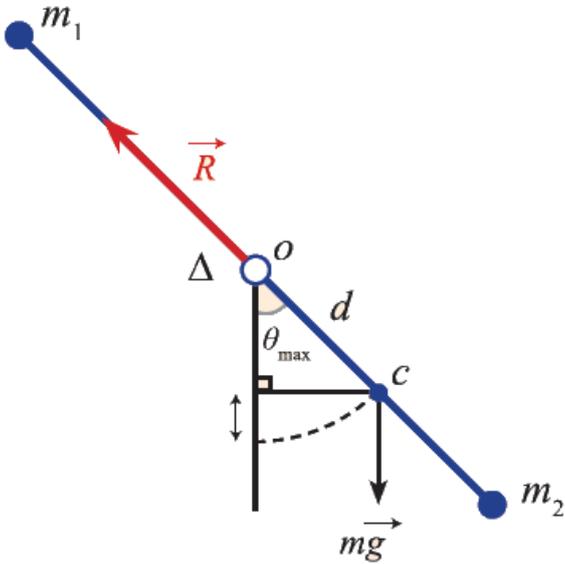
$$k = ? \quad T_0 = 2\pi s \quad \cdot m_1 = m_2 = 0.2 \text{ kg} \quad -5$$

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

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

$$I_{\Delta} = 2 \times 0.2 \times \frac{1}{4} = 0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$k = \frac{4 \times 10 \times 0.1}{(2\pi)^2} = 0.1 \text{ m.N} \cdot \text{rad}^{-1}$$



## المسألة (6):

يتألف 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 الساعات الصغيرة ثم احسب قيمة هذا الدور.

(2) احسب طول النواس البسيط المواقف لهذا النواس المركب.

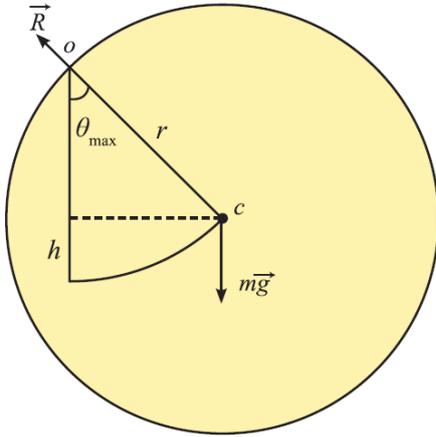
(3) تثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية  $m'$  تساوي كتلة القرص  $m$  ونجعله يهتز حول محور افقي مار من مركز القرص احسب دوره في هذه الحالة من اجل الساعات الزاوية الصغيرة.

(4) نزيح القرص من جديد عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية  $\theta_{\max}$  ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية  $m'$  للكتلة النقطية

لحظة المرور بالشاقول  $\frac{2\pi}{3} m \cdot s^{-1}$  احسب قمية السعة الزاوية  $\theta_{\max}$

اذا علمت ان  $\theta_{\max} > 0.24rad$  ,  $g = 10m \cdot s^{-1}$  ,  $\pi^2 = 10$  عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه وعمور على مستويه

$$I_{\Delta/C} = \frac{1}{2} m r^2$$



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

$$d = r$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{2} m r^2 + m r^2$$

$$I_{\Delta} = \frac{3}{2} m r^2$$

$$I_{\Delta} = \frac{3}{2} m r^2$$

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

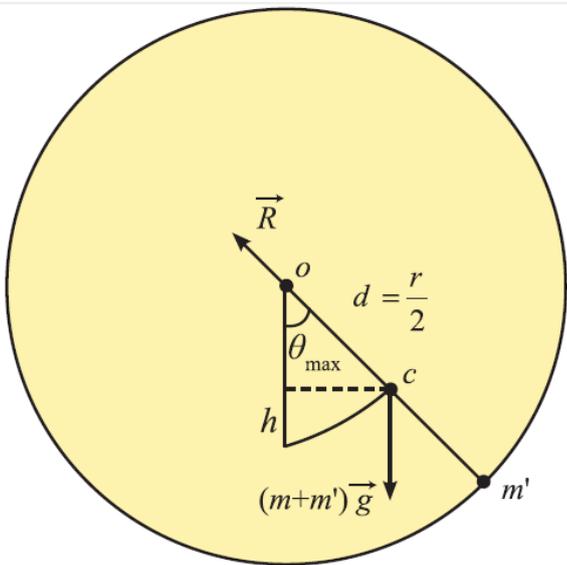
$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{3r}{2g}}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{3 \cdot \frac{2}{3}}{2 \times \pi^2}} = 2 \Rightarrow T_0 = 2s$$

$$T_0 = T_0' \quad -2$$

$$2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \Rightarrow \pi^2 \frac{\ell}{g} = 1 \Rightarrow \ell = 1m$$

-3



$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{(m+m')gd}}$$

$$\sum \overline{\Gamma_{\vec{F}}} = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma_{\vec{w}_1}} + \overline{\Gamma_{\vec{w}_2}} = 0$$

$$\begin{aligned}\overline{\Gamma_{\bar{W}_1}} &= \overline{\Gamma_{\bar{W}_2}} \\ d(mg) &= (r-d)mg' \\ d &= r-d \\ 2d &= r \Rightarrow \\ d &= \frac{r}{2}\end{aligned}$$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta}' + I_{\Delta}''$$

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

$$m = m'$$

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

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

$$T_0 = 2s$$

4) حساب الزاوية : نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول : عند a حيث  $\theta_1 = \theta_{\max}$

الثاني : عند b حيث  $\theta_2 = 0$

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W_{\bar{F}}}$$

$$E_{k_b} - E_{k_a} = \overline{W_{\bar{W}}} + \overline{W_{\bar{R}}}$$

$\overline{W_{\bar{R}}} = 0$  لأن نقطة تأثير  $\bar{R}$  لا تنتقل

$$\frac{1}{2}I_{\Delta}\omega^2 - 0 = (m + m')gh$$

$$\omega = \frac{v}{r} \quad \cdot \quad h = \frac{r}{2}(1 - \cos \theta_{\max})$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{3mr^2}{2} \right) \frac{v^2}{r^2} = 2mg \frac{r}{2} (1 - \cos \theta_{\max})$$

$$\frac{3}{2}v^2 = gr(1 - \cos \theta_{\max})$$

$$\frac{3}{4} \times \frac{4\pi^2}{9} = 10 \times \frac{2}{3} (1 - \cos \theta_{\max})$$

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

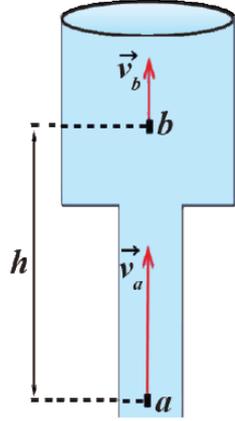
## المسألة (7):

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 ( $p_{a-b}$ ) ( $\rho_{H_2O} = 1000kg.m^3$ )



$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

$$\pi r_1^2 v_a = \pi r_2^2 v_b$$

$$v_b = \frac{r_1^2 v_a}{r_2^2}$$

$$v_b = \frac{(5 \times 10^{-2})^2 \times 4}{(10 \times 10^{-2})^2} = \frac{25 \times 10^{-4} \times 4}{100 \times 10^{-4}}$$

$$v_b = 1m.s^{-1}$$

$$P_a + \frac{1}{2} \rho v_a^2 + \rho g z_1 = P_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2 + \rho g z_2 - 2$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2} \rho (v_b^2 - v_a^2) + \rho g (z_2 - z_1)$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2} \rho (1 - 16) + \rho g h$$

$$P_a - P_b = \rho \times \frac{-15}{2} + \rho \times 10 \times 50 \times 10^{-2} = (-7.5 + 5) \rho$$

$$P_a - P_b = -2.5 \rho = -2.5 \times 1000$$

$$P_a - P_b = -2500Pa$$

## المسألة (8)

ما سجلته المركبة : طول المركبة :  $L_0 = 100m$

عرض المركبة :  $25m$

مسافة الرحلة :  $L' = 4 \text{ light year}$

زمن الرحلة :  $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}} \text{ year}$

ما تسجله 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 :

$$L' = \frac{L_0'}{\gamma}$$

$$L_0' = L' \cdot \gamma$$

$$L_0' = 4 \times 2 = 8 \text{ light year}$$

زمن الرحلة :

$$t = \gamma t_0$$

$$t = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}} \text{ year}$$

### المسألة (9)

(1)

$$E_0 = m_0 c^2 = 1.67 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 = 15.03 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$E_0 = \frac{15.03 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}} = 9.39 \times 10^8 \text{ eV}$$

(2)

$$E = 3E_0$$

$$mc^2 = 3m_0c^2$$

$$\gamma m_0 = 3m_0$$

$$\gamma = 3$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 3$$

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

(3)

$$\begin{aligned}
E_k &= E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0 \\
&= 2(15.03 \times 10^{-11}) = 30.06 \times 10^{-11} \text{ J}
\end{aligned}$$

(4)

$$\begin{aligned}
P &= m v = \gamma m_0 v \\
&= 3(1.67 \times 10^{-27})(2\sqrt{2} \times 10^8) \\
&= 10.02\sqrt{2} \times 10^{-19} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}
\end{aligned}$$

(5)

$$\begin{aligned}
p^2 c^2 + E_0^2 &= m^2 v^2 c^2 + m_0^2 c^4 \\
&= \gamma^2 m_0^2 v^2 c^2 + m_0^2 c^4 \\
&= m_0^2 c^2 (\gamma^2 v^2 + c^2) \\
&= m_0^2 c^2 \left( \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} v^2 + c^2 \right) \\
&= m_0^2 c^2 \left( \frac{c^2 v^2}{c^2 - v^2} + c^2 \right) \\
&= m_0^2 c^4 \left( \frac{v^2}{c^2 - v^2} + 1 \right) \\
&= m_0^2 c^4 \left( \frac{v^2}{c^2 - v^2} + \frac{c^2 - v^2}{c^2 - v^2} \right) \\
&= m_0^2 c^4 \left( \frac{c^2}{c^2 - v^2} \right) \\
&= m_0^2 c^4 \left( \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right) \\
&= m_0^2 c^4 \gamma^2 \\
&= (m c^2)^2 \\
&= E
\end{aligned}$$

التأكد الحسابي:

$$(10.02\sqrt{2} \times 10^{-19})^2 (3 \times 10^8)^2 + (15.03 \times 10^{-11})^2 = [3(15.03 \times 10^{-11})]^2$$

المسألة (10):

وشية طولها 40cm مؤلفة من 400 لفة محوراً أفقي عمودي على خط الزوال المغناطيسي الأرضي.

نضع في مركز الوشية إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشية تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 16mA

المطلوب:

(1) احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن إمرار التيار الكهربائي في مركز الوشية.

(2) إذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره 2mm بلفات

متلاحقة، احسب عدد طبقات لفات الوشية.

(3) نضع داخل الوشية في مركزها حلقة دائرية مساحتها 2cm<sup>2</sup> بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور

الوشية زاوية 60° احسب التدفق المغناطيسي عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشية.

$$I = 16 \times 10^{-3} \text{ A} , \quad n = 400 , \quad l = 0.4 \text{ m}$$

(1) حساب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عند مركز الوشية.

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N I}{l}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{400 \times 16 \times 10^{-3}}{0.4}$$

(2) حساب عدد الطبقات:

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

حساب N' :

$$N' = \frac{\text{طول الوشية}}{\text{قطر سلك الملف}} = \frac{l}{2r'} = \frac{4 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-3}} = 200 \text{ لفة}$$

$$= \frac{\text{عدد اللفات}}{N'} = \frac{400}{200} = 2 \text{ طبقة}$$

(3) حساب التدفق المغناطيسي:

$$\alpha = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \quad , \quad s = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\phi = 2 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2}$$

$$\phi = 2 \times 10^{-9} \text{ Weber}$$

المسألة (11):

ملف دائري نصف قطره الوسطي 40cm يتألف من 100 لفة، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته 0.5T 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° .

$$B = 0,5T \quad / \quad r = 0,4m \quad / \quad \alpha = 0 \quad / \quad N = 100$$

لفة  
الحل:

$$\Phi = N B S \cos \alpha \quad (1)$$

$$S = \pi r^2 = 16\pi \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

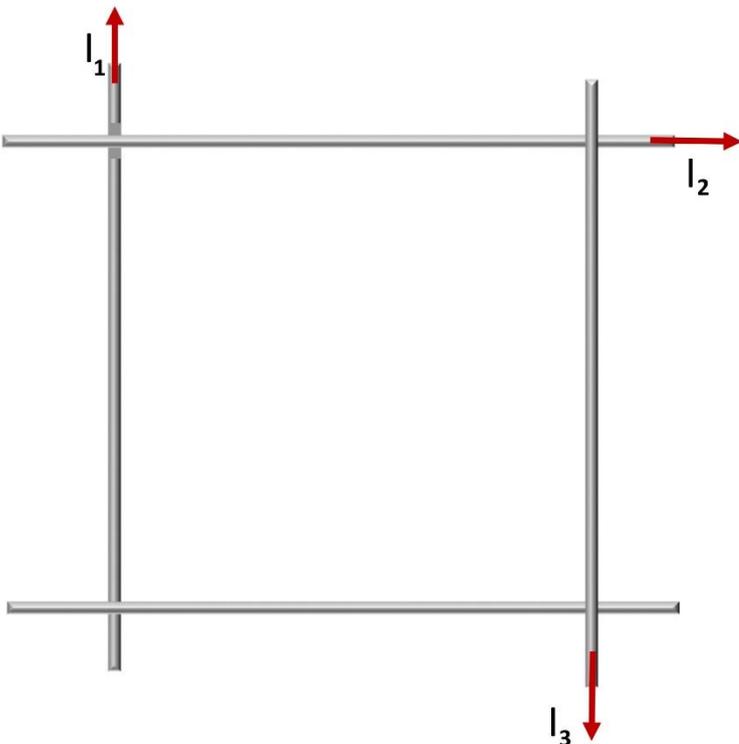
$$\Phi = 100 \times 0.5 \times 16\pi \times 10^{-2} \times 1$$

$$\Delta\Phi = N B S (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \quad (2)$$

المسألة (12):

أربع أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوي واحد ومقاطعة 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:

$$I_1 = 10A \quad , \quad I_2 = 4A \quad , \quad I_3 = 15$$



ان بعد مركز المربع عن منتصف كل سلك  $d = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$I_1 = 10 \text{ A} / I_2 = 5 \text{ A} / I_3 = 15 \text{ A} / I = ?$$

ان جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن كل من  $(I_1 / I_2 / I_3)$  بجهة واحدة.

$$B_t = B_1 + B_2 + B_3 = 2 \times 10^{-7} \left( \frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2} + \frac{I_3}{d_3} \right)$$

$$B_t = \frac{2 \times 10^{-7}}{d_1} (I_1 + I_2 + I_3)$$

$$B_t = \frac{2 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-2}} (30)$$

حتى تكون شدة الحقل في مركز المربع معدومة يجب أن:

يكون  $\vec{B}$  و  $\vec{B}_t$  على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ومتساويتين بالشدة.

$$B = B_t = 3 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

$$J = \frac{B d}{2 \times 10^{-7}} = \frac{3 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-7}} = 30 \text{ A}$$

المسألة (13):

في الشكل المجاور تستند ساق نحاسية طولها 10cm وكتلتها 20g على سكتين نحاسيتين أفقيتين وتخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم أفقي

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

شدة  $B = 2 \times 10^{-2} \text{ T}$  ويمر بها تيار كهربائي متواصل شدته 15 A وللحفاظ

على توازن هذه الساق نعلق في مركز ثقلها خيط لا يمتد كتلته مهملة مربوط بكتلة، المطلوب حساب:

1- كتلة الجسم المعلق.

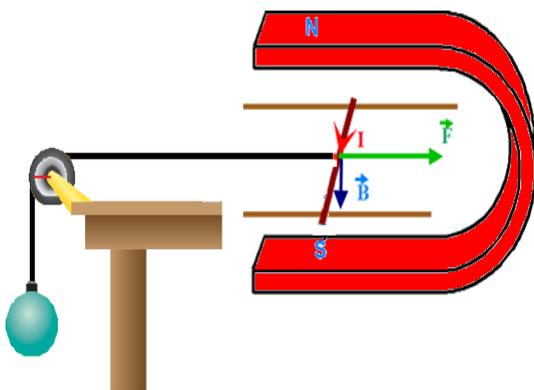
2- شدة قوة رد فعل السكتين على الساق.

الحل: القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ : ثقل الساق.  $\vec{R}$ : رد فعل الساق.  $\vec{F}$ : القوة الكهرومغناطيسية.  $\vec{T}_1$ : قوة توتر الخيط

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

بسبب توازن الساق:



$\vec{W} + \vec{F} + \vec{T}_1 + \vec{R} = \vec{0}$   
بالإسقاط على محور أفقي موجّه بجهة القوة الكهروطيسية.

$$-T_1 + F = 0$$

$$T_1 = F \quad \dots\dots (1)$$

تؤثر على الكتلة القوة  $\vec{W}'$ : ثقل الكتلة.  
 $\vec{T}_1$ : قوة توتر الخيط.

بسبب توازن الكتلة:  $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{W}' + \vec{T}_2 = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي وموجه نحو الأسفل:

$$W' - T_2 = 0$$

$$\Rightarrow T_2 = W' \quad (2)$$

$$T_1 = T_2$$

$$F = W' \Rightarrow ILB \sin \frac{\pi}{2} = m'g$$

$$m' = \frac{ILB}{g} = \frac{15 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-2}}{10} = 3 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

وهي كتلة الجسم.

(2) بسبب توازن الساق:  $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{W} + \vec{F} + \vec{T}_1 + \vec{R} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي موجّه نحو الأسفل:

$$-W + 0 + T + R = 0$$

$$R = W = mg = 2 \times 10^{-2} \times 10$$

$$= 0.2N$$

المسألة (14):

تيار كهربائي شدته 20A يمر في سلك مستقيم طوله 10cm فإذا وضع السلك كاملاً في حقل مغناطيسي شدته  $2 \times 10^{-3} T$  وكان يصنع السلك مع خطوط الحقل المغناطيسي زاوية  $30^\circ$  أحسب شدة القوة الكهروطيسية المؤثرة في السلك.

الحل:

$$F = ILB \sin \theta$$

$$F = 20 \times 0.1 \times 2 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2}$$

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

المسألة (15):

نضع الكرونا يتحرك بسرعة  $8 \times 10^3 \text{ km.s}^{-1}$  الى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ننظمي على شعاع سرعته شدته

$$B = 5 \times 10^{-3} T$$

المطلوب:

(1) وازن بالحساب بين ثقل الالكترون وشدة القوة المغناطيسية المؤثرة فيه، ماذا تستنتج.

(2) برهن ان حركة الالكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف القطر المسار الدائري واحسب قيمته.  
 (3) احسب دور الحركة.

$$(e = 1.6 \times 10^{-19}, m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}, g = 10 \text{ m.s}^{-2})$$

الحل:

$$W_e = m_e g$$

$$W_e = 9 \times 10^{-31} \times 10$$

$$W_e = 9 \times 10^{-30}$$

$$F = evB \sin \alpha \quad \cdot \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^{-30}$$

$$\frac{W_e}{F} = \frac{9 \times 10^{-30}}{64 \times 10^{-16}} \Rightarrow \frac{W_e}{F} = \frac{9}{64} \times 10^{-14}$$

(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

$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} a_t = 0 \\ a_c = a = \frac{v^2}{r} \end{array} \right.$$

$$\frac{e}{m_e} vB = \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m_e v}{eB}$$

$$r = \frac{9 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^6}{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{-3}}$$

$$r = 9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

-3

$$\left. \begin{array}{l} \omega = \frac{v}{r} \\ \omega = \frac{2\pi}{T} \end{array} \right\} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

المسألة (16):

إطار مربع الشكل مساحة سطحه  $s = 25\text{cm}^2$  يحوي 50 لفة من السلك النحاسي معزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه افقية شدته  $B = 10^{-2}\text{T}$  بحيث يكون مستوي الاطار يوازي منحى الحقل  $\vec{B}$  عند عدم مرور التيار نمرر في الاطار تيارا كهربائي شدته  $I = 5\text{A}$  والمطلوب:

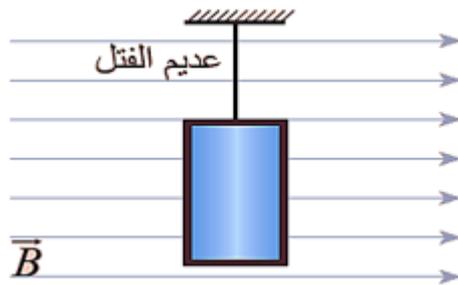
- (1) احسب شدة القوة الكهرطيسية الموثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة مرور التيار.
- (2) احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية الموثرة في الاطار لحظة امرار التيار الكهربائي.
- (3) احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الاطار من وضعه السابق الى وضع التوازن المستقر.

(4) نستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله  $K$  نشكل مقياس غلفاني ونمرر في الاطار تيارا كهربائيا شدته ثابتته  $2\text{mA}$  فيدور الاطار بزاوية  $0.02\text{rad}$  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:



$$L = \sqrt{s} = 5 \times 10^{-2} \text{ m} \quad -1$$

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

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

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

$$\Gamma_{\Delta} = N I B s \sin \alpha \quad -2$$

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

$$\Gamma_{\Delta} = 625 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{N}$$

$$W = I\Delta\Phi \quad -3$$

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

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_2 = 0 \Rightarrow \cos\alpha_2 = 1$$

$$W = INBs\left(\cos 0 - \cos\frac{\pi}{2}\right)$$

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

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

$$\sum \bar{\Gamma} = 0 \quad -4$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta + \bar{\Gamma}'_\eta = 0$$

$$NISB \sin\theta - k\theta' = 0$$

$$\text{صغيرة } \theta' \Rightarrow \sin\theta = \cos\theta' \approx 1$$

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

$$NISB - k\theta' = 0$$

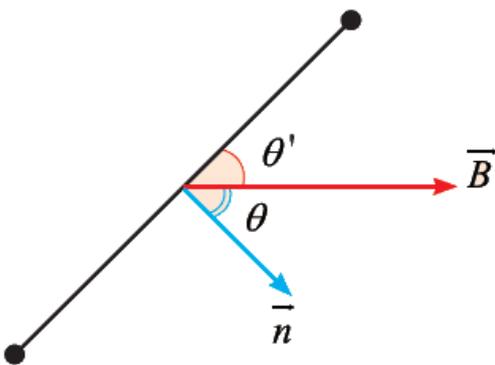
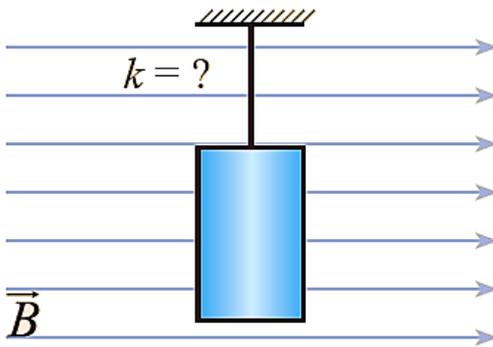
$$k = \frac{NsB}{\theta'} I$$

$$k = \frac{50 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-3}}{0.02}$$

$$k = 125 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$

$$\theta' = GI \Rightarrow G = \frac{\theta'}{I} = \frac{0.02}{2 \times 10^{-3}}$$

$$G = 10 \text{ radA}^{-1}$$



$$G' = 10G = 10 \times 10 \quad -5$$

$$\theta' = GI$$

$$k' = \frac{k}{10}$$

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

$$k' = 125 \times 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$

المسألة (17):

ملف مستطيل مساحته  $200 \text{ cm}^2$  يتكون من 100 لفة يمرّ فيه تيار شدّته  $3 \text{ A}$ ، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدّته  $0.1 \text{ T}$  أحسب عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية المؤثرة عليه عندما يكون مستوي الملف يصنع زاوية  $60^\circ$  مع خطوط الحقل المغناطيسي.

$$\Gamma_{\Delta} = NIBs \sin \alpha$$

$$\Gamma_{\Delta} = 100 \times 3 \times 0.1 \times 200 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2}$$

$$\Gamma_{\Delta} = 0.3 \text{ m} \cdot \text{N}$$

المسألة (18):

$L = 5 \times 10^{-3} \text{ H}$  وشيعة طولها  $30 \text{ cm}$  ومساحة مقطعها  $3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  وذاتيتها

(1) احسب عدد لفاتها.

(2) نمرر في الوشيعة تيار كهربائي متواصل شدته  $15 \text{ A}$  احسب الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعة.

(3) نجعل شدة التيار تتناقص بانتظام من  $20 \text{ A}$  إلى الصفر خلال  $0.5 \text{ S}$  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  $i = 20 - 5t$ ، احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

(1) حساب عدد اللفات.

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

$$\Rightarrow N = \sqrt{\frac{L \ell}{4\pi \times 10^{-7} \times S}} = \sqrt{\frac{5 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-1}}{4\pi \times 10^{-7} \times 3 \times 10^{-2}}} = 200 \text{ لفة}$$

(2) حساب الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعة.  $E_L = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 225 = 562.5 \times 10^{-3} \text{ J}$

(3) حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة وتحديد جهة التيار المتحرض.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{N (\Delta B) S \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$\Delta B = B' - B$$

$$I = 15 \text{ A} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N I}{\ell}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{300 \times 15}{3 \times 10^{-1}} = 125 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$I' = 0 \Rightarrow B' = 0$$

$$\Delta B = B' - B = 0 - 125 \times 10^{-4} = -125 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$\varepsilon = - \frac{200(-125 \times 10^{-4}) \times 3 \times 10^{-2} \times 1}{0.5}$$

$$\varepsilon = 15 \times 10^{-2} \text{ V} > 0$$

$\vec{B}$  معرض ،  $\vec{B}'$  متعرض على حامل واحد وبجهة واحدة.

(4) حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعه.

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt} = -5 \times 10^{-3} \times -5 = 25 \times 10^{-3} \text{ V}$$

المسألة (19):

وشيعه 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 الوشيعه ضمن حقل مغناطيسي ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعه ، نزيد شدة هذا الحقل

بانتظام خلال 0.5S من 0.04 T إلى 0.06 T :

(a) حدد على الرسم جهة كل من الحقلين المغناطيسي المعرض والمتعرض في الوشيعه وعين جهة التيار المتعرض.

(b) احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتعرض المار في الوشيعه.

(c) احسب ذاتية الوشيعه.

(2) نرفع الوشيعه من الحقل المغناطيسي السابق ثم نمرر فيها تياراً كهربائياً شدته اللحظية  $i = 6 + 2t$

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

(b) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعه في اللحظتين:

$$t_1 = 0 , t_2 = 1 \text{ S}$$

(c) نمرر في سلك الوشيعه تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 10 A بدل التيار السابق ، احسب الطاقة الكهروضوئية المختزنة في الوشيعه.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

(1) (a) نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي قد ازدادت وبالتالي يزداد التدفق وبالتالي:

$$\Delta \Phi > 0$$

$$\varepsilon > 0$$

$\vec{B}$  معرض ،  $\vec{B}'$  متعرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين.

(B) حساب شدة التيار الكهربائي المتحرض:

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

$$i = -\frac{N (\Delta B) S \cos \alpha}{R \Delta t} = -\frac{200 \times 0.02 \times 20 \times 10^{-4} \times 1}{5 \times 0.5}$$

$$i = -32 \times 10^{-4} \text{ A}$$

(c) حساب ذاتية الوشيعية:

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{4 \times 10^4 \times 20 \times 10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 8 \times 10^{-5} \text{ H}$$

(2) (a) حساب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية:

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt} = -8 \times 10^{-5} \times 2 = -16 \times 10^{-5} \text{ V}$$

(b) حساب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعية في اللحظتين:

$$t_1 = 0, t_2 = 1 \text{ S}$$

$$\Phi = L i$$

$$\Delta\Phi = L (i_2 - i_1)$$

$$\Delta\Phi = 8 \times 10^{-5} (8 - 6)$$

$$\Delta\Phi = 16 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

(c) حساب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعية.

$$E = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-5} \times 100 = 4 \times 10^{-3} \text{ J}$$

المسألة (20):

وشيعية طولها  $\frac{2\pi}{5} \text{ m}$  وعدد لفاتها 1000 لفة نصف قطر مقطعها 2 cm ومقاومة دارتها الكهربائية المغلقة  $5 \Omega$  مؤلفة من

سلك نحاسي معزول قطر مقطعه  $\frac{\pi}{500} \text{ m}$  المطلوب:

(1) احسب طول سلك الوشيعية واحسب عدد الطبقات.

(2) احسب ذاتية الوشيعية.

(3) نعلق الوشيعية من منتصفها بسلك شاقولي عديم الفتل ونجعل محورها أفقياً عمودياً على خطوط حقل مغناطيسي

منتظم أفقي شدته  $10^{-2} \text{ T}$  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 الوشيعية من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت

بزاوية  $60^\circ$ .

4) نقطع التيار السابق عن الوشيجة 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 المتعرض المتولد في الوشيجة.

B. احسب كمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق.

5) نعيد الوشيجة إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخلها نواة حديدية عامل انفاذها 50 احسب شدة الحقل

المغناطيسي داخل النواة الحديدية واحسب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيجة.

الحل:

• حساب طول سلك الوشيجة.

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

$$\ell' = 2\pi \times 2 \times 10^{-2} \times 1000 = 40\pi \text{ m}$$

حساب عدد الطبقات:

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{N}{N'}$$

حساب  $N'$ :

$$N' = \frac{\ell}{2r'} = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = 200 \text{ لفة}$$

$$\text{طبقات} = \frac{1000}{200} = 5$$

• احسب ذاتية الوشيجة

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

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{10^6 \times 4\pi \times 10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} = 125 \times 10^{-5} \text{ H}$$

A. حساب قيمة عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية عندما تكون قد دارت زاوية  $30^\circ$ .

$$\Gamma_{\Delta} = N I S B \sin \alpha$$

$$\Gamma_{\Delta} = 1000 \times 4 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}$$

$$\Gamma_{\Delta} = 25 \times 10^{-3} \text{ m.N}$$

B. حساب عمل المزدوجة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الوشيجة من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت

بزاوية  $60^\circ$ .

$$W = I \Delta \Phi = I N B S (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$$

$$W = 4 \times 1000 \times 10^{-2} \times 4\pi \times 10^{-4} \left(\frac{1}{2} - 0\right)$$

$$W = 25 \times 10^{-3} \text{ J}$$

• -A احسب شدة التيار المتحرض المتولد في الوشيجة

$$i = -\frac{\Delta\Phi}{R \Delta t} = -\frac{1000 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 10^{-2} (0-1)}{5 \times 0.5}$$

$$i = 5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

-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 الوشيجة.

$$\Phi = N B' S \cos \alpha = 1000 \times 0.5 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 1$$

$$\Phi = \frac{\pi}{50} \text{ Weber}$$

المسألة (21):

ساق نحاسية طولها 80 cm نحركها بسرعة أفقية  $\vec{v}$  عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته 0.5 T فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق 0.4 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 A فتتوازن الساق بعد أن

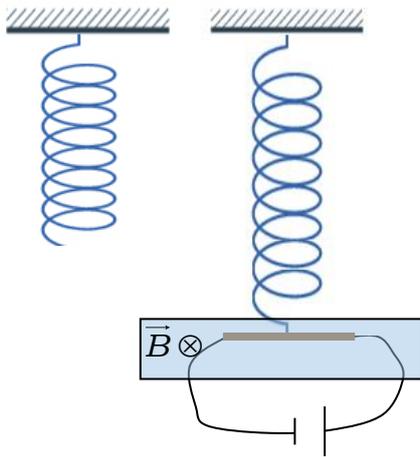
يستطيل النابض بمقدار 20 cm عن طوله الأصلي قبل تعليق

الساق وتتوازن الساق:

A. حدد 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 محرقة 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:

$$U = \varepsilon = B L v$$

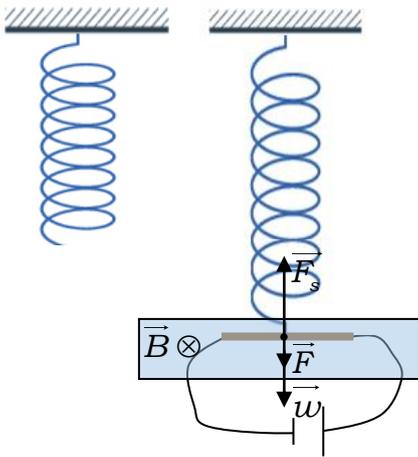
$$v = \frac{U}{B L} = \frac{0.4}{0.5 \times 80 \times 10^{-2}} = 1 \text{ m.s}^{-1}$$

(2)

A. القوى الخارجة المؤثرة:  $\vec{F}_s$ : قوة توتر النابض.

$\vec{F}$ : القوة الكهرطيسية.

$\vec{W}$ : ثقل الساق.



B. استنتاج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق وحساب قيمتها.

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

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

بما أن الساق متوازنة:

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 4cm مؤلف من 600 لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول معلق من الأعلى بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي منتظم أفقي خطوطه ناظميه على مستوى الملف شدته 0.04 T نصل طرفي سلك الملف بمقياس غلفاني . المطلوب:

(1) ندير الملف بدءاً من وضع توازنه بزاوية  $\frac{\pi}{2}$  rad خلال 0.2 S احسب شدة التيار المتحرض المتولد في الملف حيث المقاومة الكلية للدائرة  $5\Omega$  .

(2) نستبدل سلك التعليق السابق بمحور دوران شاقولي ثم ندير الملف بسرعة زاوية ثابتة تقابل  $\frac{2}{\pi}$  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 الجيبية.  
B. احسب طول سلك الملف.

الحل:

(1) حساب شدة التيار المتحرض المتولد في الملف.

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

$$i = -\frac{NBS(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{R\Delta t}$$

$$i = -\frac{600 \times 0.04 \times 16\pi \times 10^{-4} (-1)}{5 \times 0.2}$$

$$i = 12 \times 10^{-2} \text{ A}$$

A- استنتج العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية ثم اكتب التابع الزمني لكل من هذه القوة والتيار المتحرض المتناوب الجيبية.

بفرض أنه في لحظة ما أثناء الدوران كان الناظم على مستوى 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 فإن الزاوية  $\alpha$  التي يدورها الملف في زمن قدره  $t$  :

$$\alpha = \omega t$$

نعوض في علاقة التدفق المغناطيسي:

$$\Phi = N S B \cos\omega t$$

فتتولد قوة محرّكة 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:

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

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

$$\omega = 2\pi f = 4\text{rad.s}^{-1} \quad \text{نحدد قيم الثوابت:}$$

$$\varepsilon_{\max} = N S B \omega = 600 \times 16\pi \times 10^{-4} \times 0.04 \times 4$$

$$\varepsilon_{\max} = 48 \times 10^{-2} \text{ v}$$

$$\bar{\varepsilon} = 48 \times 10^{-2} \sin 4t \quad \text{نعوض قيم الثوابت:}$$

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

$$\bar{i} = \frac{48 \times 10^{-2} \sin 4t}{5}$$

$$\bar{i} = 96 \times 10^{-3} \sin 4t$$

B- حساب 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 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 جميعاً واحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الاصلية عندئذ.  
 4) نستعمل التوتر السابق لتغذية دارة تتألف من فرعين يحوي احدهما المكثفة السابقة ويحوي الاخر وشيعة مهملة المقاومة احسب ردية الوشيعة التي تنعدم من اجلها شدة التيار في الدارة الاصلية باستخدام انشاء فرنيل.  
 الحل:

$$u = 120\sqrt{2} \cos 100\pi t$$

$$U_{eff} = 120V \quad \omega = 100\pi \text{ rad } s^{-1}$$

$$m = 1kg$$

$$\Delta t = 72c^{\circ}$$

$$\Delta t' = 420s$$

$$P_{avg} = 600 \text{ wat} \quad \cos \varphi_2 = \frac{1}{2}$$

1) حساب  $I_{eff1}$ : 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:

$$I_{eff} = \frac{mC_0 \Delta t}{U_{eff} \Delta t'}$$

$$= \frac{1 \times 4200 \times 72}{120 \times 420} = 6A$$

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

$$I_{eff}^2 = \frac{P_{avg}}{U_{eff} \cos \varphi_2} = \frac{600}{120 \times \frac{1}{2}} = 10A$$

$$i_1 = I_{max} \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$I_{max1} = I_{eff}$$

$$i_1 = 6\sqrt{2} \cos(100\pi t + 0)$$

$$i_1 = 6\sqrt{2} \cos(100\pi t)$$

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

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

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

$$\cos \varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \pm \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}$$

$$i_2 = 10\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$$

$$\begin{aligned} \vec{I}_{eff} &= \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2} \\ \vec{I}_{eff_1} &\left| \begin{array}{l} I_{eff} = 6A \\ \varphi_1 = 0 \end{array} \right. \end{aligned} \quad (2)$$

$$\vec{I}_{eff_2} \left| \begin{array}{l} I_{eff} = 10A \\ \cos \varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{3} rad \end{array} \right.$$

لان التيار متأخر بالطور عن التوتر.

نربع طرفي العلاقة الشعاعية فنجد:

$$\begin{aligned} I_{eff}^2 &= I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \\ &= 36 + 100 + 2(6)(10)\left(\frac{1}{2}\right) = 196 \end{aligned}$$

$$I_{eff} = 14A$$

حساب  $\cos \varphi$

$$\cos \varphi = \frac{I_{eff_1} + I'_{eff}}{I_{eff}} = \frac{I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos \varphi_2}{I_{eff}} = \frac{6 + 5}{14} = \frac{11}{14}$$

$$\begin{aligned} P_{avg} &= P_{avg_1} + P_{avg_2} = U_{eff} I_{eff_1} \cos \varphi_1 + P_{avg_2} \\ &= 120 \times 6 \times 1 + P_{avg_2} \\ &= 720 + 600 = 1320 \text{ w at} \end{aligned}$$

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

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

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2} + \vec{I}_{eff_3}$$

$$\vec{I}_{eff_3} \left| \begin{array}{l} \varphi_3 = +\frac{\pi}{2} rad \\ I_{eff} = \frac{U_{eff}}{X_c} = \omega C U_{eff} \end{array} \right.$$

$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin \varphi_2 = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} A$$

$$C = \frac{I_{eff_3}}{\omega U_{eff}} = \frac{5\sqrt{3}}{100\pi \times 120} = \frac{\sqrt{3}}{2400\pi} F$$

$$\begin{aligned} I_{eff} &= I_{eff_1} + I'_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos \varphi_2 \\ &= 6 + 10\left(\frac{1}{2}\right) = 11A \end{aligned}$$

(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:

$$U_{eff} = 100V$$

$$\varphi_1 = +\frac{\pi}{3} rad \quad I_{eff_1} = ? \text{ الفرع الأول:}$$

$$\varphi_2 = -\frac{\pi}{6} rad \quad I_{eff_2} = ? \text{ الفرع الثاني:}$$

$$i = 20 \cos 100\pi t$$

$$I_{max} = 20A \Rightarrow I_{eff} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2} A$$

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

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2} \quad (1)$$

$$I_{eff} = I_{eff} \cos \varphi_1 = 10\sqrt{2} \times \frac{1}{2} = 5\sqrt{2}A$$

$$I_{eff_2} = I_{eff} \sin \varphi_1 = 10\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{6}A$$

$$R = 10\Omega \quad X_C = ? \quad Z_1 = ?$$

$$Z_1 = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{100}{5\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\Omega \quad (2)$$

$$z_1 = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$X_C = \sqrt{Z_1^2 - R^2} = \sqrt{200 - 100} = 10\Omega$$

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{100}{5\sqrt{6}} = \frac{10\sqrt{6}}{3}\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2} \quad (3)$$

$$r = \sqrt{Z_2^2 + X_L^2} = \sqrt{\frac{100 \times 6}{9} - \frac{100}{3}}$$

$$r = \sqrt{\frac{300}{9}} = \frac{10\sqrt{3}}{3}\Omega$$

المسألة (25):

- 1

$$U_{max} = 100\sqrt{2}$$

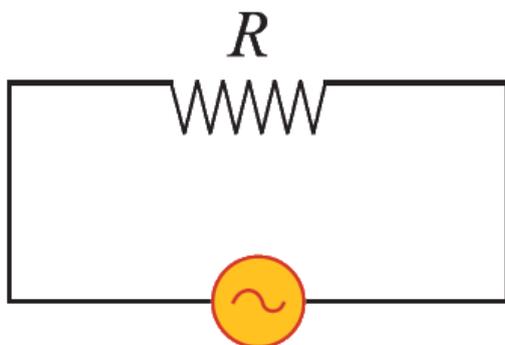
$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = 100Volt$$

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

$$\omega = 2\pi f$$

-2



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

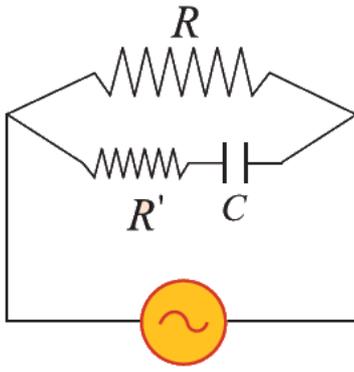
$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{100}{50}$$

$$I_{eff_1} = 2A$$

$$I_{max_1} = I_{eff_1} \sqrt{2} = 2\sqrt{2}A \quad \varphi_1 = 0rad$$

$$\bar{i}_1 = 2\sqrt{2} \cos 100\pi t \quad (1)$$

-3

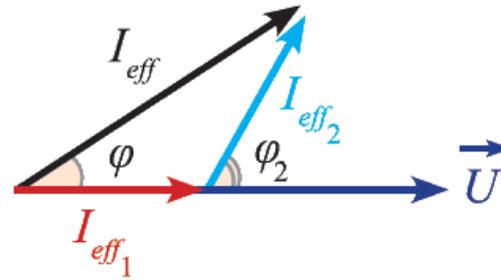


$$i_2 = I_{\max_2} \cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$I_{\max_2} = I_{\text{eff}} \sqrt{2} = \sqrt{2} \sqrt{2} = 2A$$

$$Z_2 = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}_2}} = \frac{100}{\sqrt{2}}$$

$$Z_2 = 50\sqrt{2}A$$

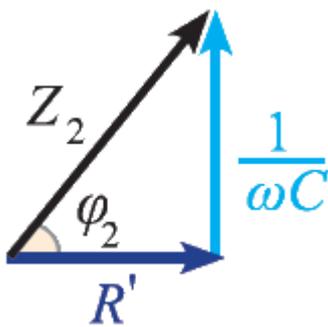


$$\cos \varphi_2 = \frac{R}{Z_2} = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

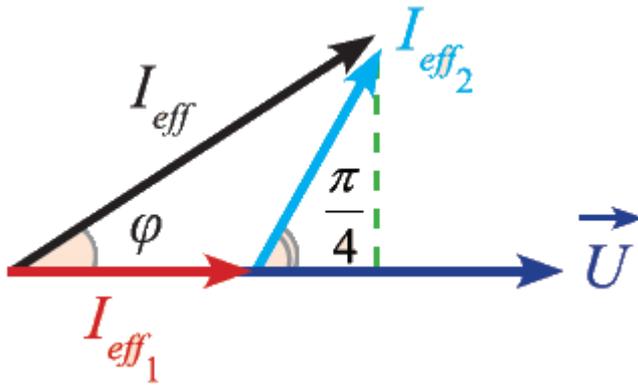
$$\bar{i}_2 = 2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$$

حساب سعة المكثفة C.



$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$50\sqrt{2} = \sqrt{(50)^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$



$$2500 \times 2 = 2500 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2$$

$$\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 = 2500$$

$$\frac{1}{\omega C} = 50$$

$$C = \frac{1}{50\omega} = \frac{1}{50 \times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{5\pi} \times 10^{-3} \text{ F}$$

-4

$$\vec{I}_{\text{eff}} = \vec{I}_{\text{eff}_1} + \vec{I}_{\text{eff}_2}$$

$$\vec{I}_{\text{eff}_1} \begin{cases} I_{\text{eff}_1} = 2\text{A} \\ \varphi_1 = 0\text{rad} \end{cases}$$

$$\vec{I}_{\text{eff}_2} \begin{cases} I_{\text{eff}_2} = \sqrt{2}\text{A} \\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{4}\text{rad} \end{cases}$$

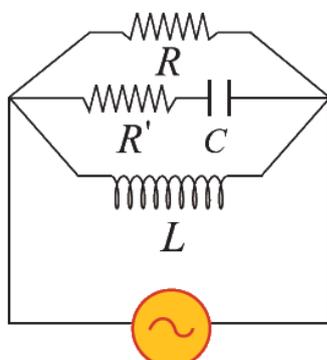
$$I_{\text{eff}}^2 = \left(I_{\text{eff}_1} + I_{\text{eff}_2} \cos \frac{\pi}{4}\right)^2 + \left(I_{\text{eff}_2} \sin \frac{\pi}{4}\right)^2$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \left(2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$I_{\text{eff}}^2 = (2+1)^2 + (1)^2 = 9+1=10$$

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

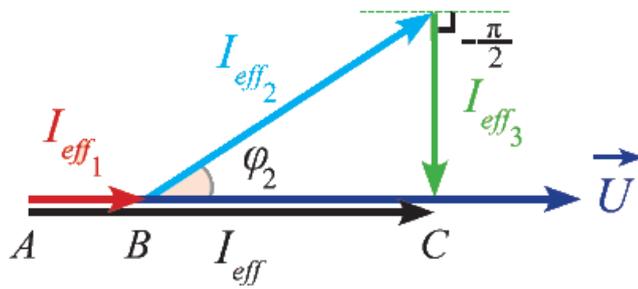
-5



$$I_{\text{eff}_3} = I_{\text{eff}_2} \sin \frac{\pi}{4}$$

$$\varphi_3 = -\frac{\pi}{2}\text{rad}$$

$$I_{\text{eff}_3} = I_{\text{eff}_2} \sin \frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$I_{\text{eff}_3} = 1\text{A}$$

$$X_L = \omega L = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}_3}}$$

$$X_L = \frac{100}{1} = 100\Omega$$

$$\omega L = 100$$

$$L = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}\text{H}$$

$$\vec{I}_{\text{eff}} = \vec{I}_{\text{eff}_1} + \vec{I}_{\text{eff}_2} + \vec{I}_{\text{eff}_3}$$

$$I_{\text{eff}} = I_{\text{eff}_1} + I_{\text{eff}_2} \cos \frac{\pi}{4}$$

$$I_{\text{eff}} = 2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{eff}} = 3\text{A}$$

المسألة (26)

-1

$$\vec{i} = I_{\text{max}} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$I_{\text{max}} = 3\sqrt{2}$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{eff}} = 3\text{A}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = 50\text{Hz}$$

$$\omega = 100\pi$$

-2

$$Z_2 = \sqrt{R'^2 + (\omega L)^2}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{R'}{Z_2}$$

$$\left. \begin{array}{l} Z_2 = \frac{R'}{0.8} \\ Z_2 = \sqrt{R'^2 + (30)^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{R'^2}{(0.8)^2} = R'^2 + 900$$

$$R' = 40\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R'^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{(40)^2 + (30)^2}$$

$$Z_2 = 50\Omega$$

$$Z_2 = \frac{R'}{0.8} = \frac{40}{0.8} = 50\Omega : \text{أو}$$

-3

$$U_{\text{eff}_R} = \frac{1}{2} U_{\text{eff}_L}$$

$$RI_{\text{eff}} = \frac{1}{2} Z_2 I_{\text{eff}}$$

$$R = \frac{1}{2} Z_2 = \frac{1}{2} \times 50$$

$$R = 25\Omega$$

$$U_{\text{eff}_L} = Z_2 I_{\text{eff}} = 50 \times 3$$

$$U_{\text{eff}_L} = 150\text{Volt}$$

$$U_{\text{eff}_R} = \frac{1}{2} U_{\text{eff}_L}$$

$$U_{\text{eff}_R} = 75\text{Volt}$$

$$U_{\text{eff}_R} = IR \Rightarrow R = \frac{75}{3}$$

$$R = 25\Omega$$

$$\cos \varphi_1 = 1 \text{ في المقاومة}$$

$$P_{\text{avg}} = U_{\text{eff}_R} I_{\text{eff}} \cos \varphi_1$$

$$P_{\text{avg}} = 75 \times 3 \times 1$$

$$P_{\text{avg}} = 225\text{W}$$

طريقة ثانية :

$$P_{\text{avg}} = R I_{\text{eff}}^2$$

$$P_{\text{avg}} = 25 \times (3)^2$$

$$P_{\text{avg}} = 225\text{W}$$

$$P_{(\text{avg})} = P_{(\text{avg})R} + P_{(\text{avg})L}$$

$$P_{\text{avg}} = I_{\text{eff}} U_{\text{eff}_R} \cos \varphi_1 + I_{\text{eff}} U_{\text{eff}_L} \cos \varphi_2$$

$$P_{\text{avg}} = 3 \times 75 \times 1 + 3 \times 150 \times 0.8$$

$$P_{\text{avg}} = 225 + 360$$

$$P_{\text{avg}} = 585\text{W}$$

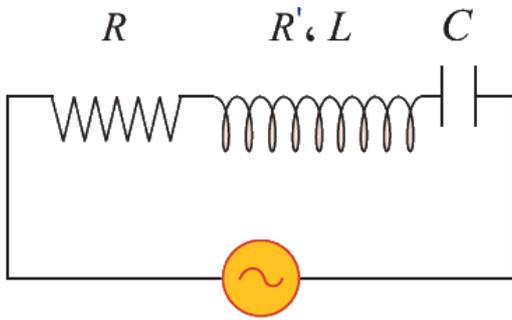
أو :

$$P_{\text{avg}} = RI_{\text{avg}}^2 + I_{\text{eff}} U_{\text{eff}_L} \cos \varphi_2$$

$$P_{\text{avg}} = 25(3)^2 + 360$$

$$P_{\text{avg}} = 585 \text{ W}$$

-4



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

$$Z = Z'$$

$$\sqrt{(R + R')^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{(R + R')^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$(R + R')^2 + (\omega L)^2 = (R + R')^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$

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

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

$$\frac{1}{\omega C} = 0 \text{ : إما}$$

$$\Rightarrow C \rightarrow \infty \text{ مرفوض}$$

$$-\omega L = \omega L - \frac{1}{\omega C} \text{ : أو}$$

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

$$C = \frac{1}{2\omega L \times \omega} = \frac{1}{2 \times 30 \times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} \text{ F}$$

-5

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

$$C_{\text{eq}} = \frac{1}{\omega L \omega} = \frac{1}{30 \times 100\pi}$$

$$C_{\text{eq}} = \frac{1}{3\pi} \times 10^{-3} \text{ F}$$

$$C_{\text{eq}} > C$$

$$C_{eq} = C + C'$$

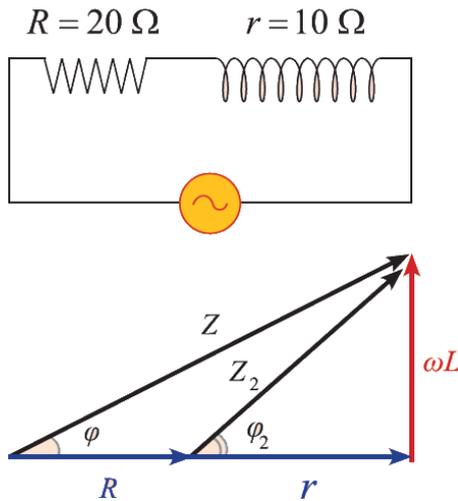
$$C' = C_{eq} - C$$

$$C' = \frac{10^{-3}}{3\pi} - \frac{10^{-3}}{6\pi}$$

$$C' = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} \text{ F}$$

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

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

$$P_{avg} = RI_{eff}^2 + rI_{eff}^2$$

$$P_{avg} = 20(2)^2 + 10(2)^2$$

$$P_{avg} = 80 + 40 = 120W$$

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

$$\cos \varphi = \frac{120}{40\sqrt{3} \times 2} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

-3

$$E = P_1 \cdot t = RI_{\text{eff}}^2 t$$

$$E = 80 \times 10 \times 60$$

$$E = 48 \times 10^3 \text{ J}$$

$$U_{\text{eff}_R} = I_{\text{eff}} R$$

$$U_{\text{eff}_R} = 2 \times 20 = 40 \text{ Volt}$$

$$U_{\text{max}_R} = U_{\text{eff}_R} \sqrt{2} = 40\sqrt{2} \text{ Volt}$$

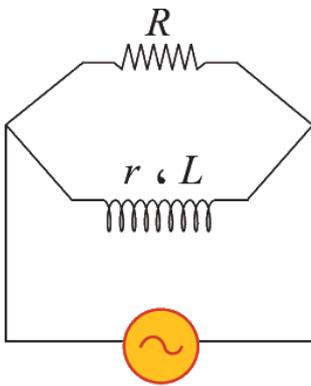
$$\varphi = 0$$

$$\overline{u}_R = U_{\text{max}} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rads}^{-1}$$

$$\overline{u}_R = 40\sqrt{2} \cos 100\pi t$$

-1 (B)



$$\overline{I}_{\text{eff}} = \overline{I}_{\text{eff}_1} + \overline{I}_{\text{eff}_2}$$

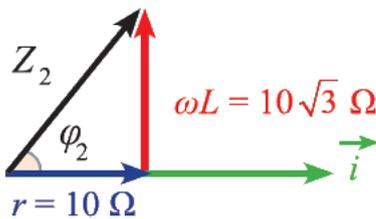
$$I_{\text{eff}_1} = \frac{U_{\text{eff}}}{R} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$$

$$I_{\text{eff}_1} = 2\sqrt{3} \text{ A}$$

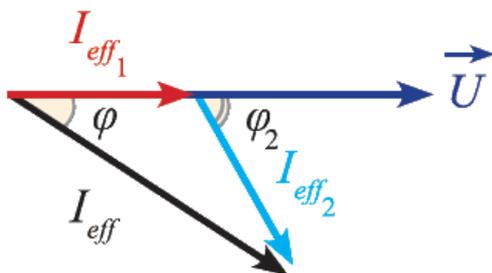
$$I_{\text{eff}_2} = \frac{U_{\text{eff}}}{Z_2} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$$

$$I_{\text{eff}_2} = 2\sqrt{3} \text{ A}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{r}{Z_2} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$



$$\varphi_2 = -\frac{\pi}{3} \text{ rad على التفرع توخر الوشيعه}$$



$$I_{\text{eff}}^2 = \left( I_{\text{eff}_1} + I_{\text{eff}_2} \cos \frac{\pi}{3} \right)^2 + \left( I_{\text{eff}_2} \sin \frac{\pi}{3} \right)^2$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \left( 2\sqrt{3} + 2\sqrt{3} \times \frac{1}{2} \right)^2 + \left( 2\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right)^2$$

$$I_{\text{eff}}^2 = (3\sqrt{3})^2 + (3)^2$$

$$I_{\text{eff}}^2 = 27 + 9 = 36$$

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{36} = 6A$$

-2

$$P_{\text{avg}} = P_{\text{ag}_1} + P_{\text{ag}_2}$$

$$P_{\text{arg}} = RI_{\text{eff}_1}^2 + U_{\text{eff}} I_{\text{eff}_2} \cos \phi_2$$

$$P_{\text{avg}} = 20 \times (2\sqrt{3})^2 + 40\sqrt{3}(2\sqrt{3}) \times \frac{1}{2}$$

$$P_{\text{avg}} = 240 + 120 = 360W$$

$$P_{\text{avg}} = RI_{\text{eff}_1}^2 + rI_{\text{eff}_2}^2 \text{ أو}$$

حيث تصرف الاستطاعة حرارياً بفعل جول:

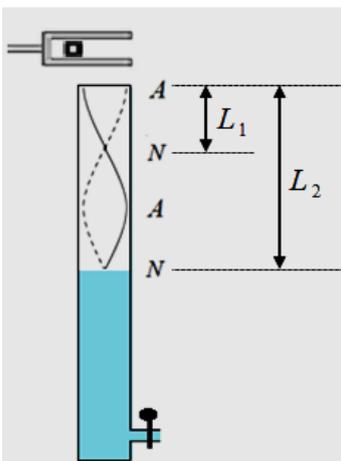
$$P_{\text{avg}} = 20 \times (2\sqrt{3})^2 + 10 \times (2\sqrt{3})^2$$

$$P_{\text{avg}} = 240 + 120 = 360W$$

حساب عامل الاستطاعة:

$$\cos \phi = \frac{360}{40\sqrt{3} \times 6} = \frac{360\sqrt{3}}{40 \times 3 \times 6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

**المسألة (28) :**



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

$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4}$$

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

$$0.32 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.64 \text{ m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.64} \approx 531.25 \text{ Hz}$$

**المسألة (29) :**

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} = 3 \text{ m} \quad -1$$

$$\text{البعد بين بطنين متتاليين} \quad \frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ m}$$

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

$$3 = n \cdot 1.5 \Rightarrow n = 2 \quad \text{المدرج الثاني}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{330}{v_2} = \frac{\sqrt{0 + 273}}{\sqrt{819 + 273}} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_2 = 660 \text{ m.s}^{-1} \quad -2$$

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad -3$$

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

$$L = (3) \frac{330}{4 \times 110} = \frac{9}{4} = 2.25 \text{ m}$$

**المسألة (30) :**

$$L = k \frac{\lambda}{2} \quad -1$$

$$1 = k \frac{0.4}{2} \Rightarrow k = 5 \quad \text{مغازل}$$

$$Y_{\max/n} = 2Y_{\max} \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right| \quad -2$$

$$Y_{\max/n_1} = 2 \times 10^{-2} \left| \sin \frac{2\pi}{0.4} \times 0.2 \right| = 0 \quad \text{النقطة } n_1 \text{ عقدة اهتزاز}$$

$$Y_{\max/n_2} = 2 \times 10^{-2} \left| \sin \frac{2\pi}{0.4} \times 0.3 \right|$$

$$Y_{\max/n_2} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

النقطة  $n_2$  بطن اهتزاز

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{10 \times 10^{-3}}{1} = 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \quad -3$$

$$f = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$50 = \frac{5}{2 \times 1} \sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 4 \text{ N}$$

$$v = \lambda f = 0.4 \times 50 = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$f = \frac{k'}{2L} \sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} \quad -4$$

$$50 = \frac{2}{2 \times 1} \sqrt{\frac{F_T'}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 25 \text{ N}$$

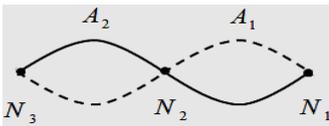
$$L = k' \frac{\lambda'}{2}$$

$$1 = 2 \frac{\lambda'}{2} \Rightarrow \lambda' = 1 \text{ m}$$

$$x = k \frac{\lambda}{2}$$

أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:

$$x = k \frac{1}{2}$$



$$k = 0 \Rightarrow x_1 = 0 \text{ m} \quad \text{:العقدة الأولى } N_1$$

$$k = 1 \Rightarrow x_2 = 1 \times \frac{1}{2} = 0.5 \text{ m} \quad \text{:العقدة الثانية } N_2$$

$$k = 2 \Rightarrow x_3 = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \text{ m} \quad \text{:العقدة الثالثة } N_3$$

## أبعاد بطون الاهتزاز

$$x = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$$

## عن النهاية المقيدة:

$$x = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$$

$$k = 0 \Rightarrow x_1 = 1 \times \frac{\lambda}{4} = 0.25 \text{ m} \quad \text{البطن الأول } A_1:$$

$$k = 1 \Rightarrow x_2 = 3 \times \frac{\lambda}{4} = 0.75 \text{ m} \quad \text{البطن الثاني } A_2:$$

$$\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{1}{2} m}{\frac{1}{2} L} = \frac{m}{L} = \mu$$

النتيجة: لا تتغير الكتلة الخطية بتغير طول الوتر

-5

## المسألة (31):

$$L = k \frac{\lambda}{2} \quad -1$$

$$1.5 = 3 \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 1 \text{ m}$$

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{15 \times 10^{-3}}{1.5} = 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \quad -2$$

$$v = \lambda f = 1 \times 100 = 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad -3$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad -4$$

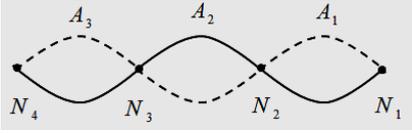
$$100 = \sqrt{\frac{F_T}{10^{-2}}}$$

$$F_T = 100 \text{ N}$$

-5 أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:

$$x = k \frac{\lambda}{2}$$

$$x = k \frac{1}{2}$$



$$k = 0 \Rightarrow x_1 = 0 \text{ m} \quad \text{العقدة الأولى } N_1$$

$$k = 1 \Rightarrow x_2 = 1 \times \frac{1}{2} = 0.5 \text{ m} \quad \text{العقدة الثانية } N_2$$

$$k = 2 \Rightarrow x_3 = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \text{ m} \quad \text{العقدة الثالثة } N_3$$

$$\text{العقدة الرابعة } N_4$$

$$k = 3 \Rightarrow x_4 = 3 \times \frac{1}{2} = 1.5 \text{ m}$$

$$x = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$$

**أبعاد بطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة:**

$$x = (2k + 1) \frac{1}{4}$$

$$k = 0 \Rightarrow x_1 = 1 \times \frac{1}{4} = 0.25 \text{ m} \quad \text{البطن الأول } A_1$$

$$k = 1 \Rightarrow x_2 = 3 \times \frac{1}{4} = 0.75 \text{ m} \quad \text{البطن الثاني } A_2$$

$$k = 2 \Rightarrow x_3 = 5 \times \frac{1}{4} = 1.25 \text{ m} \quad \text{البطن الثالث } A_3$$

**المسألة (32) :**

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0.34 \text{ m} \quad -1$$

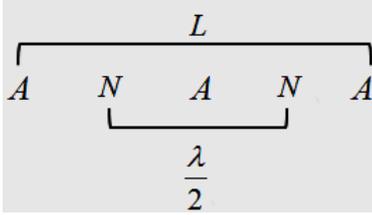
$$\frac{L}{\lambda} = \frac{3.4}{0.34} = 10$$

( المدروج الأساسي  $n = 1$  ) A N A -2 تكونت عقدة واحدة في منتصف المزمار

$$L = n \frac{\lambda}{2} = n \frac{v}{2f} \Rightarrow f = n \frac{v}{2L} = 1 \times \frac{340}{2 \times 3.4} = 50 \text{ Hz}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{340} = \frac{\sqrt{0 + 273}}{\sqrt{t_2 + 273}} \Rightarrow t_2 = 15 \text{ }^\circ\text{C} \quad -3$$

### المسألة (33):



1- مزمار ذو فم نهايته مفتوحة ( المزمار متشابه الطرفين )

البعد بين عقدتين متتاليتين  $\frac{\lambda}{2}$

$$\frac{\lambda}{2} = 0.5 \Rightarrow \lambda = 2 \times 0.5 = 1 \text{ m}$$

$$L = n \frac{\lambda}{2} = 2 \times 0.5 = 1 \text{ m} \quad -2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \frac{331}{v_2} = \frac{\sqrt{0 + 273}}{\sqrt{15 + 273}} \Rightarrow v_2 = 340 \text{ m.s}^{-1} \quad -3$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1} = 340 \text{ Hz}$$

$$L = (2n - 1) \frac{v}{4f} = 1 \times \frac{340}{4 \times 340} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ m} \quad -4$$

### المسألة (34):

$$\text{عدد أطوال الموجة} = \frac{L}{\lambda} = \frac{Lf}{v} = \frac{3.32 \times 1024}{340} = 10 \quad -1$$

$$\text{عدد أطوال الموجة الجديد} = \frac{L}{\lambda'} = \frac{Lf}{v'} = \frac{3.32 \times 1024}{v'} = 5 \Rightarrow v' \approx 680 \text{ m.s}^{-1} \quad -2$$

$$\frac{v}{v'} = \frac{\sqrt{T}}{\sqrt{T'}} \Rightarrow \frac{340}{680} = \frac{\sqrt{15 + 273}}{\sqrt{t' + 273}} \Rightarrow t' = 879 \text{ }^\circ\text{C}$$

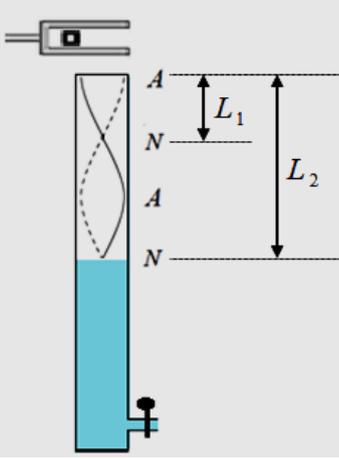
$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad -3$$

$$n = 1$$

$$L = \frac{v}{2f'}$$

$$f' = \frac{v}{2L} = \frac{340}{2 \times 3.32} = 51.2 \text{ Hz}$$

**المسألة (35) :**



$$\Delta L = L_2 - L_1 = 65.3 - 21 = 44.3 \text{ cm} = 0.443 \text{ m}$$

$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4}$$

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

$$0.443 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.886 \text{ m}$$

$$v = \lambda f = 0.886 \times 392 = 347.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

سرعة انتشار الصوت في الدرجة  $20^\circ \text{C}$  تساوي  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

سرعة انتشار الصوت في درجة حرارة عمود الهواء تساوي  $347.312 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  وهي أكبر من  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  نستنتج أن درجة حرارة عمود الهواء أكبر من درجة حرارة الغرفة.

**المسألة (36) :**

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad -1$$

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

$$L = (2 \times 1 - 1) \frac{324}{4 \times 162}$$

$$L = 0.5 \text{ m}$$

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \frac{\sqrt{D_{O_2}}}{\sqrt{D_{H_2}}} = \frac{\sqrt{\frac{M_{O_2}}{29}}}{\sqrt{\frac{M_{H_2}}{29}}} = \frac{\sqrt{\frac{32}{29}}}{\sqrt{\frac{2}{29}}} = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{2}} = \frac{4}{1} \quad -2$$

$$v_{H_2} = 4v_{O_2}$$

$$v_{H_2} = 4 \times 324 = 1296 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$f' = (2n - 1) \frac{v_{H_2}}{4L} = (1) \frac{1296}{4 \times 0.5} = 648 \text{ Hz}$$

**المسألة (37) :**

1- نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : عند مقابل المهبط

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

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$E_{K_2} = eU = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4 = 12.8 \times 10^{-15} J$$

-2

$$E_{K_2} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{K_2}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(12.8 \times 10^{-15})}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$v = \sqrt{2.8} \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

-3

$$E = E_k$$

$$hf_{\max} = eU$$

$$h \frac{c}{\lambda_{\min}} = eU$$

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4} = 1.55 \times 10^{-11} \text{ m}$$

**المسألة (38):**

-1

$$E_s = hf_s = h \frac{c}{\lambda_s}$$

$$\lambda_s = \frac{hc}{E_s} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{33 \times 10^{-20}} = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

-2

$$E_K = E - E_s = hf - E_s = h \frac{c}{\lambda} - E_s$$

$$E_K = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{0.5 \times 10^{-6}} - 33 \times 10^{-20}$$

$$E_K = 39.6 \times 10^{-20} - 33 \times 10^{-20} = 6.6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

**المسألة (39):**

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول: عند اللبوس السالب

الوضع الثاني: عند اللبوس الموجب

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

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 720}{9.1 \times 10^{-31}}} = \sqrt{253.19} \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$$

### المسألة (40):

$$E = \frac{U}{d} = \frac{900}{2 \times 10^{-2}} = 45 \times 10^3 \text{ v.m}^{-1} \quad -1$$

$$F = eE = 1.6 \times 10^{-19} \times 45 \times 10^3 = 72 \times 10^{-16} \text{ N} \quad -2$$

-3

القوى الخارجية المؤثرة على الإلكترون:

القوة الكهربائية  $\vec{F}$

باهمال ثقل الإلكترون

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  $\vec{x}'x'$  أفقي و  $\vec{y}'y'$  شاقولي موجه نحو الأعلى

$$\vec{ox} \begin{cases} v_{ox} = v_o = v \\ F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = \text{const} \end{cases}$$

إن حركة المسقط على  $\vec{x}'x'$  هي حركة مستقيمة منتظمة

$$x = v_x t + x_o$$

$$x_o = 0 \quad \text{لكن}$$

$$x = vt \quad (1)$$

$$\overrightarrow{oy} \begin{cases} v_{o_y} = 0 \\ F_y = F \Rightarrow m a_y = e \frac{U}{d} \\ a_y = \frac{eU}{m d} = \text{const} \end{cases}$$

هي حركة مستقيمة متسارعة بانتظام:  $\overrightarrow{y'y}$  حركة المسقط على

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 + v_{o_y} t + y_o$$

$$y_o = 0$$

$$y = \frac{eU}{2m d} t^2$$

استنتاج معادلة حامل المسار:

$$t = \frac{x}{v} \quad \text{من (1):}$$

$$y = \frac{eU}{2m dv^2} x^2$$

$$y = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 900}{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 2 \times 10^{-2} (4 \times 10^7)^2} x^2$$

$$y = 2.47 x^2$$

-4

$$F_1 = F_2$$

$$e E = evB$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{45 \times 10^3}{4 \times 10^7} = 11.25 \times 10^{-4} T$$

**المسألة (41):**

-1

$$E_s = hf_s = h \frac{c}{\lambda_s}$$

$$E = 6.6 \times 10^{-34} \frac{3 \times 10^8}{6600 \times 10^{-10}}$$

$$E = 3 \times 10^{-19} J$$

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{4400 \times 10^{-10}} = 0.15 \times 10^{-26} kg . m . s^{-1}$$

ولحساب كمية حركة الفوتون الوارد:

$$E_K = hf - E_s$$

$$E_K = h \frac{c}{\lambda} - E_s$$

$$E_K = 6.6 \times 10^{-34} \frac{3 \times 10^8}{4400 \times 10^{-10}} - 3 \times 10^{-19} = 1.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3- - نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : قُبيل المصعد

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

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{K_1} = e(-U_0)$$

$$U_0 = \frac{E_{K_1}}{e} = \frac{1.5 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 0.9375 \text{ V}$$

**المسألة (42):**

-1

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{f_{\max}}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{18}} = 10^{-8} \text{ m}$$

2- نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول : عند المهبط

الوضع الثاني : عند مقابل المهبط

$$\Delta E_K = \sum W_{\bar{F}}$$

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\bar{F}}$$

$$E_{K_2} - 0 = eU$$

$$E_{K_2} = eU$$

$$hf_{\max} = eU$$

$$U = \frac{hf_{\max}}{e}$$

$$U = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 12375 \text{ V}$$

-3

$$E_{K_2} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{K_2}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2hf_{\max}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{18}}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$v = \sqrt{0.435} \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

### المسألة (43):

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

$$\Delta E = 4.22 \times 10^{11} \times 60(3 \times 10^8)^2 \approx 22.8 \times 10^{29} \text{ J}$$

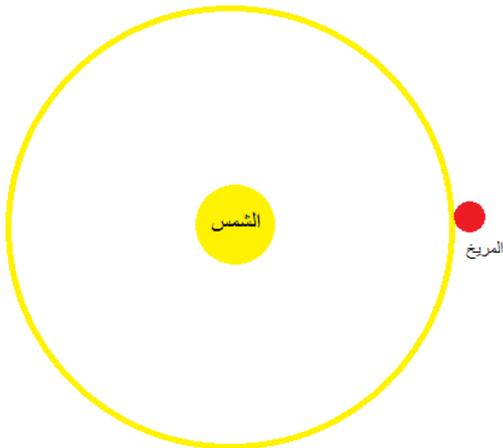
وهي الطاقة المقدمة لسطح كرة وهمية مركزها الشمس تمس سطح المريخ، نصف قطرها  $1.52AU$  أي

$$r = 1.52 \times 150 \times 10^9 = 22.8 \times 10^{10} \text{ m}$$

فتكون مساحة هذه الكرة :

$$s = 4\pi r^2 = 4\pi(22.8 \times 10^{10})^2 = 6529.19 \text{ m}^2$$

لنحسب الطاقة التي يتلقاها كل كيلو متر مربع من سطح المريخ:



كل  $6529.19 \text{ m}^2$  من سطح الكرة يتلقى  $22.8 \times 10^{29} \text{ J}$

كل  $10^6 \text{ m}^2$  يتلقى  $x$

$$x = \frac{10^6 \times 22.8 \times 10^{29}}{6529.19} \approx 4 \times 10^{32} \text{ J}$$

### المسألة (44):

$$\Delta\lambda = \frac{5}{100} \lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0.05$$

حسب تأثير دوبلر

$$\lambda' = \left(1 + \frac{v'}{c}\right) \lambda$$

$$\lambda' = \lambda + \frac{v'}{c} \lambda$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{v'}{c} \lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$$

$$0.05 = \frac{v'}{3 \times 10^8}$$

$$v' = 15 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$$

ومن قانون هابل  $v' = H_0 d$

لنحسب ثابت هابل بالوحدات الدولية :

$$H_0 = \frac{68 \text{ km.s}^{-1}}{\text{Mpc}}$$

$$H_0 = \frac{68 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}}{10^6 \times 3.26 \text{ light year}}$$

$$H_0 = \frac{68 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}}{10^6 \times 3.26 \times 3 \times 10^8 \times 365.25 \times 24 \times 3600 \text{ m}}$$

$$H_0 \approx \frac{68 \times 10^3 \text{ s}^{-1}}{10^6 \times 3 \times 10^{16}} = \frac{68}{3} \times 10^{-19} \text{ s}^{-1}$$

نعوض في قانون هابل :

$$15 \times 10^6 = \frac{68}{3} \times 10^{-19} d$$

$$d = \frac{15 \times 10^6}{\frac{68}{3} \times 10^{-19}} = \frac{45}{68} \times 10^{25} \text{ m}$$

وهو بُعد تلك المجرة عنا

**المسألة (45):**

(1)

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = F_c r$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = G \frac{mM}{r^2} r$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{3400 \times 10^3}}$$

$$v \approx \sqrt{25 \times 10^6} = 5 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

وهي سرعة الإفلات من جاذبية المريخ

$$r = \frac{2GM}{c^2}$$

(2) نصف قطر سفارتز شيلد

$$r = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{(3 \times 10^8)^2}$$

$$r = 9.49 \times 10^{-4} \text{ m}$$

أي يجب أن يصبح المريخ بحجم كرة نصف قطرها أقل من واحد ميلي متر.