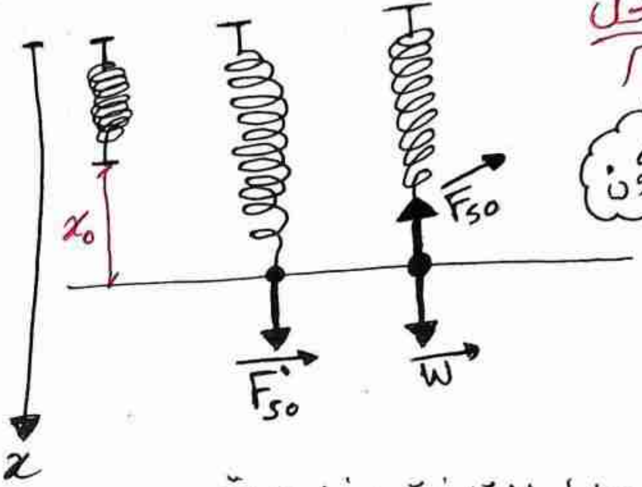
دورة برهن في النواس المرن أنّ محصلة القوى المؤثرة في الجسم المعلق إلى نابض هي قوة إرجاع تتناسب شدتها طرداً مع المطال ؟

الحل

سكون



جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : نابض + جسم صلب

القوى الخارجية المؤثرة بحالة السكون

$\vec{w}$ قوة الثقل

$\vec{F_{s0}}$ قوة توتر النابض

جسم ساكن $\Rightarrow \sum \vec{F} = \vec{0}$

$\vec{w} + \vec{F_{s0}} = \vec{0}$

نسقط نحو الأسفل

$w - F_{s0} = 0$

$w = F_{s0}$

توتر في النابض $\vec{F'_{s0}}$ تسبب استطالة x_0

$F'_{s0} = F_{s0} = K \cdot x_0 = w$

(1) $\boxed{K \cdot x_0 = m \cdot g}$

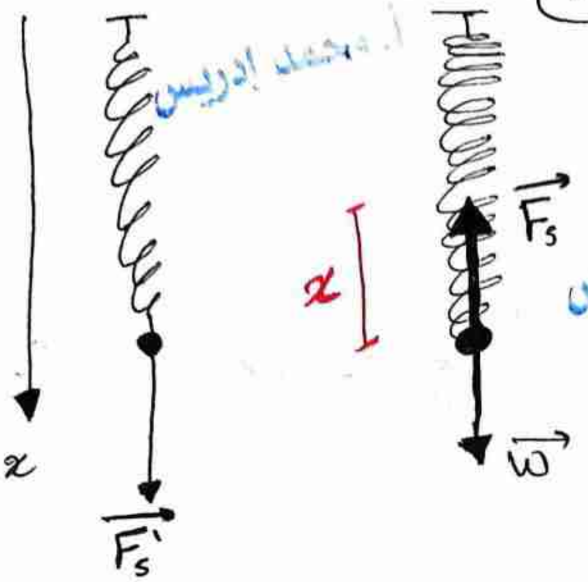
حالة حركة

القوى الخارجية المؤثرة :

قوة توتر النابض $\vec{F_s}$

قوة الثقل $\vec{w}$

حركة



$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{w} + \vec{F_s} = m\vec{a}$

نسقط نحو الأسفل

$\boxed{w - F_s = m a}$ (2)

توتر في النابض $\vec{F'_s}$ تسبب استطالة $(x + x_0)$

$F'_s = F_s = K(x + x_0)$

نعوض في (2)

$w - K(x + x_0) = m \cdot a$

$w - Kx - Kx_0 = m \cdot a$

$\cancel{Kx_0} - Kx - \cancel{Kx_0} = m \cdot a$

$-Kx = m \cdot a$ $\quad F = m \cdot a$

$\boxed{-Kx = F}$

محصلة القوة المؤثرة على مركز عطالة الجسم هي قوة إرجاع تحاول إرجاع الجسم إلى وضع التوازن وجهتها دائماً نحو مركز التوازن تتناسب طرداً مع المطال x وتعاكسه بالإشارة

دورة

انطلاقاً من العلاقة $F=-Kx$ في النواس المرن برهن أن حركة جيبية وأوجد دورها الخاص

الحل:

$$F=-Kx$$

$$m.a=-Kx$$

$$m.(x)''_t=-K.x$$

$v=(x)'_t$

$a=(x)''_t$

$$\boxed{(x)''_t=\frac{-K.x}{m}}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حل جيبي من الشكل

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

$$(x)'_t=v=-\omega_0\cdot X_{max}\cdot\sin(\omega_0 t+\varphi)$$

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

$$\boxed{(x)''_t=a=-\omega_0^2\cdot x}$$

نقارن مع

$$\frac{-K.x}{m}=-\omega_0^2\cdot x$$

$$\frac{K}{m}=\omega_0^2$$

$$\boxed{\sqrt{\frac{K}{m}}=\omega_0}$$

$\sqrt{\frac{K}{m}}>0\Rightarrow$ حركة جيبية

$$T_0=\frac{2\pi}{\omega_0}=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{K}{m}}}=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$$

دورة في النواس المرن

A أكتب التابع الزمني للمطال

B كيف يصبح التابع إذا كان مبدأ الزمن لحظة ترك الجسم في مطاله الأعظمي الموجب

C متى يكون المطال أعظمي ومتى ينعدم

D ارسم الخط البياني للمطال بدلالة الزمن خلال دور

الحل

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

سعة حركة — نبض خاص — طور ابتدائي

B $t=0$ ، $\boxed{x=+X_{max}}$

$$+X_{max}=X_{max}\cdot\cos(\omega_0(0)+\varphi)$$

$$+1=\cos\varphi\Rightarrow\boxed{\varphi=0}$$

$$\Rightarrow\boxed{x=X_{max}\cdot\cos\omega_0 t}$$ الشكل المختصر للتابع

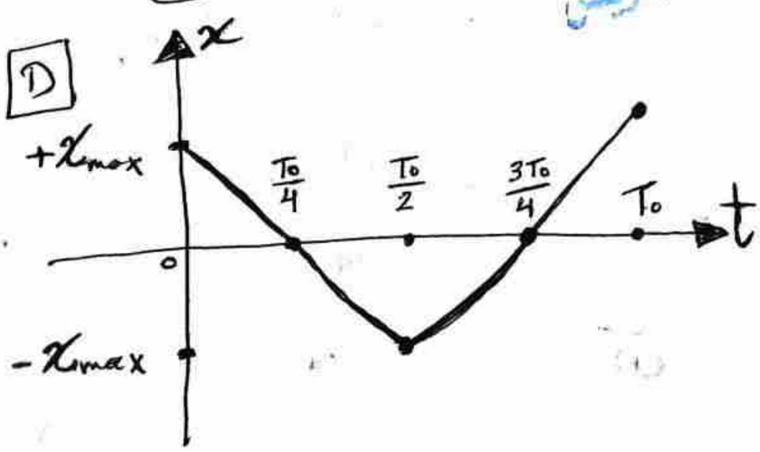
C $\boxed{x=\mp X_{max}}$ $\boxed{\cos\omega_0 t=\mp1}$

في الوضعين الطرفين أعظمي

$\boxed{x=0}$ $\boxed{\cos\omega_0 t=0}$

ينعدم في وضع التوازن

D



دورة انطلاقاً من $x = x_{max}\cdot\cos\omega_0 t$

① استنتج تابع التسارع
② متى يكون التسارع أعظمي ومتى ينعدم
③ كم يبلغ التسارع الأعظمي كطويلة
④ ارسم منحني بياني للتسارع بدلالة الزمن خلال دور

الحل:

① $$a = (x)''_t = \left(x_{max}\cdot\cos\omega_0 t\right)''_t$$

$$a = \left(-\omega_0\cdot x_{max}\cdot\sin\omega_0 t\right)'_t$$

$$a = -\omega_0^2\cdot\underbrace{x_{max}\cdot\cos\omega_0 t}$$

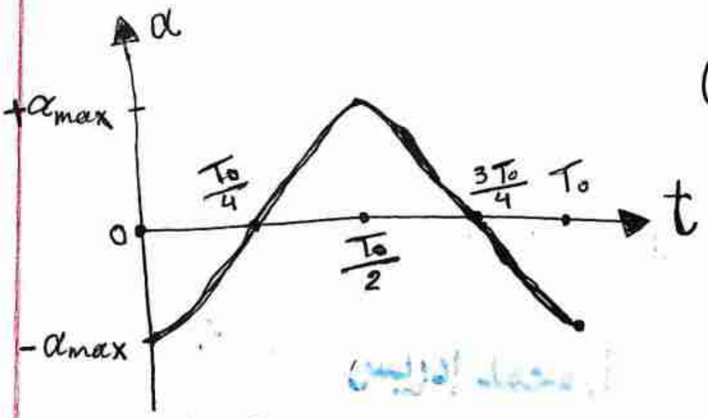
$$\boxed{a = -\omega_0^2\cdot x}$$

② ينعدم $\boxed{x=0}$ $\boxed{\text{وضع التوازن}}$ $\boxed{a=0}$

أعظمي $\boxed{x=\mp x_{max}}$ $\boxed{\text{وضعين طرفين}}$ $\boxed{a=\mp a_{max}}$

③ $|a_{max}| = \omega_0^2\cdot x_{max}$ كطويلة

④



ملاحظة • التسارع يتجه نحو المركز
• التسارع متغير ← حركة مستقيمة متغيرة
• التسارع يتناسب طرداً مع المطال x ويخالفه بالإشارة

دورة انطلاقاً من $x = x_{max}\cdot\cos\omega_0 t$

① استنتج التابع الزمني للسرعة
② متى تكون السرعة عظمى ومتى تنعدم
③ كم تبلغ السرعة العظمى كطويلة
④ ارسم منحني بياني للسرعة بدلالة t

الحل

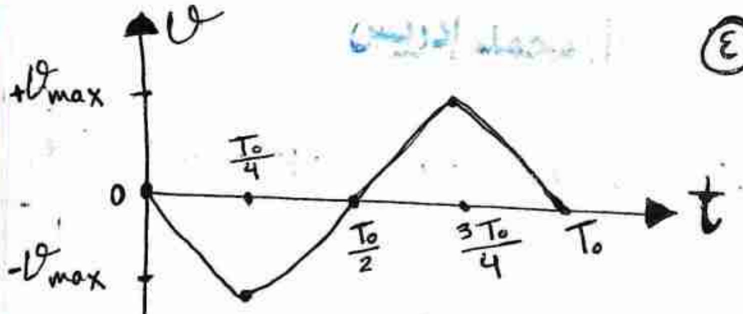
① $$v = (x)'_t = -\omega_0\cdot x_{max}\cdot\sin\omega_0 t$$

② $\boxed{v=0}$ تنعدم
$\boxed{\sin\omega_0 t = 0} \rightarrow \boxed{\cos\omega_0 t = \mp 1}$
$\Rightarrow \boxed{x = \mp x_{max}}$ $\boxed{\text{وضعين طرفين}}$

عظمى $\boxed{\sin\omega_0 t = \mp 1} \rightarrow \boxed{\cos\omega_0 t = 0}$
$\Rightarrow \boxed{x=0}$ $\boxed{\text{وضع توازن}}$
$\boxed{v = \mp v_{max}} \rightarrow \boxed{v_{max} = \mp\omega_0\cdot x_{max}}$

③ $|v_{max}| = \omega_0\cdot x_{max}$ كطويلة

④



ملاحظة
• السرعة: متسارعة نحو المركز، متباطئة نحو الوضعين الطرفين

$a=+a_{max}$ — $-x_{max}$ — $v=0$
$\boxed{a=0}$ — $x=0$ — $\boxed{v=\mp v_{max}}$
$a=-a_{max}$ — $+x_{max}$ — $v=0$

دورة: في النواس المرن استنتج الطاقة الكلية الرسم التي يختزنها النواس وارسم المنحني البياني للطاقة بدلالة المطال

الحل:

$$\boxed{E = E_p + E_K}$$

$$E_p = \frac{1}{2}K.x^2 = \frac{1}{2}K\left(x_{max}.\cos(\omega_0 t+\varphi)\right)^2$$

$$\boxed{E_p = \frac{1}{2}K.x_{max}^2.\cos^2(\omega_0 t+\varphi)}$$

$$E_K = \frac{1}{2}m v^2 = \frac{1}{2}m\left(-\omega_0.x_{max}.\sin(\omega_0 t+\varphi)\right)^2$$

$$E_K = \frac{1}{2}m.\omega_0^2.x_{max}^2.\sin^2(\omega_0 t+\varphi)$$

$$\boxed{\omega_0^2 = \frac{K}{m}}$$

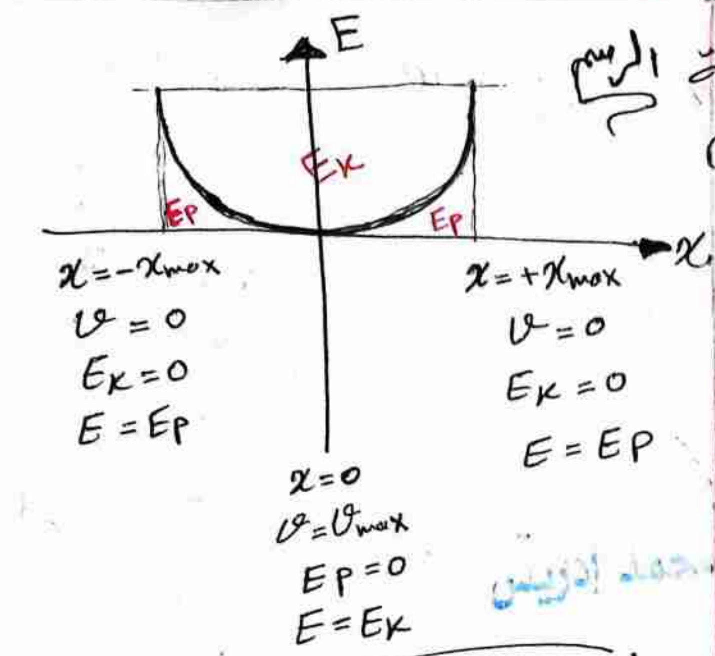
$$E_K = \frac{1}{2}\cancel{m}.\frac{K}{\cancel{m}}.x_{max}^2.\sin^2(\omega_0 t+\varphi)$$

$$\boxed{E_K = \frac{1}{2}K.x_{max}^2.\sin^2(\omega_0 t+\varphi)}$$

$$E = \frac{1}{2}K.x_{max}^2.\cos^2(\omega_0 t+\varphi) + \frac{1}{2}K\,x_{max}^2.\sin^2(\omega_0 t+\varphi)$$

$$E = \underbrace{\frac{1}{2}K.x_{max}^2}_{\text{عامل مشترك}}\Big[\underbrace{\cos^2(\omega_0 t+\varphi)+\sin^2(\omega_0 t+\varphi)}_{1}\Big]$$

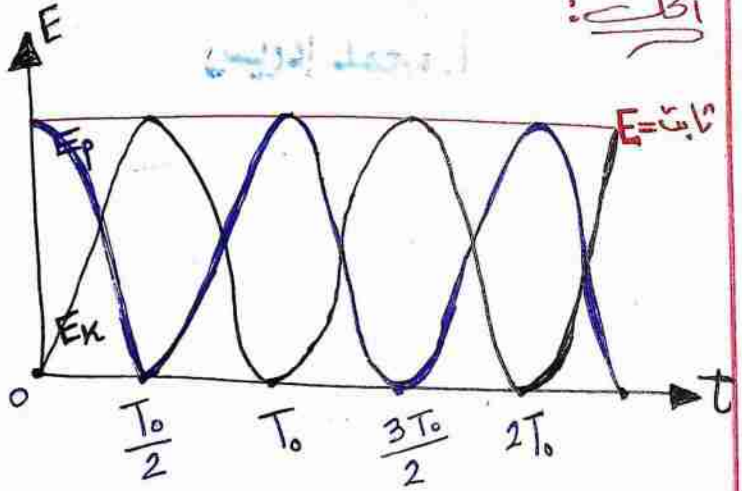
$$\boxed{E = \frac{1}{2}K.x_{max}^2}$$



سؤال: ارسم الخط البياني لتحولات الطاقة عندما

$$\boxed{\bar{x} = x_{max}.\cos\omega_0 t}$$

الحل:



سؤال: نواس مرن $x = 0{,}1\cos(\pi t+\pi)$

① حدد ثوابت الحركة

② احسب الدور T_0

③ حدد موضع الجسم لحظة بدء الزمن

الحل

$$x = 0{,}1\cos(\pi t + \pi)$$

$$x = x_{max}\cdot\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

[1] المطال الأعظمي $x_{max} = 0{,}1\ m$

النبض الخاص $\omega_0 = \pi\ rad.s^{-1}$

الطور الابتدائي $\varphi = +\pi\ rad$

[2] $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ sec$

[3] بدء الزمن $\Rightarrow t = 0$

$x = 0{,}1\cdot\cos(\pi(0) + \pi)$

$x = 0{,}1\cdot\cos\pi$

$x = 0{,}1\ (-1)$

$x = -0{,}1\ m = -x_{max}$

لحظة بدء الزمن المتحرك في مطاله الأعظمي السالب

ملاحظات هامة

لحساب السرعة العظمى كطويلة $\boxed{v_{max} = \omega_0\cdot X_{max}}$

عندما $\boxed{x = \text{قيمة}}$

$$\boxed{v = \omega_0\cdot\sqrt{X_{max}^2 - X^2}}$$

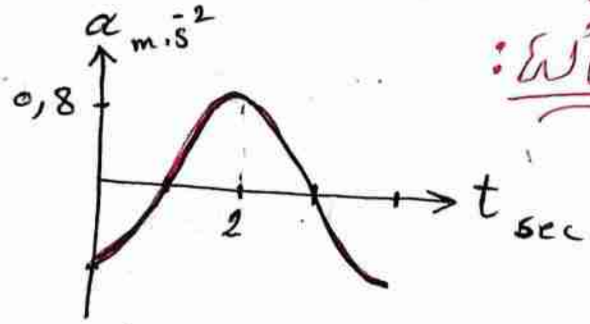
- لحساب E_K عندما $\boxed{x = \text{قيمة}}$

$$\boxed{E_K = E - E_p}$$

- $m' = 4m \Rightarrow T_0' = 2T_0$

$k' = 4K \Rightarrow T_0' = \frac{T_0}{2}$

مسألة:



① أوجد X_{max} ، ω_0 ، T_0

② أوجد التابع الزمني للمطال علماً أن مبدأ الزمن لحظة ترك الجسم من مطاله الأعظمي الموجب

③ أوجد السرعة العظمى كطويلة

④ أوجد ثابت صلابة النابض علماً أن الكتلة المعلقة $m = 1\ Kg$

⑤ أحسب شدة قوة الإرجاع عندما $\boxed{x = -2cm}$ $\boxed{\pi^2 = 10}$

⑥ استنتج الاستطالة السكونية ثم أحسبها

⑦ أحسب التسارع عندما $\boxed{x = 3cm}$

الحل

① $\frac{T_0}{2} = 2 \Rightarrow T_0 = 4\ sec$

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

$a_{max} = \omega_0^2\cdot x_{max}$

$0{,}8 = \frac{\pi^2}{4}\cdot x_{max}$

$3{,}2 = \pi^2\cdot x_{max}$

$3{,}2 = 10\cdot x_{max}$

$x_{max} = \frac{3{,}2}{10} = 0{,}32\ m$

② $x = x_{max}\cdot\cos(\omega_0 t + \varphi)$

ثوابت

$x_{max} = 0{,}32\ m$

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

$t=0$, $x=+x_{max}$ } $\cancel{+x_{max}} = \cancel{x_{max}} \cos(\omega_0(0)+\varphi)$

$1 = \cos\varphi$

$\Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$ Rad

$\boxed{x = 0{,}32 \cos\left(\frac{\pi}{2} t\right)}$ m

٣ $|v_{max}| = \omega_0 \cdot x_{max}$

$= \frac{\pi}{2} \times 0{,}32$

$= \pi \times 0{,}16 \ \ m \cdot s^{-1}$

٤ $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{K}{m}$

$\Rightarrow K = \omega_0^2 \cdot m = \frac{\pi^2}{4} \cdot 1 = \frac{10}{4}$

$\boxed{K = 2{,}5}\ N \cdot m^{-1}$

٥ $F = -K \cdot x = -2{,}5 \times -2 \times 10^{-2}$

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

٦ الجسم ساكن ← ثقل $\vec{W}$ ؛ قوة نابض $\vec{F_{s0}}$

$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{W} + \vec{F_{s0}} = 0$

نسقط نحو الأسفل

$+W - F_{s0} = 0 \Rightarrow \boxed{W = F_{s0}}$

$\vec{F'_{s0}}$ قوة شد بسبب استطالة النابض مسافة x_0

$W = F_{s0} = F'_{s0} = K x_0$

$\boxed{W = F_{s0}} \Rightarrow m \cdot g = K \cdot x_0$

$x_0 = \frac{m \cdot g}{K} = \frac{1 \times 10}{2{,}5} = 4\,m$ ٦

٧ $a = -\omega_0^2 \cdot x$

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

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

$a = \frac{-3}{4} \times 10^{-1}\ m \cdot s^{-2}$

حل أختبر نفسك

أ/ روان

١ $x = x_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$

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

$X_{max} = 8\,cm = 8 \times 10^{-2}\ m$

$t=0$, $x = -x_{max}$ } $\cancel{-x_{max}} = \cancel{x_{max}} \cdot \cos(\omega_0(0)+\varphi)$

$-1 = \cos\varphi$

$\Rightarrow \boxed{\varphi = \pi}$

$\boxed{x = 8 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \pi)}$ m

٢ $v = \underbrace{-\omega_0 \cdot X_{max}}\cdot \sin \omega_0 t$

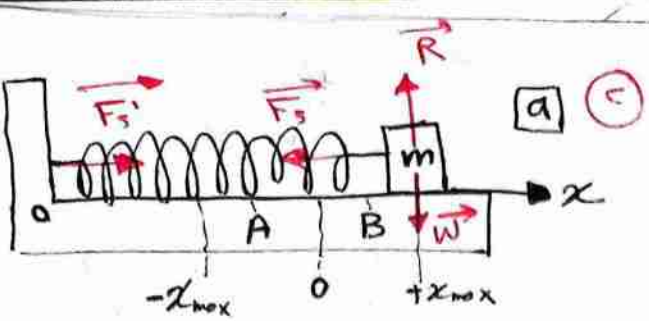
$v = -v_{max} \cdot \sin \omega_0 t$

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

من الرسم $\boxed{T_0 = 1\,s}$

$\boxed{-v_{max} = -0{,}12\pi}$

$\boxed{v = -0{,}12\pi \cdot \sin 2\pi t}$ $m \cdot s^{-1}$



جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: جسم صلب + نابض

القوى الخارجية على الجسم: $\vec{F_s}$ $\vec{R}$ $\vec{W}$

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

$$\vec{R} + \vec{W} + \vec{F_s} = m.\vec{a}$$

بالإسقاط على $\vec{ox}$

$$0 + 0 - F_s = m.a$$

$$-F_s = m.a$$

يؤثر على النابض قوة توتر النابض $\vec{F_s'}$

$\boxed{\vec{F_s'} = \vec{F_s}}$ $\boxed{F_s = K.x}$

$$-F_s = m.a$$

$$-K.x = m.a$$

$\boxed{a = (x)''_t}$

$$-K.x = m.(x)''_t$$

$$\boxed{(x)''_t = \frac{-Kx}{m}}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل

$$x = x_{max}.\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

نشتق مرتين بالنسبة للزمن

$$(x)'_t = -\omega_0 . x_{max} . \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(x)''_t = -\omega_0^2 . \underbrace{x_{max} . \cos(\omega_0 t + \varphi)}$$

$$\boxed{(x)''_t = -\omega_0^2 . x}$$

٣

$\boxed{m_2 = 0,5 Kg}$ $\boxed{K_2 = 20 N.m^{-1}}$

$$T_{o_2} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,5}{20}}$$

$$T_{o_2} = 2\sqrt{\frac{\frac{1}{2}}{2}} = 2\sqrt{\frac{1}{4}} = 2\,\frac{1}{2} = 1 \sec$$

$\boxed{m_1 = 1 kg}$ $\boxed{K_1 = 10 N.m^{-1}}$

$$T_{o_1} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10}} = 2 \sec$$

النواس الأول $T_{o_1} = 2$ بعد مضي 3s يكون عند المطال

دور ونصف

$\boxed{x = -x_{max}}$

روحة رجعة روحة

النواس الثاني $T_{o_2} = 1$ بعد مضي 3s يكون عند المطال

ثلاثة أدوار

$\boxed{x = +x_{max}}$

3 x روحة رجعة

لا يلتقيان لأن مطال الأول $-x_{max}$ ومطال الثاني $+x_{max}$

"ثانياً" ١

$$E = E_p + E_K$$

$$E_K = E - E_p$$

$$\frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2} K.x_{max}^2 - \frac{1}{2} K x^2$$

$$\cancel{\frac{1}{2}} m.v^2 = \cancel{\frac{1}{2}} K \left[x_{max}^2 - x^2\right]$$

$$m.v^2 = K.\left[x_{max}^2 - x^2\right]$$

$$v^2 = \frac{K}{m}\left[x_{max}^2 - x^2\right]$$

$$v = \sqrt{\frac{K}{m}} . \sqrt{x_{max}^2 - x^2}$$

$$\boxed{v = \omega_0 . \sqrt{x_{max}^2 - x^2}}$$

بالمساواة ★ و ♥

$$\cancel{-}\omega_0^2 \cdot \cancel{x} = \cancel{-}\frac{K \cdot \cancel{x}}{m}$$

$$\omega_0^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} > 0$$

حركة جيبية انسحابية شرط K, m موجبات وتابع الجيبي

$$x = x_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

b

$$E_K = E - E_p$$

$$= \frac{1}{2} K \cdot x_{max}^2 - \frac{1}{2} K \cdot x^2$$

$$E_K = \frac{1}{2} K \left[x_{max}^2 - x^2 \right] \quad ♥$$

♥ نعوض في ⇐ $\boxed{x_A = \frac{-x_{max}}{2}}$

$$E_K = \frac{1}{2} K \left[x_{max}^2 - \frac{x_{max}^2}{4} \right]$$

$$E_K = \frac{1}{2} K \left[\frac{3}{4} x_{max}^2 \right] = \frac{3}{4} \left[\frac{1}{2} K x_{max}^2 \right]$$

$$\boxed{E_K = \frac{3}{4} E}$$

♥ نعوض في ⇐ $\boxed{x_B = \frac{+x_{max}}{\sqrt{2}}}$

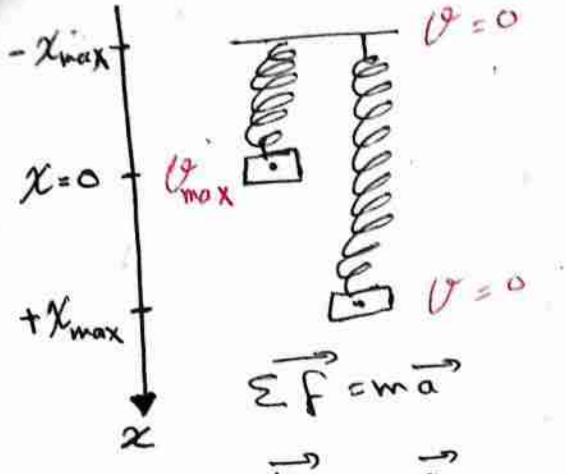
$$E_K = \frac{1}{2} K \left[x_{max}^2 - \frac{x_{max}^2}{2} \right]$$

$$= \frac{1}{2} K \left[\frac{1}{2} x_{max}^2 \right]$$

$$E_K = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} K \cdot x_{max}^2 \right] = \frac{1}{2} E$$

$$\boxed{E_K = \frac{1}{2} E}$$

(٣)



a

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

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

$$\cancel{m} \cdot \vec{g} = \cancel{m} \cdot \vec{a}$$

$$\boxed{\vec{g} = \vec{a} = const}$$

عند انفصال الجسم عن النابض من مركز الاهتزاز تكون سرعته الابتدائية عظمى

قذف شاقولي نحو الأعلى لأن وسرعة ابتدائية

طور الصعود $\boxed{\text{متباطئة بانتظام}}$ ← ع تنقص

طور الهبوط $\boxed{\text{متسارعة بانتظام}}$ ← ع تزداد

b يسقط الجسم دون سرعة ابتدائية

$\boxed{\text{سقوط حر}}$ تحت تأثير ثقله

المسألة [1] درس

$\boxed{\pi^2 = 10}$

$\boxed{4\pi = 12,5}$

(1) $K = 10\ N \cdot m^{-1}$

$x = 0,1 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$x = x_{max} \cdot \cos\left(\omega_0 t + \varphi\right)$

$x_{max} = 0,1 = 10^{-1}\ m \qquad \varphi = \frac{\pi}{2}\ rad$

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

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

(2) $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{K}{m}$

$\Rightarrow m = \frac{K}{\omega_0^2} = \frac{10}{10} = 1\ kg$

(3) $\boxed{v = \omega_0 \cdot \sqrt{X_{max}^2 - x^2}}$

$= \pi \cdot \sqrt{10^{-2} - 36 \times 10^{-4}}$

$\boxed{x = 6\ cm = 6 \times 10^{-2}\ m}$

$= \pi \sqrt{10^{+2} \times 10^{-2} \times 10^{-2} - 36 \times 10^{-4}}$

$= \pi \sqrt{10^{+2} \times 10^{-4} - 36 \times 10^{-4}}$

$= \pi \sqrt{10^{-4}\left[10^{+2} - 36\right]}$

$= \pi \sqrt{10^{-4}(64)}$

$= \pi \times 10^{-2} \times 8$

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

المسألة [2] درس

$m = 4 \times 10^{-1}\ kg$

(1) $X_{max} = 10\ cm = 10 \times 10^{-2}\ m = 10^{-1}\ m$

$E = 0,05 = 5 \times 10^{-2}\ J$

$\boxed{E = \frac{1}{2} K \cdot X_{max}^2}$

$5 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} K \cdot 10^{-2} \Rightarrow 5 = \frac{1}{2} K$

$\Rightarrow K = \frac{5}{\frac{1}{2}} = 10\ N \cdot m^{-1}$

(2)

طريقة (1)

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

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

$= 2\pi \sqrt{4 \times 10^{-2}}$

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

$= 4\pi \times 10^{-1}$

$= 12,5 \times 10^{-1}$

$= 1,25\ sec$

$4\pi = 12,5$

طريقة (2)

$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$

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

$= \sqrt{\frac{100}{4}}$

$= \frac{10}{2} = 5\ rad \cdot s^{-1}$

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{5}$ $\times 2$

$= \frac{4\pi}{10}$

$= 4\pi \times 10^{-1}$

$= 12,5 \times 10^{-1} = 1,25\ sec$

(3) طريقة (1)

مركز الاهتزاز $\boxed{x = 0}$

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

$= 5 \cdot \sqrt{10^{-2} - 0} = 5 \times 10^{-1}\ m \cdot s^{-1}$

$\overrightarrow{F'_{s_0}}$ يؤثر على النابض قوة

$\boxed{\overrightarrow{F_{s_0}} = \overrightarrow{F'_{s_0}}}$

$\boxed{F_{s_0} = K x_0}$

$$W = F_{s_0}$$

$$m \cdot g = K \cdot x_0$$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{m \cdot g}{K} \qquad \boxed{K = m \cdot \omega_0^2}$$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{\cancel{m} \cdot g}{\cancel{m} \cdot \omega_0^2} = \frac{g}{\omega_0^2}$$

$$x_0 = \frac{g}{\frac{4\pi^2}{T_0^2}} \qquad \boxed{\begin{array}{c}\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \\ \pi^2 = 10\end{array}}$$

$$\boxed{T_0 = \frac{t}{n}} = \frac{8}{10} \ sec$$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{\cancel{10}}{\frac{4 \times \cancel{10}}{\left(\frac{8}{10}\right)^2}} = \frac{1}{\frac{\cancel{4}}{\frac{\cancel{64}}{100}}} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{16}{100}}}$$

$$x_0 = \frac{1}{\frac{100}{16}} = \frac{16}{100} = 0{,}16 \ m$$

2

$$m = 1 \ Kg \qquad T_0 = \frac{8}{10} = \frac{4}{5} sec$$

$$|v_{max}| = \omega_0 \cdot x_{max}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{\frac{4}{5}} = 2\pi \times \frac{5}{\cancel{4}_{2}} = \frac{5\pi}{2} \ rad \cdot s^{-1}$$

قطعة مستقيمة طولها $\ell = 24 cm$ (قاعدة)

$$\Rightarrow x_{max} = \frac{1}{2}\ell = \frac{1}{2} \cdot 24 = 12 cm$$

$$\boxed{x_{max} = 12 \times 10^{-2} \ m}$$

طريقة ②

$$v = -\omega_0 \cdot x_{max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$|v| = |\omega_0 \cdot x_{max}|$$

$$= 5 \times 10^{-1} \ m \cdot s^{-1}$$

طريقة ③

$$E = E_p + E_K$$

$\boxed{x = 0 \ \text{مركز الإهتزاز}} \Rightarrow \boxed{E_p = 0}$

$$\Rightarrow E = E_K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v^2 = \frac{E}{\frac{1}{2}m} = \frac{2E}{m}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 5 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-1}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{10 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-1}}} = \sqrt{2{,}5 \times 10^{-1}}$$

$$v = \sqrt{25 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-1} \ m \cdot s^{-1}$$

المسألة $\boxed{3}$ درس

$t = 8s$

$n = 10$ هزة

① جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : النواس المرن

القوى الخارجية المؤثرة :

$\overrightarrow{W}$ ثقل الجسم

$\overrightarrow{F_{s_0}}$ قوة توتر النابض

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \ \text{سكون}$$

$$\vec{W} + \overrightarrow{F_{s_0}} = \vec{0}$$

نسقط نحو الأسفل

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

$$\boxed{W = F_{s_0}} \ \star$$

٤

$m = 1\ kg \quad T_0 = \frac{4}{5}\ sec$

$\omega_0 = \frac{5\pi}{2}\ rad.s^{-1} \quad \boxed{X_{max} = 12\times10^{-2}\ m}$

$x = -4\ cm = -4\times10^{-2}\ m$

$\boxed{E_p = \frac{1}{2} K x^2} \quad \boxed{K = m.\omega_0^2}$

$K = 1 \times \frac{25\pi^2}{4}$

$= \frac{250}{4}\ N.m^{-1}$

$E_p = \frac{1}{2} \times \frac{250}{4} \times 16\times10^{-4}$

$= 250 \times 2\times10^{-4} = 500\times10^{-4}$

$= 5\times10^{-2}\ J$

$\boxed{E_K = E - E_p}$

$= \frac{1}{2} K X_{max}^2 - \frac{1}{2} K x^2$

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

$= \frac{1}{2} \times \frac{250}{4} (144\times10^{-4} - 16\times10^{-4})$

$= \frac{1}{2} \times \frac{250}{4} \times 10^{-4} [144 - 16]$

$= \frac{\cancel{250}}{\cancel{8}} \times \cancel{10^{-4}} [\cancel{128}]$

$= \frac{25}{\cancel{4}} \times 10^{-3} [\cancel{64}]$

$= 25\times10^{-3} \times 16$

$= 400\times10^{-3}$

$= 4\times10^{-1}\ J$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 16 \\ \hline 150 \\ 250\ \\ \hline 400 \end{array}$$

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

$= \frac{5\pi}{2} \times 12\times10^{-2}$

$= 5\pi \times 6\times10^{-2}$

$= 30\pi\times10^{-2}$

$= 3\pi\times10^{-1}\ m.s^{-1}$

إضافي أحسب الطاقة الحركية

$E_K = \frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2}(1).9\pi^2\times10^{-2}$

$= \frac{1}{2}\times 90\times10^{-2}$

$= 4,5\times10\times10^{-2}$

$= 45\times10^{-2}\ J$

٣

$x = 10\ cm = 10\times10^{-2} = 10^{-1}\ m$

$a = -\omega_0^2 . x = -\frac{25\cancel{\pi^2}}{4} \times \cancel{10^{-1}}$

$a = \frac{-25}{4} = -6,25\ m.s^{-2}$

إضافي أحسب قوة الإرجاع

طريقة ①

$\boxed{F = m.a}$

$= 1 \times (-6,25) = -6,25\ N$

طريقة ②

$\boxed{F = -K.x} \quad \boxed{K = m.\omega_0^2}$

$F = -m.\omega_0^2 . x$

$= -1 \times \frac{25\cancel{\pi^2}}{4} \times \cancel{10^{-1}}$

$= -6,25\ N$

المسألة $\boxed{4}$ درس :

(1)

$K = 16\ N.m^{-1}$

$T_0 = 1\ sec$

$x_{max} = 10^{-1}\ m$

مبدأ الزمن لحظة مرور الكرة بنقطة مطالها $\frac{x_{max}}{2}$

$\Rightarrow \boxed{x = \frac{x_{max}}{2}}$ $\boxed{t = 0}$

سالبة $\Rightarrow \boxed{v < 0}$ اتجاه سالب

$x = x_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$

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

$\frac{\cancel{x_{max}}}{2} = \cancel{x_{max}} \cdot \cos(\omega_0(0) + \varphi)$

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

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

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

نختار ال $\boxed{\varphi}$ التي تجعل السرعة سالبة

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

$\boxed{t=0}$ $v = -\omega_0 \cdot X_{max} \cdot \sin\varphi$

$\boxed{\varphi = +\frac{\pi}{3}} \Rightarrow v = -\omega_0 \cdot X_{max} \sin\left(+\frac{\pi}{3}\right) < 0$

سالب × موجب ربع أول

مقبول

$\boxed{\varphi = \frac{-\pi}{3}} \Rightarrow v = -\omega_0 \cdot X_{max} \cdot \sin\left(\frac{-\pi}{3}\right) > 0$

سالب × سالب ربع رابع

مرفوض

$\Rightarrow \boxed{\varphi = +\frac{\pi}{3}}$

$$\boxed{x = 10^{-1} \cdot \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)}\ m$$

ج) مرور بموضع التوازن $\boxed{x = 0}$

$0 = 10^{-1} \cdot \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$

$10^{-1} \neq 0$

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

$\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right)$

$2\pi t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + \pi K$

نقسم على π

$2t + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + K$

$2t = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} + K$

نقسم على 2

$t = \frac{1}{4} - \frac{1}{6} + \frac{K}{2}$

×3 ×2

$t = \frac{3}{12} - \frac{2}{12} + \frac{K}{2}$

$$\boxed{t = \frac{1}{12} + \frac{K}{2}}$$

$t_1 = \frac{1}{12}\ s \Leftarrow \boxed{K = 0}$ زمن مرور أول

$\boxed{K = 1}$ زمن مرور ثاني

$\boxed{K = 2}$ زمن مرور ثالث

$t_3 = \frac{1}{12} + \frac{2}{2} = \frac{1}{12} + \frac{12}{12} = \frac{13}{12}\ sec$

×6

$\boxed{\varphi = \frac{+\pi}{2}}$ $v = -\omega_0 \cdot X_{max} \cdot \sin\left(\frac{+\pi}{2}\right) < 0$

سالب × موجب

الربع الأول

مقبول ← (قيمة)

$\boxed{\varphi = \frac{-\pi}{2}}$ $v = -\omega_0 \cdot X_{max} \cdot \sin\left(\frac{-\pi}{2}\right) > 0$

سالب × سالب

الربع الرابع

مرفوض

$$\Rightarrow \boxed{\varphi = +\frac{\pi}{2}}$$

حساب X_{max}

$$v = -\omega_0 \cdot X_{max} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

$$-3 = -10 \times X_{max}$$

$$X_{max} = \frac{3}{10} = 0,3\ m$$

$$\Rightarrow \boxed{x = 0,3 \cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)}\ m$$

(٣)

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

$$a = -\omega_0^2 \cdot x$$

$$= -100 \times 3 \times 10^{-2} = -3\ m.s^{-2}$$

شدة قوة الإرجاع

$$F = |-K \cdot x| = |-16 \times 0,1| = 1,6\ N$$

$$\boxed{x = 0,1\ m}$$

(٣)

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{K}{m}$$

$$m = \frac{K}{\omega_0^2} = \frac{16}{(2\pi)^2} = \frac{16}{40}$$

$$= \frac{4}{10} = 0,4\ Kg$$

المسألة [1] عامة

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

$m = 0,1\ Kg$

$v = -3\ m.s^{-1} < 0$

(١)

مبدأ الزمن لحظة مرور الجسم في مركز التوازن $\boxed{t = 0}$

$$\Rightarrow \boxed{x = 0}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = \sqrt{100} = 10\ rad.s^{-1}$$

(٢)

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

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = 0 \end{array}\right\} 0 = X_{max} \cdot \cos\varphi$$

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

$$\varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\varphi = +\frac{\pi}{2}$$

نختار الـ $\boxed{\varphi}$ التي تجعل السرعة سالبة

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

$\boxed{t = 0}$ $v = -\omega_0 \cdot X_{max} \cdot \sin\varphi$

المسألة $\boxed{2}$ صفحة : $x_{max} = 8\times10^{-2} m$

$m = 0,5 kg \qquad T_0 = 4 sec$

النقطة في موضع $\frac{x_{max}}{2} \longrightarrow \boxed{x = \frac{x_{max}}{2}}$

في بدء الزمن $\boxed{t=0}$

الإتجاه السالب $\Leftarrow \boxed{v<0}$

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

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

$$\left.\begin{array}{l} t=0 \\ x=\frac{x_{max}}{2} \end{array}\right\} \frac{\cancel{x_{max}}}{2} = \cancel{x_{max}}\cos\varphi$$

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

$$\varphi = +\frac{\pi}{3}$$

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

نختار ال $\boxed{\varphi}$ التي تجعل السرعة سالبة

$$v = -\omega_0 x_{max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\boxed{t=0} \Rightarrow v = -\omega_0 \cdot x_{max} \sin\varphi$$

$$\boxed{\varphi = \frac{+\pi}{3}}\ v = -\omega_0 \cdot x_{max} \cdot \sin\left(\frac{+\pi}{3}\right) < 0$$

سالب × موجب

ربع أول

مقبول

$$\boxed{\varphi = \frac{-\pi}{3}} \Rightarrow v = -\omega_0 \cdot x_{max} \cdot \sin\left(\frac{-\pi}{3}\right) > 0$$

سالب × سالب

ربع رابع

مرفوض

$$\boxed{x = 8\times10^{-2}\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)}\ m$$

(c) مرور بوضع التوازن $\boxed{x=0}$

$$0 = 8\times10^{-2}\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$8\times10^{-2} \neq 0$$

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

$$\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi K\right)$$

$$\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + \pi K$$

نقسم على π

$$\frac{t}{2} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + K$$

نضرب ب 2

$$t + \frac{2}{3} = \frac{2}{2} + 2K$$

$$t = 1 - \frac{2}{3} + 2K$$

$$\boxed{t = \frac{1}{3} + 2K}$$

مرور أول $\boxed{K=0} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{3} sec$

مرور ثاني $\boxed{K=2}$

$$t_2 = \frac{1}{3} + 4 = \frac{1}{3} + \frac{12}{3} = \frac{13}{3} sec$$

٣ تكون شدة محصلة القوى عظمى

$$F_{max} = m . a_{max}$$
$$= m\left(\omega_0^2 . x_{max}\right)$$
$$= 0,5\left(\frac{\pi^2}{4} \times 8 \times 10^{-2}\right)$$
$$= \frac{10}{4} \times 4 \times 10^{-2} = 10^{-1} N$$

عندما يكون التسارع أعظمي a_{max}

أي في $\boxed{\text{الوضعين الطرفين}}$

تكون F عظمى $\boxed{F_{max}}$

وعندما التسارع معدوم $a = 0$

في $\boxed{\text{وضع التوازن}}$

$$\boxed{x = 0} \Rightarrow \boxed{a = 0} \Rightarrow \boxed{F = 0}$$

٤

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{K}{m}$$
$$\Rightarrow K = m . \omega_0^2$$
$$= 0,5 \times \frac{\pi^2}{4}$$
$$= \frac{1}{2} \times \frac{10}{4} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4} N.m^{-1}$$

لا يتغير K ثابت صلابة النابض

تتغير m الكتلة (لأنه لا علاقة لـ K بالكتلة)

٥ يتغير K بتغير عدد حلقات النابض

أو طوله الأصلي أو المادة المصنوع منها

أو قطر الحلقة

أي بتغير النابض

٥

$m' = ?$ $T_0' = 1 sec$

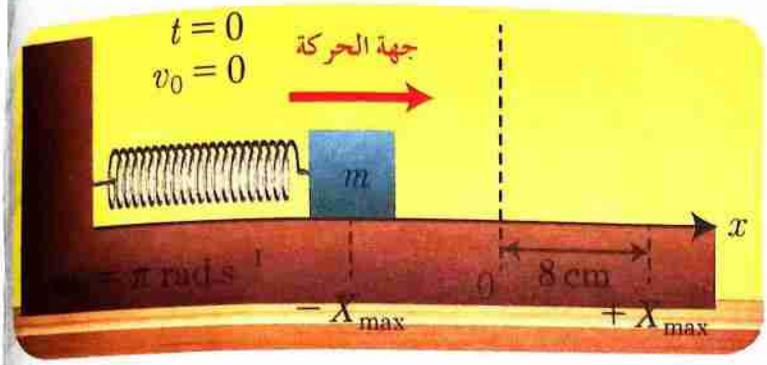
$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{K}}$$
$$1 = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{\frac{5}{4}}}$$

نربع الطرفين

$$1 = 40 \times \frac{m'}{\frac{5}{4}}$$
$$\frac{5}{4} = 40 m' \Rightarrow m' = \frac{\frac{5}{4}}{40}$$
$$m' = \frac{5}{160} = \frac{1}{32} kg$$

2023

أولاً: اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ فيما يأتي:



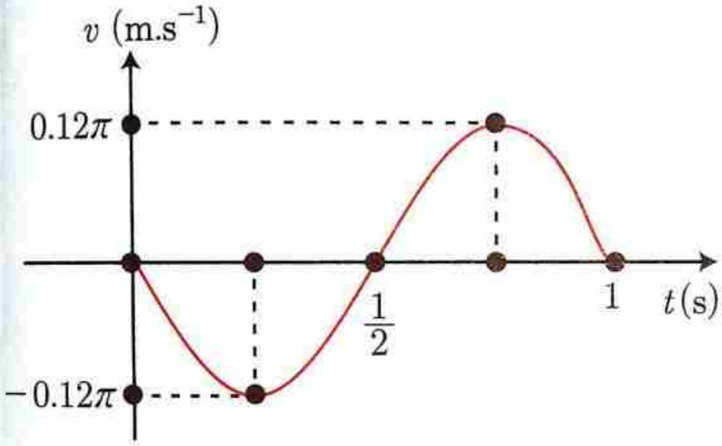
1. تابعُ المطال الذي يصفُ حركة الهزّازة الجيبيّة في الشكل المجاور هو:

a. $\overline{x} = 0.08\cos(\pi t + \pi)$ ✓

b. $\overline{x} = 8\cos(\pi t - \pi)$

c. $\overline{x} = 0.008\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$

d. $\overline{x} = 0.8\cos\pi t$



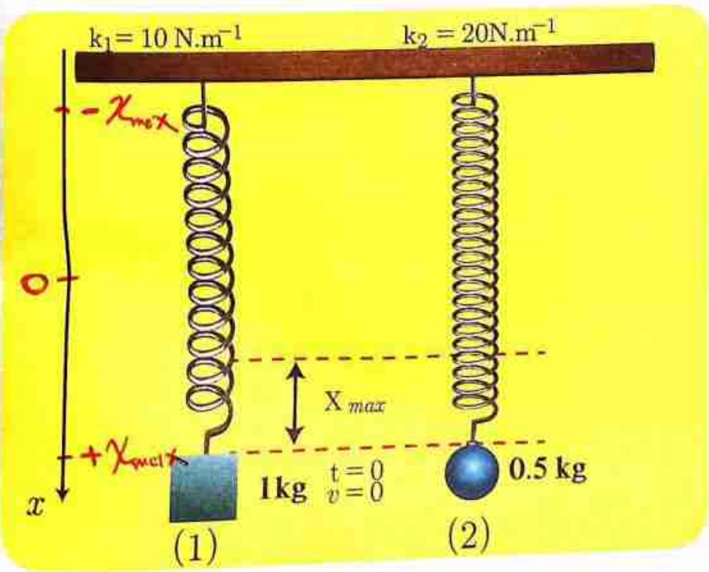
2. الرسمُ البيانيُّ جانباً يمثّلُ تغيّراتِ السرعةِ مع الزمنِ لجسمٍ مرتبطٍ بنابضٍ مرنٍ يتحرّكُ بحركةٍ توافقيّةٍ بسيطة، فيكونُ التابعُ الزمنيُّ للسرعة هو:

a. $\overline{v} = 0.06\pi\cos\pi t$

b. $\overline{v} = -0.06\pi\cos 2\pi t$

c. $\overline{v} = -0.12\pi\sin 2\pi t$ ✓

d. $\overline{v} = 0.12\pi\sin\pi t$



3. يمثّلُ الشكلُ المجاورُ هزّازتان توافقيّتان (1) و (2) تنطلقان من الموضع نفسِه، وفي اللحظةِ نفسها، فإنّهما بعد مضي $3\,s$ من بدءِ حركتِهما:

a. تلتقيان في مركز الاهتزاز.

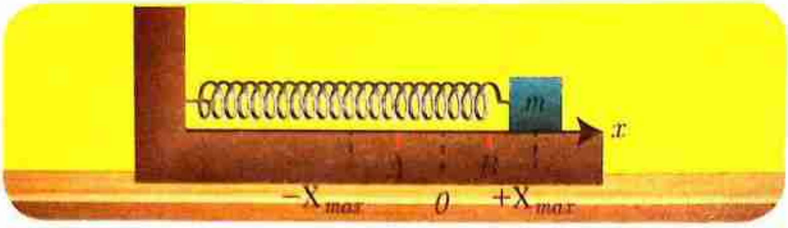
b. تلتقيان في الموضع $+X_{max}$

c. لا تلتقيان لأنّ مطالَ الأولى $+X_{max}$ ومطالَ الثانية $-X_{max}$.

d. لا تلتقيان لأنّ مطالَ الأولى $-X_{max}$ ومطالَ الثانية $+X_{max}$. ✓

ثانياً: أجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

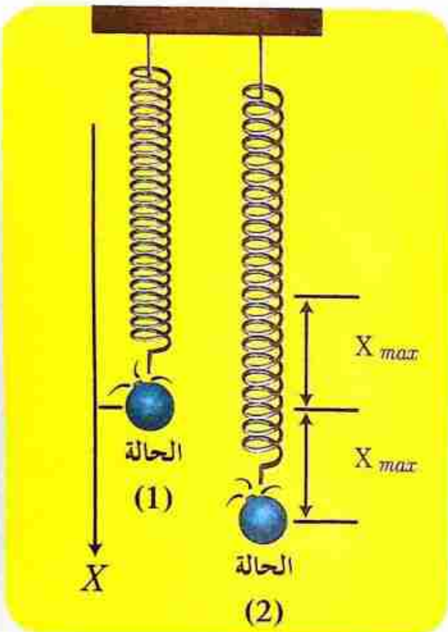
1. أثبتْ صحّةَ العلاقة: $v = \omega_0 \sqrt{X_{\max}^2 - x^2}$ في الحركة التوافقيّة البسيطة.
2. نابضٌ مرنٌ مهملُ الكتلةِ حلقاتُهُ متباعدةٌ ثابتُ صلابتِه k، مثبّتٌ من أحدِ طرفيه، ويُربط بطرفه الآخرِ جسمٌ صُلبٌ كتلتُه m يمكنُه أنْ يتحرّكَ على سطحٍ أفقيٍّ أملس، كما في الشكل المجاور، نشدّ الجسمَ مسافةً أفقيّةً مناسبةً، ونتركُهُ دونَ سرعةٍ ابتدائيّة. المطلوب:



a. ادرسْ حركة الجسم، واستنتج التابع الزمنيَّ للمطال.

b. استنتجْ علاقةَ الطاقة الحركيّة للجسم بدلالة $X_{\max}$ في كلٍّ من الموضعين: A و B $x_A = -\frac{X_{\max}}{2}$ و $x_B = +\frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$، ماذا تستنتج؟

3. جسمٌ معلّقٌ بنابضٍ مرنٍ شاقوليٍّ مهمل الكتلة حلقاتُهُ متباعدةٌ يهتزُّ بدوره الخاصّ، ما نوعُ حركة الجسم بعد انفصاله عن النابض في كل من الموضعين الآتيين، ولماذا؟



a. مركز الاهتزاز، وهو يتحرّك بالاتّجاه السالب؟

b. المطال الأعظميّ الموجب؟

ثانياً: حُلَّ المسائلَ الآتيةَ:

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

المسألة الأولى:

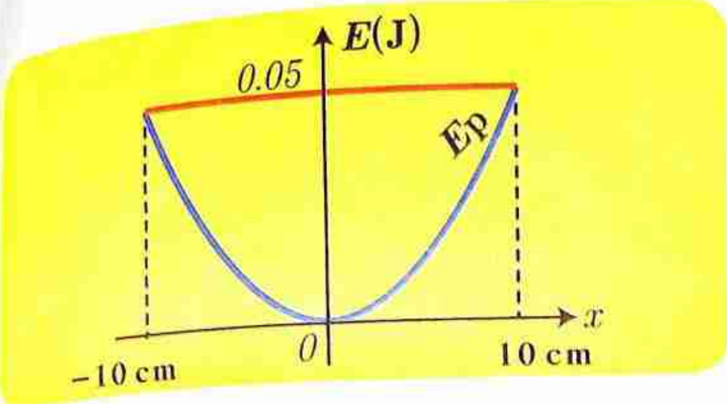
تتألّفُ هزّازةٌ جيبيّةٌ انسحابية من نابضٍ مرنٍ شاقوليٍّ مهملِ الكتلةِ حلقاتُه متباعدةٌ، ثابتُ صلابتِه $k = 10\,\text{N.m}^{-1}$، مثبّتٌ من أحد طرفيه، ويحملُ في طرفه الآخر جسماً كتلتُه m، ويُعطى التابعُ الزمنيُّ لمطال حركتها بالعلاقة.

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

المطلوب:

1. أوجدْ قيمَ ثوابت الحركة ودورَها الخاصّ.
2. احسبْ كتلة الجسم m.
3. احسب قيمةَ السّرعة في موضعٍ مطالُه $\bar{x} = 6\text{cm}$، والجسمُ يتحرّكُ بالاتّجاه الموجبِ للمحور.

المسألة الثانية:



يوضّحُ الرسمُ البيانيُّ المجاورُ تغيّراتِ الطاقةِ الكامنةِ المرونيةِ بتغيّرِ الموضعِ لهزّازةٍ توافقيّةٍ بسيطةٍ مؤلّفةٍ من نابضٍ مرنٍ مهملِ الكتلةِ حلقاتُهُ متباعدةٌ ثابتُ صلابتِهِ k معلّقٌ به جسمٌ كتلتُه $0.4\,\mathrm{kg}$.

المطلوب:

1. استنتجْ قيمةَ ثابت صلابة النابض k.
2. احسبْ الدورَ الخاصّ للحركة.
3. احسبْ قيمةَ السرعة عند المرور في مركز الاهتزاز.

المسألة hالثالثة:

نشكّلُ هزّازةً توافقيّةً بسيطة من جسمٍ كتلتُهُ $m = 1\,\mathrm{kg}$ معلّقٌ بطرفِ نابضٍ مرنٍ شاقوليٍّ مهملِ الكتلةِ حلقاتُهُ متباعدةٌ فينجزُ 10 هزّاتٍ في $8\,\mathrm{s}$، ويرسمُ في أثناءِ حركتِه قطعةً مستقيمةً طولُها $24\,\mathrm{cm}$.

المطلوب:

1. استنتجْ قيمةَ الاستطالة السكونيّة لهذا النابض، ثمّ احسبْ قيمتها.
2. احسبْ قيمةَ السرعة العظمى (طويلة).
3. احسبْ قيمةَ التسارع في مطال $x = 10\,\mathrm{cm}$.
4. احسبِ الطاقةَ الكامنةَ المرونيّة في موضع مطاله $\boxed{x = -4\,\mathrm{cm}}$ واحسب الطاقة الحركيّة عندئذٍ.

المسألة الرابعة:

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

المطلوب:

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

مسائل عامة

المسألة (1): عامة

نشـكّلُ هـزّازةً توافقيّـةً بسـيطةً مؤلّفـةً مـن نابـضٍ مـرنٍ شـاقوليٍّ مهمـلِ الكتلـة، حلقاتُـهُ متباعـدةٌ، ثابـتُ صلابتـه $k = 10\,\text{N.m}^{-1}$ مثبّـتٍ من إحدى نهايتيه إلى نقطةٍ ثابتةٍ، ويحمـلُ في نهايتـه الثانيـة جسـماً كتلتُـه $m = 0.1\,\text{kg}$ فـإذا علمـتَ أنّ مبـدأ الزمـن لحظةَ مـرور الجسـم فـي مركـز التوازن، وهـو يتحرّك بالاتّجاه السـالب بسـرعة $v = -3\,\text{m.s}^{-1}$.

المطلوب:

1. احسبْ نبضَ الحركة.
2. استنتج التابعَ الزمنيَّ لمطال الحركة.
3. احسبْ شدّة قوّة الإرجاع في نقطة مطالها $3\,\text{cm}$.

المسألة (2): عامة

تهتـزُّ نقطـة ماديّـة كتلتهـا $0.5\,\text{kg}$ بحركـة توافقيّـة بسـيطة بمرونـة نابـض مهمـل الكتلـة، حلقاتـه متباعـدة، شـاقوليّ وبـدور $4\,\text{s}$ وبسـعة اهتـزاز $X_{\max} = 8\,\text{cm}$ فـإذا علمـت أنَّ النقطـة كانـت فـي موضـع مطالـه $\frac{X_{\max}}{2}$ فـي بـدء الزمـن وهـي متحرّكـة بالاتّجـاه السـالب.

المطلوب:

1. استنتج التابع الزمنيّ لمطال حركة هذه النقطة بعد تعيين قيمة الثوابت.
2. عيّن لحظتي المرور الأوّل والثالث في وضع التوازن.
3. عيّـن المواضـع التـي تكـون فيهـا شـدّة محصّلـة القـوى عظمـى، واحسـب قيمتهـا، وحـدّد موضعـاً تنعـدم فيـه شـدّة هـذه المحصّلـة.
4. احسب قيمة ثابت صلابة النابض، وهل تتغيّر هذه القيمة باستبدال الكتلة المعلّقة؟
5. احسب الكتلة التي تجعل الدّور الخاصّ $1\,\text{s}$.

النواس الفتل

	نواس مرن	نواس فتل
١	نابض مرن + كتلة	جسم متجانس يعلق من منتصفه بسلك فتل
٢	الحركة انسحابية جيبية	الحركة دورانية جيبية
٣	$\sum \vec{F} = m\vec{a}$	$\sum \Gamma = I_\Delta \cdot \alpha$
٤	$F = -K \cdot x$ إرجاع	$\Gamma = -K \cdot \theta$
٥	$x = x_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta = \theta_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$
٦	$v = -\omega_0 x_{max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$	$\omega = -\omega_0 \cdot \theta_{max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$
٧	$v_{max} = \omega_0 \cdot x_{max}$	$\omega_{max} = \omega_0 \cdot \theta_{max}$
٨	$a = -\omega_0^2 \cdot x$	$\alpha = -\omega_0^2 \cdot \theta$
٩	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{K}}$
١٠	$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}}$
١١	$E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_K = \frac{1}{2} \cdot I_\Delta \cdot \omega^2$
١٢	$E_p = \frac{1}{2} K \cdot x^2$	$E_p = \frac{1}{2} K \cdot \theta^2$
١٣	$E = E_p + E_K$ $E = \frac{1}{2} K \cdot x_{max}^2$	$E = E_p + E_K$ $E = \frac{1}{2} K \cdot \theta_{max}^2$

دورة: ساق متجانسة تعلق من منتصفها بسلك فتل شاقولي نزاح الساق عن وضع التوازن زاوية θ ادرس حركة الساق وأوجد طبيعة الحركة ثمّ استنتج دورها الخاص

الحل: القوى

- ثقل $\vec{W}$
- توتر خيط $\vec{T}$
- مزدوجة فتل $\vec{\eta}$

$$\sum \Gamma = I_\Delta \cdot \alpha$$

$$\Gamma_{\vec{W}} + \Gamma_{\vec{T}} + \Gamma_{\vec{\eta}} = I_\Delta \cdot \alpha$$

$$\cancel{0} + \cancel{0} - K\cdot\theta = I_\Delta \cdot \alpha$$

حامل القوة يلاقي محور الدوران

$$-K\cdot\theta = I_\Delta \cdot (\theta)''_t$$

$$\boxed{(\theta)''_t = \frac{-K\theta}{I_\Delta}}$$

$$x = \theta \cdot r$$
$$v = \omega \cdot r$$
$$a = \alpha \cdot r$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً.

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

نشتق مرتين

$$\omega = (\theta)'_t = -\omega_0 \cdot \theta_{max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\alpha = (\theta)''_t = -\omega_0^2 \cdot \underbrace{\theta_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)}$$

$$\boxed{(\theta)''_t = -\omega_0^2 \cdot \theta}$$

نقارن مع

$$\frac{-K\theta}{I_\Delta} = -\omega_0^2 \cdot \theta$$

$$\frac{K}{I_\Delta} = \omega_0^2$$

$$\sqrt{\frac{K}{I_\Delta}} = \omega_0$$

$\sqrt{\frac{K}{I_\Delta}} > 0 \Rightarrow$ حركة جيبية دورانية

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{K}{I_\Delta}}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}}$$

• الدور في النواس المرن والفتل لا يتعلق بسعة الاهتزاز دورة

θ_{max} $\quad x_{max}$

كتلة نقطية I_Δ = الكتلة × (بعدها عن محور الدوران)^2

ساق تعلق من منتصفها $I_\Delta = \frac{1}{12} m \cdot \ell^2$

قرص يعلق من منتصفه $I_\Delta = \frac{1}{2} m \cdot r^2$

ساق مهملة الكتلة $I_\Delta = 0$

قطر السلك

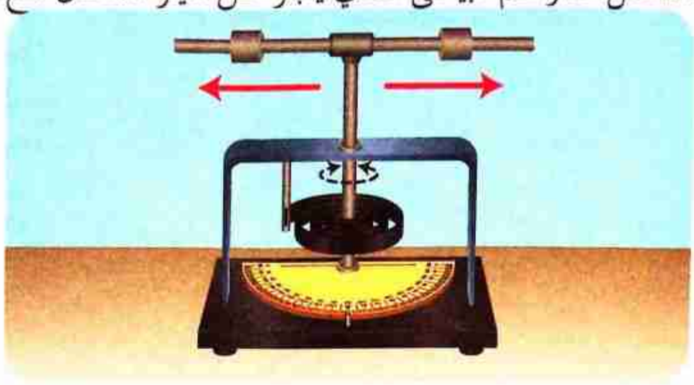
ثابت الفتل $K = K' \cdot \frac{(2r)^4}{L}$

K': ثابت مقاومة السلك — L: طول السلك

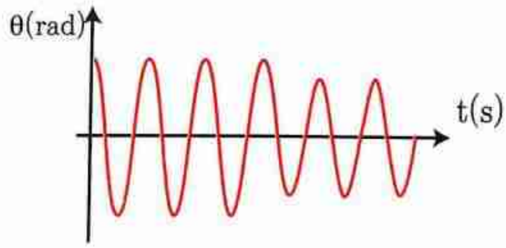
أختبر نفسي

أولا: اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ فيما يأتي:

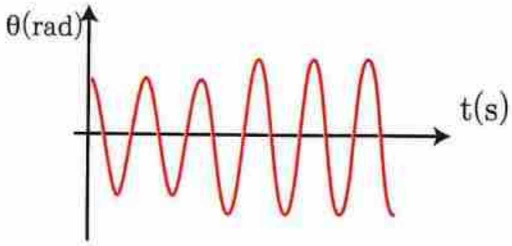
1. يهتزُّ نـوّاس فتـل بـدور خـاصّ T_0، في لحظـة مـا أثنـاء حركتـه ابتعـدت الكتلتـان عـن محـور الـدوران بالمقـدار نفسِه كما هـو موضّـحٌ بالشـكل، فالرسـمُ البيانـيُّ الـذي يعبّـرُ عـن تغيّـر المطـال مـع الزمـن فـي هـذه الحالـة هـو:



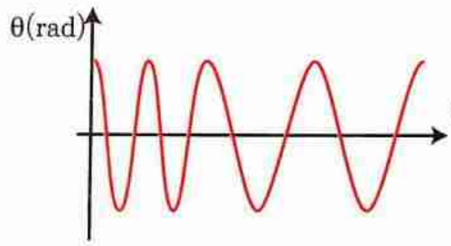
.a



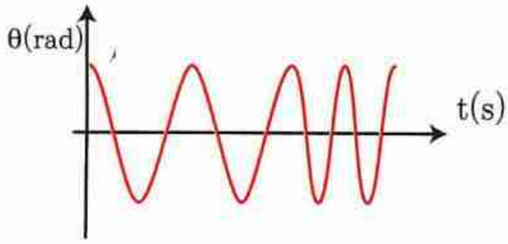
.b



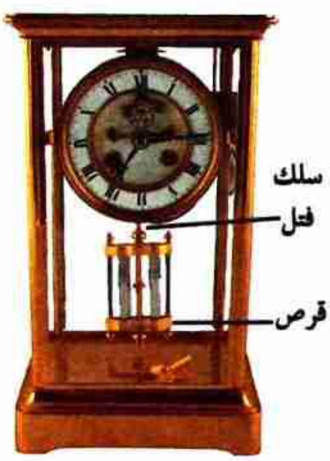
.c



.d



2. ميقاتيّـةٌ تعتمـدُ فـي عملهـا علـى نـوّاس فتـل كمـا فـي الشـكل المجـاور، ولتصحيـح التأخيـر الحاصـل بالوقـت فيهـا، قـدّم الطـلّاب مقترحاتِهـم، فـإنّ الاقتـراح الصحيـح هـو:



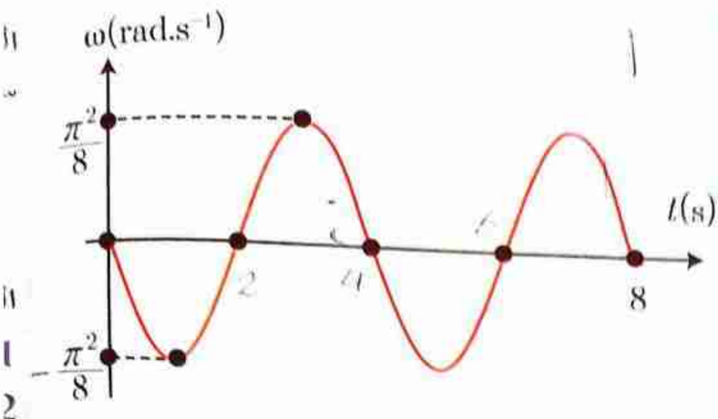
a. زيادةُ طول سلك الفتل بمقدار ضئيل

b. زيادة كتلة القرص مع المحافظة على قطره.

c. إنقاصُ طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.

d. زيادةُ قطر القرص مع المحافظة على كتلته.

3. يمثّلُ الرسمُ البيانيُّ المجاورُ تغيّراتِ السرعةِ الزاويّةِ لنوّاس فتلٍ بتغيّرِ الزمنِ، فإنّ تابعَ السرعةِ الزاويّةِ الذي يمثّله هذا المنحني هو:



a. $\omega = \frac{\pi^2}{8}\sin 3\pi t$

b. $\omega = -\frac{\pi^2}{8}\sin 2\pi t$

c. $\omega = +\frac{\pi^2}{8}\sin \frac{\pi}{2} t$

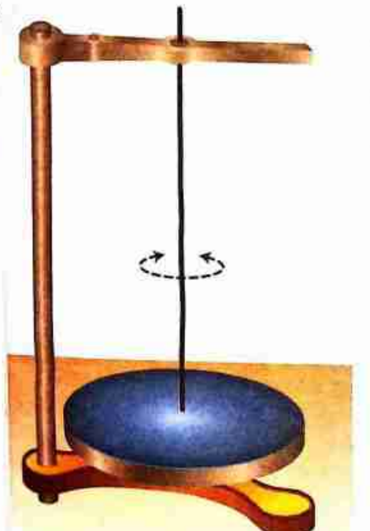
d. $\omega = -\frac{\pi^2}{8}\sin \frac{\pi}{2} t$ ✓

ثانياً: أجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ

1. انطلاقاً من مصونيّة الطاقة الميكانيكيّة برهن أنّ حركة نوّاس الفتل حركةٌ جيبيّةٌ دورانيّة.
2. نعلّق ساقين متماثلتين بسلكي فتلٍ متماثلين طولُ الأوّل l_1 وطولُ الثاني l_2 فإذا علمتَ أنّ $T_{0_1} = 2T_{0_2}$، أوجدِ العلاقةَ بين طولَي السلكين.

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

المسألة الأولى:

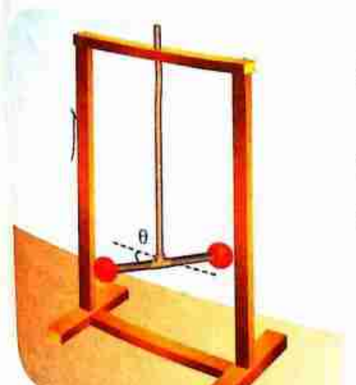


يتألّفُ نوّاسُ فتلٍ من قرصٍ متجانسٍ كتلتُه $m = 2\,\text{kg}$، نصفُ قطره $r = 4\,\text{cm}$، معلّقٌ من مركزه إلى سلكِ فتلٍ شاقوليٍّ ثابتُ فتله $k = 16\times10^{-3}\,\text{m.N.rad}^{-1}$، نديرُ القرصَ في مستوٍ أفقيٍّ زاويةً $\theta = +\frac{\pi}{4}\,\text{rad}$ عن وضع توازنِه، ونتركُهُ دونَ سرعةٍ ابتدائيّةٍ في اللحظة $t = 0$.

المطلوب:

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

المسألة الثانية:



ساقٌ مهملةُ الكتلةِ طولُها l، نثبّتُ في كلٍّ من طرفيها كتلةً نقطيّةً $125\,\text{g}$، ونعلّقُ الجملةَ من منتصفها إلى سلكِ فتلٍ شاقوليٍّ ثابتُ فتله $16\times10^{-3}\,\text{m.N.rad}^{-1}$ لتؤلّفَ الجملةُ نوّاسَ فتلٍ، نزيحُ الساقَ عن وضعِ توازنها في مستوٍ أفقيٍّ بزاويةِ $\theta = \frac{\pi}{3}\,\text{rad}$ وتُتركُ دونَ سرعةٍ ابتدائيّةٍ لحظةَ بدءِ الزمنِ، فتهتزُّ بحركةٍ جيبيّةٍ دورانيّةٍ، دورُها الخاصّ $2.5\,\text{s}$

المطلوب:

1. استنتجِ التابعَ الزمنيَّ للمطال الزاويّ انطلاقاً من شكله العامّ.
2. احسبْ قيمةَ السرعةِ الزاويّةِ للساق لحظة مرورِها الأوّل بوضع التوازن.
3. احسبْ طولَ الساق.

٣

المسألة الثالثة:

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

a. نديرُ الساقَ في مستوٍ أفقيٍّ بزاوية $\theta = 60°$ انطلاقاً من وضع توازنها، ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة في اللحظة $t = 0$ فتهتزّ بحركة جيبيّة دورانيّة دورُها الخاصّ $T_0 = 1\,\text{s}$ فإذا علمتَ أنَّ عزم عطالة الساق بالنسبة لسلك الفتل $I_{\Delta/c} = 2 \times 10^{-3}\,\text{kg.m}^2$

المطلوب:

أ. محمد إدريس

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

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

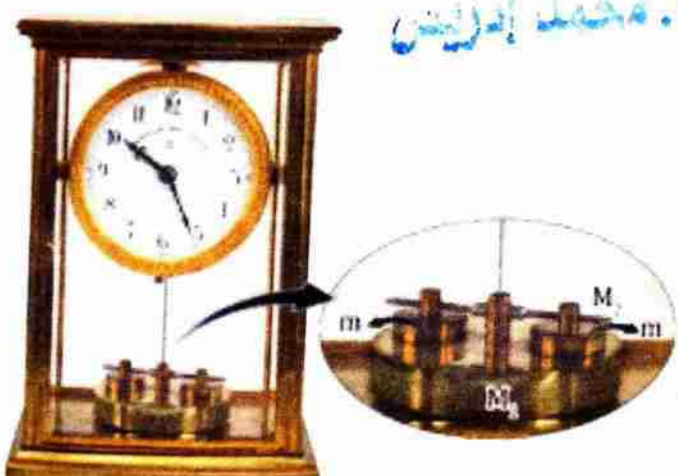
c. نقسّمُ سلكَ الفتل قسمين متساويين، ونعلّقُ الساقَ بعدئذٍ بنصفَي السلك معاً؛ أحدُهما من الأعلى، والآخرُ من الأسفل ومن منتصفها، ويثبّت طرف هذا السلك من الأسفل بحيث يكون شاقوليّاً. استنتجْ قيمةَ الدور الخاصّ الجديد للساق (دون وجود كتل نقطية). افترض $\pi^2 = 10$

0

أ. محمد إدريس

المسألة (3): عاشرة

أ. محمد إدريس



تتألّفُ ميقاتيّةٌ من قرص نحاسيٍّ كتلتُه $M_1 = 0.12\,\text{kg}$ ، نصفُ قطره $R = 0.05\,\text{m}$ مثبّتٌ عليه ساقٌ كتلتُها $M_2 = 0.012\,\text{kg}$ ، طولُها $L = 0.1\,\text{m}$ تحملُ في طرفيها كتلتين نعدّهما نقطيّتين $m_1 = m_2 = 0.05\,\text{kg}$ ، كتلتان تبعدان عن بعضهما البعض مسافةً قدرُها $2r = 0.04\,\text{m}$ يمكن تغييرُها بوساطة بزّال، نعلّق جملة القرص وما عليه من مركز عطالتها إلى سلكِ فتلٍ شاقوليٍّ ثابتُ فتله $k = 8 \times 10^{-4}\,\text{m.N.rad}^{-1}$ كما في الشكل المجاور.

المطلوب:

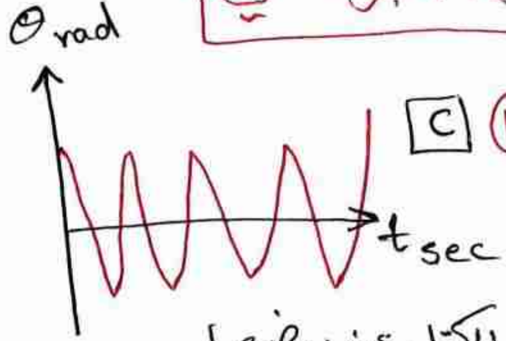
1. احسبْ دورَ الميقاتيّة.
2. إذا أردنا للدَّور أنْ يزدادَ بمقدار $0.86\,\text{s}$ وذلك بزيادة البعد بين الكتلتين، فما البعدُ الجديدُ الذي يجبُ أنْ يصبحَ بينهما؟

(عزم عطالة القرص حول محور مارٍّ من مركز عطالته $I_1 = \frac{1}{2}M_1R^2$ ، وعزم عطالة السّاق حول محور عموديّ على مستويها ومارّ من مركزها $I_2 = \frac{1}{12}M_2L^2$ ، $\pi = 3.14$ ، $\pi^2 \simeq 10$)

٦

حل اختبر نفسي

أولاً: ① $\boxed{C}$



عند إبعاد الكتل عن بعضها

I_Δ جملة يزداد ← يزداد الدور T_0

ينقص التواتر f

② $\boxed{C}$ إنقاص طول سلك الفتل بمقدار ضئيل

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

$$K = K' \cdot \frac{(2r)^4}{L}$$

$\sqrt{K}$ مع T_0 عكسي

$\sqrt{K}$ مع $\sqrt{L}$ عكسي

$\sqrt{L}$ مع T_0 طردي

③ $\boxed{d}$

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

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

$$\omega_{max} = \frac{\pi^2}{8}\ rad \cdot s^{-1}$$

$$2T_0 = 8 \Rightarrow T_0 = 4\ sec$$ من الرسم

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

$$\boxed{\omega = -\frac{\pi^2}{8} \cdot \sin\frac{\pi}{2} t}$$

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ \omega = 0 \end{array}\right\} \quad 0 = -\omega_{max} \cdot \sin\varphi$$

$$\omega_{max} \neq 0$$

$$\sin\varphi = 0$$

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

ثانياً ②

سؤال دورة

نعلق ساقين متماثلين بسلكي فتل متماثلين طول الأول ℓ_1 طول الثاني ℓ_2 إذا علمت $T_{0_1} = 2T_{0_2}$ أوجد العلاقة بين طولي السلكين

الحل:

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

$$= 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K' \cdot \frac{(2r)^4}{L}}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L \cdot I_\Delta}{K' \cdot (2r)^4}}$$

كلها ثوابت const عدا $\boxed{L}$

$$\boxed{T_0 = const \cdot \sqrt{L}}$$

$$\frac{T_{01}}{T_{02}} = \frac{\cancel{const}\sqrt{L_1}}{\cancel{const}\sqrt{L_2}} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$$

$$\frac{2\cancel{T_{02}}}{\cancel{T_{02}}} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$$

$$2 = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$$

نربع الطرفين

$$4 = \frac{L_1}{L_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{L_1 = 4 L_2}$$

① انطلاقاً من معادلة الطاقة الميكانيكية برهن أن حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية

الحل:

$$E = E_K + E_P$$

$$\frac{1}{2} K . \theta_{max}^2 = \frac{1}{2} I_\Delta . \omega^2 + \frac{1}{2} K \theta^2$$

ثوابت

نشتق مرتين

$$0 = \frac{1}{2} I_\Delta \left(2\omega . (\omega)'_t\right) + \frac{1}{2} K \left(2\theta (\theta)'_t\right)$$

$$0 = \cancel{\frac{1}{2}} I_\Delta \left(\cancel{2}\omega . \alpha\right) + \cancel{\frac{1}{2}} K \left(\cancel{2}\theta . \omega\right)$$

$$0 = I_\Delta . \omega . \alpha + K . \theta . \omega$$

$$-K . \theta . \cancel{\omega} = I_\Delta . \cancel{\omega} . \alpha$$

$$-K . \theta = I_\Delta . \alpha$$

$$-K . \theta = I_\Delta . (\theta)''_t$$

$$\boxed{(\theta)''_t = \frac{-K . \theta}{I_\Delta}}$$ ♥

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية وتقبل حلاً جيبياً.

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

نشتق مرتين

$$(\theta)'_t = \omega = -\omega_0 . \theta_{max} . \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(\theta)''_t = \alpha = -\omega_0^2 . \underbrace{\theta_{max} . \cos(\omega_0 t + \varphi)}$$

$$\boxed{(\theta)''_t = -\omega_0^2 . \theta}$$ ★

نقارن ★ مع ♥

$$\cancel{-}\omega_0^2 . \cancel{\theta} = \frac{\cancel{-}K . \cancel{\theta}}{I_\Delta}$$

$$\omega_0^2 = \frac{K}{I_\Delta} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}} > 0$$

⇐ حركة جيبية دورانية

المسألة 1 درس

$$\boxed{4\pi = 12,5}$$

$$\boxed{\pi^2 = 10}$$

$m = 2Kg$

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

$K = 16 \times 10^{-3}\ m.N.rad^{-1}$

$\theta = \frac{\pi}{4} rad \qquad t = 0 \qquad \omega = 0$

تركت دون سرعة ابتدائية

(1)

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

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

$$T_0 = 2\pi . \sqrt{\frac{16 \times 10^{-4}}{16 \times 10^{-3}}} = 2\cancel{\pi}\sqrt{\frac{1}{\cancel{10}}} = 2 sec$$

أ. محمد إدلبي

(ج)

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

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

$\boxed{\theta=\theta_{max}}$ { تُرِك دون حركة ابتدائية بالحظة $\boxed{t=0}$

$$\Rightarrow \theta_{max} = \theta = \frac{\pi}{4} \ rad$$

$t=0$; $\theta=\theta_{max}$ } $\cancel{\theta_{max}} = \cancel{\theta_{max}}\cdot\cos(\omega_0(0)+\varphi)$

$$1 = \cos\varphi$$

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

$$\Rightarrow \boxed{\theta = \frac{\pi}{4}\cos\pi t} \ rad$$

(د)

$\theta = \frac{\pi}{8}$ rad $E_p = ?$ $E_K = ?$

$$\boxed{E_p = \frac{1}{2}K\cdot\theta^2}$$

$$= \frac{1}{\cancel{2}}\cdot\cancel{16}\times10^{-3}\times\frac{\pi^2}{64}$$

$$= \cancel{8}\times10^{-3}\times\frac{10}{\cancel{64}} = \frac{10^{-2}}{8} \ J$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2}K\cdot\theta_{max}^2}$$

$\boxed{\theta_{max} = \frac{\pi}{4}}$

$$= \frac{1}{2}\cdot16\times10^{-3}\times\frac{\pi^2}{16}$$

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

$$E = \frac{10^{-2}}{2} \ J$$

$$\boxed{E_K = E - E_p} = \frac{1}{2}\times10^{-2} - \frac{1}{8}\times10^{-2}$$

$$E_K = 10^{-2}\left[\frac{1}{2}-\frac{1}{8}\right]$$

$$= 10^{-2}\left[\frac{4}{8}-\frac{1}{8}\right]$$

$$= 10^{-2}\left(\frac{3}{8}\right) J$$

طلب إضافي أحسب السرعة الزاوية حسب "

الحل

$$\omega = \omega_0\cdot\sqrt{\theta_{max}^2-\theta^2}$$

$$= \pi\cdot\sqrt{\frac{\pi^2}{16}-\frac{\pi^2}{64}}$$

$$= \pi\sqrt{\frac{4\pi^2}{64}-\frac{\pi^2}{64}}$$

$$= \pi\cdot\sqrt{\frac{3\pi^2}{64}}$$

$$= \frac{\pi}{8}\cdot\sqrt{30} \ m.s^{-1}$$

طلب إضافي إذا علمت أن

$T_0 = 2 sec$ الدور الخاص

و $K = 16\times10^{-3} m.N.Rad^{-1}$

أحسب كتلة هذا القرص المعلق من مركزه بسلك الفتل علماً $r=4cm$

الحل

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

$$T_0 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{\frac{1}{2}m\cdot r^2}{K}}$$

نربع الطرفين

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

$$\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}} = \frac{2\pi}{2,5} \xrightarrow{\times 2} = \frac{4\pi}{5}$$

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

$t=0$

$\theta=\theta_{max}$

ترك دون سرعة ابتدائية

$$\cancel{\theta_{max}} = \cancel{\theta_{max}}\cdot\cos\varphi$$

$$1 = \cos\varphi$$

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

$$\Rightarrow \boxed{\theta = \frac{\pi}{3}\cdot\cos\frac{4\pi}{5}t}\ rad$$

C

دور أول $\Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{T_0}{4}} = \frac{2,5\times 2}{4\times 2} = \frac{5}{8}\ s$

دور ثاني $\Rightarrow \boxed{t_2 = \frac{3T_0}{4}} = \frac{3\times 2,5}{4} = \frac{7,5}{4} = \frac{15}{8}\ s$

دور ثالث $\Rightarrow \boxed{t_3 = \frac{5T_0}{4}}$

$\boxed{\varphi = 0}$. وهكذا

$$\boxed{\omega = -\omega_0\cdot\theta_{max}\cdot\sin(\omega_0 t_1+\varphi)}$$

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

$$= \frac{-40}{15}\cdot\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

$$= \frac{-40}{15} = \frac{-8}{3}\ rad.s^{-1}$$

$$T_0^2 = 4\pi^2\cdot\frac{\frac{1}{2}m\cdot r^2}{K}$$

$$\cancel{4} = \cancel{4}\pi^2\cdot\frac{\frac{1}{2}m\cdot(4\times10^{-2})^2}{16\times10^{-3}}$$

$$1 = 10\cdot\frac{\frac{1}{2}m\times 16\times10^{-4}}{16\times10^{-3}}$$

$$1 = 10\cdot\frac{1}{2}m\times10^{-1}$$

$$1 = 5m\times10^{-1}$$

$$m = \frac{1}{5\times10^{-1}} = \frac{10^{+1}}{5} = 2\ kg$$

المسألة $\boxed{2}$ درس :

$m = 125g = 125\times10^{-3}\ kg$

$K = 16\times10^{-3}\ m\cdot N\cdot Rad^{-1}$

$m_{ساق} = 0$ $\qquad I_{\Delta/c} = 0$

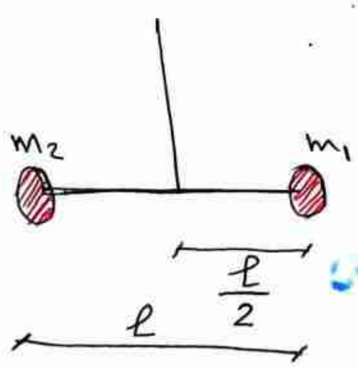
مهملة الكتلة

$\omega = 0$ ترك دون سرعة ابتدائية

$t = 0$ لحظة بدء الزمن

$T_0 = 2,5\ sec$ $\qquad \theta = \frac{\pi}{3}\ rad$

1



$$\boxed{\ell = 2\times10^{-1}}\ \text{m}$$

طريقة ثانية للحل :

$$\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_{\Delta\,\text{جملة}}}}}$$

$$\omega_0^2 = \frac{K}{I_{\Delta\,\text{جملة}}}$$

$$\left(\frac{4\pi}{5}\right)^2 = \frac{16\times10^{-3}}{I_{\Delta\,\text{جملة}}}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{\cancel{16}\times10^{-3}}{\frac{\cancel{160}}{25}} = \frac{10^{-3}}{\frac{10}{25}}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{25}{10}\times10^{-3} = 25\times10^{-4}\ \text{kg}\cdot\text{m}^2$$

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = \underset{\text{ساق}}{I_{\Delta/c}} + 2I_{\Delta/m_1}}$$

$$25\times10^{-4} = \cancel{0} + 2\cdot m_1\cdot\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$

مهملة الكتلة

$$25\times10^{-4} = \cancel{2}\times125\times10^{-3}\left(\frac{\ell^2}{\cancel{4}}\right)$$

$$10^{-4} = 5\times10^{-3}\left(\frac{\ell^2}{2}\right)$$

$$2\times10^{-4} = 5\times10^{-3}\times\ell^2$$

$$2\times10^{-1} = 5\times\ell^2$$

$$\ell^2 = \frac{2\times10^{-1}}{5} = \frac{2}{5\times10^{+1}} = \frac{2}{50} = \frac{1}{25}$$

$$\Rightarrow \ell = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5} = 0{,}2\ \text{m}$$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{K}}}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \underset{\text{ساق}}{\cancel{I_{\Delta/c}}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$$

0 مهملة الكتلة

طالما الكتل متساوية

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 2I_{\Delta/m_1}$$

$$= 2\cdot m_1\cdot\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$

$$= 2\cdot m_1\cdot\frac{\ell^2}{4}$$

$$\Rightarrow T_0 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{2\cdot m_1\cdot\frac{\ell^2}{4}}{K}}$$

$$2{,}5 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{125\times10^{-3}\times\ell^2}{16\times10^{-3}}}$$

$$25\times10^{-1} = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{125\times\ell^2}{16}}$$

نربع الطرفين

$$625\times10^{-2} = \cancel{40}\cdot\frac{125\times\ell^2}{\cancel{16}}$$

$$625\times10^{-2} = 10\times\frac{125\times\ell^2}{4}$$

$$625\times4\times10^{-2} = 1250\,\ell^2$$

$$\ell^2 = \frac{625\times4\times10^{-2}}{1250}$$

$$\ell^2 = \frac{5000\times10^{-2}}{1250} = 4\times10^{-2}$$

المسائل $\boxed{3}$ درس: أ.محمد إدريس

$L = 40cm = 40\times10^{-2}\ m = \boxed{4\times10^{-1}\ m}$

$\theta = 60 = \frac{\pi}{3}\ rad \qquad T_0 = 1 sec$

$\omega = 0$ ترك دون سرعة ابتدائية

$t = 0$

$I_{\Delta/c}$ ساق $= 2\times10^{-3}\ Kg\cdot m^2$

١ $\boxed{\theta = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)}$

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

$\theta = \theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad$ ترك دون سرعة ابتدائية

$\theta_{max} = \theta_{max}\cdot\cos\varphi \qquad \begin{cases} t = 0 \\ \theta = \theta_{max} \end{cases}$

$1 = \cos\varphi$

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

$\boxed{\theta = \frac{\pi}{3}\cos 2\pi t}\ rad$

٢ $\boxed{\omega = -\omega_0\cdot\theta_{max}\cdot\sin(\omega_0 t + \varphi)}$

مرور أول $\boxed{t_1 = \frac{T_0}{4}} = \frac{1}{4}\ sec$

مرور ثاني $\boxed{t_2 = \frac{3T_0}{4}} = \frac{3(1)}{4} = \frac{3}{4}\ sec$

مرور ثالث $\boxed{t_3 = \frac{5T_0}{4}}$

وهكذا!

$\omega = -2\pi\cdot\frac{\pi}{3}\cdot\sin\left(2\pi\left(\frac{3}{4}\right)+0\right)$

$\omega = \frac{-20}{3}\cdot\sin\left(\frac{3\pi}{2}\right)$

$\omega = \frac{-20}{3}\cdot\sin\left(\frac{3\pi}{2}\right)$ -1 ربع ثالث

$= +\frac{20}{3}\ rad\cdot s^{-1}$

اضافي: أحسب السرعة الزاوية لحظة المرور الأول بوضع التوازن

$\omega = -2\pi\cdot\frac{\pi}{3}\cdot\sin\left(2\pi\left(\frac{1}{4}\right)+0\right)$

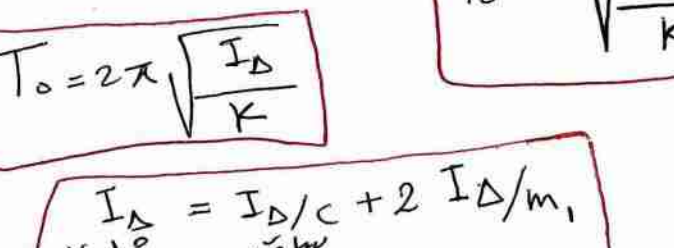
$= \frac{-20}{3}\cdot\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$ $+1$

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

٣ $\boxed{\alpha = -\omega_0^2\cdot\theta} \qquad \boxed{\theta = \frac{-\pi}{6}}$

$= -4\pi^2\cdot\left(\frac{-\pi}{6}\right) = +\frac{40\pi}{6}\ rad\cdot s^{-2}$

$m_1 = m_2 = 75\times10^{-3}\ Kg$ $\boxed{a}$



$\boxed{T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\ كلي}}{K}}}$

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

$\boxed{I_{\Delta\ كلي} = I_{\Delta/c\ ساق} + 2\, I_{\Delta/m_1}}$

$= 2\times10^{-3} + 2\cdot m_1\cdot\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$

$= 2\times10^{-3} + 2\times75\times10^{-3}\left(\frac{16\times10^{-2}}{4}\right)$

استنتاج ثابت فتل السلك

$$\boxed{T_o = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/c}}{K}}}$$

$\boxed{\pi^2 = 10}$ تربيع الطرفين

$$T_o^2 = 40 \cdot \frac{I_{\Delta/c}}{K}$$

أ. محمد إدريس

$$K = 40 \times \frac{I_{\Delta/c}}{T_o^2}$$

$\boxed{T_o = 1\ sec}$

$\boxed{I_{\Delta/c} = 2\times10^{-3}}$ س

$$K = 40 \times \frac{2\times10^{-3}}{1}$$

$$= 8\times10^{-2}$$

$m.N.Rad^{-1}$

$\boxed{b}$

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

$$K_1 = K' \cdot \frac{(2r)^4}{\frac{L}{2}}$$

$$K_1 = 2 \, K' \frac{(2r)^4}{L}$$

أ. محمد إدريس

$$K_1 = 2\,K$$

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

$$K_2 = K' \cdot \frac{(2r)^4}{\frac{L}{2}}$$

$$K_2 = 2\,K' \cdot \frac{(2r)^4}{L}$$

$$K_2 = 2\,K$$

$$I_{\Delta\ \text{جملة}} = 2\times10^{-3} + 150\times10^{-3}\times4\times10^{-2}$$

$$= 2\times10^{-3} + 600\times10^{-3}\times10^{-2}$$

$$= 10^{-3}\left[2 + 6\cancel{00}\times\cancel{10^{-2}}\right]$$

$$= 10^{-3}[2+6]$$

$$I_{\Delta\ \text{جملة}} = 8\times10^{-3}\ kg.m^2$$

$$\frac{T_o'\ \text{جديد}}{T_o\ \text{قديم}} = \frac{\cancel{2\pi}\sqrt{\frac{I_{\Delta\ \text{جملة}}}{\cancel{K}}}}{\cancel{2\pi}\sqrt{\frac{I_\Delta}{\cancel{K}}}}$$

$$\frac{T_o'}{T_o} = \frac{\sqrt{I_{\Delta\ \text{جملة}}}}{\sqrt{I_\Delta}}$$

$$\frac{T_o'}{T_o} = \sqrt{\frac{I_{\Delta\ \text{جملة}}}{I_\Delta}}$$

$$T_o' = T_o \times \sqrt{\frac{I_{\Delta\ \text{جملة}}}{I_\Delta}}$$

$$= 1 \times \sqrt{\frac{\cancel{8}\times\cancel{10^{-3}}}{\cancel{2}\times\cancel{10^{-3}}}}$$

$$= 1\times\sqrt{4} = 2\ sec$$

أ. محمد إدريس

$$\boxed{I_{\Delta \text{ جملة}} = I_{\Delta_1 \text{ قرص}} + I_{\Delta_2 \text{ ساق}} + 2\, I_{\Delta/m_1}}$$

$$\boxed{I_{\Delta_1 \text{ قرص}} = \frac{1}{2} M_1 \cdot R^2}$$

$$= \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-2} \times (25 \times 10^{-4})$$

$$= 6 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-4}$$

$$= 150 \times 10^{-6} = 15 \times 10^{-5}\ kg \cdot m^2$$

$$\boxed{I_{\Delta_2 \text{ ساق}} = \frac{1}{12} M_2 \cdot \ell^2}$$

$$= \frac{1}{12} \times 12 \times 10^{-3} \times (10^{-2})$$

$$= 10^{-5}\ kg \cdot m^2$$

أ. محمد إدريس

$$\boxed{I_{\Delta/m_1} = m \cdot r^2}$$

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

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

$$= 20 \times 10^{-6}$$

$$= 2 \times 10^{-5}\ kg \cdot m^2$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = (15 \times 10^{-5}) + (10^{-5}) + 2 \times 2 \times 10^{-5}$$

$$= 10^{-5}[15 + 1 + 4]$$

$$= 20 \times 10^{-5}\ kg \cdot m^2$$

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = 2 \times 10^{-4}\ kg \cdot m^2$$

$$\boxed{T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta \text{ جملة}}}{K}}} = 2\pi \sqrt{\frac{2 \times 10^{-4}}{8 \times 10^{-4}}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{1}{4}} = 2\pi \left(\frac{1}{2}\right)$$

١٤ $T_0 = \pi\ sec = 3{,}14\ sec$

$$\boxed{K_{\text{جملة}} = K_1 + K_2} = 4K$$

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

$$= 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/C}}{4K}}$$

نخرج الربع

$$= \boxed{2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/C}}{k}}} \times \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$= T_0 \times \frac{1}{2}$$

$$= 1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}\ sec$$

المسألة [3] حاقة

I_1 قرص $= \frac{1}{2} M_1 \cdot R^2$ $\boxed{\pi^2 = 10}$

I_2 ساق $= \frac{1}{12} M_2 \cdot \ell^2$ $\boxed{\pi \simeq 3{,}14}$

M_1 قرص $= 0{,}12\,kg = 12 \times 10^{-2}\,kg$

R قرص $= 5 \times 10^{-2}\,m$

M_2 قرص $= 12 \times 10^{-3}\,kg$ (1)

ℓ ساق $= 1 \times 10^{-1}\,m$

كتل $m_1 = m_2 = 5 \times 10^{-2}\,kg$

بعد الكتل $2r = 4 \times 10^{-2}\,m$

$\to r = 2 \times 10^{-2}\,m$

$k = 8 \times 10^{-4}\ m \cdot N \cdot Rad^{-1}$

أ. محمد إدريس

$$16 = 40 \times \frac{16\times10^{-5} + 10^{-1} r_1^2}{8\times10^{-4}}$$

$$16\times8\times10^{-4} = 40\left[16\times10^{-5}+10^{-1} r_1^2\right]$$

$$128\times10^{-4} = 4\times16\times10^{-4} + 40\times10^{-1} r_1^2$$

$$128\times10^{-4} = 64\times10^{-4} + 4 r_1^2$$

$$128\times10^{-4} - 64\times10^{-4} = 4 r_1^2$$

$$10^{-4}\left[128-64\right] = 4 r_1^2$$

$$64\times10^{-4} = 4 r_1^2$$

$$r_1^2 = \frac{64\times10^{-4}}{4}$$

$$r_1^2 = 16\times10^{-4}$$

$$\Rightarrow r' = 4\times10^{-2}\ m$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{البعد} = 2r' = 8\times10^{-2}\ m}$$

أ. محمد إدريس

2023

(c)

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

البعد بين الكتلتين الجديد $\boxed{2r' = ?}$

$$\boxed{I_{\Delta/m_1} = m_1 \cdot r^2}$$

$$\boxed{T'_{0\,\text{جديد}} = T_{0\,\text{قديم}} + 0{,}86}$$

$$T'_{0\,\text{جديد}} = 3{,}14 + 0{,}86 = 4\ sec$$

$$\boxed{T'_{0\,\text{جديد}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{K}}}$$

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta_1\,\text{قرص}} + I_{\Delta_2\,\text{ساق}} + 2 I_{\Delta/m_1}}$$

$$= (15\times10^{-5}) + (10^{-5}) + 2 m_1 \cdot r^2$$

$$= \underbrace{(15\times10^{-5}) + (10^{-5})}_{} + 2\times5\times10^{-2} r_1^2$$

$$= (16\times10^{-5}) + 10\times10^{-2} r_1^2$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = (16\times10^{-5}) + 10^{-1} r_1^2$$

$$\boxed{T'_{0\,\text{جديد}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{K}}}$$

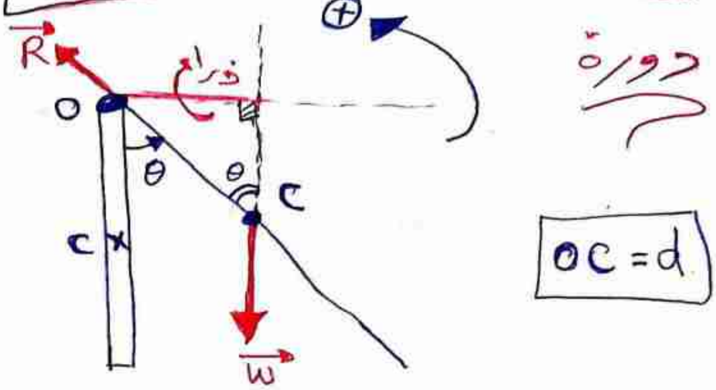
$$4 = 2\pi\sqrt{\frac{16\times10^{-5} + 10^{-1}\cdot r_1^2}{8\times10^{-4}}}$$

نربع الطرفين

أ. محمد إدريس

النواس الثقلي (المركب) هو جسم ثقيل يهتز بتأثير عزم ثقله حول محور $[O]$

لا يمر من مركز عطالته C	يمر من مركز عطالته C	



$$OC = d$$

ساق متجانسة تعلق من طرفها العلوي بنقطة O تزاح عن وضع التوازن زاوية θ وتترك دون سرعة ابتدائية

① ادرس حركة الساق بحالة السعات الكبيرة $\theta > 0{,}24\ Rad$

② كيف تصبح الحركة بحالة السعات الصغيرة $\theta \leqslant 0{,}24$ واستنتج الدور الخاص عندئذ

أ. محمد إدريس

الحل القوى: $\vec{W}$ ثقل ، $\vec{R}$ رد الفعل

① $\Sigma \Gamma = I_\Delta \cdot \alpha$

$$\Gamma_{\vec{W}} + \Gamma_{\vec{R}} = I_\Delta \cdot \alpha$$

$$(-\text{الذراع} \times W) + \cancel{0} = I_\Delta \cdot \alpha$$

تمر من محور الدوران

$$\boxed{W = m.g} \qquad \boxed{\alpha = (\theta)''_t}$$

$$\boxed{\text{الذراع} = \text{مقابل}_\theta = \text{الوتر} \times \sin\theta = OC \times \sin\theta = d \times \sin\theta}$$

$$-d\cdot\sin\theta \times W = I_\Delta \times (\theta)''_t$$

$$-d\cdot\sin\theta \times m.g = I_\Delta .(\theta)''_t$$

$$\boxed{(\theta)''_t = \frac{-m.g.d}{I_\Delta}\sin\theta}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية لا تقبل حل جيبي بسبب Sin

الحركة دورانية ليست جيبية بحال السعات الكبيرة $\theta > 0{,}24$

② سعات صغيرة $\theta \leqslant 0{,}24\ rad$

$$\sin\theta \simeq \theta$$

$$\boxed{(\theta)''_t = \frac{-m.g.d}{I_\Delta}.\theta}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية وتقبل حلاً جيبياً من الشكل

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

نشتق مرتين

$$(\theta)'_t = \omega = -\omega_0.\theta_{max}.\sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(\theta)''_t = \alpha = -\omega_0^2 \cdot \theta_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\boxed{(\theta)''_t = -\omega_0^2 \cdot \theta} \quad ★$$

نقارن ★ و ♥

$$-\omega_0^2 \cdot \theta = -\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta} \cdot \theta$$

أ. محمد إدريس

$$\omega_0^2 = \frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta}} > 0$$

← الحركة جيبية دورانية

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta}}}$$

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

دور السعات الصغيرة: $\theta \leq 0,24\,rad$ ، $\theta \leq 14°$

دور السعات الكبيرة: $\theta > 0,24\,Rad$ ، $\theta > 14°$

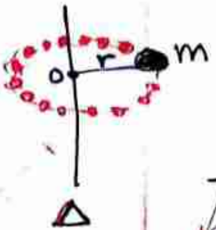
$$\underbrace{T_0'}_{\text{كبيرة}} = \underbrace{T_0}_{\text{صغيرة}}\left(1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right)$$

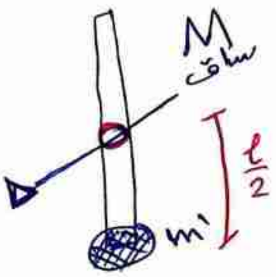
- لا علاقة للدور بالكتلة العطالية (m ، T_0)
- يتعلق الدور بالجاذبية الأرضية
- يتعلق الدور بسعة الإهتزاز θ_{max}

طرق حساب عزم العطالة

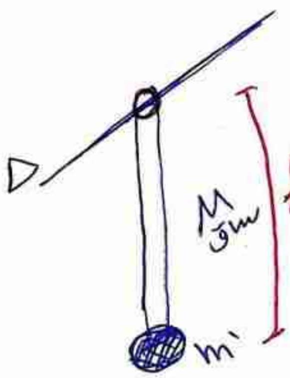
① عزم عطالة نقطة مادية (كتلة نقطية)

$$\boxed{I_{\Delta/m} = m \cdot r^2}$$



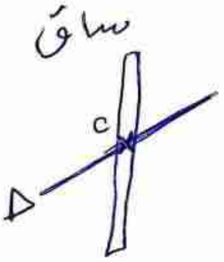


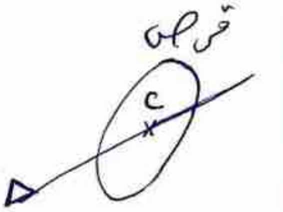
$$I_{\Delta/m'} = m' \cdot r^2 = m'\left(\frac{l}{2}\right)^2 = m'\left(\frac{l^2}{4}\right)$$



$$I_{\Delta/m'} = m' \cdot r^2 = m' \cdot l^2$$

② عزم عطالة قرص وساق حول محور دوران يمر من مركز عطالتهما





$$I_{\Delta/c} = \frac{1}{2} m r^2$$

$$I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} m l^2$$

يعطى مباشرة في المسائل

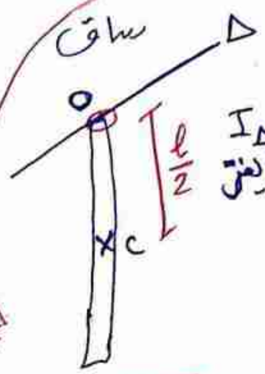
أ. محمد إدريس

③ عزم عطالة جسم صلب يدور حول محور لا يمر من مركز عطالته ⟸ نظرية هايغنز

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = I_{\Delta/c} + md^2}$$

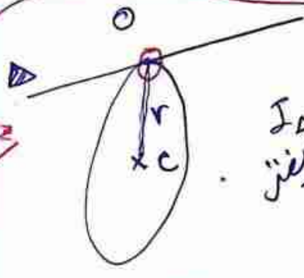
معطى بنص المسألة

$\boxed{d = oc}$



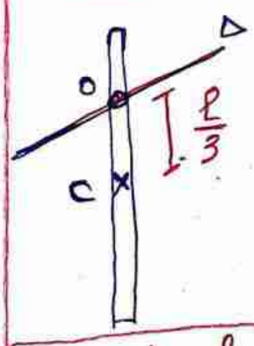
$$I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = \frac{1}{12}m\cdot \ell^2 + m\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$
$$= \frac{1}{12}m\cdot \ell^2 + m\cdot\frac{\ell^2}{4}$$
$$= m\ell^2\left[\frac{1}{12}+\frac{1}{4}\right]$$
$$= m\ell^2\left[\frac{1}{12}+\frac{3}{12}\right]$$
$$= m\ell^2\left(\frac{4}{12}\right)$$
$$I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = \frac{1}{3}m\ell^2$$

$\boxed{d = oc = \frac{\ell}{2}}$



$$I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = I_{\Delta/c} + md^2$$
$$= \frac{1}{2}mr^2 + mr^2$$
$$= \frac{3}{2}mr^2$$

$\boxed{d = oc = r}$



$$I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = I_{\Delta/c} + md^2$$
$$= \frac{1}{12}m\ell^2 + m\left(\frac{\ell}{3}\right)^2$$
$$= \frac{1}{12}m\ell^2 + m\frac{\ell^2}{9}$$

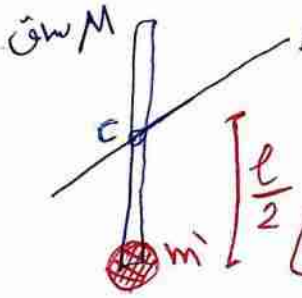
$\boxed{oc = d = \frac{\ell}{3}}$

بس محور الدوران ما يمر من C ⟸ نطبق نظرية هايغنز

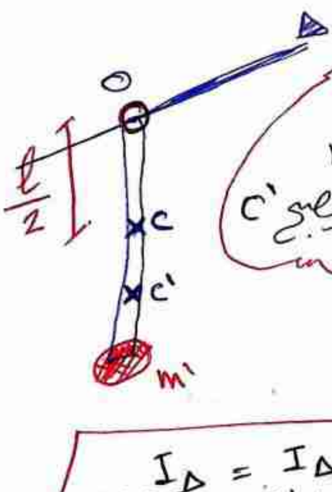
$$\Rightarrow I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = m\ell^2\left(\frac{1}{12}+\frac{1}{9}\right)$$
$$= m\ell^2\left(\frac{3}{36}+\frac{4}{36}\right)$$
$$= \frac{7}{36}m\ell^2$$

④ عزم عطالة جملة $\boxed{I_{\Delta/\text{جملة}}}$

ساق مع كتلة m' M



$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + I_{\Delta/m'}}$$
$$= \frac{1}{12}M\ell^2 + m'\cdot\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$
$$= \frac{1}{12}M\ell^2 + m'\left(\frac{\ell^2}{4}\right)$$
$$= \frac{\ell^2}{4}\left[\frac{1}{3}M + m'\right]$$

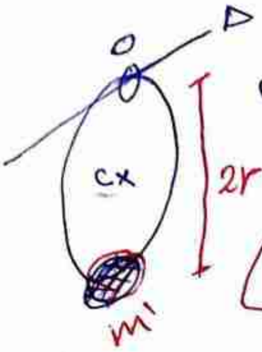


المحور Δ لا يمر من المركز
وتحمل كتلة m'
⟸ تتغير المركز c ويصبح c'

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{هايغنز}} + I_{\Delta/m'}}$$

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = I_{\Delta/c} + Md^2} = \frac{1}{12}M\ell^2 + M\frac{\ell^2}{4}$$

دورة ٥



r نصف القطر Δ

M كتلة القرص

$$\boxed{\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} + I_{\Delta/m'}}$$

$$\underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} = I_{\Delta/c} + Md^2$$

$$= \frac{1}{2}Mr^2 + Mr^2$$

$$= \frac{1}{2}Mr^2 + Mr^2$$

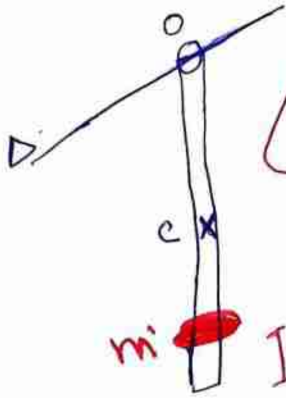
$$= \frac{3}{2}Mr^2$$

$$I_{\Delta/m'} = m'\cdot(2r)^2 = m'(4r^2)$$

$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \frac{3}{2}Mr^2 + m'(4r^2)$$

$$= r^2\left[\frac{3}{2}M + 4m'\right]$$

دورة ٥ ساق كتلته M



$$\boxed{\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} + I_{\Delta/m'}}$$

نعلق كتلة m' تبعد مسافة
ثلث طول الساق
عن طرفه السفلي

$$\underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} = I_{\Delta/c} + Md^2$$

$$= \frac{1}{12}M\ell^2 + M\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$

$$= \frac{1}{12}M\ell^2 + M\left(\frac{\ell^2}{4}\right)$$

$$= M\ell^2\left[\frac{1}{12} + \frac{1}{4}\right] = M\ell^2\left[\frac{1}{12} + \frac{3}{12}\right]$$

$$\underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} = M\ell^2\left[\frac{1}{12} + \frac{1}{4}\right]$$

$$= M\ell^2\left[\frac{1}{12} + \frac{3}{12}\right]$$

$$\underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} = \frac{4}{12}M\ell^2 = \frac{1}{3}M\ell^2$$

$$\Rightarrow \boxed{\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} + I_{\Delta/m'}}$$

$$= \frac{1}{3}M\cdot\ell^2 + m'\cdot\ell^2$$

$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \ell^2\left(\frac{1}{3}M + m'\right)$$

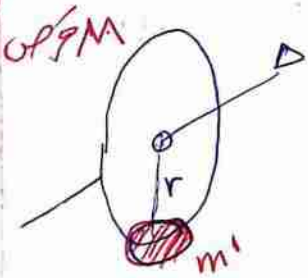
إضافي: في حال كتلة الساق تساوي الكتلة النقطية

$\boxed{M = m'}$ أوجد I_Δ جملة

$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \ell^2\left(\frac{1}{3}M + M\right)$$

$$= \ell^2\left(\frac{4}{3}M\right)$$

دورة ٥ M كتلة قرص



$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta/m'}$$

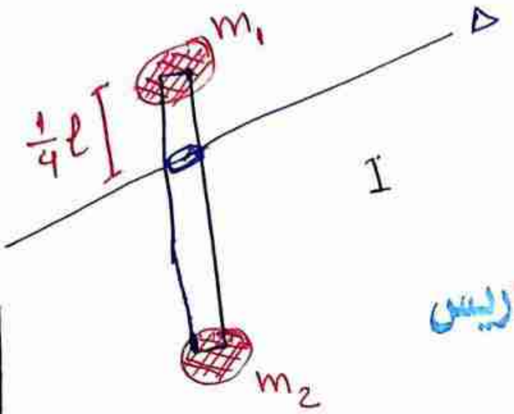
$$= \frac{1}{2}Mr^2 + m'\cdot r^2$$

$$= r^2\left[\frac{1}{2}M + m'\right]$$

دورة ساق مهملة الكتلة

يمر محور الدوران من نقطة تبعد عن الكتلة الأولى ربع طول الساق $\left(\frac{1}{4}\ell\right)$

ومحملة بكتلتين



أ. محمد إدريس

$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{ساق}}{\cancel{I_\Delta}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$$

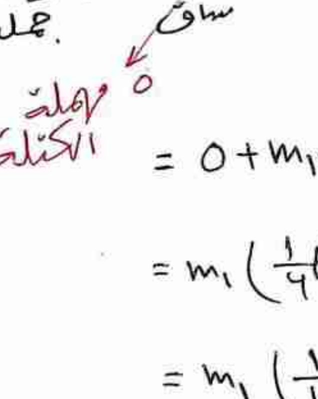
مهملة الكتلة 0

$$= 0 + m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2$$

$$= m_1\left(\frac{1}{4}\ell\right)^2 + m_2\left(\frac{3}{4}\ell\right)^2$$

$$= m_1\left(\frac{1}{16}\ell^2\right) + m_2\left(\frac{9}{16}\ell^2\right)$$

$$= \frac{\ell^2}{16}\left[m_1 + 9m_2\right]$$



دورة ساق مهملة الكتلة M

مهملة الكتلة 0

$$\boxed{\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}}$$

$$\underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} = \frac{4}{12}M\ell^2 = \frac{1}{3}M\ell^2$$

$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \frac{1}{3}M\ell^2 + I_{\Delta/m'}$$

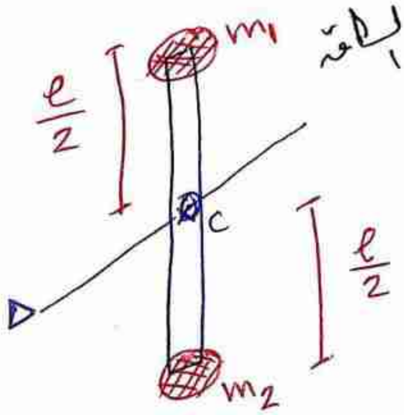
$$= \frac{1}{3}M\ell^2 + m'\left(\frac{2}{3}\ell\right)^2$$

$$= \frac{1}{3}M\ell^2 + m'\left(\frac{4\ell^2}{9}\right)$$

$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \frac{1}{3}\ell^2\left[M + \frac{4}{3}m'\right]$$

دورة M كتلة الساق

$\boxed{m_1 = m_2}$



$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{ساق}}{I_{\Delta/C}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$$

$$= \frac{1}{12}M\ell^2 + m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2$$

$$= \frac{1}{12}M\ell^2 + 2m_1 \cdot r_1^2$$

$\boxed{r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2}}$

$\boxed{m_1 = m_2}$

أ. محمد إدريس

$\boxed{I_{\Delta/m_1} = I_{\Delta/m_2}}$

دورة ساق مهملة الكتلة

$$\Rightarrow \underset{\text{الساق}}{M} = 0 \Rightarrow \underset{\text{ساق}}{I_\Delta} = 0$$

$I_\Delta = m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_1^2$ جملة

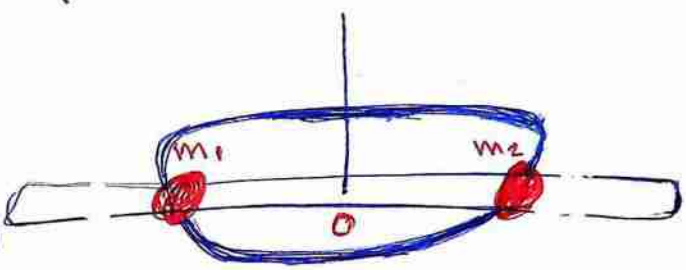
$= m_1 \left(\frac{l}{2}\right)^2 + m_2 \left(\frac{l}{2}\right)^2$

$= \frac{l^2}{4}\left[m_1 + m_2\right]$

دورة: قرص مع ساق M' طوله l كتلته M ونصف قطر R

مع كتلتين $\boxed{m_1 = m_2}$

وسلك فتل (محور دوران)



$\boxed{I_\Delta = \underset{\text{قرص}}{I_{\Delta 1}} + \underset{\text{ساق}}{I_{\Delta 2}} + 2 \cdot I_{\Delta/m_1}}$ جملة

$\boxed{\begin{array}{c} m_1 = m_2 \\ R_1 = R_2 \\ I_{\Delta/m_1} = I_{\Delta/m_2} \end{array}}$

$= \frac{1}{2} M \cdot R^2 + \frac{1}{12} M' \cdot l^2 + 2 \cdot m_1 \cdot r_1^2$

دورة: أحسب الدور عندما ينوس بسعة زاوية $\boxed{\theta_{max} = 0,4 \, Rad}$ نقارن مع $0,24$ Rad

الحل: $0,4 \; ? \; 0,24$

$\frac{4}{10} \; ? \; \frac{24}{100}$

$\frac{40}{100} \; ? \; \frac{24}{100}$

$\frac{40}{100} > \frac{24}{100}$

$0,4 > 0,24 \Leftarrow$ سعات كبيرة

سعات صغيرة	سعات كبيرة
$\theta \leq 14°$	$\theta > 14°$
$\theta \leq 0,24$ Rad	$\theta > 0,24$ Rad
$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m \cdot g \cdot d}}$	الزوايا الشهيرة 90 ، 60 ، 30 سعات كبيرة

$$\boxed{\underset{\text{كبيرة}}{T_0'} = \underset{\text{صغيرة}}{T_0} \times \left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$$

• T_0 عكسي مع $\sqrt{g}$ الجاذبية

• T_0 طردي مع $\sqrt{I_\Delta}$ عزم العطالة

أ. محمد إدلبي

دورة: تنقل النواس من سطح البحر إلى قمة جبل فسر ماذا يحدث

الحل:

كلما ارتفعنا عن سطح البحر تقل (تنقص) الجاذبية الجديدة

جاذبية جديدة $g' < g$ جاذبية قديمة

جديد $T_0' > T_0$ قديم

لأن $\boxed{T_0 \text{ مع } \sqrt{g} \text{ عكسي}}$

⇐ الميقاتية تؤخر عند نقل النواس من سطح البحر إلى قمة جبل

دورة: فسر علمياً الميقاتية تقدم عند نقل النواس من قمة جبل إلى سطح الأرض

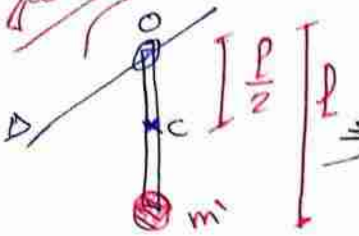
الحل:

جاذبية قديمة $g' > g$ جاذبية جديدة

قديم $T_0' < T_0$ جديد ⇐

لأن $\boxed{T_0 \text{ مع } \sqrt{g} \text{ عكسي}}$

ملاحظة: حساب $\boxed{d = OC}$



$$\boxed{d = OC = \frac{\ell}{2}}$$

$$\boxed{d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i}}$$

إذا لم توضح بـ d من الرسم نستخدم القانون

r موجبة إذا الكتلة تحت محور الدوران

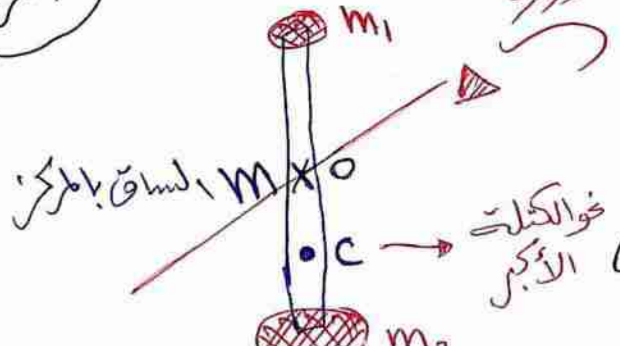
r سالبة إذا الكتلة فوق محور الدوران

للمثال السابق $d = \dfrac{m_{\text{ساق}} \cdot r + m' \cdot r}{m_{\text{ساق}} + m'}$

$$= \frac{m \cdot \frac{\ell}{2} + m' \cdot \ell}{m_{\text{ساق}} + m'}$$

m ساق موقعها بالمركز C

دورة



$$d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i}$$

أ. محمد إدريس

$$d = \frac{m_{ساق} \cdot r - m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2}{m_{ساق} + m_1 + m_2}$$

الكتل تحت محور الدوران موجبة خ الفوق

$m_{ساق}$ تمر من محور الدوران

لا نضع الإشارة

$\boxed{r_{ساق} = 0}$ $\boxed{r_1 = \frac{\ell}{2}}$ $\boxed{r_2 = \frac{\ell}{2}}$

$$\Rightarrow d = \frac{0 - m_1\left(\frac{\ell}{2}\right) + m_2\left(\frac{\ell}{2}\right)}{m_{ساق} + m_1 + m_2}$$

ملاحظة I_Δ

Δ لا يمر من C

Δ يمر من C بوجود كتل نقطية

طبق هايغنز

$\boxed{I_{\Delta\,جملة} =}$

$$\boxed{I_{\Delta\,هايغنز} = I_\Delta + md^2}$$

$I_{\Delta/c\,ساق} = \frac{1}{12} m\ell^2$

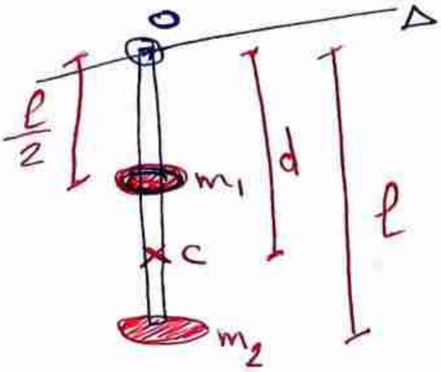
$I_{\Delta/c\,قرص} = \frac{1}{2} m r^2$

$$\boxed{v_{خطية} = \omega_{زاوية} \cdot r}$$

بعد m عن O

أ. محمد إدريس

دورة



أحسب السرعة الخطية لـ

A لمركز عطالة الجملة

$$v = \omega \cdot r = \omega \cdot OC = \boxed{\omega \cdot d}$$

من طلب الدور بتجيبه

B للكتلة النقطية الأولى

$$v = \omega \cdot r = \boxed{\omega \cdot \frac{\ell}{2}}$$

C للكتلة النقطية الثانية

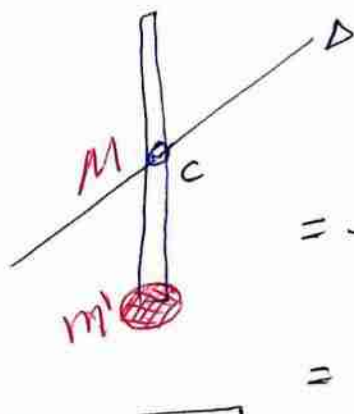
$$v = \omega \cdot r = \boxed{\omega \cdot \ell}$$

$\boxed{r = \ell}$ بعد m عن O

دورة

M الساق بالمركز موضوع

ساق كتلتها M تحمل كتلة نقطية m' محور مار من مركزها



$$d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i}$$

بعد O عن M

$$= \frac{M \cdot r + m' \cdot r'}{m' + M}$$

$$= \frac{0 + m' \cdot \frac{\ell}{2}}{m' + M}$$

$\boxed{r_{ساق} = 0}$

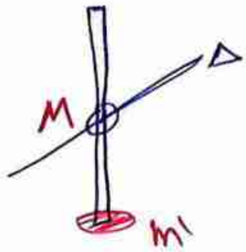
(٨)

دورة

ساق كتلتها M تحمل كتلة نقطية m'

حيث $\boxed{M = m'}$

الساق M بالمركز



الحل

$$\boxed{m_{\text{جملة}} = M + m'}$$
$$= M + M$$
$$= 2M$$

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta_1} + m' \cdot r^2} \qquad \boxed{r = \frac{\ell}{2}}$$

$$= \frac{1}{12} M\ell^2 + M \cdot \frac{\ell^2}{4}$$

$$= \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{4}\right) M\ell^2$$

$$= \frac{4}{12} M\ell^2$$

$$\boxed{d = \frac{\Sigma m_i \cdot r_i}{\Sigma m_i}}$$

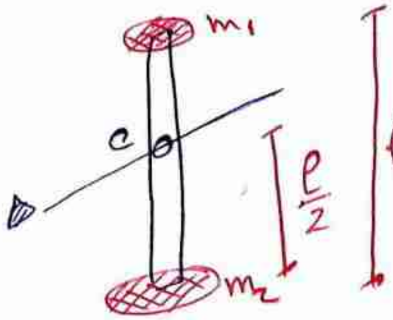
$$= \frac{M \cdot \overset{0}{r} + m' \cdot r'}{m' + M}$$

$$= \frac{0 + m' \cdot \frac{\ell}{2}}{m' + m'} \qquad \boxed{m' = M}$$

$$= \frac{m' \cdot \frac{\ell}{2}}{2m'} = \frac{\frac{\ell}{2}}{2}$$

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

دورة



محور الدوران مار من مركزها

ساق تحمل كتلتين وهي مهملة الكتلة

الحل

$$\left.\begin{array}{l} m_{\text{الساق}} = 0 \\ I_{\Delta_1\,\text{الساق}} = 0 \end{array}\right\} \text{مهملة الكتلة}$$

$$m_{\text{جملة}} = \overset{0}{m_{\text{ساق}}} + m_1 + m_2 = m_1 + m_2$$

مهملة الساق

$$d = \frac{\Sigma m_i \cdot r_i}{\Sigma m_i} = \frac{-m_1 r_1 + m_2 r_2}{\underset{0}{m_{\text{ساق}}} + m_2 + m_1}$$

$\boxed{\text{الكتلة التي تحت محور الدوران موجبة}}$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$$

$$= 0 + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

$$= 0 + m_1 \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2 \left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$

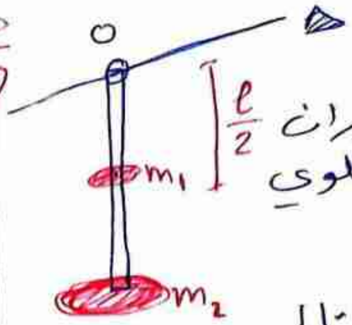
$$= m_1 \cdot \frac{\ell^2}{4} + m_2 \cdot \frac{\ell^2}{4}$$

$$= \frac{\ell^2}{4}\left(m_1 + m_2\right)$$

أ. محمد إدريس

دورة

ساق محور الدوران يمر من طرفه العلوي تحمل كتلتين وهي مهملة الكتلة



مهملة الكتلة

$$m_{\text{جملة}} = m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2 = m_1 + m_2$$

$$d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i}$$

الكتل تحت محور الدوران موجب

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

$$\boxed{r_1 = \frac{\ell}{2}} \qquad \boxed{r_2 = \ell}$$

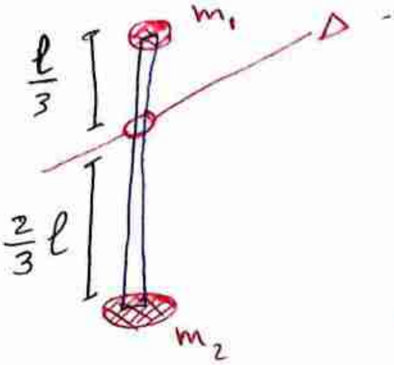
$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$$

$$= 0 + m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2$$

$$= m_1 \cdot \frac{\ell^2}{4} + m_2 \cdot \ell^2$$

دورة

ساق مهملة الكتلة تحمل كتلتين بحملان تهتز حول محور دوران يبعد $\frac{\ell}{3}$ من طرفه العلوي



الحل

$$I_{\Delta/c\ \text{ساق}} = 0$$

$$m_{\text{ساق}} = 0$$

تحت محور الدوران

$$d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i} = \frac{- m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2}{m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$$

$$= \frac{- m_1 \left(\frac{\ell}{3}\right) + m_2 \left(\frac{2}{3}\ell\right)}{m_1 + m_2}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$$

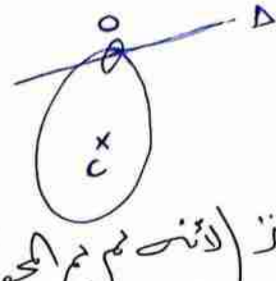
$$= 0 + m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_1^2$$

$$= m_1 \cdot \left(\frac{\ell}{3}\right)^2 + m_2 \left(\frac{2}{3}\ell\right)^2$$

$$= m_1 \cdot \left(\frac{\ell^2}{9}\right) + m_2 \left(\frac{4\ell^2}{9}\right)$$

$$= \frac{\ell^2}{9}\left[m_1 + 4m_2\right]$$

دورة: قرص يهتز حول محور مار من نقطة في محيطه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2$



الحل

$OC = d = r$

$I_\Delta = I_{\Delta/c} + md^2$ هايغنز (لأنه لم يمر المحور من المركز)

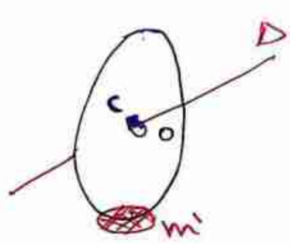
$= \frac{1}{2}mr^2 + mr^2$

$= mr^2\left(\frac{1}{2}+1\right)$

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

$I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}Mr^2$

دورة: قرص كتلته M المحور مار من مركزه يحمل كتلة m'



الحل

$m_{\text{جملة}} = M + m'$

$$d = \frac{\Sigma m_i \cdot r_i}{\Sigma m_i} = \frac{M \cdot \overset{0}{r} + m' \cdot r'}{M + m'}$$

$\boxed{M \text{ القرص وافقت بالمركز} \Leftarrow r = 0}$

$\boxed{r' = r \quad \text{بعد } m' \text{ عن } O}$

$$d = \frac{m' \cdot r}{M + m'}$$

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

$= \frac{1}{2}M\cdot r^2 + m'\cdot r^2$

$= r^2\left[\frac{1}{2}M + m'\right]$

طلب إضافي: أحسب بحالة

$\boxed{M_{\text{قرص}} = m'}$

$m_{\text{جملة}} = M + m' = M + M = 2M$

$$d = \frac{m' \cdot r}{M + m'} = \frac{m' \cdot r}{m' + m'}$$

$$d = \frac{\cancel{m'} \cdot r}{2\cancel{m'}} = \frac{r}{2}$$

أ. محمد إدريس

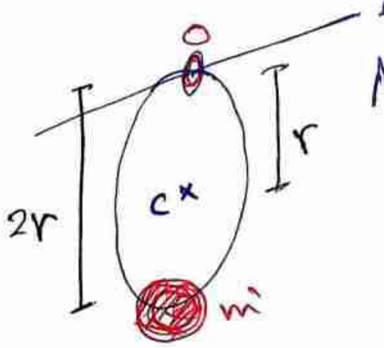
$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{1}{2}M\cdot r^2 + m'\cdot r^2$

$= \frac{1}{2}M\cdot r^2 + M\cdot r^2$

$= \frac{3}{2}M\cdot r^2$

$\boxed{I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}Mr^2}$

دورة: قرص كتلته M محور الدوران يمر من محيطه ويحمل كتلة m'



الحل

الكتلة تحت المحور

$m_{\text{جملة}} = M_{\text{قرص}} + m'$

$$d = \frac{\Sigma m_i \cdot r_i}{\Sigma m_i} = \frac{M\cdot r + m'\cdot r'}{M + m'}$$

$$d = \frac{M\cdot r + m'(2r)}{M + m'}$$

$\boxed{r' = 2r}$

$\boxed{\text{بعد } m' \text{ عن } O}$

ملاحظات الطالب

$$\boxed{\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} + I_{\Delta/m'}}$$

$$\boxed{\underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} = I_{\Delta/c} + Md^2} \qquad \boxed{d = r}$$

$$= \frac{1}{2} M . r^2 + M . r^2$$

$$= \frac{3}{2} M r^2 \qquad \boxed{r' = 2r}$$

$$\boxed{I_{\Delta/m'} = m' . r'^2} = m' (2r)^2$$

$$= m' (4r^2)$$

$$\Rightarrow \underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \frac{3}{2} M r^2 + m' (4r^2)$$

$$= \frac{3}{2} M . r^2 + 4m' . r^2$$

$$= r^2 \left[\frac{3}{2} M + 4m' \right]$$

ملاحظة الطاقة

$$E = \underset{\text{حركية}}{E_K} + \underset{\text{كامنة ثقالية}}{E_P}$$

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

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

أ. محمد إدريس

تعلّمت

- النوّاس الثقليّ المركّب: كلُّ جسمٍ صُلبٍ يهتزّ بتأثير ثقله في مستوٍ شاقوليّ حول محور دوران أفقيّ لا يمرُّ من مركز عطالته، وعموديّ على مستويه.
- حركةُ النوّاس الثقليّ المركّب في حالة السّعات الصغيرة جيبيّة دورانيّة تابعُ مطالها الزاويّ من الشكل: $\overline{\theta} = \overline{\theta}_{max} \cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$
- يُعطى دورُ النوّاس الثقليّ المركّب في حالة السّعات الصغيرة $\theta_{max} \leq 0.24 \text{ rad}$ بالعلاقة:

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

- النوّاسُ الثقليُّ البسيطُ: نقطةٌ ماديّةٌ تهتزّ بتأثير ثقلها على بُعد ثابت l من محور أفقيّ ثابت
- يُعطى دورُ النوّاس الثقليّ البسيط في حالة السّعات الصغيرة $\theta_{max} \leq 0.24 \text{ rad}$ بالعلاقة:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

- يُعطى دورُ النوّاس الثقليّ في حال السّعات الزاويّة الكبيرة $\theta_{max} > 0.24 \text{ rad}$ بالعلاقة:

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

- إنَّ الطاقة الميكانيكيّة للنوّاس الثقليّ هي مجموع الطاقتين الكامنة الثقاليّة والحركيّة

$$E = E_k + E_p$$

أختبر نفسي

أولا: اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ فيما يأتي:

1. قمتَ بزيارةِ بيتِ جدّك، وطلبتْ إليك جدّتُك تصحيحَ الميقاتيّة المعلّقة على الجدار، وهي مؤلّفة من ساق منتهية بقرص قابل للحركة صعوداً أو هبوطاً، فاتّصلت بالساعة الناطقة فأشارت إلى السادسة تماماً عندما كانت الميقاتيّةُ تشيرُ إلى السادسة وخمسِ دقائقَ، ولتصحيح الوقت يجبُ:

a. إيقافُ الميقاتيّة، وخفضُ القرص بمقدار ضئيل ثمّ إعادة تشغيلها.

b. إيقافُ الميقاتيّة، ورفعُ القرص بمقدار ضئيل ثمّ إعادة تشغيلها.

c. تصحيحُ عقربِ الدقائق، وإعادتُه ليشيرَ الوقتُ إلى السادسة تماماً.

d. إيقافُ الميقاتيّة مدّة خمسِ دقائقَ، ثمّ إعادةُ تشغيلها مرّة أخرى.

2. ميقاتيّتان متماثلتان مضبوطتان عند سطح الأرض بالتوقيت المحلّيّ، نضع الأولى بالطابق الأرضيّ لناطحة سحاب، بينما نضع الثانية في الطابق الأخير، فإنّه بعد شهر مع ثبات درجة الحرارة:

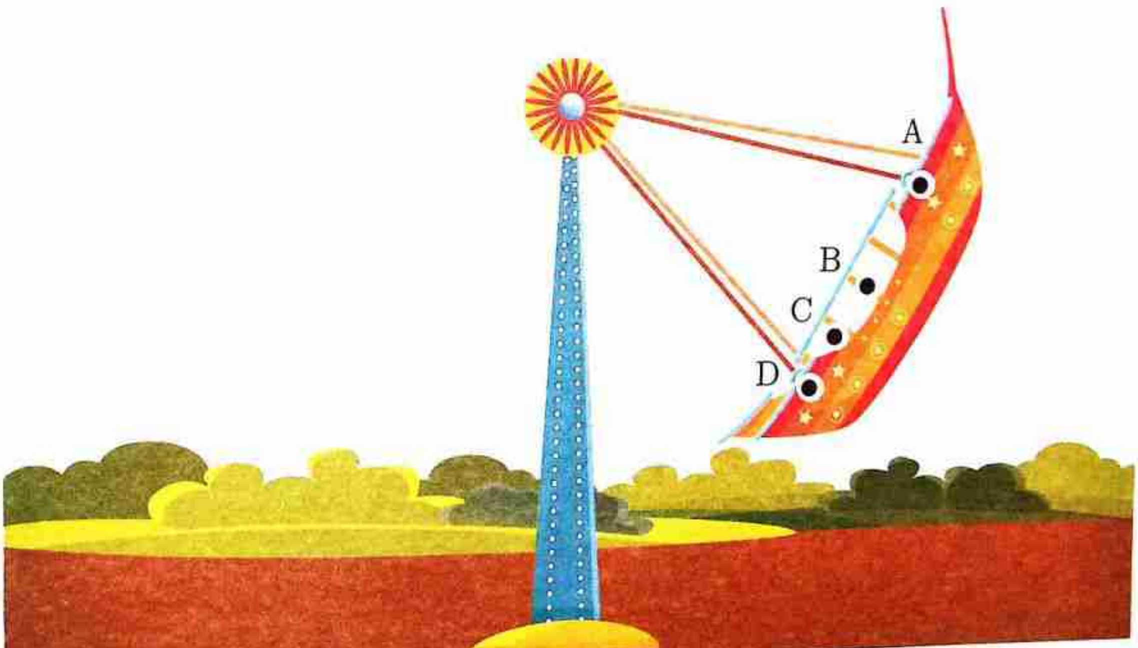
a. تشيران إلى التوقيت نفسه.

b. تقدّمُ الثانية، ويجب تعديلُها.

c. تؤخرُ الثانية، ويجبُ تعديلُها.

d. تؤخرُ الأولى، ويجبُ تعديلُها

3. أرجوحةٌ كبيرةٌ نعدُّها نوّاساً ثقليّاً مركّباً كما هو موضّح بالشكل جانباً تهتزّ إلى جانبَي موضعِ توازنها بسعة كبيرة، ويجلس فيها أربعةُ أشخاص A, B, C, D :



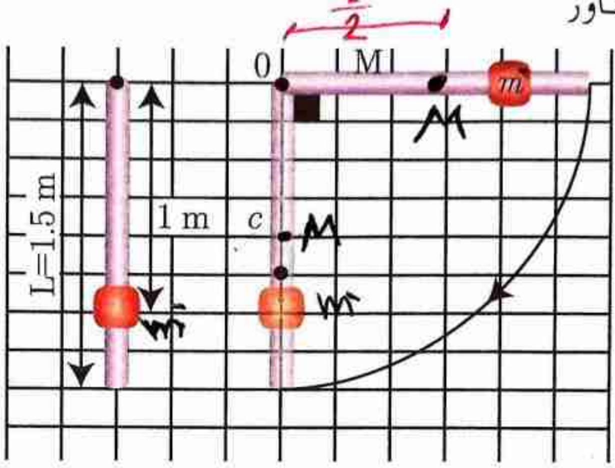
فالشخصُ الذي تكونُ سرعتُهُ الخطيّةُ أكبرَ ما يمكنُ عند المرور بوضع الشاقول هو:

a. الشخصُ B .
b. الشخصُ A .
c. الشخصُ C .
d. الشخصُ D .

ثانياً: حُلَّ المسائلَ الآتيةَ: **(في جميع المسائل** $4\pi = 12.5$, $\pi^2 = 10$, $g = 10 m.s^{-1}$ **)**

المسألة الأولى: نواس ثقلي مركب

يتألّفُ نوّاسٌ ثقليٌّ مركّبٌ من ساقٍ شاقوليّةٍ، متجانسةٍ، كتلتُها $M = 0.5\,kg$، طولُها $1.5\,m$، يمكنُها أنْ تنوسَ حولَ محورٍ أفقيٍّ مارٍّ من طرفِها العلويّ، ومثبّتٌ عليها كتلةٌ نقطيّةٌ $m' = 0.5\,kg$ على بُعدِ $1m$ من هذا الطرفِ، كما في الشكلِ المجاورِ



المطلوب:

1. احسبْ دورَ هذا النوّاس في حالة السّعات الزاويّة الصغيرة.
2. نزيحُ جملةَ النوّاس عن موضعِ توازنِها الشاقوليّ بزاويةِ $\frac{\pi}{2}\,rad$، ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة. احسبِ الطاقةَ الحركيّةَ للنوّاس لحظةَ مرورِه بالشاقول، ثمّ احسبِ السرعةَ الخطيّةَ للكتلةِ النقطيّةِ m' عندئذٍ.
(عزم عطالة ساق حول محور عمودي على مستويها ومارّ من مركز عطالتها $I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} M L^2$)

بسيط

المسألة الثانية: نواس ثقلي بسيط

خيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله $l = 40\,cm$ نعلق في نهايته كرة صغيرة نعدها نقطة مادية كتلتها $m_1 = 100\,g$

المطلوب:

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

بسيط

المسألةُ الثالثةُ: نواس ثقلي بسيط

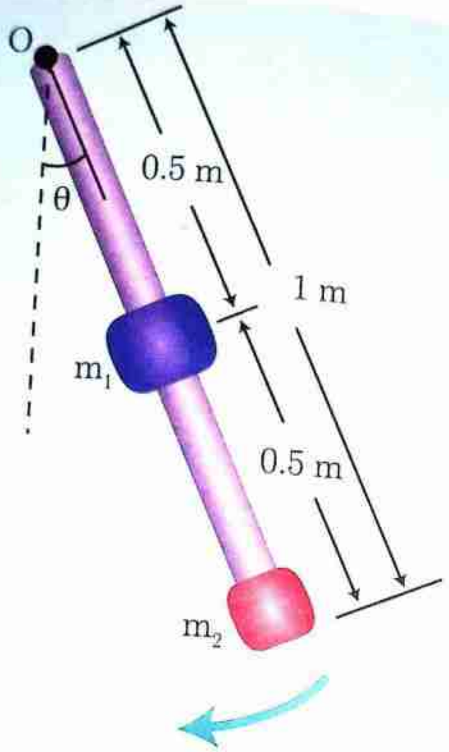
نعلّقُ كرةً صغيرةً نعدُّها نقطةً ماديّةً، كتلتُها $m = 0.5\,kg$ بخيطٍ مهملِ الكتلة، لا يمتطُّ، طولُه $l = 1.6\,m$، لتؤلّفَ نوّاساً ثقليّاً بسيطاً، ثمّ نزيحُ الكرةَ إلى مستوٍ أفقيٍّ يرتفع $h = 0.8\,m$ عن المستوي الأفقيّ المارّ منها وهي في موضع توازنها الشاقوليّ، ليصنعَ خيطُ النوّاس مع الشاقول زاويةَ θ، ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة.

المطلوب:

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

نواس ثقلي مركب

المسألة الرابعة: $L = 1\,m$ ، نثبّت ساقٌ شاقوليّةٌ، مهملةُ الكتلة، طولُها $m_1 = 0.4\,kg$ ، ونثبّتُ في في منتصفها كتلةً نقطيّة $m_2 = 0.2\,kg$ ، لتؤلّف طرفها السفليّ كتلةً نقطيّة الجملةُ نوّاساً ثقلياً مركّباً يمكنُه أنْ ينوسَ في مستوٍ شاقوليٍّ حولَ محورٍ أفقيٍّ مارٍّ من الطرف العلويّ للساق.



المطلوب:

1. احسبْ دورَ نوساتِها صغيرةِ السّعة. $\theta_{max} > 0.24\,rad$

2. نزيحُ الجملة عن موضع توازنها بزاوية ، ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة، فتكونُ السرعةُ الخطيّةُ لمركز عطالة جملة النوّاس لحظة مرورها بالشاقول،

المطلوب: $v = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}}\,m.s^{-1}$

a. احسبِ السرعةَ الخطيّة للكتلة النقطيّة m_2.

b. استنتجْ قيمةَ الزاوية θ_{max}.

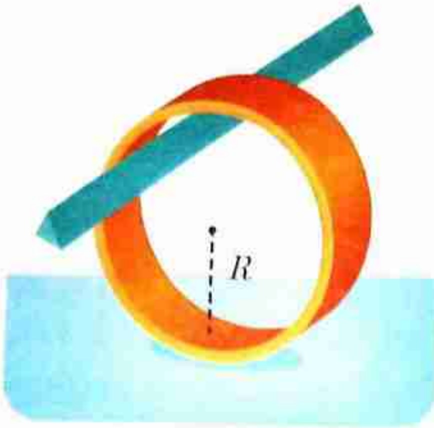
نواس ثقلي مركب

المسألة الخامسةُ: يتألفُ نوّاسٌ ثقليٌّ من ساقٍ شاقوليّةٍ، مهملةِ الكتلة طولُها L ، تحملُ في كلٍّ من طرفيها كتلة نقطيّة m' ، نعلّقُ الجملة بمحور دوران أفقيّ يبعد $\frac{L}{4}$ عن طرف الساق العلويّ، نزيحُ الجملة عن وضع توازنها الشاقوليّ بزاوية $\frac{1}{2\pi}\,rad$ ، ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة في اللحظة $t = 0$ ، فتهتز بدور خاصّ $T_0 = 2.5\,s$.

المطلوب:

1. استنتجِ التابعَ الزمنيّ للمطال الزاويّ لحركة هذا النوّاس انطلاقاً من شكله العامّ.
2. استنتجْ بالرموز العلاقة المحدّدة لطول الساق، ثمّ احسب قيمته.
3. احسبْ قيمة السرعة الزاويّة العُظمى للحركة (طويلة).
4. لنفرضْ أنّه في إحدى النّوسات انفصلتِ الكتلةُ السفليّةُ عن الساق، استنتج الدورَ الخاصَّ الجديد للجملة في حالة السّعات الزاويّة الصغيرة.

عامة نواس ثقلي مركب



المسألة (4): عامة

حلقةٌ معدنيَّةٌ نصفُ قطرِها $R = 12.5\,\text{cm}$ ، كتلتُها $M = 0.05\,\text{kg}$ ، تعلَّقُ بمحور أفقيّ ثابت، كما هو موضَّحٌ بالشكل.

المطلوب:

1. احسبِ الدورَ الخاصّ لاهتزاز هذا النوّاس من أجل السّعات الزاوية الصغيرة إذا علمتَ أنّ عزم عطالة الحلقة حول محور عموديّ على مستويها، ومارّ من مركز عطالتها $I_{\Delta/c} = M\,R^2$.
2. احسبْ طول النوّاس البسيط المواقت.

عامة نواس ثقلي مركب

المسألة (5): عامة

يتألّف نوّاس ثقليٌّ من ساق شاقوليّة مهملة الكتلة طولها $1\,\text{m}$ تحمل في نهايتها العلويّة كتلة نقطيّة $m_1 = 0.2\,\text{kg}$ وتحمل في نهايتها السفليّة كتلة نقطيّة $m_2 = 0.6\,\text{kg}$ تهتزُّ هذه السّاق حول محور أفقيّ مارّ من منتصفها

المطلوب:

1. احسب دور النوّاس في حالة السّعات الصَّغيرة.
2. احسب طول النوَّاس البسيط المواقت لهذا النوَّاس.
3. احسب دور النوَّاس لو ناس بسعة زاوية $\theta_{\max} = 0.4\,\text{rad}$.
4. نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقوليّ بزاوية $\theta_{\max} = 60^\circ$ ونتركها دون سرعة ابتدائيَّة.
   a. استنتج بالرموز علاقة السّرعة الزاوية لجملة النوَّاس لحظة مرورها بشاقول محور التعليق، ثمَّ احسب قيمتها عندئذٍ.
   b. احسب السُرعة الخطِّيَّة لمركز عطالة جملة النوّاس لحظة المرور بالشّاقول.
5. نستبدل بالكتلة m_2 كتلة $m_1 = 0.2\,\text{kg}$ ونعلِّق السَّاق من منتصفها بسلك فتل شاقوليّ لنشكِّل بذلك نوّاساً للفتل، نزيح السَّاق الأفقيَّة عن وضع توازنها بزاوية ونتركها دون سرعة ابتدائيَّة فتهتزُّ بدور $\text{T}_0 = 2\pi\,\text{s}$.
   احسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق.
6. احسب قيمة التَّسارع الزاوي لنوّاس الفتل عند المرور بوضع $\theta = 0.5\,\text{rad}$.

المسألة (6): عامة نواس ثقلي مركب

يتألَّف نوَّاس ثقليّ مركّب من قرص متجانس كتلته m نصف قطره $r = \frac{2}{3}\text{m}$ يمكن أن يهتزَّ في مستوٍ شاقوليّ حول محور أفقيّ مارٍّ من نقطة على محيطه.

المطلوب:

1. انطلاقاً من العلاقة العامّة لدور النوّاس الثقليّ المركّب، استنتج العلاقة المحدِّدة لدوره الخاصّ في حالة السّعات الصّغيرة، ثمَّ احسب قيمة هذا الدّور.
2. احسب طول النوَّاس البسيط المواقت لهذا النوَّاس المركّب.
3. نثبّت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطيَّة m' تساوي كتلة القرص m ونجعله يهتزُّ حول محور أفقيّ مارٍّ من مركز القرص، احسب دوره في هذه الحالة من أجل السّعات الزاوية الصّغيرة.

4. نزيح القرص من جديد عن وضع توازنه الشاقوليّ بسعة زاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائيّة فتكون السرعة الخطيّة للكتلة النقطيّة m' لحظة المرور بالشاقول $\frac{2\pi}{3} m.s^{-1}$ احسب قيمة السعة الزاوية θ_{max} (إذا علمت أنّ: $\theta_{max} > 0.24 \, rad$, $g = 10 m.s^{-1}$, $\pi^2 = 10$ عزم عطالة القرص حول محور مارّ من مركزه وعموديّ على مستويه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2} m r^2$)

المسائل الأولى درس

أ. محمد إدريس

$M_{\text{ساق}} = 0,5\,kg = \frac{1}{2}\,kg$

$\ell_{\text{ساق}} = 1,5\,m = \frac{3}{2}\,m$

$m'_{\text{نقطية}} = 0,5\,kg = \frac{1}{2}\,kg$

$\boxed{\text{بعد } m' \text{ عن } O}\; r' = 1\,m$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{m_{\text{جملة}}\cdot g\cdot d}}} \quad (1)$$

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{هايغنز}} + I_{\Delta/m'}}$$

لأن المحور لم يمر من المركز

$\boxed{d = \frac{\ell}{2}}$ بعد M عن O

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = I_{\Delta/c} + M d^2}$$

$$= \frac{1}{12} M\cdot\ell^2 + M\cdot\frac{\ell^2}{4}$$

$$= M\ell^2\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{4}\right)$$

$$= M\ell^2\left(\frac{1}{12} + \frac{3}{12}\right)$$

$$I_{\Delta\,\text{هايغنز}} = \frac{4}{12} M\cdot\ell^2 = \frac{1}{3} M\cdot\ell^2$$

$$\boxed{I_{\Delta/m'} = m'\cdot r'^2}$$

من نص المسألة $\boxed{r' = 1\,m \text{ بعد } m' \text{ عن } O}$

$$= \frac{1}{2}\cdot 1^2 = \frac{1}{2}\,kg\cdot m^2$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{1}{3} M\cdot\ell^2 + \frac{1}{2}$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{1}{6}\left(\frac{9}{4}\right) + \frac{1}{2}$$

$$= \frac{3}{8} + \frac{1}{2}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{3}{8} + \frac{4}{8} = \frac{7}{8}\,kg\cdot m^2$$

$$\boxed{m_{\text{جملة}} = M + m'} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1\,kg$$

$$\boxed{d = \frac{\Sigma m_i\cdot r_i}{\Sigma m_i}} \qquad \boxed{r = \frac{\ell}{2}}$$

$$= \frac{M\cdot r + m'\cdot r'}{M + m'}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{\ell}{2}\right) + \frac{1}{2}(1)}{1}$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{\frac{3}{2}}{2}\right) + \frac{1}{2}(1)$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{3}{4}\right) + \frac{1}{2}$$

$$d = \frac{3}{8} + \frac{1}{2}$$

$$d = \frac{3}{8} + \frac{4}{8} = \frac{7}{8}\,m$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{7}{8}}{1\times 10\times\frac{7}{8}}}$$

$$= 2\,sec$$

نواس يدق الثانية

(1) $\boxed{\theta_{max} = \frac{\pi}{2}}$ rad

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول | لحظة تركها دون سرعة ابتدائية

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

الوضع الثاني | لحظة المرور بالشاقول

$\theta = 0$ rad

$$\Delta E_K = \sum W_{F_{1 \to 2}}$$

$$E_K - \cancel{E_{K_0}} = \cancel{W_{\vec{R}}} + W_{\vec{w}}$$

0 تركت دون سرعة ابتدائية

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل

$$E_K = W_{\vec{w}} = m.g.h$$

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

$$E_K = m_{\text{جملة}}.g.d(1-\cos\theta_{max})$$

$$= 1 \times 10 \times \frac{7}{8}\left(1-\cancel{\cos\frac{\pi}{2}}\right)$$

0

$$= \frac{70}{8}(1-0)$$

$$= \frac{70}{8} \text{ J}$$

$\boxed{v = \omega . r}$ $\boxed{r = r'}$ $= 1$m

$$\boxed{E_K = \frac{1}{2} I_\Delta . \omega^2}$$

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

$$\omega = \sqrt{\frac{2E_K}{I_\Delta}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times \frac{70}{8}}{\frac{7}{8}}}$$

$$\omega = \sqrt{20} = 2\sqrt{5} \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\Rightarrow v = \omega . r'$$

$$= 2\sqrt{5} \times 1$$

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

المسائل | 4 | درس

$\boxed{4\pi = 12,5}$ $\boxed{\pi^2 = 10}$

$L = 1$m $\quad v_c = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}}$ m.s^{-1}

(1)

$M_{\text{ساق}} = 0$

$I_{\Delta\,\text{ساق}} = 0$

مهملة الكتلة

$m_1 = \frac{4}{10}$ kg $\quad m_2 = \frac{2}{10}$ kg

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{m_{\text{جملة}}.g.d}}}$$

$$\boxed{m_{\text{جملة}} = M + m_1 + m_2}$$

(ج) $m_{\text{جملة}} = 0 + \frac{4}{10} + \frac{2}{10} = \frac{6}{10}$ kg

$$I_{\Delta \text{ جملة}} = \ell^2\left(\frac{1}{4}m_1 + m_2\right)$$

$$= 1^2\left(\frac{1}{4}\left(\frac{4}{10}\right) + \frac{2}{10}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{10} + \frac{2}{10}\right) = \frac{3}{10}\ kg \cdot m^2$$

$$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{I_{\Delta \text{ جملة}}}{m_{\text{جملة}} \cdot g \cdot d}}$$

$$= 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{3}{\cancel{10}}}{\frac{6}{\cancel{10}} \times 10 \times \frac{2}{3}}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{2 \times \frac{2}{3}}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{3}{4}}$$

$$= \frac{2\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}\ \sec$$

أ. محمد إدريس

c

a

$$\boxed{v = \omega \cdot r}$$

$$\boxed{r = \ell}$$

$$v_{m_2} = \omega \cdot \ell$$

$$v_c = \omega \cdot d \qquad \boxed{r = d}$$

نأخذ نسبة

$$\frac{v_{m_2}}{v_c} = \frac{\cancel{\omega} \cdot \ell}{\cancel{\omega} \cdot d}$$

v_c معي

c1

$$\frac{v_{m_2}}{v_c} = \frac{\ell}{d}$$

$$\boxed{d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i}}$$

$$= \frac{+m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2}{m_{\text{جملة}}}$$

$$= \frac{+m_1\left(\frac{\ell}{2}\right) + m_2(\ell)}{\frac{6}{10}}$$

$$= \frac{\frac{4}{10}\left(\frac{1}{2}\right) + \frac{2}{10}(1)}{\frac{6}{10}}$$

$$= \frac{\frac{2}{10} + \frac{2}{10}}{\frac{6}{10}}$$

$$= \frac{\frac{4}{\cancel{10}}}{\frac{6}{\cancel{10}}} = \frac{4}{6}\ m$$

$$d = \frac{2}{3}\ m$$

$$\boxed{I_{\Delta \text{ جملة}} = I_{\Delta \text{ ساق}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}}$$

مهملة الكتلة

$$= 0 + m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2$$

$$= m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2 \cdot \ell^2$$

$$= m_1 \cdot \left(\frac{\ell^2}{4}\right) + m_2 \cdot \ell^2$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{\frac{1}{2}\cdot I_\Delta \cdot \frac{v_c^2}{d^2}}{m\cdot g\cdot d}$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{10}\cdot\left(\frac{\frac{160}{27}}{\frac{4}{9}}\right)}{\frac{6}{10}\times 10\times\frac{2}{3}}$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{\frac{3}{20}\left(\frac{40}{3}\right)}{2\times 2}$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{(2)}{4}$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{1}{2}$$

$$1-\frac{1}{2} = \cos\theta_{max}$$

$$\cos\theta_{max} = \frac{1}{2}$$

$$\boxed{\theta_{max} = 60 = \frac{\pi}{3}\ rad}$$

أ.محمد ادريس

$$v_{m_2} = \frac{l}{d}\times v_c$$

$$= \frac{1}{\frac{2}{3}}\times\frac{4\pi}{3\sqrt{3}}$$

$$\boxed{d=\frac{2}{3}} \qquad \boxed{v_c=\frac{4\pi}{3\sqrt{3}}}$$

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

b نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول: لحظة تركها دون سرعة ابتدائية

$$\theta = \theta_{max}$$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول

$$\theta = 0$$

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

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

تركت بدون سرعة ابتدائية

نقطة تأثيرها لا تنتقل

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

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

$$\frac{1}{2} I_\Delta \cdot \omega^2 = m\cdot g\cdot d(1-\cos\theta_{max})$$

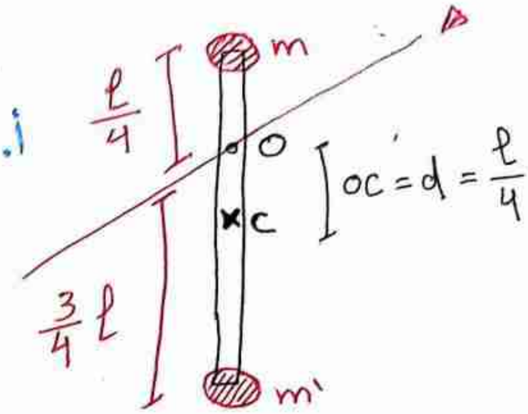
$$(1-\cos\theta_{max}) = \frac{\frac{1}{2}\cdot I_\Delta\cdot\omega^2}{m\cdot g\cdot d}$$

$$\boxed{\omega = \frac{v_c}{d}}$$

المسائل [5] درس

مهمل الكتلة
$$m_{ساق} = 0 \qquad I_{\Delta\,ساق} = 0$$

$$\boxed{m' = m}$$



أ. محمد إدريس

$$OC = d = \frac{\ell}{4}$$

$$\theta = \frac{1}{2\pi}\ \text{rad}$$

$t = 0$ تتركه دون سرعة ابتدائية

$$T_0 = 2{,}5\ \text{sec} = 25\times10^{-1}\ \text{sec}$$

بعد m عن O: $\boxed{r = \frac{\ell}{4}}$

بعد m' عن O: $\boxed{r' = \frac{3}{4}\ell}$

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

$t = 0$, $\theta = \theta_{max}$:
$$\cancel{\theta_{max}} = \cancel{\theta_{max}}\cdot\cos\varphi$$
$$1 = \cos\varphi$$
$$\boxed{0 = \varphi}\ \text{rad}$$

$$\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}} = \frac{2\pi}{25\times10^{-1}} = \frac{4\pi}{50\times10^{-1}}$$

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

$$\boxed{\theta = \frac{1}{2\pi}\cdot\cos\frac{4\pi}{5}t}\ \text{rad}$$

② $$\boxed{T_0 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{I_\Delta}{m_{جملة}\cdot g\cdot d}}}$$

$$\boxed{m_{جملة} = m_{ساق} + m + m'}$$
$$= 0 + m + m = 2m$$

$$\boxed{d = \frac{\sum m_i\cdot r_i}{\sum m_i}} \qquad \boxed{d = \frac{\ell}{4}}$$

من الرسم مباشرة مافي داعي للقانون (قاعدة)

$$\boxed{I_{\Delta\,جملة} = I_{\Delta/c\,ساق} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}}$$
$$= 0 + m\cdot r^2 + m'\cdot r'^2$$

لكن $\boxed{m = m'}$

$$= m\left(\frac{\ell^2}{16}\right) + m'\left(\frac{9}{16}\ell^2\right)$$
$$= m\ell^2\left(\frac{1}{16} + \frac{9}{16}\right)$$

$$I_{\Delta\,جملة} = \frac{10}{16}\,m\cdot\ell^2$$

$$T_0 = 2\cancel{\pi}\cdot\sqrt{\frac{\frac{10}{16}\cancel{m}\cdot\ell^{\cancel{2}}}{2\cancel{m}\cdot\cancel{10}\cdot\frac{\cancel{\ell}}{\cancel{4}}}}$$

$$= 2\cdot\sqrt{\frac{\frac{10}{16}\cdot\ell}{\frac{1}{2}}}$$

$$\boxed{d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i}}$$

$$= \frac{+ m \cdot r}{m} = r$$

$$\boxed{d = \frac{\ell}{4}}$$ من الرسم

$$\boxed{I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c\ (\text{ساق})} + I_{\Delta/m}}$$

$$= \cancel{0} + m \cdot r^2$$

لاهمال الكتلة

$$\boxed{r = \frac{\ell}{4}}$$

$$I_{\Delta/\text{جملة}} = m\left(\frac{\ell^2}{16}\right)$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\cancel{m}\cdot\frac{\ell^2}{16}}{\cancel{m}\times 10 \times \frac{\ell}{4}}}$$

$$= 2\cdot\sqrt{\frac{\frac{\ell}{4}}{1}}$$

$$= 2\cdot\sqrt{\frac{\ell}{4}}$$

$$T_0 = 2\cdot\sqrt{\frac{125\times10^{-2}}{4}}$$

$$T_0 = 2\cdot\sqrt{\frac{25\times5\times10^{-2}}{4}} = \cancel{2}\cdot\frac{5\times10^{-1}\sqrt{5}}{\cancel{2}}$$

$$T_0 = 5\times10^{-1}\sqrt{5} = 0{,}5\sqrt{5}$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{5} = \frac{\sqrt{5}}{2}\ \text{sec}$$

$$T_0 = 2\cdot\sqrt{\frac{10}{8}\ell}$$

تربيع الطرفين

$$T_0^2 = \cancel{4}\cdot\frac{10}{\cancel{8}}\ell$$

$$\left(25\times10^{-1}\right)^2 = \frac{10}{2}\ell$$

$$625\times10^{-2} = 5\ell$$

$$\ell = \frac{\cancel{625}\times10^{-2}}{\cancel{5}} = \frac{125\times10^{-2}}{1}$$

$$= 125\times10^{-2} = 1{,}25\ \text{m}$$

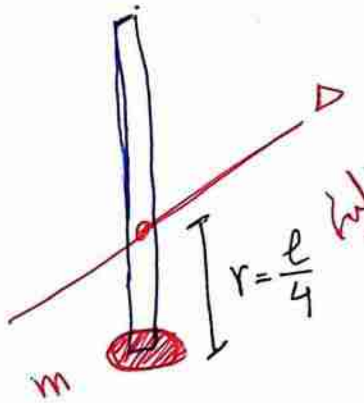
(٣)

$$\boxed{\omega_{max} = \omega_0 \cdot \theta_{max}}$$

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

$$= \frac{4}{5}\ \text{rad}\cdot s^{-1}$$

(٤)



عند قطع الكتلة السفلية الكتلة العلوية تقتل الساق بالعكس

المسألة $\boxed{4}$ عاشرة :

$R = 125 \times 10^{-1}\,cm = 125 \times 10^{-3}\,m$

$M = 5 \times 10^{-2}\,kg$

① معطى بنص المسألة

$$\boxed{I_{\Delta/c} = MR^2}$$

حلقة

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

$\boxed{m = M}$

$d = OC = R$ من الرسم

$$\boxed{I_\Delta = I_{\Delta/c} + Md^2}$$

هايغنز

لأن المحور لم يمر من المركز

$= M \cdot R^2 + MR^2$

$= 2MR^2$

$$T_0 = 2\cancel{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2\cancel{M}R^{\cancel{2}}}{\cancel{M} \cdot \cancel{10} \cdot \cancel{R}}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{2R}{1}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{2 \times 125 \times 10^{-3}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{250 \times 10^{-3}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{25 \times 10^{-2}}$$

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

---

①

$$\boxed{T_{0\,\text{بسيط}} = T_{0\,\text{مركب}}}$$

$$2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 1$$

$$2\cancel{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\ell}{\cancel{10}}} = 1$$

$$2\sqrt{\ell} = 1$$

تربيع

$$4 \cdot \ell = 1$$

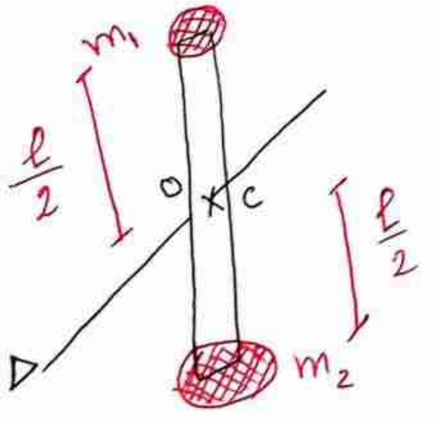
$$\ell = \frac{1}{4}\ m$$

المسألة $\boxed{5}$ عاشرة :

$L = 1\,m$

$m_1 = \frac{2}{10}\,kg$

$m_2 = \frac{6}{10}\,kg$



①

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{m_{\text{جملة}}\cdot g\cdot d}}}$$

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

مهملة الكتلة

$$= 0 + \frac{2}{10} + \frac{6}{10} = \frac{8}{10}\,kg$$

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta\,\text{ساق}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}}$$

مهملة الكتلة

$$= 0 + m_1\cdot r_1^2 + m_2\cdot r_2^2$$

$$= m_1\cdot\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$$

$$= \frac{\ell^2}{4}\left[m_1 + m_2\right]$$

$$= \frac{1}{4}\left[\frac{2}{10} + \frac{6}{10}\right]$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{1}{4}\left[\frac{8}{10}\right] = \frac{2}{10}\,kg\cdot m^2$$

$$\boxed{d = \frac{\sum m_i\cdot r_i}{\sum m_i}} \quad \boxed{r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2}}$$

$$= \frac{+m_2\cdot r_2 - m_1\cdot r_1}{m_{\text{جملة}}}$$

$$= \frac{\frac{6}{10}\left(\frac{1}{2}\right) - \left(\frac{2}{10}\right)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)}{\frac{8}{10}}$$

$$= \frac{\frac{3}{10} - \frac{1}{10}}{\frac{8}{10}} = \frac{\frac{2}{10}}{\frac{8}{10}}$$

$$= \frac{2}{8} = \frac{1}{4}\,m$$

$$T_0 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{\frac{2}{10}}{\frac{8}{10}\times 10\times\frac{1}{4}}}$$

$$= 2\cdot\sqrt{\frac{2}{8\times\frac{1}{4}}} = 2\,sec$$

نواس يدق الثانية

②

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

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

$$\pi\cdot\sqrt{\frac{\ell'}{10}} = 1$$

نربع

$$\pi^2\cdot\frac{\ell'^2}{10} = 1$$

$$\ell'^2 = 1 \Rightarrow \boxed{\ell' = 1\,m}$$

③

$$\theta_{max} = 0{,}4\,rad$$

$$0{,}4 > 0{,}24\,rad$$

سعات كبيرة

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

$$= 2\times\left[1 + \frac{0{,}4^2}{16}\right]$$

$$= 2\times\left[1 + \frac{16\times 10^{-2}}{16}\right]$$

$$= 2\times\left[\frac{16 + 16\times 10^{-2}}{16}\right]$$

$$T_0' = \frac{16 + 0,16}{8} = \frac{16,16}{8} \times 100$$

$$= \frac{1616}{800} = 2,02 \text{ sec}$$

$$\begin{array}{r} 2,02 \\ 800 \overline{)\,1616} \\ 1600\ - \\ \hline 1600 \\ 1600\ - \\ \hline 00 \end{array}$$

أ. محمد إدريس

(٤) $\boxed{a}$ نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول: لحظة تركه دون سرعة ابتدائية

$\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول

$\theta = 0$

$$\boxed{\begin{aligned} \Delta E_K &= \sum W_{\vec{F}_{1\to 2}} \\ E_K - E_{K_0} &= W_{\vec{R}} + W_{\vec{w}} \end{aligned}}$$

$$\frac{1}{2} I_\Delta . \omega^2 - \cancel{0} = \cancel{0} + m.g.h$$

تركه دون سرعة ابتدائية

نقطة تأثير R لا تنتقل

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

$$\frac{1}{2} I_\Delta . \omega^2 = m.g.d(1 - \cos\theta_{max})$$

$$I_\Delta . \omega^2 = 2.m.g.d(1 - \cos\theta_{max})$$

$$\omega^2 = \frac{2.m.g.d(1-\cos\theta_{max})}{I_\Delta}$$

$$\omega^2 = \frac{2 \cdot \frac{8}{10} \cdot 10 \cdot \frac{1}{4} \left(1 - \cos\frac{\pi}{3}\right)}{\frac{2}{10}}$$

$$= \frac{2 \times 2 \times \left(1 - \frac{1}{2}\right)}{\frac{2}{10}}$$

$$= \frac{4\left(\frac{1}{2}\right)}{\frac{2}{10}} = \frac{2}{\frac{2}{10}}$$

$$\omega^2 = \frac{1}{\frac{1}{10}} = 10$$

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

$\boxed{b}$

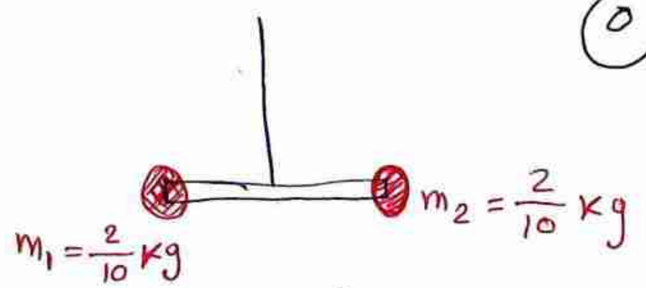
$$\boxed{v = \omega . r}$$

$\boxed{r = d \text{ لمركز العطالة}}$ OK

$\boxed{r = \frac{\ell}{2} \text{ لإحدى الكتلتين}}$

$$v = \omega . d = \pi \times \frac{1}{4} = \frac{\pi}{4} \text{ m.s}^{-1}$$

(٥)



$T_0 = 2\pi$ sec

$K = ?$

$\boxed{\theta = 0{,}5}$ rad ⑥

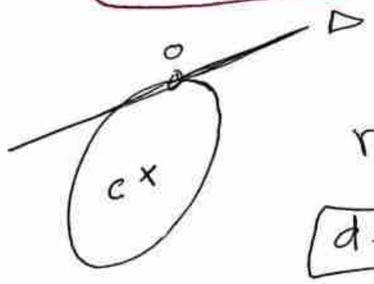
$$\boxed{\alpha = -\omega_0^2 \cdot \theta}$$

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

$$\alpha = -1 \times 0{,}5 = -0{,}5 \; rad \cdot s^{-2}$$

المسألة $\boxed{6}$ خاصة

①



$r = \frac{2}{3}$ m

$\boxed{d = oc = r}$ من الرسم

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

$$\boxed{\underset{\text{هايغنز}}{I_\Delta} = I_{\Delta/c} + m \cdot d^2}$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2} m \cdot r^2 + m \cdot r^2 = \frac{3}{2} m r^2$$

$$T_0 = 2\cancel{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\frac{3}{2} m \cdot r^2}{m \cdot \cancel{10} \cdot r}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{3}{2} r} = 2 \cdot \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3}} = 2 \sec$$

نواس يدق الثانية

$$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{I_{\Delta \text{ جملة}}}{K}}$$

تربيع الطرفين

$$T_0^2 = 40 \cdot \frac{I_{\Delta \text{ جملة}}}{K}$$

$$K = 40 \cdot \frac{I_{\Delta \text{ جملة}}}{T_0^2}$$

$$\boxed{\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \cancel{\underset{\text{ساق}}{I_\Delta}} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}}$$

مهمل الكتلة

$$\boxed{\begin{matrix} m_1 = m_2 \\ r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2} \end{matrix}} \Rightarrow \boxed{I_{\Delta/m_1} = I_{\Delta/m_2}}$$

$$\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = 2 \cdot I_{\Delta/m_1} = 2 \cdot m_1 \cdot r_1^2$$

$$= 2 \cdot m_1 \cdot \left(\frac{\ell^2}{4}\right)$$

أ. محمد ... $= 2 \times \frac{2}{10} \times \left(\frac{1}{4}\right)$

$$= \frac{1}{10} \; kg \cdot m^2$$

$$K = 40 \cdot \frac{\frac{1}{10}}{(2\pi)^2}$$

$$K = 40 \cdot \frac{\frac{1}{10}}{40} = \frac{1}{10}$$

$$\boxed{K = \frac{1}{10}} \; m \cdot N \cdot Rad^{-1}$$

$$\boxed{d = \frac{\sum m_i \cdot r_i}{\sum m_i}}$$

٥ مار من المركز

$$d = \frac{m_{\text{قرص}} \cdot r + m' \cdot r'}{m_{\text{جملة}}}$$

$$= \frac{0 + m' \cdot r'}{2m}$$

$\boxed{m' = m}$

$\boxed{r' = r}$

$$= \frac{m \cdot r'}{2m} = \frac{r'}{2}$$

$$\boxed{d = \frac{r}{2}}$$

$$T_0 = 2\cancel{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\frac{3}{2} \cdot \cancel{m} \cdot r^{2}}{2\cancel{m} \cdot 10 \cdot \frac{r}{2}}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{\frac{3}{2} r}{1}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{3}{2} r}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3}}$$

$$= 2 \text{ sec}$$

نواس يدق الثانية

أ. محمد إدريس

(٢)

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

$$2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2$$

$$\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 1$$

نربع

$$10 \cdot \frac{\ell}{g} = 1$$

أ. محمد إدريس

$$10 \cdot \frac{\ell}{10} = 1$$

$$\boxed{\ell = 1 \text{ m}}$$

(٣)

m القرص بالمركز

$\boxed{m' = m_{\text{قرص}}}$

$$\boxed{T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{I_{\Delta\,\text{جملة}}}{m_{\text{جملة}} \cdot g \cdot d}}}$$

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

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

$$= \frac{1}{2} m \cdot r^{2} + m' \cdot r'^{2}$$

$\boxed{m = m' \quad r = r'}$

$$= \frac{1}{2} m \cdot r^{2} + m\, r^{2}$$

$$= \frac{3}{2} m \cdot r^{2}$$

(٤)

$$v = \frac{2\pi}{3}\ m.s^{-1}$$

$$\theta_{max} = ?$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول لحظة تركه دون سرعة ابتدائية

$$\theta = \theta_{max}$$

الوضع الثاني لحظة المرور بالشاقول

$$\theta = 0$$

$$\boxed{\begin{aligned}\Delta E_K &= \sum W_{\vec F_{1\to 2}}\\ E_K - E_{K_0} &= W_{\vec R} + W_{\vec w}\end{aligned}}$$

$$\frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 - 0 = 0 + m.g.h$$

تركه دون سرعة ابتدائية

نقطة تأثير القوة لا تنتقل

$$\boxed{h = d.(1-\cos\theta_{max})}$$

$$\boxed{d = \frac{r}{2}}\quad h = \frac{r}{2}(1-\cos\theta_{max})$$

$$\boxed{v = \omega . r} \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{v}{r}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\omega^2 = \frac{v^2}{r^2}}$$

$$\boxed{I_{\Delta\ جملة} = \frac{3}{2} m.r^2}$$

$$\boxed{m_{جملة} = 2m} \qquad \boxed{r = \frac{2}{3}}$$

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

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\cdot\cancel{m}.\cancel{r^2}.\frac{v^2}{\cancel{r^2}} = 2\cancel{m}.g.\frac{r}{2}(1-\cos\theta_{max})$$

$$\frac{3}{4}\cdot v^2 = 10 . r .(1-\cos\theta_{max})$$

$$(1-\cos\theta_{max}) = \frac{\frac{3}{4} v^2}{10 . r}$$

$$(1-\cos\theta_{max}) = \frac{\frac{3}{4}\cdot\frac{40}{9}}{10 \cdot \frac{2}{3}}$$

$$(1-\cos\theta_{max}) = \frac{\frac{10}{3}}{\frac{20}{3}}$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{10}{20}$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{1}{2}$$

$$1-\frac{1}{2} = \cos\theta_{max}$$

$$\frac{1}{2} = \cos\theta_{max}$$

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

النواس البسيط

دورة عرف النواس البسيط نظرياً وعملياً واستنتج الدور الخاص لهذا النواس انطلاقاً من الدور الخاص للنواس الثقلي المركب في حال السعات الصغيرة

الحل: **نظرياً:** نقطة مادية تهتز بتأثير عزم ثقلها حول محور ثابت يبعد مسافة l عن مركز عطالتها

عملياً: كرة صغيرة كتلتها m كثافتها كبيرة معلقة بخيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله l كبير بالنسبة لنصف قطر الكرة

$$T_{0\,\text{ثقلي}} = 2\pi.\sqrt{\frac{I_\Delta}{m.g.d}}$$

$$\left.\begin{array}{l} d = l \\ I_\Delta = m.l^2 \end{array}\right\} T_0 = 2\pi.\sqrt{\frac{\cancel{m}.l^2}{\cancel{m}.g.l}}$$

$$T_0 = 2\pi.\sqrt{\frac{l}{g}}$$

ملاحظات هامة

① حركة النواس البسيط بالسعات الصغيرة $\boxed{\text{جيبية انسحابية}}$

② دور النواس البسيط $\boxed{\text{لا يتعلق بالكتلة } m}$

③ نواسين متواقتين $\boxed{\text{لهما نفس الدور}}$

④ نواس يدق الثانية ← دوره $\boxed{T_0 = 2}$

⑤ حركة النواس البسيط بالسعات الكبيرة

$$\left.\begin{array}{l} \theta > 0,24\,rad \\ \theta > 14^\circ \end{array}\right\} \boxed{\text{انسحابية (دائرية) ليست جيبية}}$$

$$\boxed{T_{0\,\text{كبيرة}} = T_{0\,\text{صغيرة}} \times \left(1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right)}$$

⑥ لحساب السرعة v في الزاوية θ_{max}

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

$\boxed{\text{الوضع الأول}}$ لحظة تركها دون سرعة ابتدائية

$$\theta = \theta_{max}$$

$\boxed{\text{الوضع الثاني}}$ لحظة المرور بالشاقول

$$\theta = 0$$

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

$$E_K - E_{K_0} = W_{\vec{T}} + W_{\vec{w}}$$

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

تركت دون سرعة ابتدائية

لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة

$$\boxed{h = l\left(\cos\theta - \cos\theta_{max}\right)}$$

$$\boxed{h_{\text{عند الشاقول}} = l\left(1 - \cos\theta_{max}\right)}$$

أ. محمد إدريس

⑦ حساب السرعة الزاوية ω

$$\boxed{\omega = \frac{v}{\ell}} \Leftarrow \boxed{v = \omega \cdot \ell}$$

⑧ حساب قوة توتر الخيط T

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

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

نسقط على الناظم

$$-W \cdot \cos\theta + T = m \cdot a_c$$

$$\boxed{W = m \cdot g} \quad \boxed{a_c = \frac{v^2}{\ell}}$$

عند الشاقول

$$\cos\theta = 1 \leftarrow \boxed{\theta = 0}$$

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

⑨ حساب التسارع المماسي a_t

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

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

نسقط على المماس

$$-W \cdot \sin\theta + 0 = m \cdot a_t$$

$$-\cancel{m} \cdot g \cdot \sin\theta = \cancel{m}\, a_t$$

$$\boxed{-g \cdot \sin\theta = a_t}$$

⑩

$$\boxed{\begin{array}{c} v = \omega \cdot \ell \\ \downarrow \\ a_t = \alpha \cdot \ell \end{array}}$$

سؤال هام

تزاح كرة النواس البسيط بزاوية θ عن الشاقول

① ادرس حركة النواس بالحالة السعات الكبيرة

② كيف تصبح الحركة بحالة السعات الصغيرة وأوجد الدور الخاص

الحل ①

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

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

نسقط على المماس

$$-W \cdot \sin\theta + 0 = m \cdot a_t$$

$$-\cancel{m} \cdot g \cdot \sin\theta = \cancel{m} \cdot \alpha \cdot \ell$$

$$-g \cdot \sin\theta = \alpha \cdot \ell$$

$$-g \cdot \sin\theta = (\theta)''_t \cdot \ell$$

$$(\theta)''_t = \frac{-g \cdot \sin\theta}{\ell}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية لا تقبل حل جيبي لوجود sin

② $\boxed{\text{سعات صغيرة} \Leftarrow \theta \simeq \sin\theta}$

$$\boxed{(\theta)''_t = \frac{-g \cdot \theta}{\ell}} \quad ★$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حل جيبي

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

نشتق مرتين

$$(\theta)'_t = \omega = -\omega_0 \cdot \theta_{max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(\theta)''_t = \alpha = -\omega_0^2 \cdot \theta_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

♥ $$\boxed{(\theta)''_t = -\omega_0^2 \cdot \theta}$$

بالمقارنة بين ★ و ♥

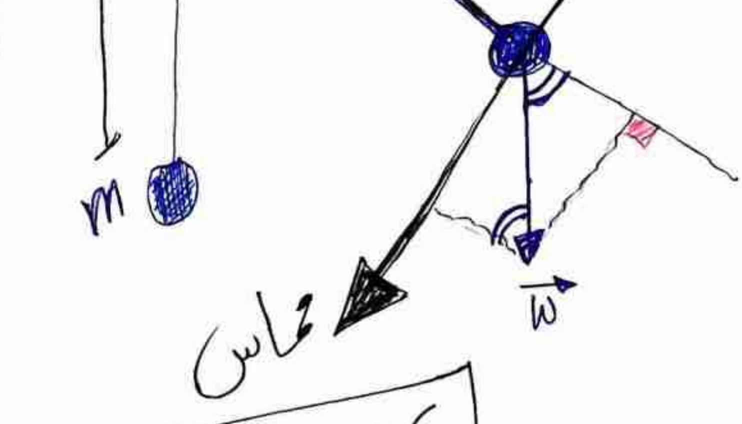
$$-\omega_0^2 \cdot \theta = \frac{-g \cdot \theta}{\ell}$$

$$\omega_0^2 = \frac{g}{\ell} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}} > 0$$

حركة جيبية دورانية

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{\ell}}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

فلاحظ



0991574406

أ. محمد إدريس

حل اختبر نفسي

أولاً

① $\boxed{a}$ إيقاف الميقاتية وخفض القرص بمقدار ضئيل ثم إعادة تشغيلها

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

$$I_\Delta = \frac{1}{12} m \cdot \ell^2$$

② تؤخر الثانية ويجب تعديلها $\boxed{c}$

T_0 ↑ g ↓

③ $\boxed{a}$ الشخص B

لأن السرعة الخطية عند المرور بوضع التوازن تكون عظمى

$\boxed{\text{المسألة 2 درس}}$

$$L = 40 \times 10^{-2}\, m = 4 \times 10^{-1}\, m$$

$$m_1 = 100 \times 10^{-3}\, kg = 10^{-1}\, kg$$

$\boxed{4\pi = 12{,}5}$ $\boxed{\pi^2 = 10}$ $\boxed{g = 10}$

① نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول لحظة تركها دون سرعة ابتدائية $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني لحظة المرور بالشاقول

$$\theta = 0$$

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

$$E_K - E_{K_0} = W_{\vec{T}} + W_{\vec{w}}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - \cancel{0} = \cancel{0} + mgh$$

تحرك دون سرعة ابتدائية

تعامد الانتقال

$$\frac{1}{2} v^2 = g.h$$

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

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

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

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

$$1 - \frac{2}{4} = \cos\theta_{max}$$

$$\frac{1}{2} = \cos\theta_{max}$$

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

ج) جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: كرة النواس

القوى المؤثرة:

$\vec{W}$ ثقل الكرة

$\vec{T}$ توتر الخيط

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

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

نسقط على الناظم

$$-W + T = m.a_c$$

$$T = m.a_c + W$$

$$T = m.a_c + m.g$$

$$T = m(a_c + g)$$

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

$$= 10^{-1}\left(\frac{4}{4\times 10^{-1}} + 10\right)$$

$$= 10^{-1}(10 + 10)$$

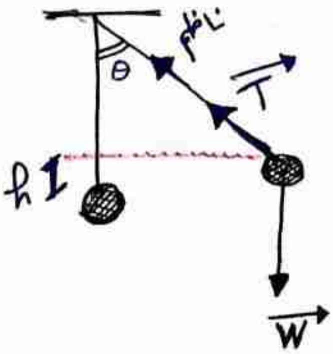
$$= 10^{-1}(20) = 2\ N$$

أ. محمد الدرويش

$m = \frac{1}{2}\ kg$

$L = 16 \times 10^{-1}\ m$

$h = 8 \times 10^{-1}\ m$



(أ)

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

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

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

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

$$E_K - E_{K_0} = W_{\vec{T}} + W_{\vec{W}}$$

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

تركت دون سرعة ابتدائية

تعامد الإنتقال

$$\frac{1}{2} v^2 = g.h$$

$$v^2 = 2g.h$$

$$v = \sqrt{2g.h}$$

$$v = \sqrt{2 \times 10 \times 8 \times 10^{-1}}$$

$$v = \sqrt{16} = 4\ m.s^{-1}$$

(ج)

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

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

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

$$1 - \frac{8 \times 10^{-1}}{16 \times 10^{-1}} = \cos\theta_{max}$$

$$1 - \frac{1}{2} = \cos\theta_{max}$$

$$\frac{1}{2} = \cos\theta_{max}$$

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

(د)

$$T_{0\,صغيرة} = 2\pi.\sqrt{\frac{l}{g}}$$

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

$$T_{0\,صغيرة} = 2\pi.\sqrt{\frac{16 \times 10^{-1}}{10}}$$

بالإسقاط على الناظم

$$T - W = m \cdot a_c$$

$$T = m \cdot a_c + W$$

$$= m \cdot a_c + m \cdot g$$

$$= m(a_c + g)$$

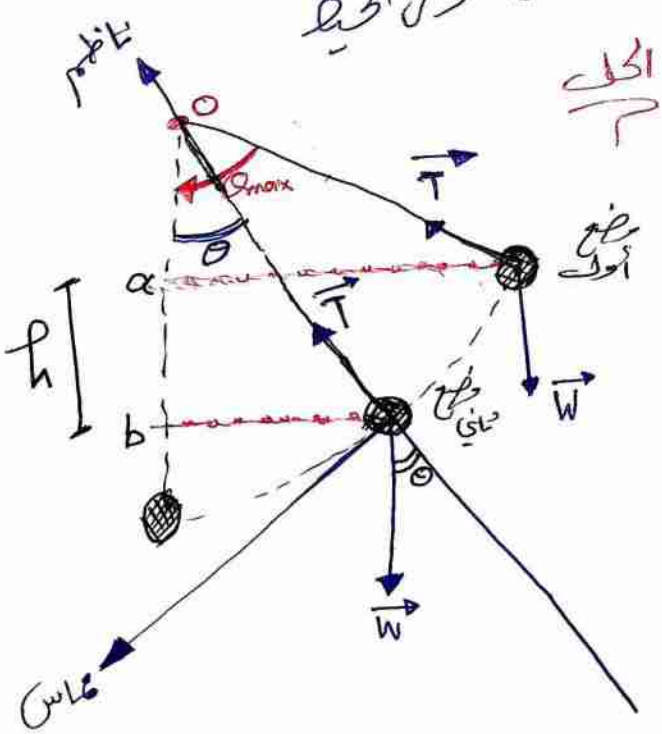
$$= m\left(\frac{v^2}{\ell} + g\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{16}{16\times10^{-1}} + 10\right)$$

$$= \frac{1}{2}(10 + 10) = 10\,N$$

سؤال هام استنتج العلاقة المحددة لسرعة كرة النواس وعلاقة توتر الخيط

الحل



$$T_{0\,\text{صغيرة}} = 2\pi\sqrt{16\times10^{-2}}$$

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

$$= 8\pi\times10^{-1}\ sec$$

$$T_{0\,\text{كبيرة}} = T_{0\,\text{صغيرة}}\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]$$

$$= 8\pi\times10^{-1}\left[1 + \frac{\frac{\pi^2}{9}}{16}\right]$$

$$16 \times 9 = 144$$

$$= 8\pi\times10^{-1}\left[1 + \frac{\pi^2}{144}\right]$$

$$= 8\pi\times10^{-1}\left[\frac{144}{144} + \frac{10}{144}\right]$$

$$= 8\pi\times10^{-1}\left[\frac{154}{144}\right]$$

$$= 0{,}8\pi\left[\frac{77}{72}\right]$$

$$77 \times 8 = 616$$

$$= \frac{61{,}6\,\pi}{72}\ sec$$

٤ جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: كرة نواس

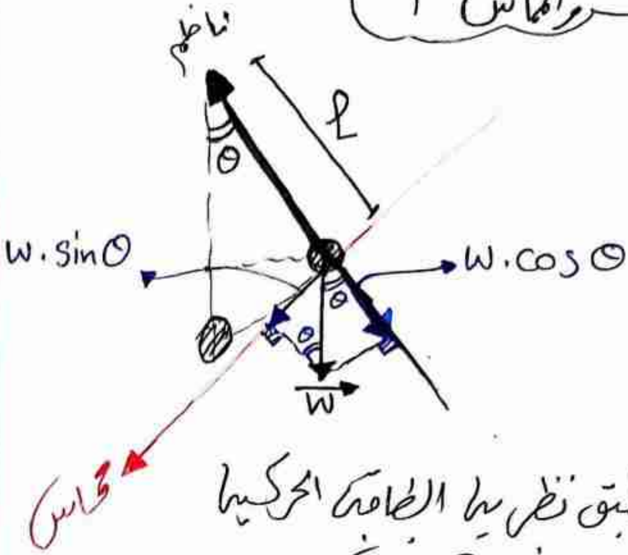
القوى المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل

$\vec{T}$ توتر الخيط

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

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

لنسقط على الناظم والمماس



نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الوضع الأول لحظة ترك الكرة دون سرعة ابتدائية

$\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني لحظة وصول الكرة للزاوية θ ما

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

$$E_{K_2} - \cancel{E_{K_1}} = \cancel{W_{\vec{T}}} + W_{\vec{w}}$$

$E_{K_1} = 0$ ترك دون سرعة ابتدائية

$W_{\vec{T}} = 0$ $\vec{T}$ تعامد الإنتقال بكل لحظة

$$\frac{1}{2}\cancel{m}\,v^2 = \cancel{m}\,g\,h$$

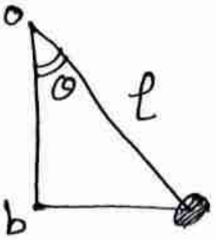
$$v^2 = 2\,g\,h$$

$$v = \sqrt{2\,g\,h}$$

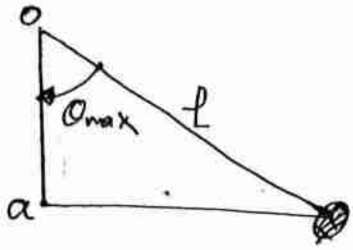
من الرسم

$$\boxed{h = ob - oa}$$

$$\boxed{ob = \ell\cdot\cos\theta}$$



$$\boxed{oa = \ell\cdot\cos\theta_{max}}$$



$$\Rightarrow h = \ell\cdot\cos\theta - \ell\cdot\cos\theta_{max} = \ell\left(\cos\theta - \cos\theta_{max}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{v = \sqrt{2g\cdot\ell\left(\cos\theta - \cos\theta_{max}\right)}}$$

ملاحظة: إذا علمت أنّ كرة النواس انزاحت زاوية 180 أحسب

① السرعة عند الزاوية 90

$\boxed{\theta = \frac{\pi}{2}}$ $\boxed{\theta_{max} = \pi}$ الحل ← وعوض

② عند المرور بالشاقول

$\boxed{\theta = 0}$ الحل ←

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: كرة نواس

القوى الخارجية: $\vec{w}$ ثقل

$\vec{T}$ توتر الخيط

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

$$\vec{w} + \vec{T} = m\cdot\vec{a}$$

نسقط على الناظم

ملاحظات الطالب

أ. محمد إدريس

$$-w\cdot\cos\theta + T = m\cdot a_c$$

$$T = m\cdot a_c + w\cdot\cos\theta$$

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

$$T = m\,\frac{2\cdot g\cdot\cancel{\ell}\,(\cos\theta-\cos\theta_{max})}{\cancel{\ell}} + m\cdot g\cdot\cos\theta$$

$$T = 2\,m\cdot g\,(\cos\theta-\cos\theta_{max}) + mg\cos\theta$$

$$T = 2m\cdot g\cos\theta - 2m\cdot g\cos\theta_{max} + mg\cos\theta$$

$$= 3m\cdot g\cos\theta - 2m\cdot g\cos\theta_{max}$$

$$\boxed{T = m\cdot g\,[3\cos\theta - 2\cos\theta_{max}]}$$

وعند المرور بالشاقول $\boxed{\theta = 0}$

$$\boxed{T = m\cdot g\cdot[3 - 2\cdot\cos\theta_{max}]}$$

ملاحظة

$T_0 \uparrow$ ومنه الميقاتية تؤخر ← الزمن كبير

$T_0 \downarrow$ ومنه الميقاتية تقدم ← الزمن قصير

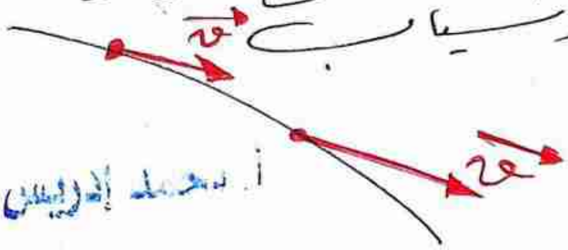
الموائع [السوائل]

تعاريف لإختر الإجابة الصحيحة

① جسيم المائع: جزء من المائع أبعاده صغيرة جداً بالنسبة لأبعاد المائع وكبيرة بالنسبة لأبعاد جزيئات المائع مثال قطرة الماء

② الموائع: هي السوائل والغازات

③ خط الإنسياب:
هو خط وهمي يبيّن المسار الذي يسلكه جسيم المائع أثناء حركته ويمسّ في كل نقطة من نقاطه لشعاع السرعة $\vec{v}$ لذلك لا يمكن أن تتقاطع خطوط الإنسياب



أ. محمد إدريس

④ الجريان المستقر:
تكون فيه سرعة جسيمات المائع ثابتة مع مرور الزمن في النقطة نفسها من خط الإنسياب

وله نوعان ← منتظم
← غير منتظم

أ. محمد إدريس

⑤ الجريان المنتظم: تكون فيه السرعة ثابتة في جميع نقاط المائع مع مرور الزمن

⑥ الجريان غير المنتظم: تكون فيه السرعة متغيرة من نقطة إلى أخرى مع مرور الزمن

⑦ أنبوب التدفق:
أنبوب وهمي يحتوي على جريان المائع
(أنبوب يملؤه مائع ويجتازه)

⑧ معدل التدفق الكتلي φ
(المنسوب الكتلي) للمائع
هو كتلة كمية المائع التي تعبر مقطع الأنبوب في وحدة الزمن

$$\boxed{\varphi = \frac{m}{\Delta t}} \quad (kg.s^{-1})$$

⑨ معدل التدفق الحجمي φ'
(المنسوب الحجمي) (معدل الضخ) للمائع
هو حجم كمية المائع التي تعبر مقطع الأنبوب في وحدة الزمن

$$\boxed{\varphi' = \frac{V}{\Delta t}} \quad (m^3.s^{-1})$$

دورة اشرح ميزات السائل المثالي

① غير قابل للإنضغاط
(كتلته الحجمية ثابتة مع مرور الزمن)

② عديم اللزوجة
(قوى الإحتكاك الداخلي بين مكوناته مهملة عندما تتحرك بالنسبة لبعضها البعض وبالتالي لا يوجد ضياع للطاقة)

③ جريانه مستقر
(حركة جسيماته لها خطوط انسياق محددة وسرعة جسيماته عند نقطة معينة تكون ثابتة مع مرور الزمن)

④ جريانه غير دوراني
(لا تتحرك جسيمات السائل حركة دورانية حول أي نقطة في مجرى الجريان)

سؤال أوجد العلاقة بين المنسوب الكتلي والحجمي

الحل

$$\frac{Q_{\text{كتلي}}}{Q'_{\text{حجمي}}} = \frac{\frac{m}{\cancel{\Delta t}}}{\frac{V}{\cancel{\Delta t}}}$$

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{m}{V}$$

$$\frac{Q}{Q'} = \rho \leftarrow \rho = \frac{m}{V}$$

$$\Rightarrow \boxed{Q = Q' \times \rho}$$

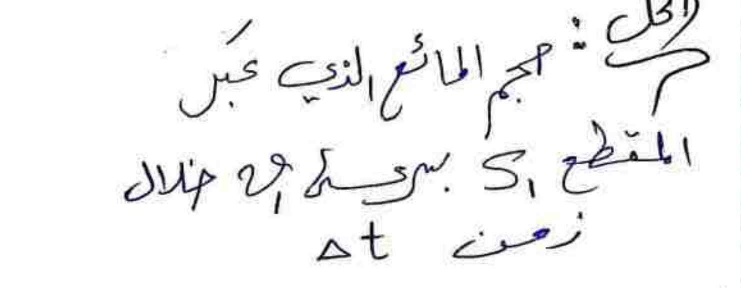
Q: منسوب كتلي $(Kg \cdot s^{-1})$

Q': منسوب حجمي $(m^3 \cdot s^{-1})$

ρ: الكثافة (الكتلة الحجمية) $(Kg \cdot m^{-3})$

دورة استنتج معادلة الإستمرارية

[برهن أن سرعة تدفق مائع تتناسب عكساً مع مساحة المقطع]



الحل: حجم المائع الذي يعبر المقطع S_1 بسرعة v_1 خلال زمن Δt

$$\boxed{V_1 = S_1 \cdot x_1}$$

$$\boxed{x_1 = v_1 \times \Delta t}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_1 = S_1 \cdot v_1 \times \Delta t}$$

حجم المائع الذي عبر المقطع S_2 بسرعة v_2 خلال زمن Δt

$$\boxed{V_2 = S_2 \cdot x_2}$$

$$\boxed{x_2 = v_2 \times \Delta t}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_2 = S_2 \cdot v_2 \times \Delta t}$$

(ثابت = التدفق الحجمي

$Q' = const$)

$$\Rightarrow Q'_1 = Q'_2$$

$$\frac{V_1}{\cancel{\Delta t}} = \frac{V_2}{\cancel{\Delta t}}$$

أ. محمد إدريس

$$V_1 = V_2$$

$$S_1 \cdot v_1 \times \cancel{\Delta t} = S_2 \cdot v_2 \times \cancel{\Delta t}$$

معادلة الاستمرارية $\boxed{S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2}$

دخول = خروج

$$Q'_1 = Q'_2$$

ومنه

$$\boxed{\frac{S_1}{S_2} = \frac{v_2}{v_1}}$$

S_1 مع v_1 عكسي

سؤال: يعبّر عن كمية المائع بمقدارين ماهما؟

منسوب كتلي

$$Q = \frac{m}{\Delta t}$$

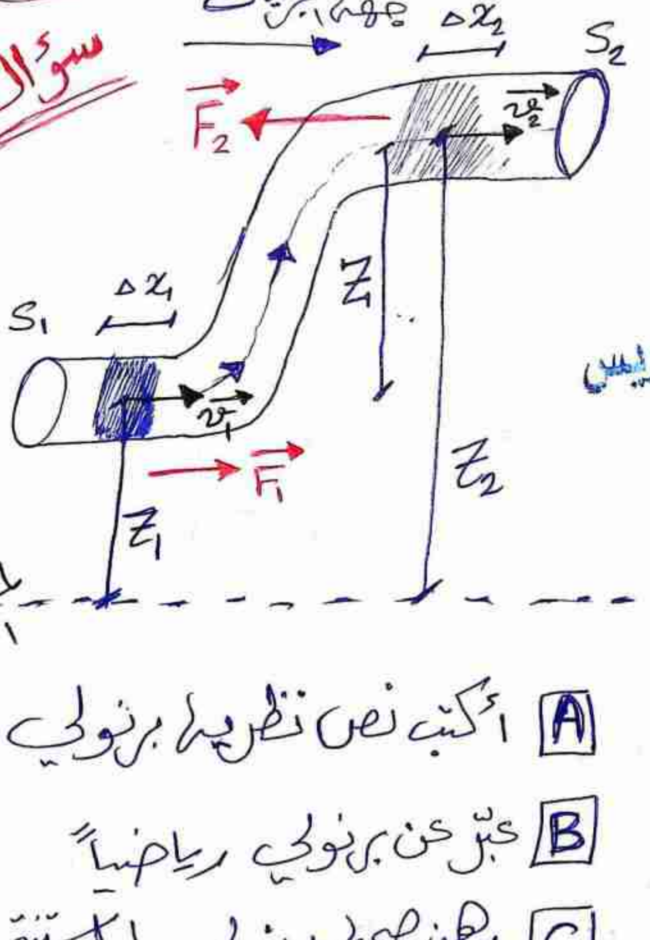
$(kg \cdot s^{-1})$

منسوب حجمي

$$Q' = \frac{V}{\Delta t}$$

$(m^3 \cdot s^{-1})$

سؤال



A أكتب نص نظرية برنولي

B عبّر عن برنولي رياضياً

C برهن صحة برنولي (استنتج معادلة برنولي)

[المائع ينقص كلما زادت سرعته]

أ. محمد إدريس

الحل
[A] مجموع الضغط والطاقة الحركية لوحدة الحجوم والطاقة الكامنة الثقالية لوحدة الحجوم عند نقطة من خط الإنسياب هو مقدار ثابت

[B]

عامة
$$\boxed{P + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z = const}$$

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

[C] العمل الكلي المبذول لنقل السائل

عمل قوة الثقل

عمل القوة الضاغطة

عمل قوة الثقل
$$\boxed{W_{\vec{w}} = -mg\cdot(z_2 - z_1)}$$

أ. سعد الدريس

أ. سعد الدريس

عمل القوة الضاغطة

يتأثر السطح S_1 بقوة F_1 باتجاه الجريان فتنتقل نقطة تأثيرها مسافة Δx_1 خلال Δt فتقوم بعمل محرك

$$\boxed{\begin{aligned} W_1 &= F_1\cdot\Delta x_1 = P_1\cdot S_1\cdot\Delta x_1 \\ W_1 &= P_1\cdot\Delta V \end{aligned}}$$

يتأثر السطح S_2 بقوة F_2 بعكس الجريان فتنتقل نقطة تأثيرها مسافة Δx_2 خلال Δt فتقوم بعمل مقاوم

$$\boxed{\begin{aligned} W_2 &= -F_2\cdot\Delta x_2 = -P_2\cdot S_2\cdot\Delta x_2 \\ W_2 &= -P_2\cdot\Delta V \end{aligned}}$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية

$$\Delta E_K = \sum W$$

ننشر ونجعل 1 بطرف و 2 بطرف

$$E_{K_2} - E_{K_1} = W_{\vec{w}} + W_1 + W_2$$

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

$$\frac{1}{2}m v_2^2 - \frac{1}{2}m\cdot v_1^2 = -mgz_2 + mgz_1 + P_1\cdot\Delta V - P_2\cdot\Delta V$$

$$+P_2\cdot\Delta V + \frac{1}{2}m v_2^2 + mgz_2 = P_1\cdot\Delta V + \frac{1}{2}m v_1^2 + mgz_1$$

نقسم الطرفين على ΔV

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

$$\boxed{\frac{m}{\Delta V} = \rho}$$

أ. سعد الدريس

سؤال هام انطلاقاً من علاقة برنولي كيف تؤول حالة $z_1 = z_2$

فسّر نقصان الضغط للمائع عندما تزداد سرعته في أنبوب أفقي

الحل

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

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

قاعدة

$$\boxed{z_1 = z_2}$$

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

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

$$\boxed{P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right)}$$

$$v_2 > v_1 \Rightarrow P_1 > P_2$$

ومنه P, v تناسب عكسي

سؤال هام انطلاقاً من معادلة برنولي استنتج معادلة المانومتر لضغط مائع ساكن

الحل

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

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

ساكن $v_1 = v_2 = 0$

$$P_1 - P_2 = \rho g z_2 - \rho g z_1$$

$$P_1 - P_2 = \rho g\left(z_2 - z_1\right)$$

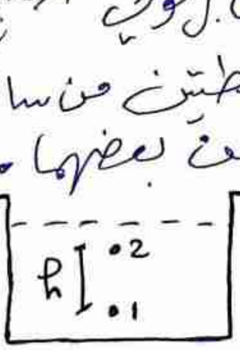
$$\boxed{z_2 - z_1 = h}$$

$$\boxed{P_1 - P_2 = \rho g h}$$

معادلة المانومتر لضغط مائع ساكن

ممكن يكون نص السؤال

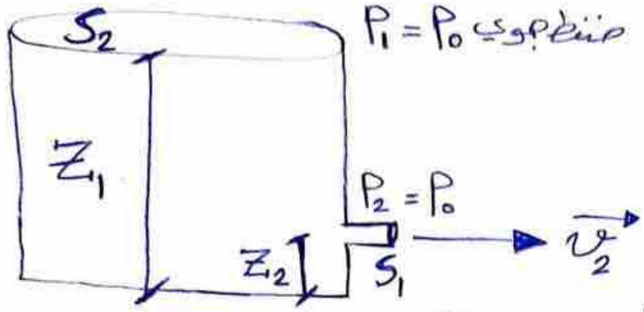
انطلاقاً من برنولي استنتج فرق الضغط بين نقطتين من سائل ساكن تبعدان عن بعضهما مسافة h



دورة

نظرية تورشللي

برهن أنّ سرعة تدفق مائع من فتحة في أسفل خزان واسع جداً هي $v_2=\sqrt{2gz}$



الحل

$$P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho g z = const$$

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

$$\left(S_2 > S_1 \Rightarrow v_2 \ll v_1 \Rightarrow v_1 \simeq 0 \right) \quad \left(P_1 = P_2 = P_0 \text{ ضغط جوي} \right)$$

مساحة الخزان كبيرة بالنسبة للفتحة

$$\cancel{P_0}+0+\rho g z_1 = \cancel{P_0}+\frac{1}{2}\rho v_2^2+\rho g z_2$$

$$\rho g z_1-\rho g z_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\boxed{z_1 - z_2 = z}$$

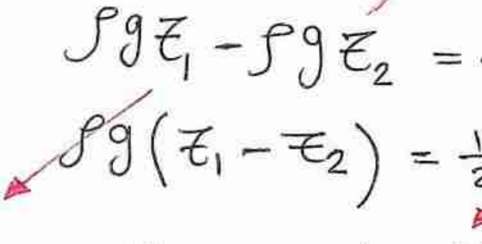
$$\cancel{\rho} g (z_1 - z_2) = \frac{1}{2}\cancel{\rho} v_2^2$$

$$g z = \frac{1}{2} v_2^2$$

$$2 g z = v_2^2$$

معادلة تورشللي $\boxed{\sqrt{2gz} = v_2}$

سؤال هام



برهن أنّ أنبوب فنتوري يكون فيه الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجذع الرئيسي للأنبوب

(فسّر بازدياد المساحة يزداد الضغط)

الحل

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

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

الأنبوب أفقي $z_1 = z_2$

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

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right)$$

$$\boxed{S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2} \Rightarrow v_2^2 = \frac{S_1^2 \cdot v_1^2}{S_2^2}$$

معادلة الاستمرارية

ومنه

أ. محمد إدريس

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(\frac{S_1^2 \cdot v_1^2}{S_2^2} - v_1^2\right)$$

عامل مشترك

$$\boxed{P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(\frac{S_1^2}{S_2^2} - 1\right)v_1^2}$$

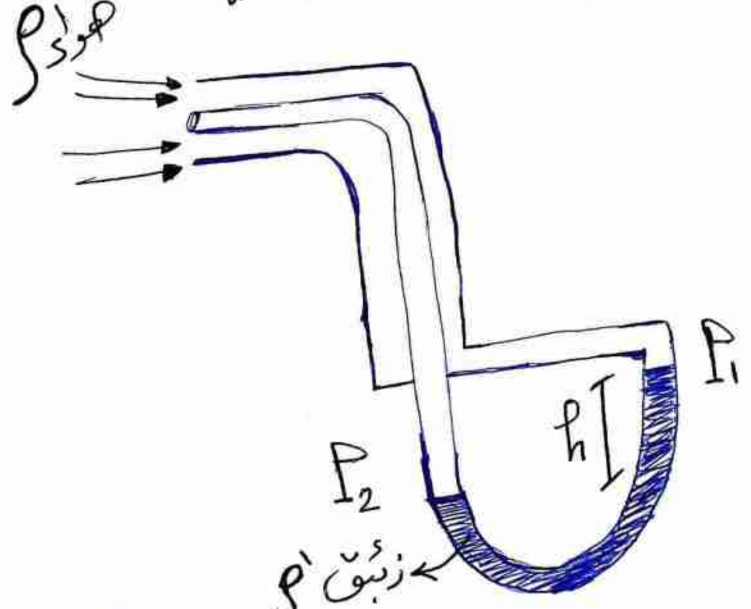
معادلة فنتوري

$$S_1 > S_2 \Rightarrow P_1 > P_2$$

أ. محمد إدريس

ومنه S و P تناسب طردي

سؤال هام



برهن أن سرعة المائع في أنبوب بيتوت هي

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\rho' g h}{\rho}}$$

أ. محمد إدريس

الحل

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = \text{const}$$

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

$v_2 = 0$

(عندما يدخل الهواء تنعدم سرعته عندما يلاقي الزئبق ويرتفع مسافة h)

($z_1 = z_2$ الأنبوب دقيق جداً)

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

(من معادلة المانومتر قراءة

$$\boxed{P_2 - P_1 = \rho' g \cdot h}$$
)

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 - P_1$$

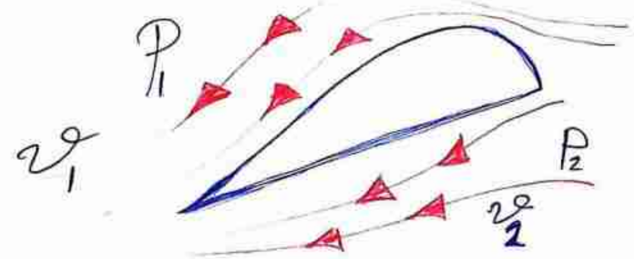
$$\frac{1}{2}\underbrace{\rho}_{\text{هواء}} \cdot v_1^2 = \underbrace{\rho'}_{\text{زئبق}} \cdot g \cdot h$$

أ. سعيد إدريس

$$v_1^2 = \frac{\rho' \cdot g \cdot h}{\frac{1}{2}\rho} = \frac{2 \cdot \rho' \cdot g \cdot h}{\rho}$$

أ. سعيد إدريس $\Longrightarrow$ $$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho' \cdot g \cdot h}{\rho}}$$

فسر: السطح العلوي لجناح الطائرة أكثر تقوساً من السطح السفلي



الحل: لكي تكون سرعة جريان الهواء من الأعلى أكبر مما عليه في الأسفل ومنه ينشأ فرق ضغط يؤدي لرفع الطائرة يسمى $\boxed{\text{قوة الرفع}}$

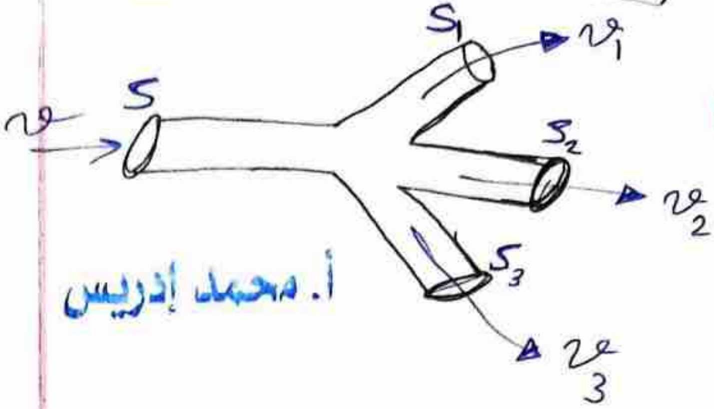
$$v_1 > v_2 \Longrightarrow P_1 < P_2$$

$$\boxed{\text{قوة الرفع} = P_2 - P_1}$$

الضغط	السرعة	السطح
$P \nearrow$	$v \searrow$	$S \nwarrow$

ملاحظات المسائل

①

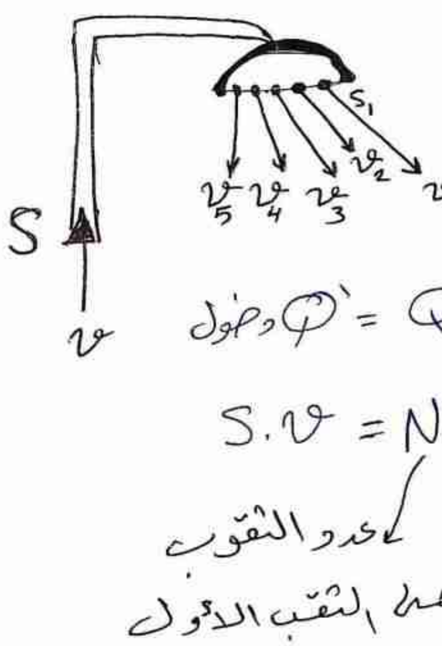


أ. محمد إدريس

$$Q'_{\text{دخول}} = Q'_{\text{خروج}}$$

$$\boxed{S.v = S_1.v_1 + S_2.v_2 + S_3.v_3}$$

② دوش الإستحمام



الثقوب متماثلة

$$Q'_{\text{دخول}} = Q'_{\text{خروج}}$$

$$S.v = N.S_1.v_1$$

عدد الثقوب

مساحة الثقب الأول

سرعة تدفق الماء بالثقب الأول

③

$$P = \frac{F}{S}$$

الضغط بالباسكال Pa

القوة N

السطح m^2

④

طاقة حركية $\boxed{E_K = \frac{1}{2} m.v^2}$

طاقة حركية لواحدة الحجوم $\boxed{\frac{E_K}{\Delta V} = \frac{1}{2} \rho.v^2}$

طاقة كامنة ثقالية $\boxed{E_P = m.g.Z}$

طاقة كامنة ثقالية لواحدة الحجوم $\boxed{\frac{E_P}{\Delta V} = \rho.g.Z}$

⑤

التدفق الحجمي

معدل الضخ

المنسوب الحجمي

$\boxed{Q' = S.v}$ سرعة

$\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t}}$ حجم

⑥ زمن التفريغ

$$\boxed{\Delta t = \frac{V}{Q'}}$$

⑦ سرعة التدفق

$$\boxed{v = \frac{Q'}{S}}$$

أ. محمد إدريس

٨ سرعة دخول السائل v_1

سرعة خروج السائل v_2

$$\boxed{Q' = S \cdot v}$$

$$\boxed{Q' = \underbrace{S_1 \cdot v_1}_{\text{دخول}} = \underbrace{S_2 \cdot v_2}_{\text{خروج}}}$$

دخول $\boxed{v_1 = \dfrac{Q'}{S_1}}$ $\boxed{v_1 = \dfrac{S_2 \cdot v_2}{S_1}}$

خروج $\boxed{v_2 = \dfrac{Q'}{S_2}}$ $\boxed{v_2 = \dfrac{S_1 \cdot v_1}{S_2}}$

٩ بس يطلب منك ضغط

ضغط دخول P_1

ضغط خروج P_2

فرق الضغط $(P_1 - P_2)$

نطبق علاقة برنولي

ونعزل المجهول

أ. سعد إدريس

١٠ التحويلات

$$g \xrightarrow{\times 10^{-3}} kg$$

$$g.cm^{-3} \xrightarrow{\times 10^{3}} kg.m^{3}$$

$$cm \xrightarrow{\times 10^{-2}} m$$

$$cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$$

$$cm^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^3$$

الليتر $L \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$

ملاحظات الطالب

أ. سعد إدريس

أختبر نفسي

أولاً: اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ ممّا يأتي:

1. عندما تهبُّ رياحٌ أفقيّةٌ عند فوّهة مدخنة شاقوليّة فإنّ:

a. سرعةَ خروج الدخان من فوّهة المدخنة:

a. تزداد   b. تنقص   c. تبقى دون تغيّر   d. تنعدم

b. ويمكن تفسيرُ النتيجة وفقَ:

a. مبدأ باسكال   b. مبدأ برنولي   c. قاعدة أرخميدس   d. معادلة الاستمراريّة

2. يتّصف السائلُ المثاليُّ بأنّه:

a. قابلٌ للانضغاط وعديمُ اللزوجة.   b. غيرُ قابل للانضغاط ولزوجتُه غيرُ مهملة.

c. غيرُ قابل للانضغاط وعديمُ اللزوجة.   d. قابلٌ للانضغاط ولزوجتُه غيرُ مهملة.

3. خرطومٌ مساحةُ مقطعه عند فوّهة دخول الماء فيه s_1 وسرعةُ جريان الماء عند تلك الفوّهة v_1، فتكونُ سرعةُ خروج الماء v_2 من نهاية الخرطوم حيثُ مساحةُ المقطع $s_2 = \frac{1}{4}s_1$ مساويةً:

a. v_1 b. $\frac{1}{4}v_1$ c. $4\,v_1$ d. $16\,v_1$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً باستخدام العلاقات الرياضيّة المناسبة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. اختلافِ سرعةِ جريانِ الماءِ عبرَ مقاطعَ مختلفةِ المساحةِ في مجرى نهرٍ جريانُه أفقيٌّ.
2. اندفاعِ ستائرِ النوافذِ المفتوحةِ إلى خارجِ السيّارةِ عندما تتحرّك بسرعةٍ معيّنة.
3. عدمِ تقاطعِ خطوطِ الانسيابِ لسائلٍ.
4. ينقصُ مقطعُ عمودِ الماءِ المتدفّقِ من الخرطومِ عندما تُوجَّهُ فوّهتُهُ للأسفلِ، ويزدادُ مقطعُهُ عندما تُوجَّهُ فوهتُهُ رأسيّاً للأعلى.
5. يندفعُ الماءُ بسرعةٍ كبيرةٍ من ثقبٍ صغيرٍ حدَثَ في جدار خرطومٍ ينقلُ الماء.
6. تستطيعُ خراطيمُ سياراتِ الإطفاءِ إيصالَ الماء لارتفاعاتٍ ومسافاتٍ كبيرة.
7. تكونُ مساحةُ فتحاتِ الغازِ في موقدِ الغازِ صغيرةً؟
8. لجعلِ الماءِ المتدفّقِ من فتحةِ خرطومٍ يصلُ إلى مسافاتٍ أبعدَ نُغلقُ جزءاً من فتحةِ الخرطوم.
9. عندما تهبُّ الأعاصيرُ يُنصحُ بفتحِ النوافذِ في البيوت.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

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

المطلوب:

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

المسألة الثانيةُ:

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

المطلوب:

1. احسب سرعةِ الماءِ عندَ دخولِه الأنبوبَ وعند فتحةِ خروجِه من الأنبوبِ.
2. احسب قيمةِ ضغطِ الماءِ عندَ دخولِه الأنبوبَ علماً بأنّ الضغطَ الجويّ $1 \times 10^5\,Pa$، والارتفاعَ بينَ الفوّهتين $20\,m$
P1
3. احسب العمل الميكانيكي اللازم لضخ $100\,L$ من الماء إلى الخزان العلوي.

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

المسألة الثالثةُ:

ينتهي أنبوبُ ماءٍ مساحةُ مقطعِه $10\,cm^2$ إلى رشّاش الاستحمام فيه 25 ثقباً متماثلاً مساحةُ مقطعِ كلِّ ثقبٍ $0.1\,cm^2$، فإذا علمتَ أنّ سرعةَ تدفّق الماء عبر الأنبوب $50\,cm.s^{-1}$.

المطلوب:

1. احسب معدّلِ التدفّق الحجميّ للماء
2. احسب سرعةِ تدفّق الماء من كلِّ ثقب.

المسألة الرابعة:

مِحقنٌ أسطوانيُّ الشكلِ مساحةُ مقطعِه $1.25\,cm^2$ مركّبٌ عليه إبرةٌ معدنيّةٌ مساحة مقطعها $4 \times 10^{-2}\,cm^2$.

المطلوب:

1. احسب سرعةِ تدفقِ المحلولِ عبرَ مقطع المحقن عندما يكونُ معدّلُ التدفّق $5 \times 10^{-5}\,m^3.s^{-1}$
2. احسب سرعة تدفقِ المحلولِ لحظةَ خروجِهِ من فوّهةِ الإبرة.

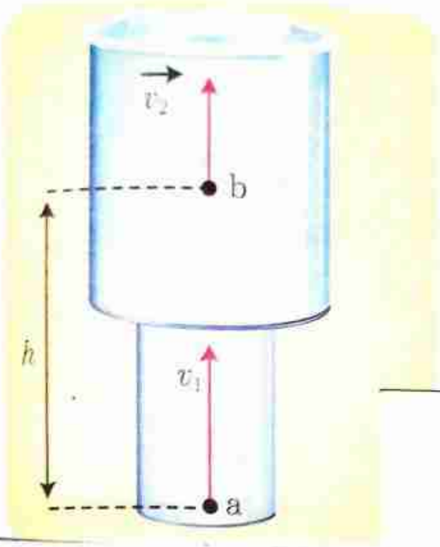
المسألة الخامسة:

ثلاثةُ صنابيرِ ماءٍ، يملأُ الأوّلُ حَوضاً في ساعة، ويملأُ الثاني الحوضَ نفسَه في نصفِ ساعة، ويملأُ الثالثُ الحوضَ نفسَه في ربعِ ساعة، احسبِ الزّمنَ اللازمَ لملْءِ الحوضِ عندما تفتحُ الصنابيرُ الثلاثةُ معاً.

المسألة (7): عاشرة

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

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



اختبر نفسي للموائع

أولاً:
① a- [a] تزداد
b- [b] برنولي

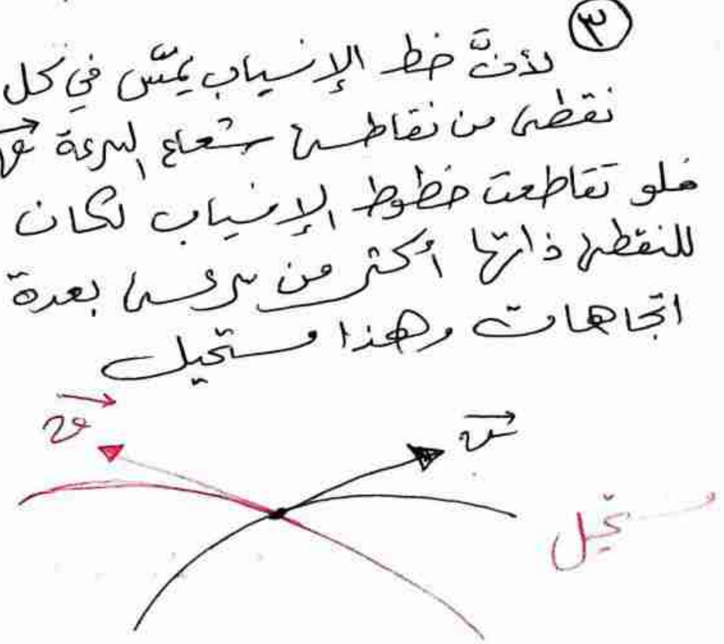
② غير قابل للإنضغاط وعديم اللزوجة

③ $4v_1$ (v و S تناسب عكسي)

ثانياً:
① حسب معادلة الاستمرارية
$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$
S , v تناسب عكسي

② حسب معادلة برنولي
$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$
P , v تناسب عكسي
ينقص الضغط بزيادة السرعة
فيكون ضغط الهواء خارج النافذة أقل من داخل النافذة
⟸ يخرج الهواء من الداخل إلى الخارج

③ لأنّ خط الإنسياب يمسّ في كل نقطة من نقاطه شعاع السرعة $\vec{v}$
فلو تقاطعت خطوط الإنسياب لكان للنقطة ذاتها أكثر من سرعة بعدة اتجاهات وهذا مستحيل



④ حسب معادلة الاستمرارية
$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$
S , v تناسب عكسي
عند توجيه الفوهة للأسفل: تزداد السرعة و ينقص المقطع

أ. [illegible]

عند توجيه الفوهة للأعلى: تنقص السرعة، تزداد المقطع

⑤ حسب معادلة الاستمرارية
S , v تناسب عكسي
لأنّ مساحة الثقب صغير ومنه تزداد السرعة

⑥ حسب معادلة الاستمرارية
S , v تناسب عكسي
فوهة الخرطوم ضيقة ← فتزداد السرعة ← تزداد الطاقة الحركية للسائل

⑦ حسب معادلة الاستمرارية
S , v تناسب عكسي
$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$
الفتحة صغيرة ← ليندفع الغاز بسرعة

⑧ حسب معادلة الاستمرارية
$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$
S , v تناسب عكسي
تنقص المساحة ⟸ تزداد السرعة

$\rho = 10^3 \ kg/m^3$

المسألة [2] درس

$S_1 = 10 \times 10^{-4} \ m^2$

$S_2 = 5 \times 10^{-4} \ m^2$

$Q' = 5 \times 10^{-3} \ m^3 . s^{-1}$

① $\boxed{Q' = S_1 . v_1 = S_2 . v_2}$

$v_1 = \frac{Q'}{S_1} = \frac{5 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-4}} = 5 \ m.s^{-1}$

$v_2 = \frac{Q'}{S_2} = \frac{5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}} = 10 \ m.s^{-1}$

② $P_1 = ?$ ضغط دخول

$z = 20 \ m$

$P_2 = P_{جوي} = 1 \times 10^5 \ Pa$

$\boxed{P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const}$

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

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

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

$= 10^5 + \frac{1}{2} 10^3 (100 - 25) + 10^3 \times 10 (20)$

$= 10^5 + 500 (75) + 200\ 000$

$= 100\ 000 + 37500 + 200\ 000$

$P_1 = 337500 \ Pa$

أ. محمد إدريس

④ حسب معادلة برنولي

$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$

تزداد السرعة ⟸ ينقص الضغط ⟸ تفتح النوافذ

لتتساوى سرعة الرياح أعلى وأسفل السقف

ومنها يتساوى الضغط حسب برنولي

ثالثاً المسألة [1] درس

$V = 600 \times 10^{-3} \ m^3$

$S = 5 \times 10^{-4} \ m^2$

$\Delta t = 300 \ sec$

① $\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t}} = \frac{600 \times 10^{-3}}{300} = 2 \times 10^{-3} \ \frac{m^3}{s}$

② $\boxed{Q' = S . v} \Rightarrow \boxed{v = \frac{Q'}{S}}$

$v = \frac{2 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}} = \frac{2}{5 \times 10^{-1}} = \frac{20}{5}$

$v = 4 \ m.s^{-1}$

③ $S' = \frac{1}{4} S$ أ. محمد إدريس

$\boxed{\underset{قبل}{S . v} = \underset{بعد}{S' . v'}}$

$v' = \frac{S . v}{S'} = \frac{S . v}{\frac{1}{4} S}$

$v' = \frac{v}{\frac{1}{4}} = 4 v = 4 \times 4$

$v' = 16 . m . s^{-1}$

$\boxed{F = P.S}$ حيث

$\boxed{V = S.x}$ $\boxed{z = h = 20\ m}$

$= 337500 \times 10^{-1} - 10^{5} \times 10^{-1} - 100 \times 10 \times 20$

$= (3375 \times 10^{-1} - 10^{3} \times 10^{-1} - 10 \times 20)\, 10^{2}$

$= [337{,}5 - 10^{2} - 200]\, 10^{2}$

$= (337{,}5 - 300) \times 10^{2}$

$= 37{,}5 \times 10^{2} = 3750\ J$

المسألة 3 درس

$S_1 = 10 \times 10^{-4} = 10^{-3}\ m^2$

$N = 25$ ثقب

$S_2 = 0{,}1 \times 10^{-4} = 10^{-5}\ m^2$

$v_1 = 50 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-1}\ m.s^{-1}$

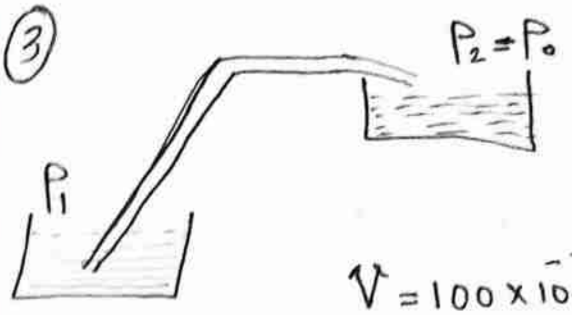
① $\boxed{\Phi' = S_1 . v_1 = N S_2 . v_2}$

$\Phi' = S_1 . v_1 = 10^{-3} \times 5 \times 10^{-1}$
$= 5 \times 10^{-4}\ m^3/sec$

② $v_2 = \dfrac{\Phi'}{N . S_2} = \dfrac{5 \times 10^{-4}}{25 \times 10^{-5}}$

$v_2 = \dfrac{1}{5 \times 10^{-1}} = 2\ m.s^{-1}$

③



$V = 100 \times 10^{-3}\ m^3 = 10^{-1}\ m^3$

$P_1 = 337500\ Pa$

$P_2 = P_0 = 10^{5}\ Pa$

$W = \Delta E_K = E_{K_2} - E_{K_1}$

$= \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$

$= \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$

$\boxed{m = \rho . V} = 1000 \times 100 \times 10^{-3}$

$m = 100\ kg$

$W = \frac{1}{2}\, 100\, (100 - 25)$

$= 50\, (75)$ أ. محمد إدريس

$= 3750\ J$

طريقة ثانية

$W = W_1 + W_2 + W_{\vec{w}}$

$W = F_1 . x_1 - F_2 . x_2 - m.g.h$

$W = P_1 . S_1 . x_1 - P_2 . S_2 . x_2 - m.g.h$

$\boxed{W = P_1 . V - P_2 . V - m.g.h}$

$$\boxed{\varphi' = \varphi'_1 + \varphi'_2 + \varphi'_3}$$

$$\frac{V}{\Delta t} = \frac{V}{\Delta t_1} + \frac{V}{\Delta t_2} + \frac{V}{\Delta t_3}$$

$$\frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t_1} + \frac{1}{\Delta t_2} + \frac{1}{\Delta t_3}$$

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

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

أ. سعد إدريس

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

$$\Rightarrow 1 = 7\Delta t$$

$$\boxed{\Delta t = \frac{1}{7}}$$ ساعة

أ. سعد إدريس

المسألة 4 درس

$$S_1 = 1{,}25 \times 10^{-4} = 125 \times 10^{-6}\ m^2$$

$$S_2 = 4 \times 10^{-2} \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-6}\ m^2$$

① $\varphi' = 5 \times 10^{-5}\ m^3/sec$

$$\boxed{\varphi' = S_1 . v_1}$$

$$v_1 = \frac{\varphi'}{S_1} = \frac{5 \times 10^{-5}}{125 \times 10^{-6}}$$

$$v_1 = \frac{1}{25 \times 10^{-1}} = \frac{10}{25} = 0{,}4\ m.s^{-1}$$

$$\begin{array}{r|l} & 0{,}4 \\ 25 & 100 \\ & 100- \\ \hline & 00 \end{array}$$

② $\boxed{\varphi' = S_2 . v_2}$

$$v_2 = \frac{\varphi'}{S_2} = \frac{5 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-6}}$$

$$v_2 = \frac{5}{4 \times 10^{-1}}$$

$$= \frac{50}{4} = 12{,}5\ m.s^{-1}$$

المسألة 5 درس

$\Delta t_1 = 1$ يملأ الحوض

$\Delta t_2 = \frac{1}{2}$ علأ الحوض

$\Delta t_3 = \frac{1}{4}$ علأ الحوض

$$(z_2 - z_1) = h = 50 \times 10^{-2}\, m$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \cdot 10^3 (1 - 16) + 10^3 \cdot 10 \left(50 \times 10^{-2}\right)$$

$$= 500(-15) + 10^4 \left(5 \times 10^{-1}\right)$$

$$= -7500 + 5 \times 10^3$$

$$= -7500 + 5000$$

$$= -2500\ Pa$$

المسائل 7 عافقي

$$\boxed{S = \pi r^2}$$

$r_1 = 5 \times 10^{-2}\, m$

$v_1 = 4\ m \cdot s^{-1}$

$r_2 = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}\, m$

1) $v_2 = ?$

$$\boxed{\varphi' = S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2}$$

$$v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2}$$

$$= \frac{\cancel{\pi} \cdot r_1^2 \times 4}{\cancel{\pi} \cdot r_2^2}$$

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

$$v_2 = 100 \times 10^{-2} = 1\ m \cdot s^{-1}$$

2) فرق الضغط $P_1 - P_2 = ?$

$$\boxed{P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const}$$

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

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

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

النسبية الخاصة

سؤال ما فرضيات نظرية أينشتاين ؟

الحل

① سرعة انتشار الضوء بالخلاء هي نفسها في جميع جمل المقارنة $C = 3\times10^{8}\ m.s^{-1}$

② القوانين الفيزيائية تبقى نفسها في جميع جمل المقارنة العطالية

أ. محمد إدريس

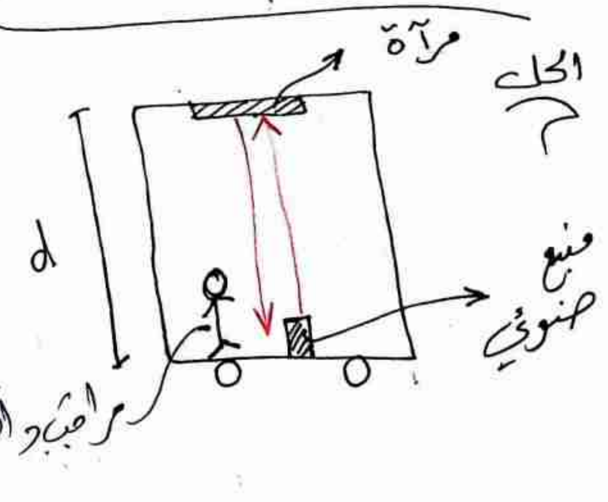
سؤال قطار يسير بسرعة ثابتة v مثبت على سقفه مرآة ترتفع d عن المنبع الضوئي أسفل القطار

① استنتج الزمن اللازم لعودة الومضة للمنبع بالنسبة لمراقب داخلي

② استنتج زمن عودة الومضة للمنبع بالنسبة لمراقب داخلي

③ استنتج عامل التمدد γ (معامل لورنز) وماذا تستنتج

الحل



أ. محمد إدريس

d = ذهاب
d = رجوع
مسافة الضوء $2d$

①

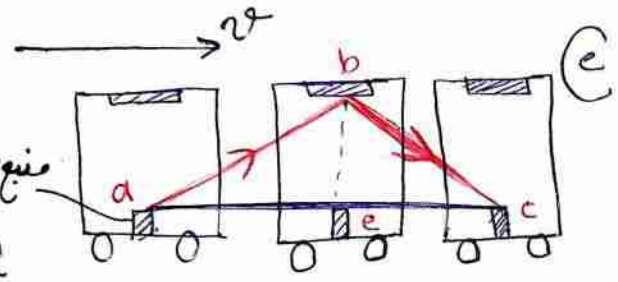
الزمن = $\frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$

$$\boxed{t_0 = \frac{2d}{c}}$$

ومنها نعزل d

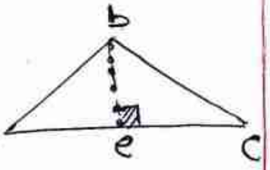
$$d = \frac{t_0 \cdot c}{2}$$

②



المسافة هي للضوء $\boxed{ab+bc}$

$\triangle abc$ مثلث متساوي الساقين



$\triangle abe$ ينطبق على $\triangle bec$

$\Rightarrow \boxed{ab = bc}$

السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

$$C = \frac{ab+bc}{t}$$

$$C = \frac{2ab}{t}$$

$$\Rightarrow \boxed{ab = \frac{c \cdot t}{2}}$$

لاحظ المراقب الخارجي أنّ المنبع

انتقل من a إلى c بسرعة العربة c

خلال زمن t

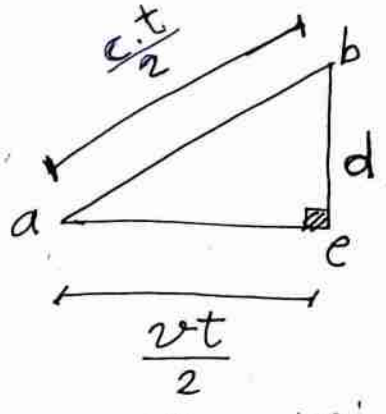
$$v = \frac{ac}{t} = \frac{ae+ec}{t}$$

ae = ec

be يعني متوسط ومنصف ومحور

$$v = \frac{2ae}{t}$$

$$ae = \frac{v.t}{2}$$



حسب فيثاغورث

$$ab^2 = ae^2 + be^2$$

$$\frac{c^2.t^2}{4} = \frac{v^2.t^2}{4} + d^2$$

$$\frac{c^2.t^2}{4} - \frac{v^2.t^2}{4} = d^2$$

عامل مشترك $\frac{t^2}{4}\left(c^2 - v^2\right) = d^2$

نعزل t^2 $\Rightarrow t^2 = \frac{4d^2}{(c^2 - v^2)}$

نجذر $\Rightarrow \boxed{t = \frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}}}$

③ نقسم الزمن t على t_0

$$\gamma = \frac{t}{t_0} = \frac{\frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}}}{\frac{2d}{c}}$$

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

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

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

عامل مشترك

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

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

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

نستنتج $\boxed{c > v} \Rightarrow \boxed{\gamma > 1}$

$\boxed{t > t_0}$ ومنه الزمن يتمدد عند الحركة

أي الزمن يتباطئ

تمرين: يفرض أن أخوين توأمين أحدهما رائد فضاء طار بسرعة قريبة من سرعة الضوء

$$v = \frac{\sqrt{899}}{30} \cdot c$$

وبقي رائد الفضاء في رحلته سنة واحدة وفق ميقاتيته يحسب كم الزمن الذي انتظره أخوه التوأم ليعود الرائد من رحلته

الحل

$t_0 = 1$ year ، الزمن الذي سجله رائد الفضاء ؟ } مراقب داخلي

$t = ?$ الزمن الذي سجله المراقب الخارجي ؟ } أخوه الذي بقي على الأرض

$$\boxed{t = \gamma \cdot t_0}$$

$$\boxed{\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\frac{899}{900}c^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{899}{900}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{900}{900}-\frac{899}{900}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{900}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\frac{1}{30}} = 30 \text{ year}$$

$$\Rightarrow \boxed{t = \gamma \cdot t_0}$$

$$t = 30 \times 1 = 30 \text{ year}$$

سؤال: استنتج المعادلة المعبرة عن تقلص الأطوال الخاصة بالنظرية النسبية ؟

[برهن أن الطول ينكمش (يتقلص) عند التحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء]

الحل

✓ انطلقت مركبة فضائية من الأرض إلى الشمس بسرعة ثابتة v

✓ سجل المراقب الخارجي (على الأرض) المسافة بين الأرض والشمس L_0 والزمن للرحلة t

أ. محمد إدريس

الزمن × السرعة = المسافة

$$\boxed{L_0 = v \cdot t}$$

✓ سجل المراقب الداخلي (رائد الفضاء) المسافة بين الأرض والشمس L والزمن للرحلة t_0

$$\boxed{L = v \cdot t_0}$$

✓ نسب المراقب الخارجي على الداخلي

$$\frac{L_0}{L} = \frac{v \cdot t}{v \cdot t_0} = \frac{t}{t_0} = \gamma$$

$$\Rightarrow \frac{L_0}{L} = \gamma$$

نعزل L $\Rightarrow \boxed{L = \frac{L_0}{\gamma}}$ $\quad \gamma > 1$

$v \uparrow$ و $\gamma \uparrow$ طردي

$\gamma \uparrow$ و $L \downarrow$ عكسي

$\Rightarrow \boxed{L < L_0}$

ومنه تتقلص المسافة

ملاحظة

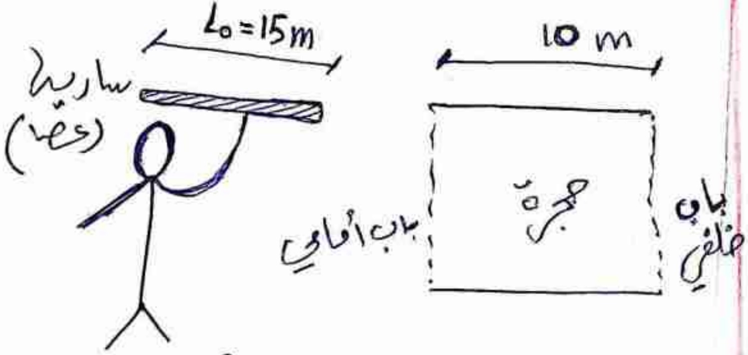
بالنسبة لطول المركبة

L هو طول المركبة بالنسبة لمراقب خارجي

L_0 هو طول المركبة بالنسبة لمراقب داخلي

$$L < L_0$$

سؤال: (تطبيق السارية والحجرة)



روبوت يحمل سارية (عصا) طولها وهي ساكنة $L_0 = 15m$ يتحرك بسرعة أفقية $v = 0,75\,C$ وأمامه حجرة لها باب أمامي وباب خلفي يبعدان $10m$ عن بعضهما

هل يمكن أن تعبر السارية الحجرة بأمان إذا أغلق المراقب الباب الأمامي والخلفي وفتحهما آنياً

$$\sqrt{0,4375} \simeq 0,66$$

أ. محمد إدريس

الحل نحسب طول السارية أثناء الحركة

أ. ساعد الدريس

$$\boxed{L = \frac{L_0}{\gamma}} \quad \boxed{\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0{,}75c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-0{,}75^2}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(75\times10^{-2})^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1-5625\times10^{-4}}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1-0{,}5625}}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ 75\times \\ \hline 375 \\ 5250+ \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{0{,}4375}}$$

$$\gamma = \frac{1}{0{,}66}$$

$$L = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{15}{\frac{1}{0{,}66}} = 15\times\frac{0{,}66}{1}$$

$$L = 990\times10^{-2} = 9{,}9\ m$$

$$\begin{array}{r} 66 \\ 15\times \\ \hline 330 \\ 660+ \\ \hline 990 \end{array}$$

$$L < L_0$$

$$9{,}9 < 10$$

يمكن للسارية أن تمر بأمان

سؤال هام انطلاقاً من العلاقة

$$\boxed{m = \gamma \cdot m_0}$$

استنتج العلاقة المعبّرة عن الطاقة الكلية بالنظرية النسبية $E = m \cdot c^2$

(برهن أن الكتلة تكافئ الطاقة في النظرية النسبية)

الحل

$m = \gamma \cdot m_0$

m: كتلة جسم أثناء الحركة

m_0: كتلة جسم أثناء سكون

$$\Delta m = m - m_0$$

$$= \gamma \cdot m_0 - m_0$$

$$\Delta m = m_0(\gamma - 1)$$

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

$$\Rightarrow \Delta m = m_0\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)$$

$$= m_0\left(\frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} - 1\right)$$

أ. ساعد الدريس

أ. سعيد إدريس

$$\Delta m = m_0\left(\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1\right)$$

دستور التقريب

$$(1+\varepsilon)^n \simeq 1 + n\varepsilon$$

بشرط $\varepsilon \ll 1$

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

$$\boxed{\varepsilon = \frac{v^2}{c^2}}$$

$v \ll c$

ومنه

البسط أصغر من المقام

$$\frac{v^2}{c^2} \ll 1$$

$$\Delta m = m_0\left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} - 1\right)$$

$$= m_0\left(\frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}\right)$$

رتّب

$$= \frac{\frac{1}{2} m_0 v^2}{c^2}$$

$$\uparrow \Delta m = \frac{E_k}{c^2} \uparrow$$

c^2 سرعة الضوء ثابتة

$\boxed{\Delta m \text{ و } E_k \text{ طردي}}$

$$\boxed{\Delta m = m - m_0}$$

$$m - m_0 = \frac{E_k}{c^2}$$

$\times c^2$

$$m c^2 - m_0 c^2 = E_k$$

$$\boxed{\underbrace{m c^2}_{\text{طاقة كلية}} = \underbrace{m_0 c^2}_{\text{طاقة سكونية}} + \underbrace{E_k}_{\text{الطاقة الحركية}}}$$

$\boxed{E = m c^2}$ الطاقة الكلية

$\boxed{E_0 = m_0 c^2}$ الطاقة السكونية

$\boxed{E_k = E - E_0}$ الطاقة الحركية

ومنه $\boxed{E = E_0 + E_k}$

سؤال

يتحرك إلكترون في أنبوبة تلفاز بطاقة حركية $27 \times 10^{-16}\ J$

① أحسب النسبة المئوية للزيادة في كتلة الإلكترون نتيجة طاقته الحركية

② أحسب طاقته السكونية

$c = 3 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$

$m_e = 9 \times 10^{-31}\ kg$

أ. سعيد إدريس

الحل

$\Delta m = ?$ الزيادة

$E = E_k + E_0$

كلية حركية سكونية

(1)

$E_k = E - E_0$

$= mC^2 - m_0 \cdot C^2$

$E_k = C^2 (m - m_0)$

$E_k = C^2 \cdot \Delta m$

$\Delta m = \frac{E_k}{C^2} = \frac{27 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{16}}$

$\Delta m = 3 \times 10^{-16} \times 10^{-16}$

$\boxed{\Delta m = 3 \times 10^{-32}}$ kg الزيادة هي

كل m_e تزداد إلى 3×10^{-32}

كل 100 تزداد إلى x

$x = \frac{100 \times 3 \times 10^{-32}}{9 \times 10^{-31}}$

$x = \frac{100}{3} \times 10^{-1} = \frac{10}{3} = 3{,}\bar{3}$

$\boxed{\text{وكنسبة } 3{,}33\ \%\ \text{kg}}$

(2)

$E_0 = m_0 \cdot C^2$ سكونية

$= 9 \times 10^{-31} \times 9 \times 10^{16}$

$= 81 \times 10^{-15}$ J

سؤال متى تؤول العلاقات في الميكانيك النسبي إلى العلاقات في الميكانيك الكلاسيكي

الحل

من أجل السرعات الصغيرة جداً أمام سرعة الضوء $v \ll C$

سؤال انطلاقاً من علاقة الطاقة الحركية في الميكانيك النسبي استنتج علاقة الطاقة الحركية في الميكانيك الكلاسيكي من أجل السرعات الصغيرة

الحل

سرعات صغيرة $\Leftarrow v \ll C \Leftarrow$

$\frac{v^2}{C^2} \ll 1 \Leftarrow$

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

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

أ. محمد إدريس

أ.محمد الدايس

سؤال هام: انطلاقاً من علاقة كمية الحركة بالميكانيك النسبي استنتج كمية الحركة كلاسيكياً

$$P = m \cdot v$$

$$\boxed{m = \gamma \cdot m_0} \quad P = \gamma \cdot m_0 \cdot v$$

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

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

حسب دستور التقريب

$$\Rightarrow P = \left(1 + \underbrace{\frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}}\right) \cdot m_0 \cdot v$$

$\boxed{v \ll c}$ يهمل لأنّ

$$P = (1 + 0)\, m_0 \cdot v$$

$$\boxed{P = m_0 \cdot v}$$

$\frac{v^2}{c^2} \ll 1 \Leftarrow v \ll c$

← نطبق دستور التقريب

$$(1 + \varepsilon)^n = 1 + n \cdot \varepsilon$$

بشرط $\varepsilon \ll 1$

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

$$E_k = E - E_0$$

$$= mc^2 - m_0 \cdot c^2$$

$$= \gamma m_0 \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 \quad \boxed{m = \gamma \cdot m_0}$$

$$= m_0 \cdot c^2 [\gamma - 1]$$

$$= m_0 \cdot c^2 \left[\cancel{1} + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} - \cancel{1}\right]$$

$$= m_0 \cdot \cancel{c^2} \left[\frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{\cancel{c^2}}\right]$$

$$= m_0 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot v^2\right]$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_0 \cdot v^2$$

أ.محمد الدايس

تعلّمتُ

- ينتشرُ الصّوتُ في الخلاء بالسّرعة نفسِها $c = 3 \times 10^8 \mathrm{m.s^{-1}}$ في جميعِ جملِ المقارنة، وهذه هي الفرضيّة الأولى لأينشتاين.
- القوانينُ الفيزيائيّة تبقى نفسَها في جميعِ جملِ المقارنةِ العطاليّة، وهي الفرضيّة الثانية لأينشتاين.
- عندما يكونُ جسمٌ متحرّكاً بالنسبة لجملةِ مقارنةٍ فإنّ زمنَه يتمدّدُ وفقَ قياسِ جملةِ المقارنةِ تلك

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

- عندما يكونُ جسمٌ متحرّكاً بالنسبةِ لجملةِ مقارنةٍ فَإنَّ طولَهُ يتقلّصُ وفقَ قياسِ جملةِ المقارنةِ تلك

$$L = \frac{L_0}{\gamma}$$

- عندما يكونُ جسمٌ متحرّكاً بالنسبةِ لجملةِ مقارنةٍ فإنّ كتلتَه تزدادُ وفقَ قياسِ جملةِ المقارنةِ تلك

$$m = \gamma m_0$$

- إنّ الطاقةَ الكليّة في الميكانيك النسبيّ هي مجموعُ الطاقة السكونيّة والطاقة الحركيّة.
- إذْ: الطاقة السكونيّة: $E_0 = m_0.c^2$ الطاقة الحركيّة: $E_k = E - E_0$ الطاقة الكليّة: $E_k = mc^2$
- تؤوّلُ العلاقاتُ في الميكانيك النسبيّ إلى العلاقات في الميكانيك الكلاسيكيّ من أجل السّرعات الصغيرة جدّاً أمامَ سرعة الضوء في الخلاء.

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

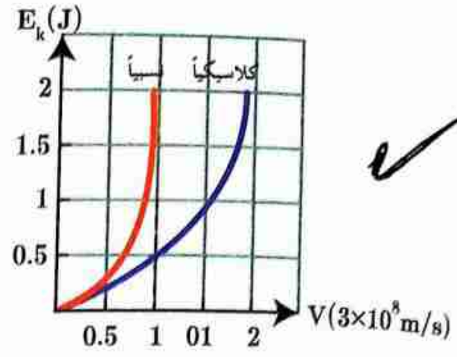
1. أفترضُ أنّ صاروخين في الخلاء يتحرّكُ كلٌّ منهما نحوَ الآخر بسرعةٍ قريبةٍ من سرعةِ انتشارِ الضوءِ في الخلاء، وفي لحظةٍ ما أضاء الصاروخُ الأوّلُ مصابيحَه، إنّ سرعةَ ضوءِ الصاروخِ الأولِ بالنسبةِ للصاروخِ الثاني هي:

a. c b. أكبر من c c. أصغر من c d. معدومة

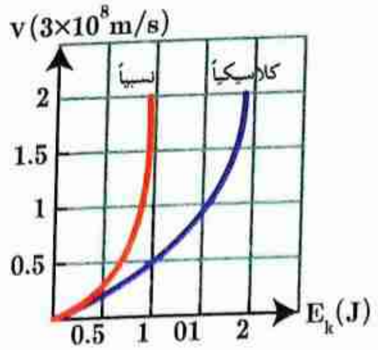
2. أفترضُ أنّ طاقمَ سفينةِ فضاءٍ تطيرُ بسرعةٍ قريبةٍ من سرعةِ انتشارِ الضوءِ في الخلاء يشاهدون تسجيلاً لمباراةِ كرةِ قدمٍ مدّتُها ساعةٌ ونصفٌ، ويتابعُهم مراقبٌ أرضيٌّ بتلسكوبٍ دقيقٍ جداً، فيرى مدّة المباراة:

a. هي نفسها. b. أكبر c. أصغر d. معدومة

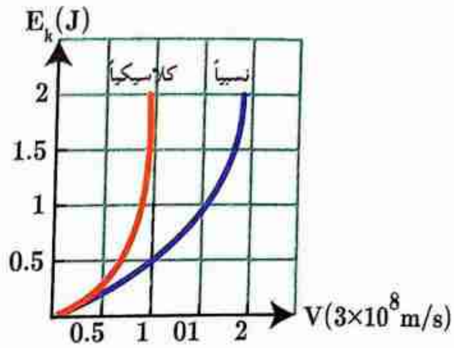
3. المنحني البيانيّ الذي يمثّل العلاقة بين الطاقة الحركيّة لجسمٍ ما، وسرعته هو:



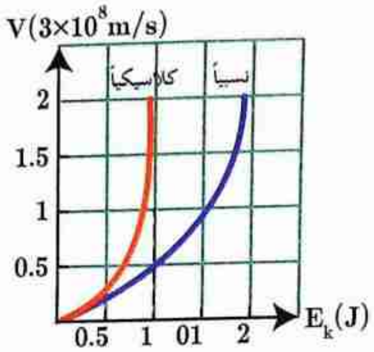
$\boxed{.a}$



.b



.c



.d

ثانياً: أجبْ عن السؤالين الآتيين:

1. يحاولُ العلماءُ عندَ دراستهم خصائصَ الجسيماتِ تحريكَها بسُرعاتٍ كبيرةٍ جداً باستخدام المسرّعات، هل يمكنُ أنْ تصلَ سرعةُ هذه الجسيماتِ إلى سرعةِ انتشارِ الضوءِ في الخلاء تماماً؟ لماذا؟
2. يقفُ جسمٌ ساكنٌ عند مستوٍ مرجعيّ (سطح الأرض مثلاً)، ما قيمةُ طاقتهِ الحركيّة عندئذٍ؟ وما قيمةُ طاقتهِ الكامنة الثقاليّة بالنسبة للمستوي المرجعيّ؟ هل طاقتُهُ الكليّةُ النسبيّة معدومة؟ ولماذا؟

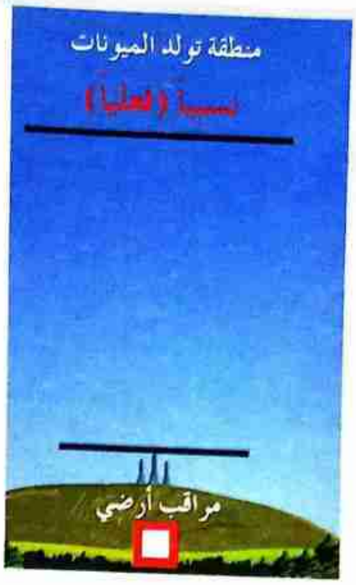
ثانياً: حُلَّ المسائلَ الآتيةَ:

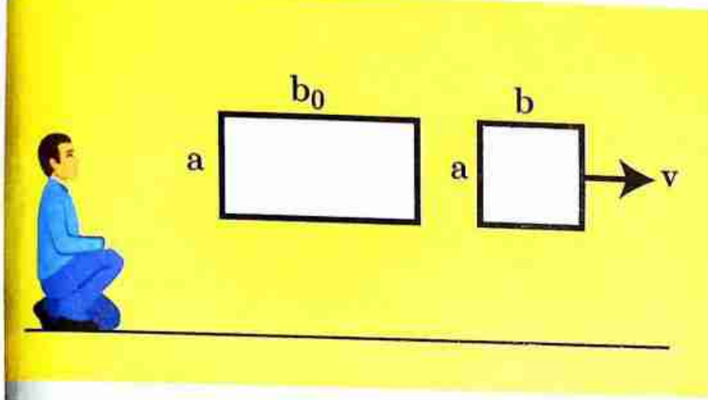
المسألة الأولى:

درسَ العلماءُ جسيماتِ الميونات (وهي جسيماتٌ أوليّة) في المختبر فوجدوا أنّها تتحلّلُ إلى جسيماتٍ أخفَّ منها خلال زمن $2.2\,\mu s$.

المطلوب:

1. رصدت الميونات بدايةً قربَ سطح الأرض، أحسبْ أقصى ارتفاعٍ عن سطح الأرضِ يمكنُ أن تكونَ قد تولّدت عنده وفق القوانين الكلاسيكيّة؟ إذا علمت أن سرعتها $0.995\,c$.
2. أرسلَ العلماءُ بعدئذٍ مناطيدَ تحملُ كواشفَ لهذه الميونات، فوجدوها على ارتفاعاتٍ أعلى بكثيرٍ من الارتفاع المحسوب كلاسيكيّاً، فأخذوا بعين الاعتبار تباطؤَ الزمنِ وفقَ النظريّة النسبيّة الخاصّة، احسب الزمنَ الذي تستغرقُهُ هذه الميونات في رحلتها وفق القوانين النسبيّة بالنسبة لمراقبٍ ساكنٍ على سطح الأرض. (باعتبار $\sqrt{0.009975} \approx 0.1$)، ثمّ احسبْ أقصى ارتفاعٍ عن سطح الأرضِ (بالنسبة لمراقبٍ ساكنٍ على الأرض) يمكنُ أن تكونَ قد تولّدت عنده هذه الميونات.
3. حدّدْ زمنَ الرحلةِ ومسافتَها اللذينِ يسجّلهما مراقبٌ إذا تحرّكَ مع هذه الميونات.





المسألة الثانية:

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

المسألة الثالثة:

يتحرّكُ إلكترونٌ بسرعة، $\frac{2\sqrt{2}}{3}c$

المطلوب: احسب كميّة حركةِ الإلكترون وفقَ قوانينِ الميكانيك الكلاسيكيّ، ثمّ وفقَ الميكانيك النسبيّ، أيُّهـ الأصحُّ برأيك؟

$C = 3 \times 10^{8}\, m.s^{-1}$ $\quad m_0 = m_e = 9 \times 10^{-31}\, Kg$

كتلة سكونية للإلكترون

المسألة الرابعةُ :

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

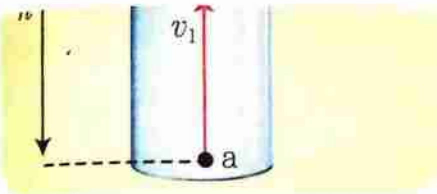
المطلوب: احسب كلٍّ من طاقته السكونيّة، وطاقته الحركيّة في الميكانيك النسبيّ، وكتلته في الميكانيك النسبيّ.

تفكير ناقد

في الميكانيك الكلاسيكي إذا تضاعفت كمية حركة جسيم ما فإنّ طاقته الحركية تزداد أربعـ أضعاف، فهل يتحقق ذلك في الميكانيك النسبي؟ وضّح ذلك.

أبحث أكثر

تُطبّقُ النسبيّة الخاصّة (المقيّدة) في حالة انعدام التسارع، أبحثُ في النسبيّة العامّة وما قدّمته مـ تفسيرٍ للجاذبيّة الكتليّة.



المسألة (8): عامة

تخيّل أنّ مركبة فضاء لها شكل مستطيل تقوم برحلة إلى نجم "الشعرى" وفق مسار مستقيم، بحيث يكون شعاع سرعة المركبة دوماً موازياً لطول المركبة، فتسجّل أجهزة المركبة المسافرة القياسات الآتية:

طول المركبة: $100\,m$، عرض المركبة: $25\,m$، المسافة المقطوعة: 4 سنة ضوئيّة، زمن الرحلة: $\frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة، وتسجّل أجهزة المحطّة الأرضيّة قياساتها لتلك الرحلة باستخدام تيلسكوب دقيق،

احسب كلاً من سرعة المركبة وطولها وعرضها في أثناء الرحلة، والمسافة التي قطعتها وزمن الرحلة وفق قياسات المحطّة الأرضيّة.

(سرعة الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8\ m.s^{-1}$)

المسألة (9): عامة

إذا علمت أنّ الكتلة السكونيّة للبروتون $1.67 \times 10^{-27}\,kg$، وفي أحد التجارب كانت طاقته الكلّيّة تساوي ثلاثة أضعاف طاقته السكونيّة.

المطلوب:

1. احسب الطّاقة السكونيّة للبروتون مقاسة بالإلكترون فولط.
2. احسب سرعة البروتون في هذه التجربة.
3. احسب الطّاقة الحركيّة لهذا البروتون.
4. احسب كميّة الحركة له.
5. باعتبار كميّة الحركة P والطّاقة السكونيّة E_0 والطّاقة الكلّيّة E استنتج أنّ: $E^2 = P^2C^2 + E_0^2$، ثمّ تأكد من ذلك حسابيّاً بالنسبة للبروتون المدروس في هذه التجربة.

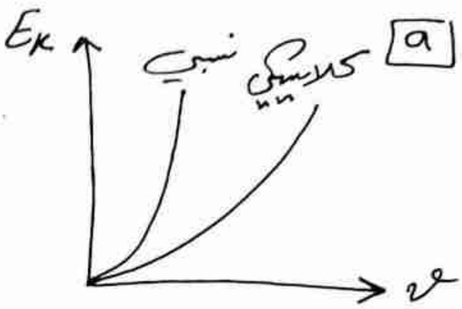
(سرعة الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8\ m.s^{-1}$)

حل اختبر نفسي :

أولاً ① C لأنّ سرعة الضوء هي نفسها في جميع جمل المقارنة (فرضية أينشتاين الأولى)

② أكبر [لأنّ الزمن يتمدد]

③ $\boxed{a}$



ثانياً ① لا يمكن

لأنّه كلما اقتربت سرعته من سرعة الضوء زادت الكتلة وبالتالي سيحتاج لقوة أكبر لدفعه وإذا تناهت السرعة إلى سرعة الضوء فيحتاج لقوة لانهائية وهذا غير ممكن

$\boxed{v = c}$ $\boxed{m = \gamma \cdot m_0}$

$$m = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot m_0$$

$$m = \infty \cdot m_0$$

② $E_K = 0 \Leftarrow v = 0$

$E_P = 0 \Leftarrow h = 0$

$$E = E_K + E_0$$
$$E = 0 + m_0 \cdot c^2$$
$$E = m_0 \cdot c^2$$

$\boxed{m_0 \cdot c^2 \neq 0}$

ملاحظات مسائل

① معامل لورنتز (معامل التمدد)

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

$c = 3 \times 10^8 \ m \cdot s^{-1}$

② تمدد الزمن [تباطؤ]

$$\boxed{t = \gamma \cdot t_0}$$

t: بعد التمدد (مراقب خارجي)

t_0: قبل التمدد (مراقب داخلي)

$\boxed{\text{مركبة فضائية (رائد فضاء)} \rightarrow \text{مراقب داخلي}}$

$\boxed{\text{محطة أرضية} \rightarrow \text{مراقب خارجي}}$

t و t_0 زمن الرحلة

تقلص الأطوال

أ. محمد إدريس

(٣)

$$\boxed{L = \frac{L_0}{\gamma}}$$

L_0: قبل التقلص (مراقب داخلي)

L: بعد التقلص (مراقب خارجي)

L و L_0 طول المركبة

(٤) تقلص المسافة

$$\boxed{L' = \frac{L'_0}{\gamma}}$$

L'_0: قبل التقلص (مراقب خارجي)

L': بعد التقلص (مراقب داخلي)

L'_0 و L' المسافة

يتقلص الطول الموازي لشعاع السرعة

(٥) ازدياد الكتلة

$$\boxed{m = \gamma \cdot m_0}$$

m: عند الحركة، m_0: عند السكون

(٦) $E = m c^2$ كلية

$E = E_K + E_0$ (كلية = حركية + سكونية)

(٧) $E_0 = m_0 . c^2$ طاقة سكونية

$P = m . v$ كمية الحركة

$E_K = E - E_0$ حركية

مراقب داخلي:
- رائد فضاء
- مركبة فضائية
- بروتون
- الكترون

المسألة 1 درس

$t_0 = 2{,}2\ \mu sec = 2{,}2 \times 10^{-6}\ sec$

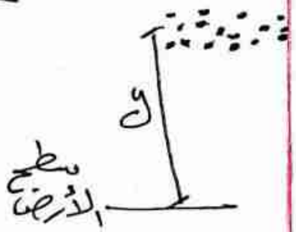
$v = 0{,}995\ C$

$(0{,}995)^2 \simeq 0{,}99$

(1) $v = 0{,}995 \times 3 \times 10^8\ m.s^{-1}$

كلاسيكياً: $\boxed{\text{المسافة = السرعة × الزمن}}$

$y = v \times t_0$ ← زمن قبل التمدد



$y = 0{,}995 \times 3 \times 10^8 \times 2{,}2 \times 10^{-6}$

$= 2{,}985 \times 10^8 \times 2{,}2 \times 10^{-6}$

$= 6{,}567 \times 10^8 \times 10^{-6}$

$y = 6{,}567 \times 10^2 = \boxed{656{,}7}\ m$

هذا الارتفاع ليس الارتفاع الفعلي للميونات عن سطح الأرض بالنسبة لمراقب خارجي

(إذاً هذا خطأ لأن سرعة الميونات قريبة من سرعة الضوء فلا يصح تطبيق القوانين الكلاسيكية)

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

ج) يحسب الارتفاع الفعلي نسبياً

زمن الرحلة

$$\boxed{t=\gamma \cdot t_0}$$

$$\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0{,}995c)^2}{c^2}}}$$

$$\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{0{,}99c^2}{c^2}}}=\frac{1}{\sqrt{1-0{,}99}}$$

$$\gamma=\frac{1}{\sqrt{\frac{100}{100}-\frac{99}{100}}}=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{100}}}$$

$$\gamma=\frac{1}{\frac{1}{10}}=10$$

$$\boxed{t=\gamma \cdot t_0}$$

$$=10\times 2{,}2\times 10^{-6}$$

تباطؤ $t=22\times 10^{-6}\ sec$

$t>t_0$ ← تمدد الزمن

الارتفاع الفعلي y   المسافة = السرعة × الزمن

$$y=v\times t$$

$$=0{,}995\times 3\times 10^{8}\times 22\times 10^{-6}$$

$$=2{,}985\times 22\times 10^{2}$$

$$y=65{,}67\times 10^{2}$$

$$\boxed{y=6567}\ m$$

ب) المراقب قاعد مع الميونات بالرحلة

← مراقب داخلي

← زمنها t_0

$$t_0=2{,}2\times 10^{-6}\ sec$$

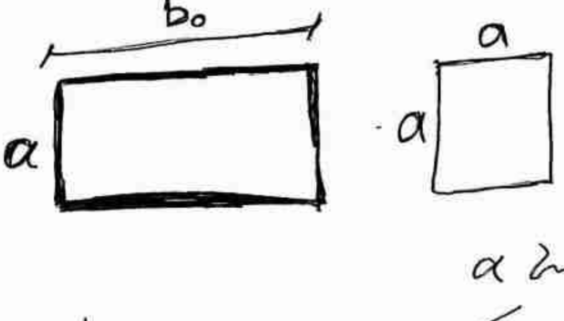
المسافة التي يسجلها المراقب

$\underset{\text{مراقب داخلي}}{L}=\frac{L_0}{\gamma}$ ——— مراقب خارجي

$$=\frac{6567}{10}=656{,}7\,m$$

المسائل 2 درس

اتجاه السرعة موازٍ للطول $\vec{v}$



a عندنا

$L_0=b_0=2a$ الطول وهو ساكن

$L=b=a$ الطول وهو متحرك

$$L=\frac{L_0}{\gamma} \qquad b=\frac{b_0}{\gamma}$$

أ. محمد إدريس

$C = 3\times10^{8}\ m.s^{-1}$

$v = \frac{\sqrt{3}}{2}\times3\times10^{8}$

$v = \frac{3\sqrt{3}}{2}\times10^{8}\ m.s^{-1}$

المسألة $\boxed{3}$ درس

$v = \frac{2\sqrt{2}}{3}C$ $\quad C = 3\times10^{8}\ m/s$

كتلة سكونية للإلكترون $m_0 = m_e = 9\times10^{-31}\ kg$

$v = \frac{2\sqrt{2}}{3}\times3\times10^{8} = 2\sqrt{2}\times10^{8}\ m/s$

كلاسيكي $P = m_0 . v = 9\times10^{-31}\times2\sqrt{2}\times10^{8}$

$= 18\sqrt{2}\times10^{-23}\ kg.m.s^{-1}$

نسبياً $P = m . v = \gamma . m_0 . v$

m تزداد نسبياً عند حركة الإلكترون بسرعة قريبة من سرعة الضوء

$\boxed{m = \gamma . m_0}$

حساب γ

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{C^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\frac{4\times2}{9}C^2}{C^2}}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1-\frac{8}{9}}}$$

أ. محمد الدليس

أ. محمد الدليس

$b = \frac{b_0}{\gamma} \Rightarrow a = \frac{2a}{\gamma}$

$1 = \frac{2}{\gamma}$

$\boxed{\gamma = 2}$

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

نربع

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

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

$$1 = 4\left(1-\frac{v^2}{C^2}\right)$$

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

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

$$4 . \frac{v^2}{C^2} = 3$$

نجذر

$$v^2 = \frac{3 . C^2}{4}$$

$$\boxed{v = \frac{\sqrt{3} . C}{2}}$$

أ. محمد إدريس

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{9}{9}-\frac{8}{9}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{9}}} = \frac{1}{\frac{1}{3}} = 3$$

نسبياً $P = \gamma . m_0 . v$

$= 3\times 9\times10^{-31}\times 2\sqrt{2}\times10^{8}$

$= 27\times10^{-23}\times 2\sqrt{2}$

$= 54\sqrt{2}\times10^{-23}\ kg.m.s^{-1}$

نسبياً $P >$ P كلاسيكي

P نسبياً هو الأصح لأن الإلكترون يتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء

المسألة 4 درس

$m_0 = m_p = 1,67\times10^{-27}\ kg$

كلية $E = 3E_0$ $\qquad C = 3\times10^{8}\ m.s^{-1}$

الطاقة السكونية $\boxed{E_0 = m_0.C^2}$

$= 1,67\times10^{-27}\times 9\times10^{16}$

$= 15,03\times10^{-11}\ J$

$\boxed{E_k = E - E_0}$

$= 3E_0 - E_0$

$E_k = 2E_0 = 2\times15,03\times10^{-11}$

$= 30,06\times10^{-11}\ J$

الطاقة الكلية $\boxed{E = m.C^2}$

$$m = \frac{E}{C^2} = \frac{3E_0}{C^2}$$

$$m = \frac{3.m_0.C^2}{C^2} \qquad \boxed{E_0 = m_0.C^2}$$

$m = 3m_0 = 3\times1,67\times10^{-27}$

$= 5,01\times10^{-27}\ kg$

المسألة 8 عامة مركبة (مراقب داخلي)

طول المركبة $L_0 = 100\ m$

عرض المركبة $d_0 = 25\ m$

مسافة مقطوعة $L' = 4$ سنة ضوئية

زمن الرحلة $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة

المطلوب:

قياسات المحطة الأرضية (مراقب خارجي)

طول المركبة $L = ?$

عرض المركبة $d = ?$

المسافة المقطوعة $L'_0 = ?$

زمن الرحلة $t = ?$

سرعة المركبة $v = ?$

$$\text{سرعة المركبة} = \frac{\text{مسافة مقطوعة}}{\text{زمن رحلة}}$$

$$\boxed{v = \frac{L'}{t_0}} = \frac{4 \text{ سنة ضوئية}}{\frac{8}{\sqrt{3}}}$$

$$v = \frac{4c}{\frac{8}{\sqrt{3}}} = \frac{c}{\frac{2}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

حساب γ

$$\boxed{\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\frac{3}{4}c^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$$

طول المركبة بالنسبة لمراقب خارجي

$$\boxed{L = \frac{L_0}{\gamma}} = \frac{100}{2} = 50\,m$$

$$L < L_0$$

(تقلص طول المركبة بالنسبة لمراقب خارجي)

عرض المركبة $d = d_0 = 25\,m$

[لا يتغير عرض المركبة لأن المركبة تتحرك بسرعة موازية للطول]

ملاحظة هامة

$v \parallel L \Rightarrow$ تقلص الطول ويبقى العرض نفسه

$v \parallel d \Rightarrow$ يتقلص العرض ويبقى الطول نفسه

المسافة المقطوعة $L'_0 = ?$

$$\boxed{L' = \frac{L'_0}{\gamma}} \Rightarrow L'_0 = \gamma \cdot L'$$

$L'_0 = 2 \times 4$ سنة ضوئية

$L'_0 = 8$ سنة ضوئية

$$L' < L'_0$$

(تقلصت المسافة بالنسبة لمراقب داخلي)

زمن الرحلة $t = ?$

$$\boxed{t = \gamma \cdot t_0}$$

$t = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}}$ سنة

$$t > t_0$$

(تمدد الزمن)

أ. محمد إدريس

$\boxed{e = 1,6 \times 10^{-19}}$ المسألة 9 عاشرة

$m_0 = m_p = 1,67 \times 10^{-27}\, kg$

$C = 3 \times 10^{8}\, m.s^{-1}$

طاقة كلية $E = 3\, E_0$ طاقة سكونية

① $E_0 = ?$ (eV) الكترون ڤولط

رح تطلع معي بعد حسابها بالجول J

للتحويل $J \longrightarrow eV$ (نقسم على شحنة الإلكترون e)

② $v = ?$ سرعة البروتون

③ $E_k = ?$ طاقة حركية للبروتون

④ أثبت صحة العلاقة $E^2 \overset{?}{=} P^2 . C^2 + E_0^2$

① $\boxed{E_0 = m_0 . C^2}$

$= 1,67 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$

$\boxed{E_0 = 15,03 \times 10^{-11}\, J}$

$J \xrightarrow{\div e} eV$

$E_0 = \dfrac{15,03 \times 10^{-11}}{1,6 \times 10^{-19}}$

$\boxed{E_0 = 9,39 \times 10^{8}\, eV}$

٢ $E = 3 E_0$

$m . C^2 = 3 . m_0 . C^2$

$m = 3 . m_0$

$\gamma . m_0 = 3 . m_0$ $\boxed{m = \gamma . m_0}$

$\boxed{\gamma = 3}$

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

$$3 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}}}$$

نُربع الطرفين

$$9 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{C^2}}$$

$$1 = 9\left(1 - \frac{v^2}{C^2}\right)$$

$$1 = 9 - 9 . \frac{v^2}{C^2}$$

$$9 . \frac{v^2}{C^2} = 9 - 1$$

$$9 . \frac{v^2}{C^2} = 8$$

$$v^2 = \frac{8 . C^2}{9} = \frac{4 \times 2 \times C^2}{9}$$

نجذر

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

أ. محمد إدريس

$$\boxed{E_0 = m_0 . C^2} \Rightarrow \boxed{E_0^2 = m_0^2 . C^4}$$

الطرف الثاني $= P^2 . C^2 + E_0$

$= m^2 \cdot v^2 \cdot C^2 + m_0^2 \cdot C^4$

$= \gamma^2 \cdot m_0^2 \cdot v^2 \cdot C^2 + m_0^2 \cdot C^4$

$= \gamma^2 \cdot m_0^2 . C^4 \left[\frac{v^2}{C^2} + \frac{1}{\gamma^2} \right]$

عامل مشترك

$= \gamma^2 . m_0^2 \cdot C^4 \left[\frac{v^2}{C^2} + \frac{1}{\frac{1}{1 - \frac{v^2}{C^2}}} \right]$

$= \gamma^2 . m_0^2 . C^4 . \left[\cancel{\frac{v^2}{C^2}} + 1 - \cancel{\frac{v^2}{C^2}} \right]$

$= \gamma^2 . m_0^2 . C^4 \; [1]$

$= \gamma^2 . m_0^2 . C^4$

$= m^2 . C^4$

$= E^2 =$ الطرف الأول

2023-2024

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8$

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

س) $\boxed{E_K = E - E_0}$

$= 3E_0 - E_0$

$E_K = 2E_0$

$E_K = 2 \times 15,03 \times 10^{-11}$

$= 30,06 \times 10^{-11} \; J$

ع) $\boxed{P = m . v}$

$P = \gamma \cdot m_0 . v \qquad \boxed{m = \gamma . m_0}$

$= 3 \times 1,67 \times 10^{-27} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$

$= 10,02\sqrt{2} \times 10^{-19} \; kg . m . s^{-1}$

ه) $\boxed{E^2 = P^2 . C^2 + E_0}$

$E = m . C \Rightarrow E^2 = m^2 . C^2$

$P = m . v \Rightarrow P^2 = m^2 . v^2$

$m = \gamma . m_0 \Rightarrow m^2 = \gamma^2 . m_0^2$

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

أ. محمد إدريس

©

① عرف المغناطيس ؟

هو جسم يجذب إليه الأجسام الحديدية وله قطبان شمالي وجنوبي

- قطبان متماثلان (يتنافران)
- قطبان مختلفان (يتجاذبان)

② عرف الحقل المغناطيسي (المجال المغناطيسي) ؟

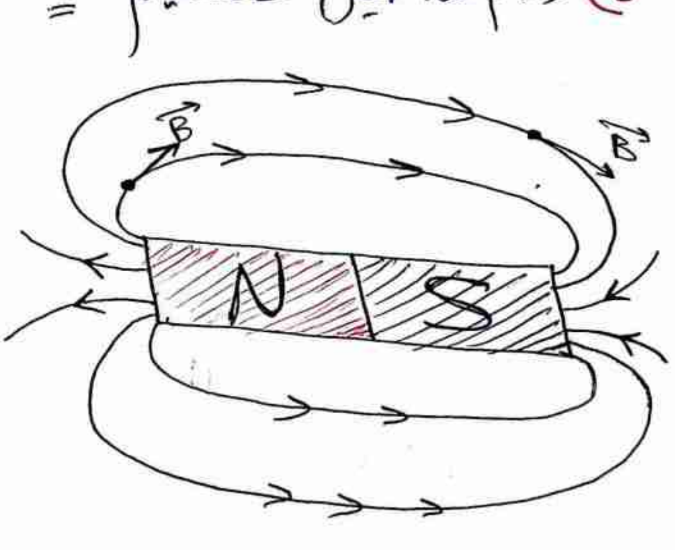
منطقة تحيط بالمغناطيس إذا وضعت فيها إبرة مغناطيسية فإنها تخضع لأفعال مغناطيسية

③ عرف خطوط الحقل المغناطيسي ؟

خطوط وهمية تمس في كل نقطة من نقاطها لشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ وتتجه خارج المغناطيس من قطبه الشمالي N إلى الجنوبي S

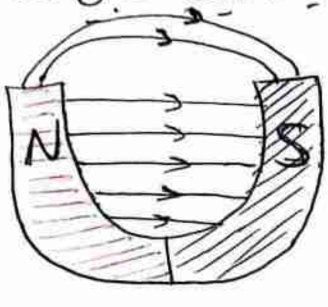
وتتجه داخل المغناطيس من قطبه الجنوبي S إلى الشمالي N

(٣) ارسم مغناطيس مستقيم ؟



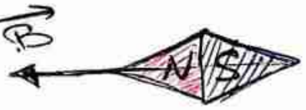
(٥) متى يكون الحقل المغناطيسي منتظم وكيف نحصل عليه ؟

إذا كانت أشعة حقله متسايرة
نحصل عليه بين قطبي مغناطيس نضوي



(٦) كيف يتم تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ وما عناصره ؟

باستخدام إبرة بوصلة موضوعة في نقطة



الحامل : محور واصل بين قطبي الإبرة

الجهة : من S إلى N

الشدة : تزداد بازدياد سرعة اهتزاز الإبرة وتقدر بـ التسلا T

(٧) a ماذا يحدث عند وضع قطعة حديد بين قطبي مغناطيس نضوي مع التفسير ؟

b ماذا يستفاد من وضع القطعة ؟

c أكتب عامل النفاذية المغناطيسي وبماذا يتعلق ؟ ووضح دلالات الرموز ؟

حل السؤال (٧)

أ. محمد إدريس

a) تتكاثف خطوط الحقل المغناطيسي ضمن النواة الحديدية.

[لأنها تتمغنط وتولد حقل مغناطيسي $\vec{B'}$ يضاف للحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$ فيتشكل حقل مغناطيسي كلي $\vec{B}_{total}$]

b) زيادة شدة الحقل المغناطيسي

c) $\boxed{\mu = \frac{B_t}{B}}$ ميو

عامل النفاذية لا واحدة له

حقل مغناطيسي أصلي ممغنط T

حقل مغناطيسي كلي بوجود الحديد T

يتعلق عامل النفاذية

- طبيعة المادة من حيث قابليتها للتمغنط
- شدة الحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$

(٨)

فسر لماذا تنشأ حقل مغناطيسي جديد عند وضع قطعة حديد؟

(لأن الحديد أشد إنفاذاً من الهواء لخطوط الحقل المغناطيسي)

(٩) علل نشوء المغناطيسية الأرضية؟

(الشحنات المتحركة في سوائل جوف الأرض التي تولد تيارات كهربائية داخل الأرض ينشأ عنها حقول مغناطيسية)

(١٠) عرف منطقة الزوال المغناطيسي؟

منطقة تكون بعيدة عن أي تأثير لمغناطيس

(١١) عرف خط الزوال المغناطيسي؟

هو الخط الذي تستقر عنده إبرة بوصلة دون تأثير مغناطيس

(١٢) عرف زاوية الانحراف؟

هي الزاوية بين مستوي الإبرة ومحور الأرض الجغرافي وتكون بين 0° و 180°

أو الزاوية بين الشمال المغناطيسي للإبرة والشمال الجغرافي للأرض وتستخدم لتصحيح المسار

(١٣) عرف زاوية الميل؟

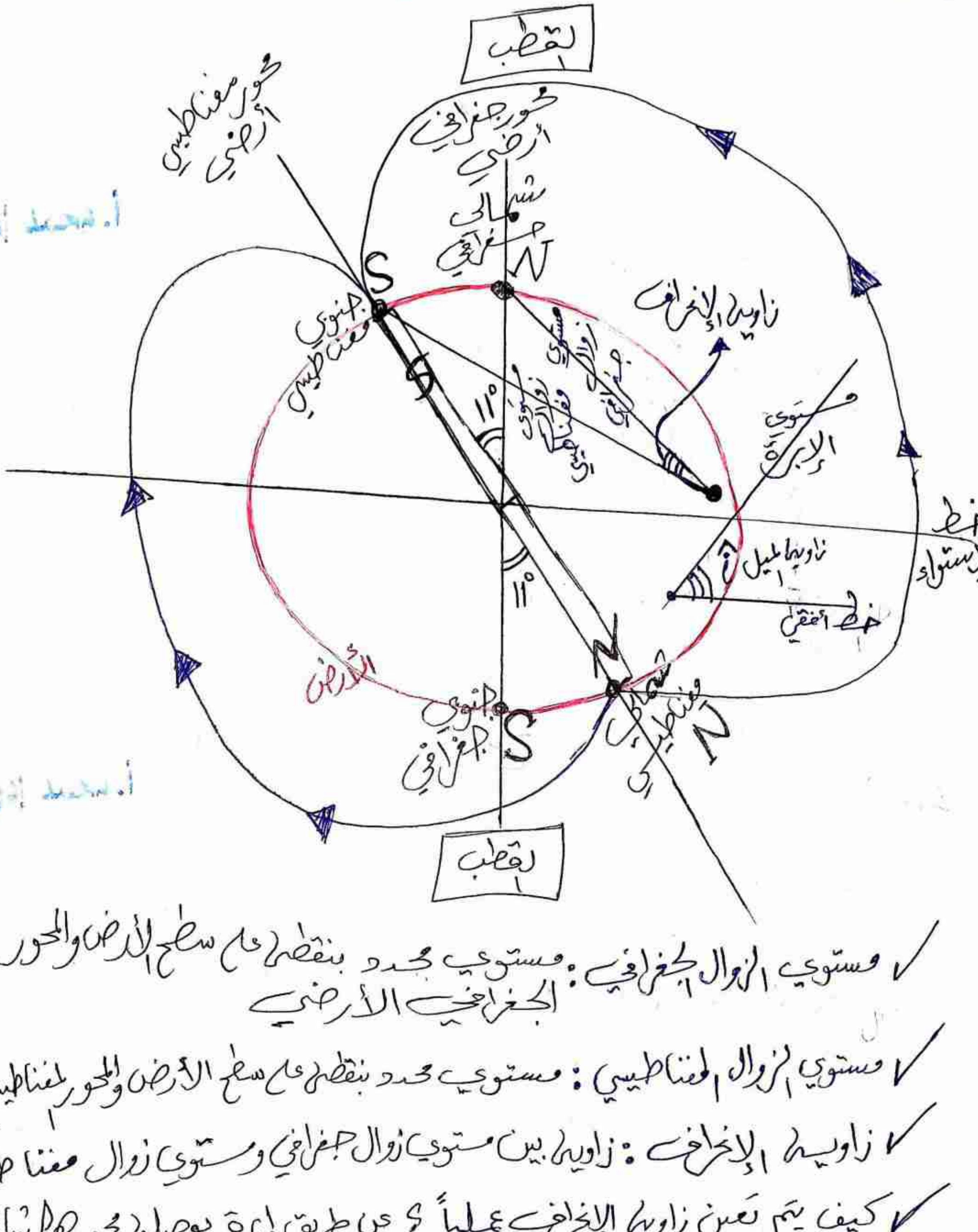
هي الزاوية بين مستوي الإبرة وخط الأفق وتكون بين 0° و 90°

(١٤) ما هي الزاوية بين القطب الجغرافي والقطب المغناطيسي؟ والمسافة؟

الزاوية 11°

المسافة 1920 KM

أ. محمد إدريس



✓ مستوى الزوال الجغرافي: مستوى محدد بنقطة على سطح الأرض والمحور الجغرافي الأرضي

✓ مستوى الزوال المغناطيسي: مستوى محدد بنقطة على سطح الأرض والمحور المغناطيسي الأرضي

✓ زاوية الانحراف: زاوية بين مستوى زوال جغرافي ومستوى زوال مغناطيسي

✓ كيف يتم تعيين زاوية الانحراف عملياً ؟ عن طريق إبرة بوصلة محورها شاقولي تتحرك أفقياً ونستطيع قياس زاوية الانحراف بها

✓ لماذا نستخدم زاوية الانحراف ؟ لتصحيح المسار

✓ علل إبرة البوصلة تشير دوماً للشمال الجغرافي ؟
لأن القطب الشمالي للإبرة سوف ينجذب للقطب الجنوبي المغناطيسي الذي يقع بالقرب من الشمال الجغرافي

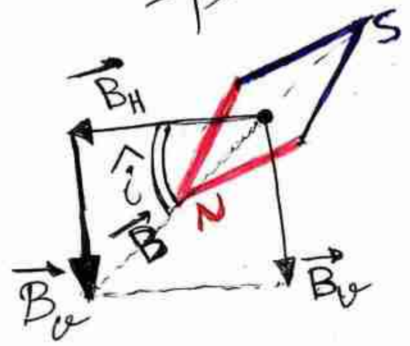
✓ زاوية الميل: زاوية محصورة بين خط الأفق ومستوي الإبرة

[إبرة شاقولية محورها أفقي تتحرك شاقولياً]

✓ ما هي زاوية الميل عند خط الإستواء ؟ صفر 0° أ. محمد إدريس

✓ ما هي زاوية الميل عند أحد القطبين ؟ 90° قائمة

سؤال: للحقل المغناطيسي الأرضي مركبتان ما هما مع الرسم ؟



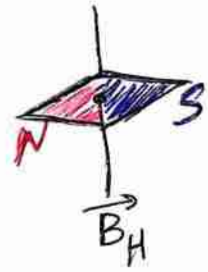
$$\cos\hat{i} = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{B_H}{B} \Rightarrow \boxed{B_H = B\cdot\cos\hat{i}}$$

$$\sin\hat{i} = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{B_v}{B} \Rightarrow \boxed{B_v = B\cdot\sin\hat{i}}$$

B_H مركبة أفقية

B_v مركبة شاقولية

ملاحظة: في جميع المسائل تعلق الإبرة من محور شاقولي أي تأخذ منحى المركبة الأفقية فقط $\vec{B}_H$ ويسمى خط الزوال المغناطيسي

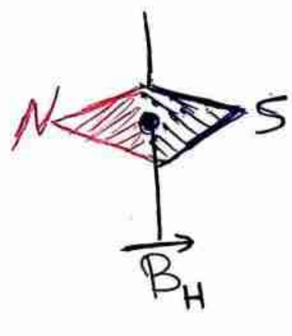


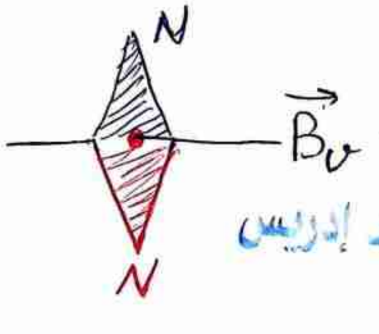
علل: إبرة البوصلة تأخذ منحى المركبة الأفقية فقط ؟
لأن محورها الشاقولي يمنعها من الميل

سؤال: كيف يمكن تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة منه ؟
بواسطة زاويتي الميل والإنحراف

سؤال: علل البوصلة ليست ثابتة ؟ بسبب وجود زاوية الإنحراف بشكل موازي للمحور المغناطيسي الأرضي

ملاحظة





أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال: سلك مستقيم نمرر تيار كهربائي I

نضع على بعد مناسب إبرة مغناطيسية

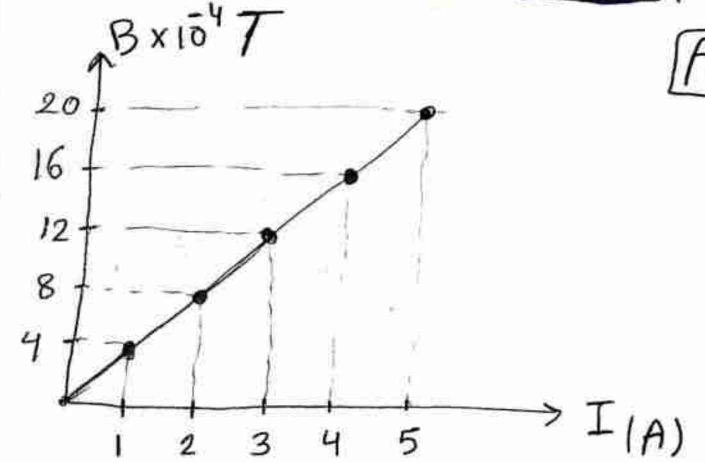
I	1	2	3	4	5
B	4×10^{-4}	8×10^{-4}	12×10^{-4}	16×10^{-4}	20×10^{-4}

[A] ارسم منحني بياني لتغيرات B بدلالة I

[B] أحسب ميل الخط البياني وماذا تجد

[C] بماذا تتعلق قيمة الثابت K

[A]



[B]

$$\text{الميل} = \frac{y-y_0}{x-x_0} = \frac{\Delta B}{\Delta I}$$

$$= \frac{(16-12)\times10^{-4}}{4-3} = \frac{4\times10^{-4}}{1}$$

$$= \boxed{4\times10^{-4}}$$

$$\text{الميل} = \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{(16-4)\times10^{-4}}{4-1}$$

$$= \frac{12\times10^{-4}}{3} = \boxed{4\times10^{-4}}$$

نجد أنّ الميل ثابت ويسمى $K = \frac{B}{I}$

[C]

$$\boxed{B = K\cdot I}$$

① الطبيعة الهندسية للدارة وشكلها وموضع النقطة K'

② عامل النفاذية μ_0

وقيمته بالخلاء هي

$$\boxed{\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}}$$

$T\cdot m\cdot A^{-1}$

ومنه

$$B = K\cdot I$$

$$\boxed{B = 4\pi\times10^{-7}K'\cdot I}$$

$$\boxed{K = \mu_0\cdot K'}$$

$$B = K\cdot I$$

$$\boxed{B = \mu_0\cdot K'\cdot I}$$

قانون أورستد

B ، I تناسب طردي

ملاحظة: يمثل شعاع الحقل المغناطيسي بسهم وضح بالرسم ذلك؟

$\longrightarrow \vec{B}$ لليمين

$\vec{B}\longleftarrow$ لليسار

$\uparrow\vec{B}$ للأعلى

$\vec{B}\downarrow$ للأسفل

$\vec{B}\ \odot$ من الخلف للأمام

$\vec{B}\ \otimes$ من الأمام للخلف

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال: أكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار مستقيم موضح بالرسم

نقطة التأثير: النقطة المدروسة التي تبعد مسافة عامودية عن محور السلك

الجهة: عملياً: عن طريق التجربة من S إلى N

نظرياً: عن طريق اليد اليمنى

يدخل التيار عند الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع وتوجه باطن الكف نحو النقطة ويشير الإبهام لجهة $\vec{B}$

الحامل: يعامد المستوي المحدد للتيار والنقطة المدروسة

$$B = K \cdot I$$

الشدة: $B = \mu_0 \cdot K' \cdot I$

$$\boxed{K' = \frac{1}{2\pi d}} \qquad \boxed{K = \mu_0 \cdot K'}$$

$$\boxed{\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{2\pi d} \times I$$

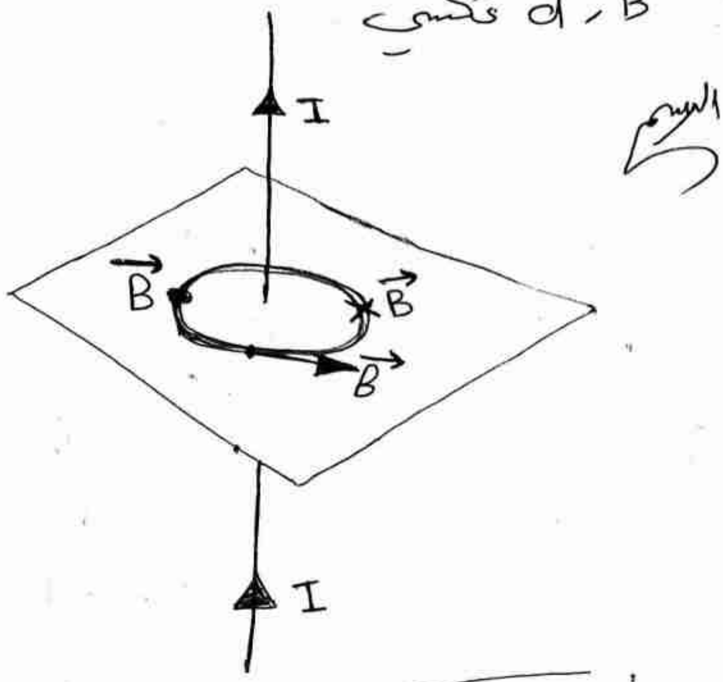
$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

هام

B ، I طردي

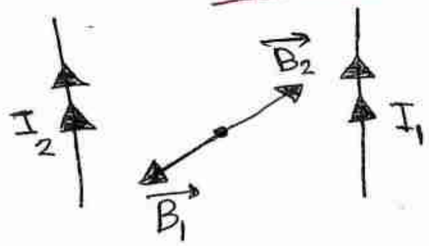
B ، d عكسي

الرسم



ملاحظة هامة

(1)



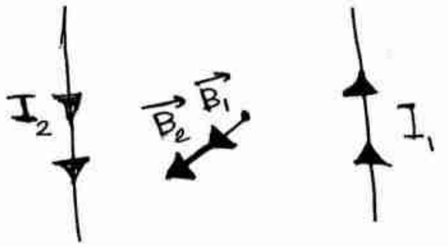
$$\boxed{B = |B_1 - B_2|}$$

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

ينعدم B عندما $B_1 = B_2$

أ. محمد إدريس

(2)

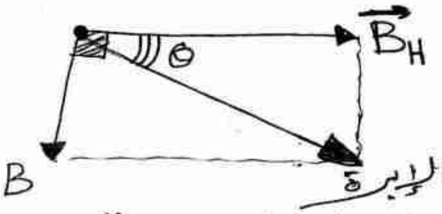


$$\boxed{B = B_1 + B_2}$$

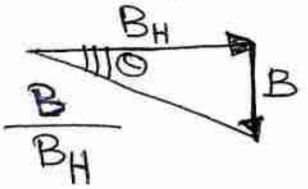
$$B_2 = 2\times10^{-7}\,\frac{I_2}{d_2}$$

$\boxed{B\ \text{لا ينعدم}}$

(3)



لحساب زاوية انحراف إبرة بوصلة



$$\tan\theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{B}{B_H}$$

مسألة: يمر تيار متواصل $I = 10A$ في سلك مستقيم موضوع أفقياً في مستوي الزوال المغناطيسي الأرضي المار من مركز إبرة مغناطيسية صغيرة يمكن أن تدور حول محور أفقي شاقولي موضوعة تحت السلك على بعد 50 cm من محوره

(1) أحسب شدة الحقل المغناطيسي عند مركز الإبرة المغناطيسية الناتج عن مرور التيار

(2) أحسب قيمة زاوية انحراف الإبرة المغناطيسية باعتبار أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $2\times10^{-5}\,T$

الحل

$I = 10A$

$d = 50\times10^{-2}\,m$

(1)

$$B_{\text{سلك}} = 2\times10^{-7}\,\frac{I}{d}$$

$$= 2\times10^{-7}\,\frac{10}{50\times10^{-2}}$$

$$= 2\times10^{-5}\,\frac{1}{5}$$

$$= 2\times10^{-5}\times0{,}2$$

$$\boxed{B = 4\times10^{-6}\,T}$$

(2)

$$\boxed{B_H = 2\times10^{-5}\,T}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{B}{B_H}$$

$$\tan\theta = \frac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 2\times10^{-1} = 0{,}2$$

θ صغيرة $\begin{cases}\theta \leq 14^\circ \\ \theta \leq 0{,}24\ Rad\end{cases}$

$\theta \simeq \sin\theta$

$\theta \simeq \tan\theta \qquad \theta \leq 0{,}24$

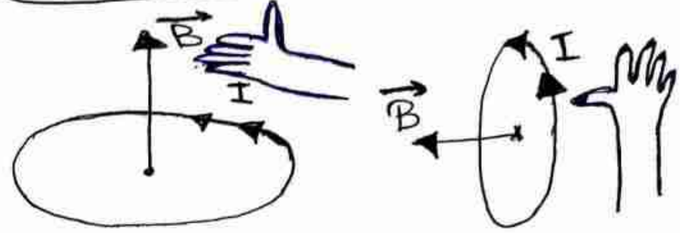
$\cos\theta = 1$

ومنه θ صغيرة $0{,}2 < 0{,}24$

$$\tan\theta \simeq \theta = 0{,}2\ Rad$$

أ. محمد إدريس

سؤال: أكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار دائري موضح بالرسم



نقطة التأثير: الإبرة المغناطيسية

الجهة عملياً: عن طريق التجربة
من S ← N

نظرياً: بتطبيق قاعدة اليد اليمنى

يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
باطن الكف نحو النقطة المدروسة (مركز الملف)
والإبهام تشير إلى الحقل المغناطيسي $\vec{B}$

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالملف

الشدة

$$B = K \cdot I \qquad \boxed{K = \mu_0 \cdot K'}$$

$$B = \mu_0 \cdot K' \cdot I \qquad \boxed{K' = \frac{N}{2r}}$$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{2r} \cdot I \qquad \boxed{\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}}$$

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

$$\boxed{B = 2\pi \times 10^{-7} \, \frac{N \cdot I}{r}}$$

B, N طردي
B, I طردي
B, r عكسي

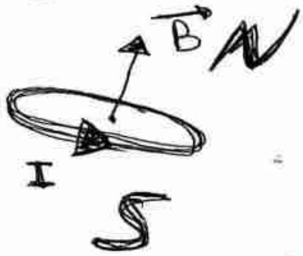
ملاحظة هامة

① جهة الحقل $\vec{B}$ من $\boxed{S}$ إلى N

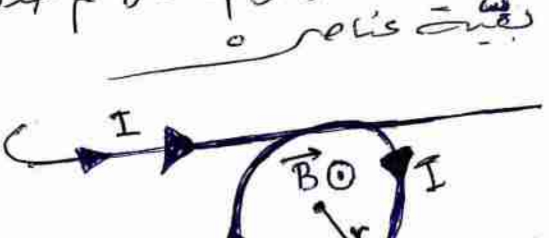
② التيار مع عقارب الساعة

③ التيار عكس عقارب الساعة

④



مسألة: يمر تيار $I = 6A$ في سلك مستقيم معزول ثم نلف جزءاً منه على شكل حلقة دائرية بلفة واحدة نصف قطرها 3cm كما بالرسم موضح
أحسب شدة الحقل المغناطيسي المحصل في مركز الحلقة ثم حدد بقية عناصره.



الحل

لنفرض $N = 1$ ، $I = 6A$

$r = 3\times10^{-2}\,m$

$$\boxed{B_{\text{ملف}} = 2\pi\times10^{-7}\,\frac{N\cdot I}{r}}$$

$$= 2\pi\times10^{-7}\,\frac{1\times 6}{3\times10^{-2}}$$

$$= 4\pi\times10^{-5}\ T$$

$$\boxed{B_{\text{سلك}} = 2\times10^{-7}\,\frac{I}{d}}$$

$$= 2\times10^{-7}\,\frac{6}{3\times10^{-2}}$$

$$= 4\times10^{-5}\ T$$

الحقلين بجهة واحدة

$$\Rightarrow \boxed{B_{\text{كلي}} = B_{\text{سلك}} + B_{\text{ملف}}}$$

$$= 4\times10^{-5} + 4\pi\times10^{-5}$$

$$= 10^{-5}(4+4\pi)$$

$$= 10^{-5}(4+12{,}5)$$

$$= 16{,}5\times10^{-5}\ T$$

النقطة المدروسة : مركز الحلقة

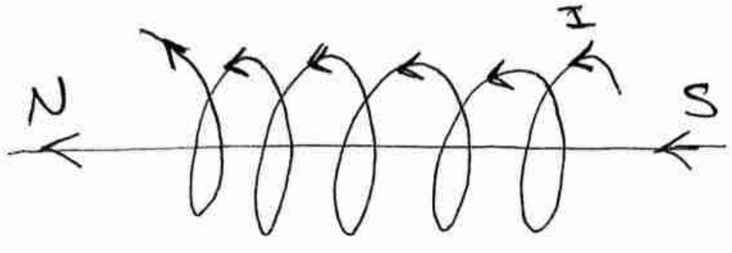
الحامل : عمودي على المستوي المحدد بالحلقة

الجهة : حسب قاعدة اليد اليمنى

الشدة

$$B_{total} = 16{,}5\times10^{-5}\ T$$

سؤال أكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار حلزوني مار في وشيعة موضحاً ذلك بالرسم



نقطة التأثير : مركز الوشيعة

الجهة ← عملياً : من S إلى N

← نظرياً : حسب قاعدة اليد اليمنى

(اليد اليمنى توازي الوشيعة بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ويشير الإبهام لجهة $\vec{B}$)

الشدة :

$$B = \mu_0\cdot K'\cdot I$$

$$\boxed{K' = \frac{N}{L}} \qquad \boxed{\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}}$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\cdot\frac{N}{L}\cdot I$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N\cdot I}{L}$$

أ. محمد إدريس

ملاحظات هامة

✓ $\frac{N}{\ell}$ هي نسبة عدد اللفات في واحدة الطول

$(لفة . m^{-1})$

✓ $\boxed{N' = \frac{\ell}{2r'}}$

عدد اللفات بالطبقة

طول الوشيعة

$2r'$ قطر سلك الوشيعة

✓ $\boxed{\ell' = N \times 2\pi r}$

طول سلك الوشيعة

عدد اللفات الكلي

r نصف قطر اللفة

✓ $\boxed{عدد الطبقات = \frac{N}{N'}}$

عدد اللفات الكلي

عدد اللفات بالطبقة

سؤال عرف شعاع السطح ؟

هو شعاع محمول على الناظم وهو بجهة إبهام اليد اليمنى حيث الأصابع مع التيار

$$\boxed{\vec{S} = S.\vec{n}}$$

✓ شعاع ينتج عن شعاع بعد ضربه بعدد حقيقي ثابت نقول عن $\vec{n}$ و $\vec{S}$ مرتبطين خطياً

أي أنهما على حامل واحد

$S > 0$ فهما بجهة واحدة

$S < 0$ فهما بجهتين متعاكستين

سؤال أكتب عناصر شعاع السطح

الحل

نقطة التأثير: النقطة المدروسة

الحامل: بجهة الناظم

الشدة: $\vec{S} = S.\vec{n}$

حيث

مربع ⇒ $S = L^2$

مستطيل ⇒ $S = L \times d$

دائرة ⇒ $S = \pi . r^2$

سؤال عرف التدفق المغناطيسي وما المقصود بأنه مقدار جبري

الحل

هو اجتياز خطوط الحقل المغناطيسي لسطح دارة كهربائية مستوية ما

$$\Phi = \vec{B}.\vec{S}$$

$$\Phi = B.S.\cos\alpha$$

(α زاوية بين $\vec{S}$ و $\vec{B}$)

ومن أجل N لفة

$$\Phi = N.B.S.\cos\alpha$$

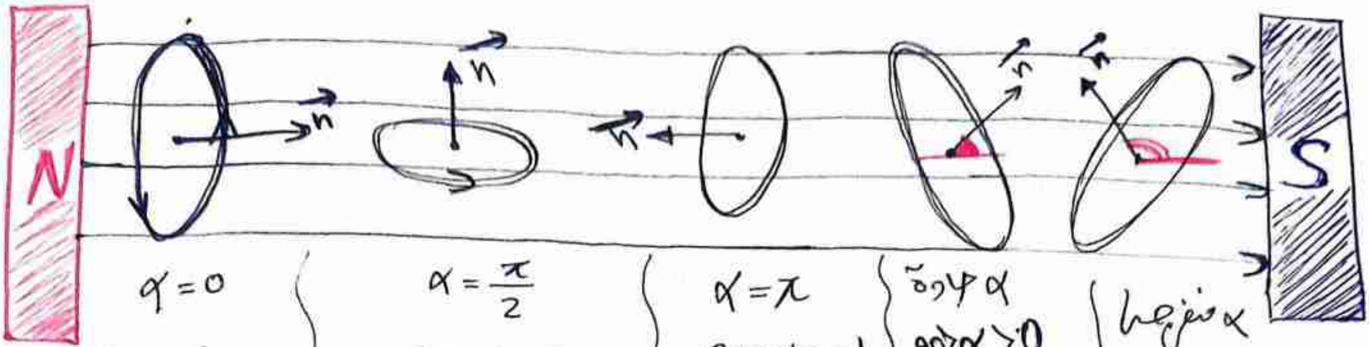
$$\boxed{\Phi = N.S.B.\cos\alpha}$$

واحدة التدفق Weber

W

محمد إدريس

التدفق مقدار جبري موجب أو سالب أو معدوم



$\alpha = 0$

$\cos\alpha = 1$

التدفق Φ أعظمي

$\vec{n} \,//\, \vec{B}$

خطوط $\vec{B}$ تدخل من S وتخرج من N

$\vec{B} \perp$ مستوي الدارة

$\alpha = \frac{\pi}{2}$

$\cos\alpha = 0$

التدفق Φ معدوم

$\vec{n} \perp \vec{B}$

$\vec{B} \,//\,$ مستوي الدارة

$\alpha = \pi$

$\cos\alpha = -1$

التدفق Φ أصغري

α حادة

$90 > \alpha > 0$

$\cos\alpha > 0$

$\Phi > 0$

التدفق موجب

α منفرجة

$\cos\alpha < 0$

التدفق سالب

$\Phi < 0$

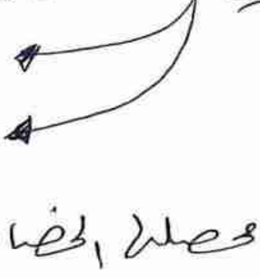
ما هي قاعدة التدفق الأعظمي ؟ إذا أثر حقل مغناطيسي على دارة مغلقة بحيث تكون خطوط الحقل تجتاز الدارة من وجهها الجنوبي إلى وجهها الشمالي نقول أن التدفق أعظمي والتوازن مستقر

سؤال: علل المغناطيسية ؟ وما دور الحقل المغناطيسي في تمغنط قطعة حديد ؟

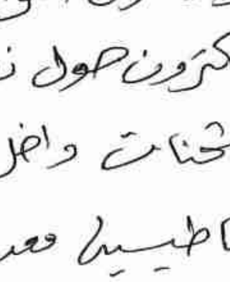
الحل:
- دوران الإلكترون حول النواة
- دوران الإلكترون حول نفسه
- حركة الشحنات داخل النواة

وتكون محصلة الخصائص المغناطيسية معدومة ودور الحقل المغناطيسي توجيه ثنائيات الأقطاب وجعلها غير معدومة

بعد التمغنط



قبل التمغنط



تعلمت

- مفهومُ الحقلِ المغناطيسيّ: نقولُ عن منطقةٍ من الفراغ أنّه يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ عندما نضعُ في نقطةٍ منها إبرةً مغناطيسيّةً، فتتوجّهُ باتّجاهٍ ومنحىً معيّنين.
- يكونُ الحقلُ المغناطيسيُّ منتظماً إذا كانت خطوطُ الحقلِ مستقيماتٍ متسايرةً وفي الجهةِ نفسِها.
- خطُّ الحقلِ المغناطيسيّ هو خطٌّ وهميٌّ يَمَسُّ في كلِّ نقطةٍ من نقاطِه شعاعَ الحقلِ المغناطيسيّ في تلك النقطة.
- شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ لتيّارٍ مستقيمٍ طويلٍ تُعطى بالعلاقة: $B = 2\times10^{-7}\dfrac{I}{d}$
- شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ لتيّارٍ دائريٍّ تُعطى بالعلاقة: $B = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{r}$
- شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ لتيّارٍ حلزونيٍّ تُعطى بالعلاقة: $B = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{l}$
- التدفّقُ المغناطيسيُّ: هو الجداءُ السُّلّميُّ لشعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ في شعاعِ السّطح.

$$\overline{\Phi} = \overrightarrow{B}.\overrightarrow{S}$$

$$\overline{\Phi} = BS\cos\alpha$$

- حيثُ α : هي الزاويةُ بينَ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ وشعاعِ الناظمِ على السطح.

أختبر نفسي

$B = 2\pi.10^{-7}.\frac{NI}{r} \Rightarrow B' = 2\pi.10^{-7}.\frac{2N.I}{\frac{r}{2}} \Rightarrow B' = 4.2\pi.10^{-7}\frac{NI}{r} \Rightarrow B' = 4B$

أولا: اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ لكلٍّ ممّا يأتي:

1. نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً في ملفٍّ دائريٍّ، فيتولّدُ عندَ مركزِهِ حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُه B، نضاعفُ عددَ لفّاتِهِ، ونجعلُ نصفَ قطرِ الملفِّ الوسطيّ نصفَ ما كانَ عليهِ فتصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ عندَ مركزِه:

a. B **b.** $2B$ **c.** $4B$ **d.** $0.5B$

$\Phi = \frac{1}{2}\Phi_{max} \Rightarrow N.S.B\cos\alpha = \frac{1}{2}N.S.B\cos 0 \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos\frac{1}{2} = \frac{\pi}{3}$

2. إنّ التدفّقَ المغناطيسيَّ الذي يجتازُ دارةً مُستويةً في الخلاءِ يكونُ مساوياً نصفَ قيمتِهِ العُظمى عندما:

a. $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$ rad **b.** $\alpha = \pi$ rad **c.** $\alpha = \dfrac{\pi}{6}$ rad **d.** $\alpha = \dfrac{\pi}{3}$ rad

3. إنّ شدّةَ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ في مركزِ وشيعةٍ يتناسبُ طرداً مع:

a. مقاومةِ سلكِ الوشيعةِ **b.** طولِ الوشيعةِ

c. التوتّرِ الكهربائيِّ المطبّقِ بينَ طرفَي الوشيعةِ **d.** مساحةِ سطحِ مقطعِ الوشيعةِ

$B = 2.10^{-7}\frac{I}{d}$, $B' = 2.10^{-7}\frac{\frac{1}{4}I}{2d}$ $\Rightarrow B' = \frac{1}{8} \cdot 2.10^{-7}\frac{I}{d} \Rightarrow B' = \frac{1}{8}B$

4. نمرّرُ تياراً كهربائياً متواصلاً في سلكٍ مستقيم، فيتولّدُ حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُهُ B في نقطةٍ تبعدُ d عن محورِ السلكِ، وفي نقطةٍ ثانيةٍ تبعدُ $2d$ عن محورِ السلكِ، وبعدَ أنْ نجعلَ شدّةَ التيّارِ رُبعَ ما كانت عليه تصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ:

a. $2B$ b. $4B$ c. $8B$ d. $\boxed{\frac{1}{8}B}$

5. نمرّرُ تياراً كهربائياً متواصلاً في وشيعةٍ عددُ طبقاتِها طبقةٌ واحدةٌ فيتولّدُ في مركزِها حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُهُ B، نقسمُ الوشيعةَ إلى قسمَين متساويَين، فتصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ عندَ مركزِ الوشيعةِ:

a. B b. $\boxed{2B}$ c. $\frac{B}{2}$ d. $\frac{B}{4}$

$\frac{N\div 2}{l\div 2} \Rightarrow B' = 2B$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍّ ممّا يلي:

1. تقاربُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيِّ عند قطبَي المغناطيس. لأنّ شدّة الحقل المغناطيسي عند القطبين أكبر منها في باقي النقاط.
2. لا يمكنُ لخطوطِ الحقلِ المغناطيسيِّ أنْ تتقاطعَ. لأنها تمس في كل نقطة من نقاطها شعاع الحقل فلو تقاطع خطين يكون لـ $\vec{B}$ قيمتين (اتجاهين)
3. لا تولّدُ الأجسامُ المشحونةُ الساكنةُ أيَّ حقلٍ مغناطيسيّ. لأن الشحنات الساكنة لا تولد تياراً كهربائياً.

ثالثاً: ضعْ كلمةَ "صح" أمامَ العبارةِ الصحيحةِ، وكلمةَ "خطأ" أمامَ العبارةِ الخاطئةِ، ثمّ صحّحْها فيما يأتي:

1. لكلِّ مغناطيسٍ قطبانِ مغناطيسيّان مختلفان في شدّتهما. خطأ (متساويان)
2. خطوطُ الحقلِ المغناطيسيِّ لا تُرى بالعين المجرّدة. صح
3. تزدادُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيّارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ في سلكٍ مستقيمٍ كلّما ابتعدنا عن السلك. خطأ (تنقص)
4. تنقصُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ في مركزِ وشيعةٍ عددُ طبقاتِها طبقةٌ واحدةٌ إلى نصفِ شدّتِهِ في حالةِ إنقاصِ عددِ لفّاتِها إلى النصف. خطأ (تزداد)

رابعاً: أجبْ عمّا يأتي:

أضعُ إبرةً مغناطيسيّةً محورُها شاقوليٌّ على طاولةٍ أفقيّةٍ لتستقرّ، أبيّنُ كيفَ يجبُ وضعُ سلكٍ مستقيمٍ أفقيّاً فوقَ البوصلةِ بحيثُ لا تنحرفُ الإبرةُ عندَ إمرارِ تيّارٍ كهربائيٍّ في السلكِ؟
يجب أن يكون الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار منطبقاً على استقامة الإبرة أي وضع السلك عمودي على المستوى الذي يحوي الإبرة

خامساً: حُلَّ المسائلَ الآتيةَ:

المسألةُ الأولى:

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

المطلوب:

1. حسابُ شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عن التيّارين في النقطة c موضّحاً ذلك بالرسم.
2. حسابُ الزاويةِ التي تنحرفُ فيها إبرةُ البوصلةِ عن منحاها الأصليّ بفرضِ أنّ قيمةَ المركبةِ الأفقيّةِ للحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ $B_H = 2 \times 10^{-5}T$

حدّدِ النقطةَ الواقعةَ بينَ السلكَين التي تنعدمُ فيها شدّةُ محصّلة الحقلَين.

3. حدّدِ النقطةَ الواقعةَ بينَ السلكَين التي تنعدمُ فيها شدّةُ محصّلة الحقلَين.
4. هل يمكنُ أنْ تنعدمَ شدّةُ محصّلةِ الحقلين في نقطةٍ واقعةٍ خارجَ السلكين؟ وضّح أجابتك.

المسألة الثانيةُ:

a. ملفٌ دائريٌ في مكبّر صوتٍ، عددُ لفّاته 400 لفّة، ونصفُ قطره 2 cm، نطبّقُ بينَ طرفيه فرقاً في الكمون $U = 10V$، فإذا علمتَ أنّ مقاومته 20Ω، احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ المتولّدِ عندَ مركزِ الملفّ.

b. نقطعُ التيّارَ السابقَ عن الملفّ، احسبِ التغيّرَ الحاصلَ في قيمةِ التدفّقِ المغناطيسيّ الذي يجتازُ الملفَّ ذاته

المسألة الثالثةُ:

نضعُ سلكين شاقوليّين متوازيَين بحيثُ يبعدُ منتصفاهما M_1, M_2 أحدُهما عن الآخر 4 cm، نمرّرُ في السلكِ الأوّلِ تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ I_1 ونمرّرُ في السلكِ الثاني تيّاراً كهربائيّاً شدّتُه وباتّجاهين متعاكسين، فتكونُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ لحقلَي التيّارين $4\times10^{-7}T$ عند النقطة M منتصفَ المسافةِ بينَ M_1, M_2 وعندما يكونُ التيّاران بجهةٍ واحدةٍ تكونُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ عندَ M هي $2\times10^{-7}T$ فإذا كانَ $I_1 > I_2$ احسبْ كلّاً من I_1, I_2.

المسألة الرابعةُ:

نضعُ ملفّين دائريّين لهما المركزُ ذاتُهُ في مستوٍ شاقوليٍّ واحدٍ، عددُ لفّاتِ كلٍّ منهما 200 لفّة، نصفُ قطرِ الأوّلِ 10 cm، والثاني نصفُ قطرِه 4 cm، نمرّرُ في الملفِّ الأوّلِ تيّاراً كهربائيّاً شدّته 8 A بعكسِ جهةِ دورانِ عقاربِ الساعةِ؟، المطلوبُ: حدِّدْ جهةَ التيّارِ الواجبِ إمرارُهُ في الملفّ الثاني وشدّتَهُ؛ لتكونَ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ عندَ المركزِ المُشترَكِ للملفّين:

1. $5\times10^{-2}T$ أمامَ مُستوي الرّسم
2. $3\times10^{-2}T$ خلفَ مُستوي الرّسم،
3. معدومةً.

المسألة الخامسة:

B

ملفٌّ دائريٌّ نصفُ قطرِه الوسطيّ 5 cm يولّدُ عندَ مركزِهِ حقلاً مغناطيسيّاً، قيمتُهُ تساوي قيمة الحقلِ المغناطيسيِّ الذي تولّدُهُ وشيعةٌ عندَ مركزِها عندما يمرُّ بهما التيّارُ نفسُهُ، فإذا علمتَ أنّ عددَ لفّاتِ الوشيعة 100 لفّة وطولَها 20 cm، احسبْ عددَ لفّاتِ الملفِّ الدائريِّ.

حل اختبر نفسي للمغناطيسية

أولاً

① $N' = 2N$

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

$$B' = 2\pi\times10^{-7}\frac{N'.I}{r'} = 2\pi\times10^{-7}\frac{2N\times I}{\frac{r}{2}}$$

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

$$B' = 8\pi\times10^{-7}\frac{N.I}{r} = \left(2\pi\times10^{-7}\frac{N.I}{r}\right)\times 4$$

أ. محمد إدريس

$$= 4B$$

② $\cos\alpha = +1 \Rightarrow \alpha = 0$ التدفق أعظمي

$\cos\alpha = -1 \Rightarrow \alpha = \pi$ 〃 أصغري

$\cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3}$ 〃 نصف قيمته

③ التوتر المطبق بين طرفي الوشيعة

④
$$B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}$$

$$= 2\times10^{-7}\frac{\frac{1}{4}I}{2d}$$

$$= 2\times10^{-7}\frac{1.I}{8.d}$$

$$= \frac{1}{8}\left(2\times10^{-7}\frac{I}{d}\right)$$

$$B' = \frac{1}{8}B$$

أ. محمد إدريس

⑤ نقسم الوشيعة ← $\frac{N}{2}$, $\frac{L}{2}$

← نقص الطول ← نقصت المقاومة

← I يزداد $2I$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{\frac{N}{2}\times 2I}{\frac{L}{2}}$$

$$= 2\left(4\pi\times10^{-7}\frac{N.I}{L}\right)$$

$$= 2B$$

ثانياً:

① لأن شدة الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس تكون أكبر منها في باقي النقاط

② لأنه تمس في كل نقطة من نقاطها لشعاع الحقل فلو تقاطع خطين يكون ل $\vec{B}$ قيمتين وهذا غير مسموح

③ لأن الشحنات الساكنة لا تولد تياراً كهربائياً

ثالثاً:

① X متساويان

② صح

③ X تنقص

④ X تزداد

أ. محمد إدريس

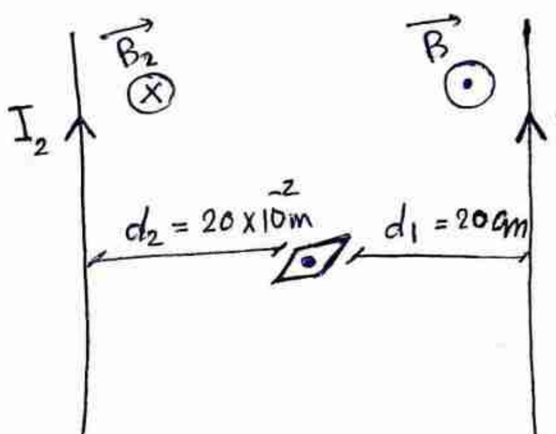
رابعاً: لا تنحرف الإبرة عند إمرار تيار في السلك

إذا كان الحقل المغناطيسي المتولد عن ذلك التيار منطبقاً على استقامة الإبرة

ولتحقيق ذلك: يجب وضع السلك عمودي على المستوي الحاوي للإبرة

خامساً: المسألة 1 درس

$d = 40 \times 10^{-2}\ m$



$d = 4 \times 10^{-1}\ m$ $\quad I_1 = 3\ A$

$d_2 = 2 \times 10^{-1}\ m$ $\quad I_2 = 1\ A$

$d_1 = 2 \times 10^{-1}\ m$

① $\vec{B_1}$, $\vec{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ← نحصل لها هو حاصل طرحهما

$\boxed{d_1 = d_2}$

$$\boxed{B = B_1 - B_2}$$

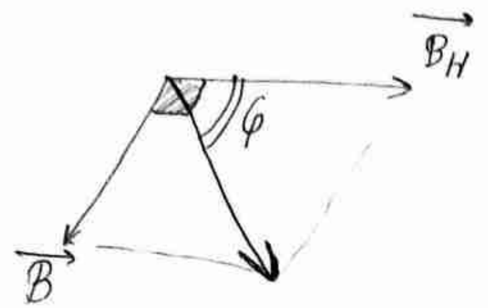
$$= 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1} - 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2}$$

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

$$B = \frac{2 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-1}} \left(3 - 1 \right)$$

$$= 10^{-6} \times 2\ T$$

②



$$\tan \varphi = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{B}{B_H} = \frac{2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}}$$

$$\tan \varphi = 10^{-1} = 0,1$$

$0,1 < 0,24\ rad$ زاوية صغيرة

$$\Rightarrow \tan \varphi \simeq \varphi$$

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

③

لكي $B = 0$

$$B_1 - B_2 = 0$$

$$B_1 = B_2$$

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

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \qquad \boxed{d_2 = d - d_1}$$

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

جداء طرفين بوسطين

$$d_1 \cdot I_2 = I_1 \cdot d - I_1 \cdot d_1$$

$$d_1 \cdot I_2 + I_1 \cdot d_1 = I_1 \cdot d$$

$$d_1 \left(I_2 + I_1 \right) = I_1 \cdot d$$

$I_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0$ $\boxed{b}$

$$\boxed{\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1}$$

$= N \cdot S \cdot B_2 \cdot \cos\alpha_2 - N \cdot S \cdot B_1 \cdot \cos\alpha$

0

$= 0 - 400 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 2\pi \times 10^{-3} \cdot \cos 0$

1

$= -400 \times 80 \times 10^{-7}$

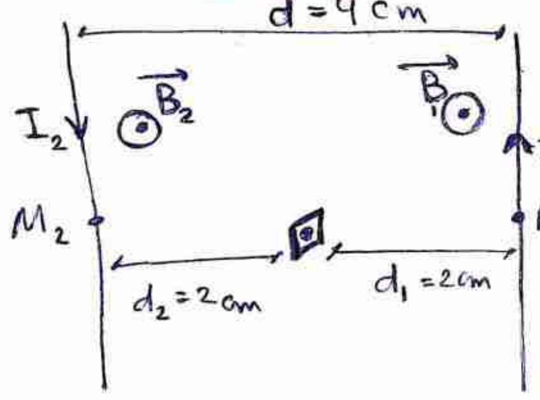
$= -32 \times 10^{-4}$ weber

$S = \pi R^2$

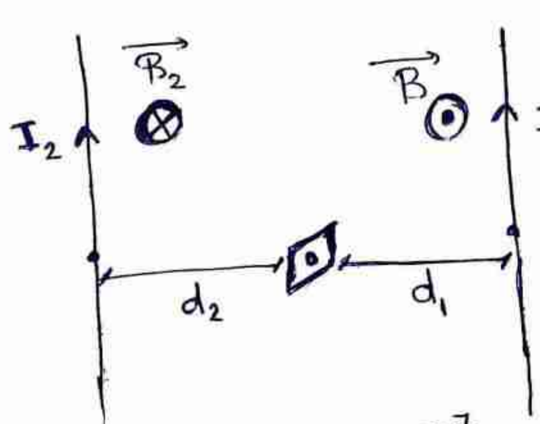
$= \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4}$

$= 4\pi \times 10^{-4}$

المسألة ③ درس :



محصلة $B = 4 \times 10^{-7}$ T



محصلة $B = 2 \times 10^{-7}$ T

$$d_1 = \frac{I_1 \times d}{I_2 + I_1}$$

$$= \frac{3 \times 4 \times 10^{-1}}{4}$$

$$= 3 \times 10^{-1}\ m$$

④ 1)

لأن الحقلين الناتجين عن السلكين لهما حامل واحد وجهة واحدة

المسألة ② درس :

$N = 400$ لفة

$r = 2cm = 2 \times 10^{-2}$ m

$U = 10V$

$R = 20\Omega$

$\boxed{a}$

$U = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R}$

$I = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} A$

$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{r}$

$= \cancel{2}\pi \times \cancel{10^{-7}} \frac{400 \times \frac{1}{2}}{\cancel{2 \times 10^{-2}}}$ (10^{-5})

$= \pi \times 10^{-5} \times 200$

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

من الرسم الأول

$\vec{B_2}$, $\vec{B_1}$ في جهة واحدة.

$$B = B_1 + B_2$$

$$4\times10^{-7} = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} + 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$\cancel{4\times10^{-7}} = \frac{\cancel{2\times10^{-7}}}{d_1}(I_1 + I_2)$$

$$2 = \frac{1}{d_1}(I_1 + I_2) \qquad d_1 = d_2$$

$$2\cdot d_1 = I_1 + I_2$$

$$\boxed{4\times10^{-2} = I_1 + I_2} \longrightarrow ①$$

من الرسم الثاني

$\vec{B_2}$, $\vec{B_1}$ متعاكسين

$$B = B_1 - B_2$$

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

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

$$1 = \frac{1}{d_1}(I_1 - I_2)$$

$$d_1 = I_1 - I_2$$

$$\boxed{2\times10^{-7} = I_1 - I_2} \longrightarrow ②$$

نجمع ① مع ②

$$4\times10^{-7} + 2\times10^{-7} = 2 I_1$$

$$10^{-7}(4+2) = 2 I_1$$

$$6\times10^{-7} = 2 I_1$$

$$\boxed{3\times10^{-7} = I_1}\ A$$

نعوض بالثانية

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

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

$$I_2 = 3\times10^{-7} - 2\times10^{-7}$$

$$I_2 = 10^{-7}(3-2)$$

$$\boxed{I_2 = 1\times10^{-7}}\ A$$

المسائل درس [4]

$I_2 = ?$

$N_1 = 200$ لفة

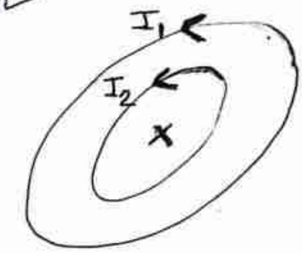
$N_2 = 200$ لفة

$r_1 = 10\times10^{-2} = 10^{-1}\,m$

$r_2 = 4\times10^{-2}\,m$

$I_1 = 8A$ عكس عقارب الساعة

(1) $B_{محصل} = 5\times10^{-2}\,T$ أمام مستوى الرسم



حتى يكون الحقل المحصل أمام المستوى نمرر تيار I_2 بنفس جهة I_1

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

$$= 2\pi\times10^{-7}\,\frac{200\times 8}{10^{-1}}$$

$$= 2\pi\times10^{-6}\times1600$$

$$= 32\pi\times10^{-4}$$

$$= 100\times10^{-4}$$

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

$4\pi = 12.5$

$32\pi = 100$

$$B_{محصل} = B_1 + B_2$$

$$B_2 = B_{محصل} - B_1$$

$$B_2 = 5\times10^{-2} - 10^{-2}$$

$$= 10^{-2}(5-1)$$

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

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

$$4\times10^{-2} = 2\pi\times10^{-7}\,\frac{200\times I_2}{4\times10^{-2}}$$

$$4 = \pi\times10^{-5}\,\frac{100\times I_2}{10^{-2}}$$

$$4 = \pi\times10^{-3}\times100\,I_2$$

$$4 = \pi\times10^{-1}\,I_2$$

$$I_2 = \frac{4}{\pi\times10^{-1}} = \frac{40}{\pi}\,A$$

(2) $B_{المحصل} = 3\times10^{-2}\,T$

خلف مستوى الرسم

جهة I_2 مع عقارب الساعة

$$B_{المحصل} = B_2 - B_1$$

$$\Rightarrow B_2 = B + B_1$$

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

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

المسألة 5 درس

$$r = 5\times10^{-2}\,m$$

$$B_{\text{ملف}} = B_{\text{وشيعة}}$$

$$I_{\text{ملف}} = I_{\text{وشيعة}}$$

لفة $N_{\text{وشيعة}} = 100$

طول وشيعة $\ell = 20\times10^{-2} = 2\times10^{-1}\,m$

$$B_{\text{ملف}} = B_{\text{وشيعة}}$$

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

$$2\cdot\frac{N}{r} = 4\,\frac{N}{\ell}$$

$$\cancel{2}\,\frac{N}{5\times10^{-2}} = \cancel{4}\cdot\frac{100}{2\times10^{-1}}$$

$$\frac{N}{5\times10^{-2}} = \frac{200}{2\times10^{-1}}$$

$$N = \frac{\cancel{200}\times5\times10^{-2}}{\cancel{2}\times10^{-1}}$$

$$= \frac{5}{10^{-1}} = 50 \text{ لفة}$$

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

$$4\times10^{\cancel{-2}} = \cancel{2}\pi\times10^{-7}\,\frac{\cancel{200}\times I_2}{\cancel{4}\times10^{-2}}$$

$$4 = \pi\times10^{-5}\,\frac{100\times I_2}{10^{-2}}$$

$$4 = \pi\times10^{-3}\times100\,I_2$$

$$4 = \pi\times10^{-1}\,I_2$$

$$I_2 = \frac{4}{\pi\times10^{-1}} = \frac{40}{\pi}\,A$$

(3) المحصل $B = 0$

I_2 بجهة معاكسة لـ I_1

$\overrightarrow{B_2}$, $\overrightarrow{B_1}$ باتجاهين متعاكسين

$$B = B_1 - B_2$$

$$0 = B_1 - B_2$$

$$B_2 = B_1$$

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

$$\frac{I_2}{r_2} = \frac{I_1}{r_1}$$

$$\frac{I_2}{4\times10^{-2}} = \frac{8}{10^{-1}}$$

$$I_2 = \frac{8\times4\times10^{-2}}{10^{-1}} = 32\times10^{-1}\,A$$

المسألة (10): عامّة مغناطيسية

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

المطلوب:

1. احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة.

2. إذا أجرينا اللفّ بالجهة نفسها على أسطوانةٍ فارغةٍ من مادّة عازلةٍ باستخدام سلك معزول قطره 2 mm بلفّات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة.

3. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها $2 cm^2$ بحيث يصنع النّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60°.

احسب التدفقّ المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

المسألة (11): عامّة مغناطيسية

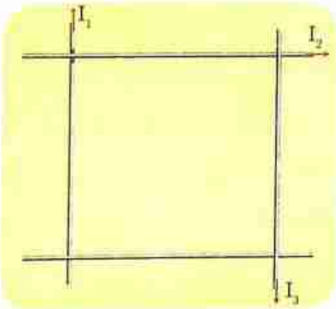
ملفّ دائريّ نصف قطره الوسطيّ 40 cm يتألّف من 100 لفّة، وُضِع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته 0.5 T حيث خطوط الحقل عموديّة على مستوي الملفّ.

المطلوب:

1. احسب التدفّق المغناطيسيّ الذي يجتاز لفّات الملفّ.

2. ما مقدار التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ إذا دار الملفّ في الاتّجاه الموجب بزاوية 45°.

المسألة (12): عامّة مغناطيسية



أربعُ أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوٍ واحد، ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكّل مربّعاً طول ضلعه 40 cm، أوجد شدّة، واتجاه التيّار الذي يجب أن يمرّ في الناقل الرابع بحيث تكون شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز المربّع معدومة.

حيث إنّ: $I_1 = 10\,A, I_2 = 5\,A, I_3 = 15\,A$

المسألة (13):

$\alpha = 60^\circ$

حلقة $S = 2\ cm^2 = 2\times10^{-4}\ m^2$ (3)

$\Phi = \underset{\text{ملف}}{N}\cdot S\cdot \underset{\text{مرجعة}}{B_n}\cos\alpha$

لفة واحدة بالحلقة $= 1\times 2\times10^{-4}\times 2\times10^{-5}\times\cos 60$

$= 4\times10^{-9}\cdot\frac{1}{2} = 2\times10^{-9}\ weber$

المسألة $\boxed{11}$ حاقـــط

$r = 40\times10^{-2} = 4\times10^{-1}\ m$

$N = 100$ لفة

$B = 5\times10^{-1}\ T$

$\Phi = N\cdot S\cdot B\cdot\cos\alpha$ (1)

$\boxed{\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1}$

$\boxed{S = \pi R^2 = \pi\cdot16\cdot10^{-2} = 16\pi\times10^{-2}\ m^2}$

$\Phi = 1\cancel{00}\times16\pi\times\cancel{10^{-2}}\times5\times10^{-1}\times1$

$\Phi = 80\pi\times10^{-1} = 8\pi$

$\Phi = 25\ weber$

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ (2)

$\Delta\Phi = N\cdot S\cdot B\cos\alpha_2 - N\cdot S\cdot B\cdot\cos\alpha_1$

$\Delta\Phi = N\cdot S\cdot B\cdot(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

المسألة $\boxed{10}$ حاقـــط

$\ell = 40\times10^{-2} = 4\times10^{-1}\ m$

$N = 400$ لفة

$I = 16\times10^{-3}\ A$

$\underset{\text{وشيعة}}{B} = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{N\cdot I}{\ell}$ (1)

$= \cancel{4}\pi\times\cancel{10^{-7}}\ \frac{400\times16\times10^{-3}}{\cancel{4\times10^{-1}}}$

$= \pi\times10^{-6}\cdot6400\cdot10^{-3}$

$= 64\pi\times10^{-7}$

$4\pi = 12{,}5$ (×16)

$64\pi = 200$

$= 200\times10^{-7}$

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

قطر السلك $= 2r' = 2\ mm = 2\times10^{-3}\ m$ (2)

طول الوشيعة

$N' = \frac{\ell}{2r'} = \frac{4\times10^{-1}}{2\times10^{-3}}$

عدد اللفات في الطبقة الواحدة

قطر السلك

$\boxed{N' = 200}$ لفة بالطبقة الواحدة

عدد اللفات الكلية

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

عدد اللفات بالطبقة الواحدة

$$\Delta\Phi = N\cdot S\cdot B\cdot(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

$$= 100\times 16\pi\times 10^{-2}\times 5\times 10^{-1}(\cos 45 - \cos 0)$$

$$= 80\pi\times 10^{-1}\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - 1\right)$$

$$= 8\pi\left(\frac{1{,}4}{2} - 1\right) = 25(0{,}7 - 1)$$

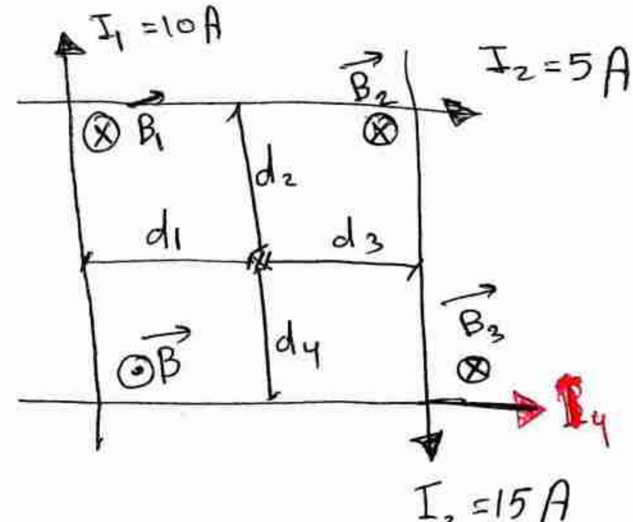
$$\Delta\Phi = 25\times(0{,}3) = -7{,}5 \text{ weber}$$

$\boxed{\sqrt{2} = 1{,}4}$

$\boxed{8\pi = 25}$

المسألة $\boxed{12}$ دافية

طول ضلع المربع $l = 40\,cm = 40\times10^{-2} = 4\times10^{-1}\,m$



ن.ع $\Rightarrow d_1 = d_2 = d_3 = d_4$

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

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

$$B_3 = 2\times10^{-7}\frac{I_3}{d_3}$$

$$B_4 = 2\times10^{-7}\frac{I_4}{d_4}$$

الحقول $\vec{B_3}, \vec{B_2}, \vec{B_1}$ معدولة و للداخل ⊗ حسب قاعدة اليد اليمنى

(باطن الكف نحو النقطة المدروسة ويخرج التيار من رؤوس الأصابع)

⇐ إجباري $\vec{B_4}$ للخارج ⊙ حتى تكون المحصلة (معدومة)

الحقل ① ② ③ بنفس الجهة أكيد الرابع رح يعاكسهن

وجهة التيار الرابع $\xrightarrow{I_4}$

$$\vec{B} + \vec{B_2} + \vec{B_3} + \vec{B_4} = \vec{0}$$

نع

$$B_1 + B_2 + B_3 - B_4 = 0$$

$$B_1 + B_2 + B_3 = B_4$$

$$2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_3} + 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2} + 2\times10^{-7}\frac{I_3}{d_3} = 2\times10^{-7}\frac{I_4}{d_4}$$

$$\cancel{\frac{2\times10^{-7}}{d_1}}\left[I_1 + I_2 + I_3\right] = \cancel{\frac{2\times10^{-7}}{d_4}} I_4$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4$$

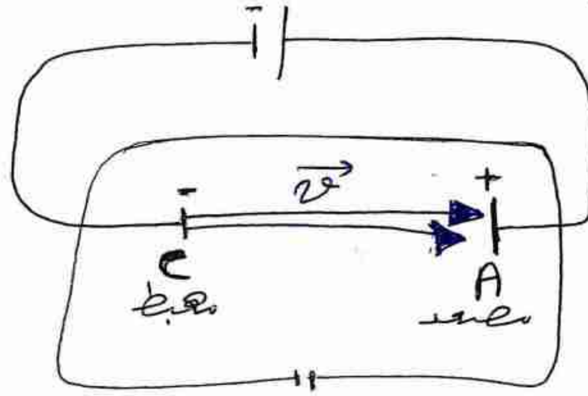
$$\Rightarrow \boxed{I_4 = 30A}$$

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

سؤال هام: في تجربة الأشعة المهبطية وعند تطبيق فرق كمون عالي تتولد حزمة الكترونية في الأنبوب

① ما شكل مسار الحزمة الإلكترونية ؟

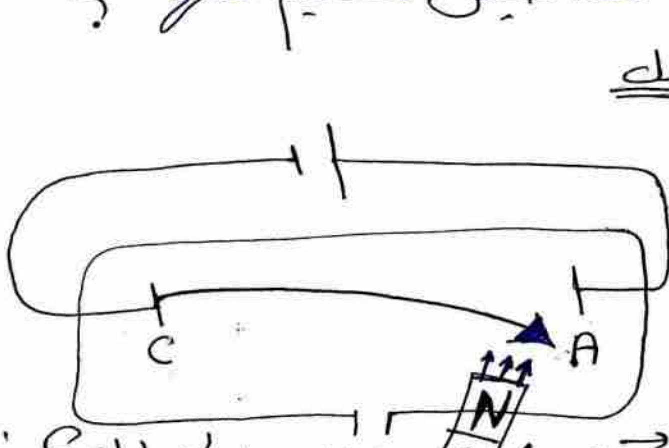
الحل



مسارها مستقيم من المهبط إلى المصعد بسرعة $\vec{v}$

② كيف يصبح شكل مسار الحزمة الإلكترونية بتقريب قطب شمالي لمغناطيس مستقيم منها ؟

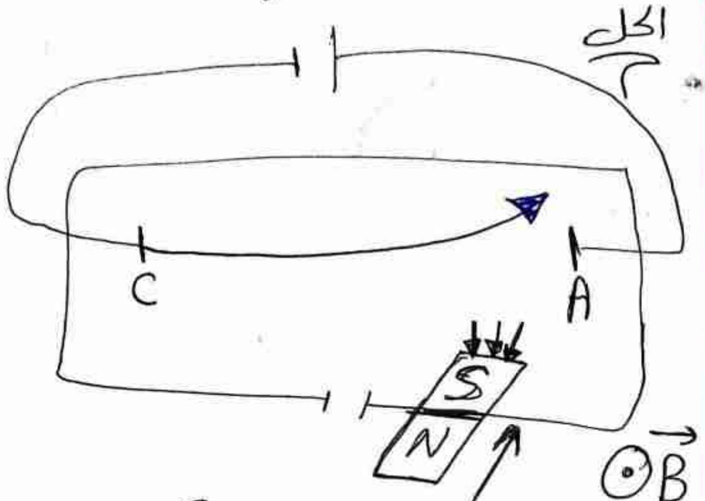
الحل



انحرف مسار الحزمة الإلكترونية نحو الأسفل ويكون المسار دائري

③ كيف يصبح شكل مسار الحزمة الإلكترونية بتقريب قطب جنوبي لمغناطيس مستقيم

الحل



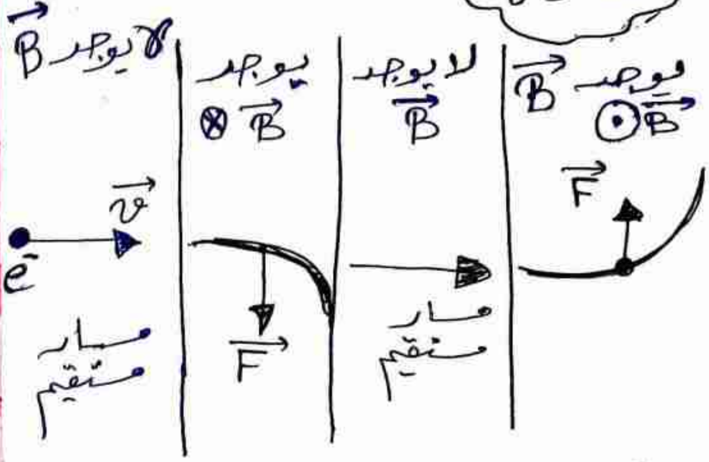
انحرف مسار الحزمة الإلكترونية نحو الأعلى ويكون المسار دائري

④ ماذا تستنتج مما سبق ؟

- تؤثر الحقل المغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي بقوة مغناطيسية حيث تغير هذه القوة من مسار حركة هذه الجسيمات
- تتغير جهة انحراف مسار الجسيمات المشحونة بتغير جهة الحقل المغناطيسي المؤثر

أ. محمد إدريس

ملاحظة هامة



الالكترون $\bar{e}$ شحنة سالبة ← الأصابع عكس $\vec{v}$ ← يشير الإبهام للأسفل $\vec{F}$ وباطن الكف للداخل $\otimes\vec{B}$

سؤال أكتب العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية (لورنز) دورة

الحل شدة القوة المغناطيسية تتناسب طرداً مع

- q مقدار الشحنة بالقيمة المطلقة C كولوم
- v سرعة الشحنة المتحركة $m.s^{-1}$
- B شدة الحقل المغناطيسي T
- $\sin\theta$ ، $\theta = (\vec{v} \,\hat{,}\, \vec{B})$

$$\boxed{F = q.v.B.\sin\theta}$$

شدة قوة المغناطيسية لورنز

سؤال أكتب العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية ثم حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة المغناطيسية ثم بيّن متى تكون عظمى ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها

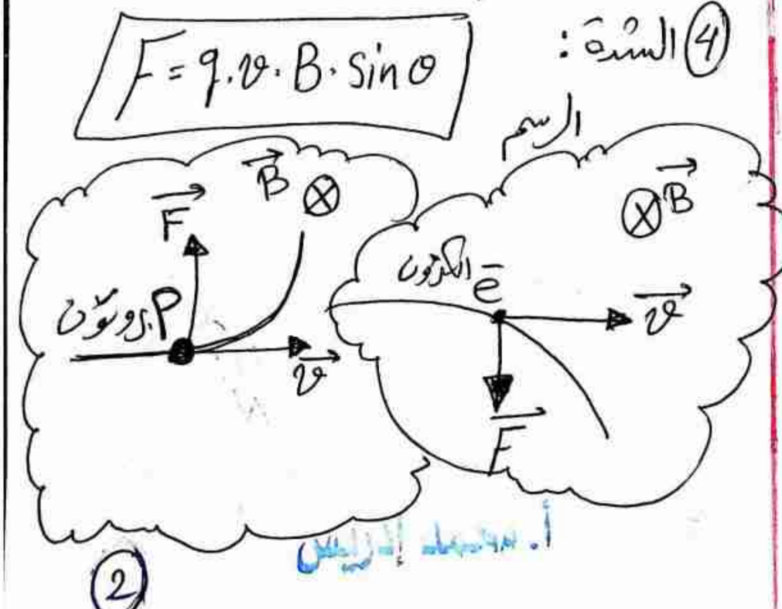
الحل

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

عناصر شعاع القوة المغناطيسية

1. نقطة التأثير: الشحنة المتحركة
2. الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالشعاعين $q\vec{v}$, $\vec{B}$
3. الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى
   - ✓ نجعل الساعد موازياً لشعاع الحركة $\vec{v}$
   - ✓ الأصابع بجهة $\vec{v}$ إذا $q>0$
   - الأصابع عكس $\vec{v}$ إذا $q<0$
   - ✓ يخرج $\vec{B}$ من باطن الكف
   - ✓ يشير الإبهام إلى جهة $\vec{F}$
4. الشدة: $\boxed{F = q.v.B.\sin\theta}$

الرسم



✓ عظمى ⇐ $\sin\theta = 1$ ⇐ $\theta = \frac{\pi}{2}$ ⇐ $\vec{v} \perp \vec{B}$

$\Rightarrow \boxed{F = q \cdot v \cdot B}$

✓ تنعدم ⇐ $\sin\theta = 0$ ⇐ $\theta = \pi$ أو $\theta = 0$ ⇐ $\vec{v} // \vec{B}$

$\Rightarrow \boxed{F = 0}$

✓ تنعدم عندما تكون الشحنة ساكنة $\boxed{v = 0}$

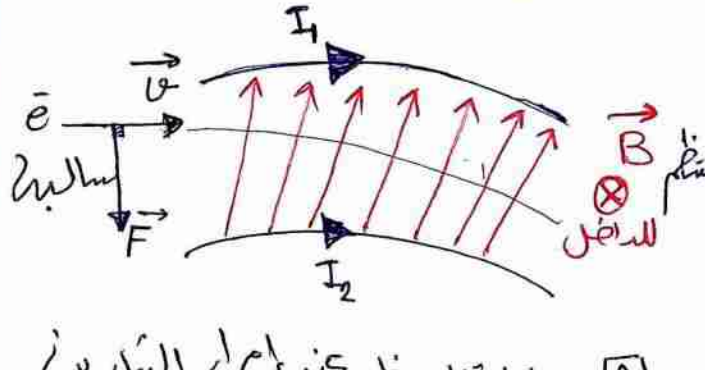
$\Rightarrow \boxed{F = 0}$

✓ تأخذ نصف قيمتها ⇐ $\sin\theta = \frac{1}{2}$

⇐ $\theta = \frac{\pi}{6}$ ⇐ $\boxed{F = \frac{q \cdot v \cdot B}{2}}$

سؤال هام في تجربة هلمهولتز

لدينا ملفين دائريين متوازيين لهما المحور نفسه يمر فيهما تيارين متساويين وبنفس الجهة



[A] ماذا تلاحظ عند إمرار التيارين في الملفين

الحل: (يتولد حقل مغناطيسي منتظم بين الملفين)

[B] نولد حزمة الكترونية مسرعة بسرعة $\vec{v}$ تعامد (ناظمية) على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم ماذا تلاحظ ؟

الحل: (نلاحظ أنَّ الحزمة الإلكترونية انحرفت عن مسارها وأصبح مسارها دائري)

[C] كيف تفسر إجابتك ؟

✓ يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الحزمة الإلكترونية بقوة مغناطيسية $\vec{F}$ عمودية على شعاع السرعة

أي أنها تكتسب تسارع ثابت يعامد شعاع السرعة

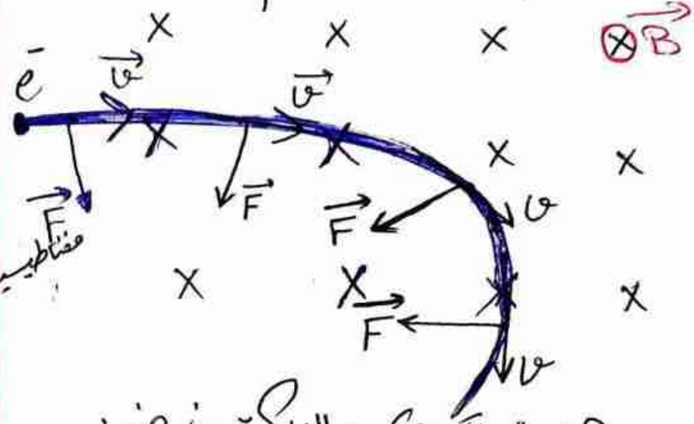
وفق الحركة دائرية منتظمة للحزمة لأنها خضعت لتسارع جاذبية مركزية

أي يحدث تغير في حامل وجهة شعاع السرعة

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال هام: يدخل إلكترون متحرك بسرعة $\vec{v}$ إلى منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع السرعة $\vec{v}$ فيصبح مسار الإلكترون دائري ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي المنتظم $\vec{B} \perp \vec{v}$



① برهن أن حركة الإلكترون ضمن منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم هي دائرية منتظمة

② استنتج نصف قطر المسار الدائري لحركة الإلكترون

③ استنتج دور حركة هذا الإلكترون

④ كيف تصبح حركة الإلكترون بعد خروجه من منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم

الحل

✓ القوى المؤثرة: $\vec{F}$ لورنز المغناطيسية

ويهمل ثقل الإلكترون لصغره أمام $\vec{F}$ لورنز

✓ الجملة المدروسة: الكترون متحرك

✓ جملة المقارنة: خارجية

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$$\sum \vec{F} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{لورنز}} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$q\,\vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}}{m_e}$$

✓ من خواص الجداء الشعاعي نلاحظ

$\vec{a} \perp \vec{v}$

$\vec{a} \perp \vec{B}$

✓ $\vec{v}$ محمولة على المماس

$\Rightarrow \vec{a} \perp$ المماس

$$\boxed{\vec{a}_{\text{كلي}} = \vec{a}_{c\,\text{ناظمي}} + \vec{a}_{t\,\text{مماسي}}}$$

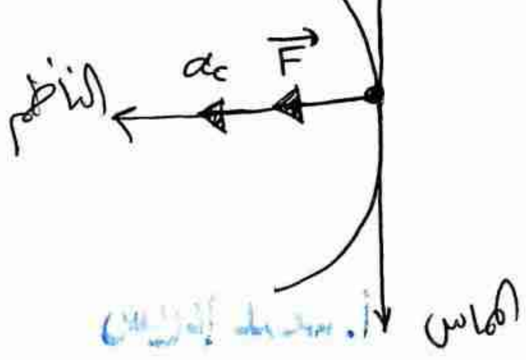
$\boxed{v = const}$ ⇐ حركة دائرية منتظمة

$$a_t = (v)'_t = (const)'_t = 0$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow \boxed{a_{\text{كلي}} = a_{c\,\text{ناظمي}}}$$

⇐ الحركة دائرية منتظمة



أ. محمد إدريس

②

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

$$\vec{F}_{\text{لورنتز}} = m_e.\vec{a}$$

$$e\vec{v}\wedge\vec{B} = m_e.\vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{e\vec{v}\wedge\vec{B}}{m_e}$$

$\vec{a}\perp\vec{B}$
$\vec{a}\perp\vec{v}$ ⇐ من خواص الجداء الشعاعي

⇒ $\vec{a}$ محمول على الناظم

⇒ حركة دائرية منتظمة

⇒ قوة لورنتز هي قوة جاذبة مركزية

$$F_{\text{لورنتز}} = F_{\text{جاذبة مركزية}}$$

$\sin\theta = 1$

$$e.v.B.\sin\theta = m.a_c$$

$$e.v.B = m.\frac{v^2}{r}$$

$$e.B = m.\frac{v}{r}$$

$$r = m.\frac{v}{e.B}$$

كمية الحركة

$$r = \frac{m.v}{e.B} = \frac{P}{e.B}$$

③

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}} \qquad v = \omega.r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r}$$

$$T = \frac{2\pi}{\frac{v}{r}} = 2\pi \times \frac{r}{v} = \frac{2\pi r}{v}$$

$$\boxed{r = \frac{m.v}{e.B}} \Rightarrow T = \frac{2\pi.\frac{m.v}{e.B}}{v}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi.\frac{m}{e.B}$$

$$T = \frac{2\pi.m}{e.B}$$

④ بعد خروجها من منطقة الحقل المغناطيسي

$B = 0$

$$\Rightarrow F_{\text{لورنتز}} = 0$$

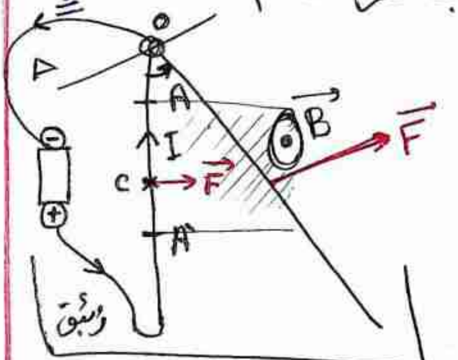
$$\Rightarrow F_{\text{لورنتز}} = m_e.a$$

$$\Rightarrow \boxed{a = 0}$$

⇒ $\boxed{\text{الحركة مستقيمة منتظمة}}$

سؤال هام: في تجربة نعلق سلك شاقولي من النحاس من نهايته العلوية بمحور دوران أفقي Δ ونجعل نهايته السفلية تلامس الزئبق الموضوع في حوض ونمرر بالسلك تياراً كهربائياً I ونخضع جزءاً من السلك طوله $\ell = AA'$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم فنلاحظ أن السلك انحرف عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية α ثم توازن.

A فسّر سبب انحراف السلك؟



الحل

(نشوء قوة كهرطيسية عملت على حرف السلك عن الشاقول بزاوية α)

B نعكس جهة التيار ماذا تلاحظ؟

(تنعكس جهة القوة الكهرطيسية ومنه ينحرف السلك بالإتجاه المعاكس)

C نعيد جهة التيار كما كانت ونعكس جهة $\vec{B}$ ماذا تلاحظ؟

(تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فينحرف السلك بالإتجاه المعاكس)

D نزيد من شدة التيار ماذا تلاحظ؟

(تزداد شدة القوة الكهرطيسية ⇐ تزداد سرعة الإنحراف عن الشاقول ⇐ ينحرف بزاوية أكبر)

E نزيد شدة الحقل المغناطيسي ماذا تلاحظ؟

(تزداد شدة القوة الكهرطيسية ⇐ وتزداد سرعة الإنحراف ⇐ ينحرف بزاوية أكبر)

F ماذا نستنتج مما سبق؟

(يؤثر الحقل المغناطيسي في السلك الناقل بقوة ثابتة تسمى القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس))

G بماذا تتعلق جهة قوة لابلاس؟

(بجهة I و $\vec{B}$)

H عدد العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية (لابلاس)؟

I شدة التيار المار بالسلك

B شدة الحقل المغناطيسي المؤثر

ℓ طول الجزء من الناقل المستقيم الخاضع لـ B

$\sin\theta$ حيث $\theta = (I\vec{\ell}, \vec{B})$

$$\boxed{F = I.\ell.B.\sin\theta}$$

سؤال: انطلاقاً من العلاقة المعبّرة عن شدة القوة المغناطيسية استنتج العلاقة المعبّرة عن القوة الكهرطيسية

$$F_{\text{لورنز}} \text{ مغناطيسية} = e \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$$

$$F_{\text{كهرطيسية}} = N \cdot F_{\text{مغناطيسية}}$$

N عدد الإلكترونات

$v = \frac{L}{\Delta t}$ $\qquad F = N \cdot e \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$

$q = N \cdot e$ $\qquad F = N \cdot e \cdot \frac{L}{\Delta t} \cdot B \cdot \sin\theta$

$$F = q \cdot \frac{L}{\Delta t} \cdot B \cdot \sin\theta$$

$I = \frac{q}{\Delta t}$ $\qquad F = \frac{q}{\Delta t} \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$

$$\boxed{F_{\text{كهرطيسية}} = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta}$$

سؤال: ما هو N عدد الإلكترونات الحرة بالسلك

كثافة حجمية $n = \frac{N}{V}$ عدد الالكترونات / حجم

$V = S \times L$ (حجم، مساحة، مسافة)

$$n = \frac{N}{S \cdot L}$$

نعزل N $\Longrightarrow$ $\boxed{N = n \cdot S \cdot L}$

N: عدد الالكترونات، n: الكثافة، S: مساحة، L: مسافة

النحاس لا ينجذب للمغناطيس

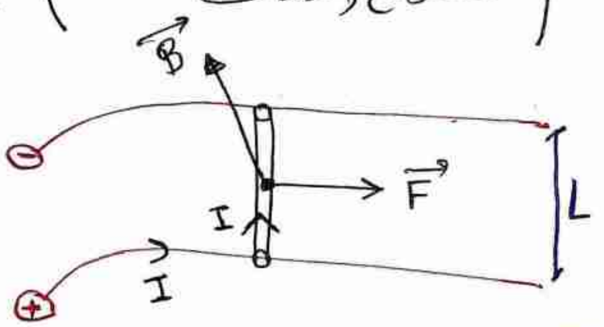
إضافي: أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية

$$\vec{F} = I \cdot \vec{l} \wedge \vec{B}$$

سؤال: في تجربة السكتين الكهرطيسية تخضع الساق النحاسية المستندة عمودياً على السكتين بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم

A) ماذا تلاحظ عند إمرار I متواصل بالساق؟

(تتدحرج الساق)



B) فسّر سبب تدحرج الساق؟ وما نوع العمل؟

(نشوء قوة كهرطيسية تعمل على تحريك الساق وفق حاملها وجهتها بعمل محرك موجب $W > 0$)

C) ماذا يحدث عند عكس جهة التيار أو عكس جهة $\vec{B}$؟

(تنعكس جهة القوة الكهرطيسية $\Leftarrow$ تتدحرج الساق بالإتجاه المعاكس)

D ماذا يحدث عند زيادة شدة التيار أو زيادة B ؟

تزداد شدة F ⟸ تزداد سرعة تدحرج الساق

سؤال هام: أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية ثم حدد عناصر شعاع القوة الكهرطيسية وبيّن متى تكون شدة القوة الكهرطيسية عظمى ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها

الحل

$$\vec{F} = I.\vec{L} \wedge \vec{B}$$

① نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

② الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي

③ الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى

✓ نجعل اليد منبسطة على الناقل

✓ يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

✓ يخرج $\vec{B}$ من راحة الكف

✓ يشير الإبهام لجهة $\vec{F}$

✓ $(I\vec{L}, \vec{B}, \vec{F})$ تحقق ثلاثية قائمة

④ الشدة $F = I.L.B.\sin\theta$

$$\theta = (I\vec{L}, \vec{B})$$

أ. محمد إدريس

سؤال هام:

A أكتب نص نظرية مكسويل

B استنتج عمل القوة الكهرطيسية في تجربة السكتين الكهرطيسية

A نص مكسويل: إذا انتقلت دارة كهربائية أو جزء من دارة كهربائية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي فإنّ عمل القوة الكهرطيسية المسببة لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار المار فيها بتزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها

B تنتقل الساق الأفقية موازية لنفسها مسافة Δx فتمسح سطحاً $\boxed{\Delta S = L.\Delta x}$ تحت تأثير القوة الكهرطيسية التي تنجز عملاً موجباً محركاً $W > 0$

$$\boxed{W = F.\Delta x}$$

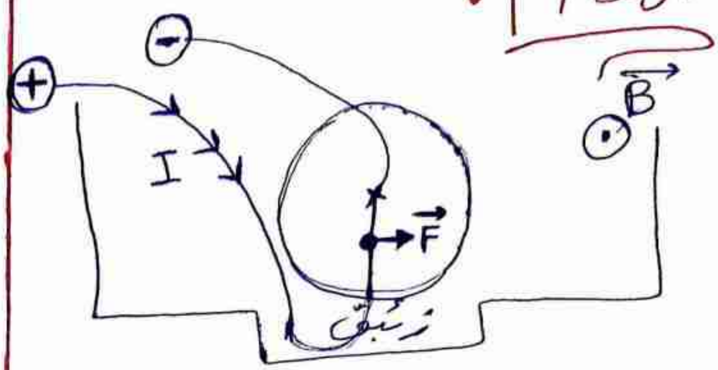
$$= I.L.B.\sin\theta.\Delta x$$

$$= I.B.\Delta S$$

$$\boxed{W = I.\Delta\Phi}$$

$$\Delta\Phi = B.\Delta S$$

سؤال هام :



في تجربة دولاب بارلو تخضع لنصف السفلي للدولاب لتأثير حقل مغناطيسي منتظم

دولاب بارلو : دولاب خفيف من النحاس تتحول فيه الطاقة من كهربائية إلى حركية

A ماذا تلاحظ عند إمرار تيار كهربائي متواصل I في الدولاب ؟

الحل (دوران الدولاب)

B فسر سبب دوران الدولاب ؟

الحل (نشوء قوة كهرطيسية عزمها يعمل على تدوير الدولاب)

C ماذا يحدث عند عكس جهة التيار أو عكس جهة B ؟

الحل (تنعكس جهة القوة الكهرطيسية ويدور الدولاب بالاتجاه المعاكس)

D ماذا يحدث عند زيادة I أو زيادة B ؟

الحل (تزداد شدة F وتزداد سرعة دوران الدولاب)

سؤال أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية المؤثرة في دولاب بارلو وحدد بالكتابة والرسم عناصر تلك القوة ؟

الحل

$$\vec{F} = I \cdot \vec{r} \wedge \vec{B}$$

① نقطة التأثير: منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

② الحامل: عمودي على المستوي المحدد بنصف القطر الشاقولي السفلي وشعاع الحقل المغناطيسي

③ الجهة: بحسب قاعدة اليد اليمنى

✓ نجعل اليد منبسطة على نصف القطر السفلي الشاقولي

✓ يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

✓ يخرج $\vec{B}$ من راحة الكف

✓ يشير الإبهام لجهة $\vec{F}$

$(\vec{F} , \vec{B} , I\vec{r})$ ثلاثية قائمة

④ الشدة $F = I.r.B.\sin\theta$

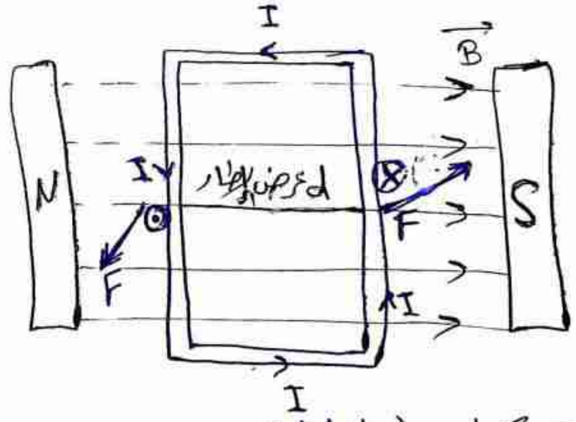
$\theta = (I\vec{r} , \vec{B})$

سؤال في تجربة الإطار المعلق من محوره الشاقولي بسلك عديم الفتل ونمرر تيار كهربائي في الإطار ونخضعه لحقل مغناطيسي فإن الإطار يدور

A فسر سبب دوران الإطار.

B أكتب قاعدة التدفق الأعظمي

الحل



✓

$\otimes\vec{F}$ قوة كهرطيسية للداخل

$\odot\vec{F}$ " " للخارج

✓ في الضلعين الأفقيين قوتين كهرطيسيتين معدومتين $I\vec{L} // \vec{B}$

✓ تؤثر في الضلعين الشاقوليين: قوتين كهرطيسيتين متوازيتين حاملاً ومتعاكستين جهة ومتساويتين شدة

تشكلان مزدوجة كهرطيسية عزمها يعمل على تدوير الإطار حول محوره من وضعه الأصلي حيث التدفق المغناطيسي معدوم إلى وضع التوازن المستقر يكون فيه التدفق أعظمي

B إذا أثر حقل مغناطيسي في دارة مغلقة حرة الحركة تحركت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع يكون التدفق المغناطيسي أعظمي

سؤال A استنتج عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في إطار طول ضلعه L وعرضه d يمكنه الدوران حول سلك تعليقه مار من محوره الشاقولي ويخضع لـ $\vec{B}$

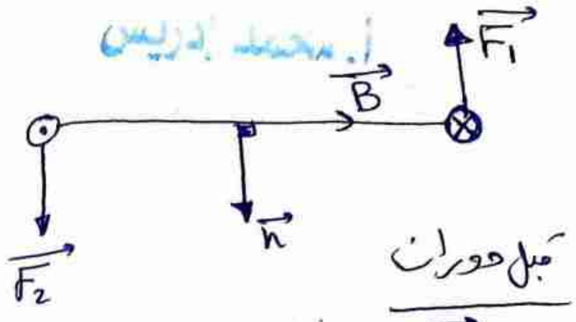
B أكتب عناصر شعاع العزم المغناطيسي

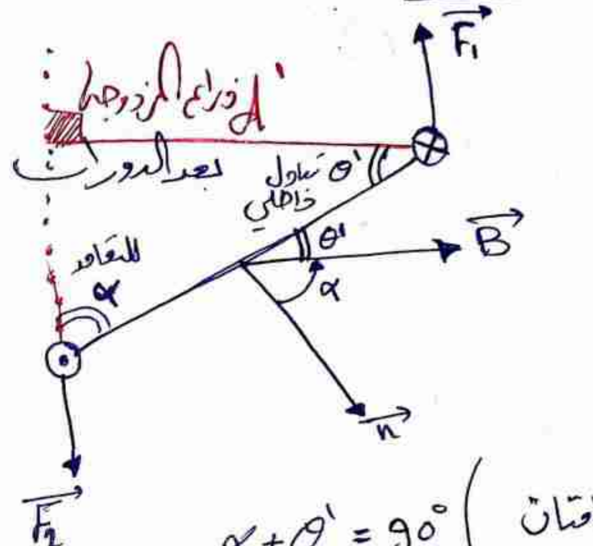
الحل

عزم المزدوجة = ذراع المزدوجة × إحدى القوتين

$\Gamma_\Delta = d' . F$

هو البعد العامودي بين حاملي القوتين





(متتامتان $\alpha + \theta' = 90°$

$(\vec{B}, \vec{n})$ — زاوية الدوران

$\frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} \sin\alpha = \frac{d'}{d} \Rightarrow \boxed{d' = d\cdot\sin\alpha}$

$$\boxed{F = N\cdot I\cdot L\cdot B\cdot \cancel{\sin\theta}} \; 1$$

$$\Gamma_\Delta = d'\cdot F$$

طول الإطار

عرض الإطار $= d\cdot\sin\alpha\cdot N\cdot I\cdot L\cdot B$

$\boxed{\text{المساحة } S = L\cdot d}$

$$\boxed{\Gamma_\Delta = N\cdot I\cdot S\cdot B\cdot\sin\alpha}$$

عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية

$\boxed{\text{العزم المغناطيسي } M = N\cdot I\cdot S}$

$$\Gamma_\Delta = M\cdot B\cdot\sin\alpha$$

$$\vec{\Gamma_\Delta} = \vec{M} \wedge \vec{B}$$

العبارة الشعاعية لعزم المزدوجة الكهرطيسية

$\boxed{B}$ الحامل: هو الناظم على مستوي الإطار (شعاع السطح)

الجهة: بالتفاف أصابع اليد اليمنى مع التيار فيشير الإبهام لجهة الناظم وجهة شعاع السطح وجهة العزم المغناطيسي

الشدة: $M = N.I.S$

سؤال انطلاقا من شرط التوازن الدوراني استنتج زاوية دوران الإطار θ' في المقياس الغلفاني وكيف تتم زيادة حساسيته

$$\Sigma\Gamma = 0$$

$$\underset{\text{مزدوجة كهرطيسية}}{\Gamma_\Delta} + \underset{\text{مزدوجة فتل}}{\Gamma'} = 0$$

$$N.I.S.B.\sin\alpha + (-K\theta') = 0$$

$$N.I.S.B.\sin\alpha = K.\theta'$$

ملاحظات مسائل

① القوة المغناطيسية

$$\boxed{F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta}$$

وشعاع السرعة ناظمي على شعاع الحقل $\vec{B}$

$$\Rightarrow \vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \boxed{\sin\theta = 1}$$

② نصف قطر المسار الدائري

$$r = \frac{m_e \cdot v}{e \cdot B} = \frac{P}{e \cdot B}$$

كمية الحركة $P = m \cdot v \Rightarrow \boxed{P = r \cdot e \cdot B}$

شحنة الإلكترون

③ قوة لابلاس (القوة الكهرطيسية)

$$\boxed{F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta}$$

$$\theta = (\widehat{I\vec{L}, \vec{B}})$$

✓ $I\vec{L} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin\theta = 1$

✓ $I\vec{L} \parallel \vec{B} \Rightarrow \sin\pi = 0$, $\sin 0 = 0$

ملفة

✓ $F = N \cdot I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$

$\alpha + \theta' = 90$ (متتامتان)

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

$$N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \cos\theta' = K\theta'$$

θ' زاوية صغيرة

$\theta' \leq 0{,}24$ rad

$\cos\theta' \simeq 1$

$\sin\theta' \simeq \theta'$

$\tan\theta' \simeq \theta'$

$$N \cdot I \cdot S \cdot B = K \cdot \theta'$$

$$\theta' = \frac{N \cdot I \cdot S \cdot B}{K}$$

$$\boxed{\theta' = \frac{N \cdot S \cdot B}{K} \cdot I}$$

✓ علاقة زاوية دوران الإطار

✓ بين θ' و I

$$G = \frac{N \cdot S \cdot B}{K}$$

ثابت المقياس الغلفاني

حساسية المقياس G

ثابت فتل السلك

$$\boxed{\theta' = G \cdot I}$$

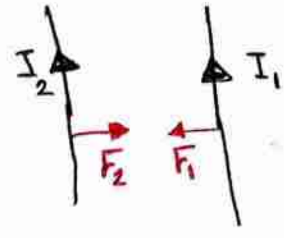
✓ G , K عكسي

$$K = K' \cdot \frac{(2r)^4}{\ell}$$

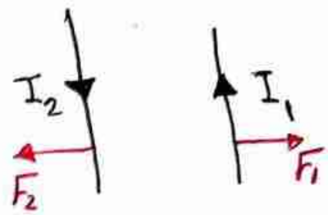
باستخدام سلك
سلك رفيع جداً
لكي تنقص K

④

تجاذب السلكان



تنافر السلكان



قوة التأثير المتبادل بين السلكين

$$\boxed{F = 2\times10^{-7}\,\frac{I_1 \cdot I_2}{d}\cdot L}$$

d البعد بين السلكين

⑤ تجربة السكتين

عمل القوة الكهرطيسية

$$\boxed{W = F\cdot\Delta x}$$

$$\boxed{F = I\cdot L\cdot B\cdot \sin\theta}$$

$$\boxed{\Delta x = v\cdot\Delta t}$$

الاستطاعة الاستهلاكية (الميكانيكية)

$$\boxed{P = \frac{W}{t}}$$

$$\boxed{P = \frac{W}{t} = \frac{F\cdot\Delta x}{t} = F\cdot v}$$

⑥ شرط التوازن (السكون)

«إهمال السكتين»

$\sum \vec{F} = \vec{0}$ ونرسم

دولاب بارلو

⑦ شدة القوة الكهرطيسية

$$\boxed{F = I\cdot r\cdot B\cdot \sin\theta}$$

r نصف قطر الدولاب

$$\boxed{\sin\theta = 1}$$

عزم القوة الكهرطيسية

$$\boxed{\Gamma = d\cdot F = \frac{r}{2}\cdot F}$$

الاستطاعة الدورانية

$$P = \Gamma\cdot\omega$$

Γ عزم القوة

ω السرعة الزاوية

$$\boxed{\omega = 2\pi f} \qquad \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$$

شرط التوازن (السكون)

شرط منع الدوران للدولاب

$$\sum \Gamma = 0$$

أ. محمد إدريس

⑧ تجربة الإطار

① سلك تعليق عديم الفتل

← عزم المزدوجة الكهرطيسية

$$\boxed{\Gamma_\Delta = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha}$$

$S \Leftarrow$ مربع $S = L^2$

$S \Leftarrow$ مستطيل $S = a \cdot L$

$S \Leftarrow$ دائرة $S = \pi r^2$

$\alpha = (\vec{B} \hat{,} \vec{n})$

θ' زاوية الدوران

$\alpha + \theta' = 90$ (متتامتان)

✓ لحظة إمرار التيار $\Leftarrow$ $\theta' = 0$ زاوية الدوران

(الإطار بعد ما دار) $\Rightarrow \alpha = 90$

✓ خطوط الحقل توازي سطح الدارة

$\Rightarrow$ سطح الدارة $/\!/ \vec{B} \perp \vec{n}$

ومنه $\alpha = 90$

✓ بعد دوران الإطار بزاوية $\theta' = 60°$

$\Longrightarrow \alpha = 30$ (متتامتان)

✓ العزم المغناطيسي

$M = I \cdot S$

$$\boxed{M = N \cdot I \cdot S}$$

أ. محمد إدريس

⑨ التدفق المغناطيسي

$$\boxed{\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha}$$

✓ تدفق معدوم $\Leftarrow$ لحظة إمرار التيار

$\alpha = 90$

$\cos\alpha = 0$

السطح $/\!/ \vec{B} \perp \vec{n}$

ومنه $\alpha = 90$

$\cos\alpha = 0$

✓ تدفق أعظمي $\Leftrightarrow$ توازن مستقر

$\alpha = 0$

$\cos\alpha = 1$

✓ تغير التدفق (الإطار يدور)

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

$= N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha_2 - N S \cdot B \cdot \cos\alpha_1$

$= N \cdot S \cdot B (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

✓ عمل مزدوجة كهرطيسية

$W = I \cdot \Delta\Phi$

$= I \cdot (\Phi_2 - \Phi_1)$

(10) سلك فتل $N.I.S.B = K.\theta'$

$$\theta' = \frac{N.I.S.B}{K}$$

$$K = \frac{N.I.S.B}{\theta'}$$

θ' بالراديان والـ متغيرة

✓ ثابت حساسية المقياس الجلفاني G

$$G = \frac{N.S.B}{K}$$

$$G = \frac{\theta'}{I}$$

✓ ثابت فتل السلك $K = \dfrac{K'(2r)^4}{\ell}$

$$G \xrightarrow{\text{عكسي}} K \xrightarrow{\text{عكسي}} \ell$$

G و ℓ: طردي

✓ نجعل طول سلك الفتل ضعف ما كان عليه ⟸ $\boxed{G' = 2G}$

✓ نجعل طول سلك الفتل ثلث ما كان عليه

$$\boxed{G' = \frac{1}{3}G}$$

حل أختبر نفسي

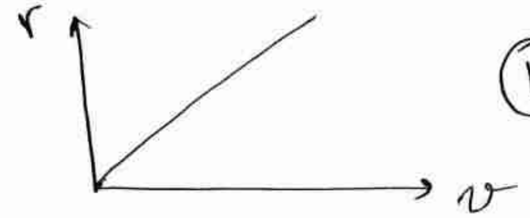
أولاً (1)

$$r = \frac{m.v}{q.B} = \text{const}.\, v$$

m, q, B ثوابت

v متغيرة ⟸ r, v طردي

(b)



(2)

$$\frac{E}{B} = \frac{\text{مجال كهربائي}}{\text{مجال مغناطيسي}}$$

(a) $\boxed{m.s^{-1}}$

$E \to q \to$ قوة كهربائية $\boxed{F = q.E}$

$B \to q \to$ قوة مغناطيسية $\boxed{F = q.v.B}$

والحركة مستقيمة منتظمة

$$F_{\text{كهربائية}} = F_{\text{مغناطيسية}}$$

$$q.E = q.v.B$$

$$E = v.B$$

$$\boxed{\frac{E}{B} = v} \quad m.s^{-1}$$

③ حركة دائرية منتظمة (تم استنتاجها)

④ تبقى شدته ثابتة

أو يتغير حامله وجهته

إضافي غير موجود بالخيارات

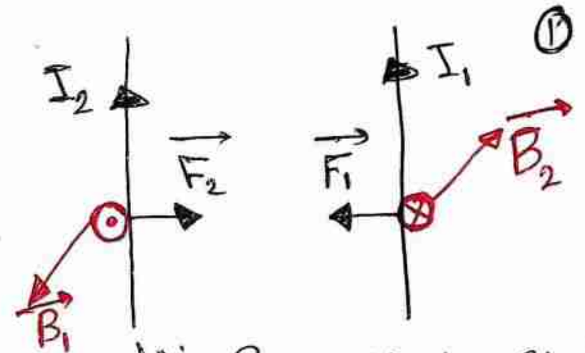
⑤ يزداد

$W > 0$ العمل

$I \cdot \Delta\Phi > 0$

$\Rightarrow \Delta\Phi > 0$

ثانياً ①



يولّد التيار المستقيم I_1 بجوار نقطة من L_2 من السلك المستقيم الثاني حقل مغناطيسي B_1

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

هذا الحقل ولّد في السلك الثاني قوة كهرطيسية

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

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

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

القوة الناتجة عن تأثير السلك الأول على طول L_2 من السلك الثاني

قوة التأثير المتبادل بين السلكين

I_1 , I_2 بجهة واحدة

يتجاذب السلكان

② جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الشحنة المتحركة

القوى المؤثرة: $\vec{F}$ القوة المغناطيسية

ونهمل ثقل الإلكترون لصغره

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

شدة

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{B = \frac{F}{q \cdot v}}$$

علاقة الحقل المغناطيسي

N ، $m.s^{-1}$ ، كولوم C ، تسلا

تعريف

التسلا: هو شدة حقل مغناطيسي يؤثر على شحنة مقدارها واحد كولوم تتحرك بسرعة $1\, m.s^{-1}$ بفعل قوة مغناطيسية $1N$

③ تم حلها سابقاً

- **عناصر شعاع القوة الكهرطيسية:**

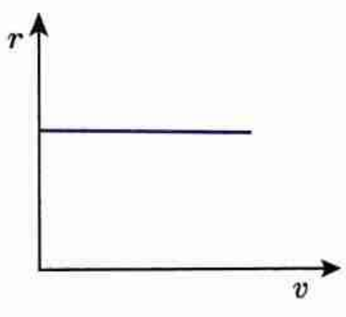
1. **نقطة التأثير:** منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم
2. **الحامل:** عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي.
3. **الجهة:** تحقق الأشعة ($\vec{F}, \vec{IL}, \vec{B}$) ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى: نجعل اليد اليمنى منبسطة على الناقل. يدخل التيار من الساعد، ويخرج من رؤوس الأصابع. يخرج شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ من راحة الكف. يشير الإبهام إلى جهة القوة الكهرطيسية $\vec{F}$.
4. **الشدة: تعطى بالعلاقة :** $F = ILB\sin\theta$

- **نص نظرية مكسويل:** عندما تنتقل دارة كهربائية أو جزء من دارة كهربائية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي، فإنّ عمل القوة الكهرطيسية المسببة لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار المارّ في الدارة في تزايد التدفق.
- **عزم المزدوجة الكهرطيسية** المؤثرة في ملف يعطى بالعلاقة: $\Gamma = ISB\sin\alpha$ و إذا احتوى الملف على N لفة يعطى بالعلاقة $\Gamma = NISB\sin\alpha$
- **المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك:** هو جهاز يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربائية صغيرة جداً، وقياس شداتها.

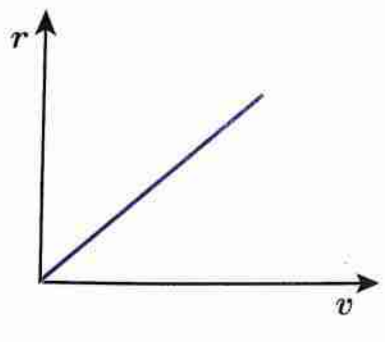
أختبر نفسي

أولا: اختر الإجابة الصحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

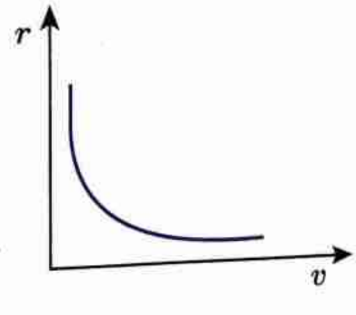
1. جُسَيماتٌ مشحونةٌ لها الكتلةُ نفسُها والشُّحنةُ نفسُها، أُدخلت في منطقة يسودها حقل مغناطيسيّ مُنتظ بسرعة تعامد خطوط الحقل. فإنّ الشّكل الذي يمثّل العلاقة بينَ نصف قطر المسار الدائري r وسرع الجُسَيمات المشحونة v:



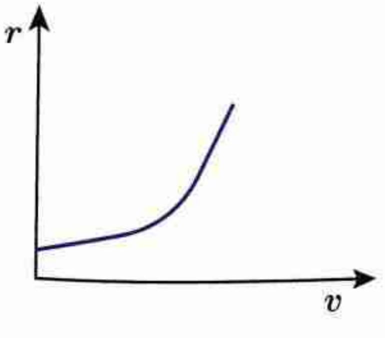
.a



.b



.c



.d

2. إنَّ واحدةَ قياسِ النّسبة $\frac{E}{B}$ هي :

a. $m.s^{-1}$ b. $m.s^{-2}$ c. m d. s

3. عندما يدخلُ الإلكترونُ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ بسرعةٍ $\vec{v}$، تعامِدُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيّ (بإهمالِ ثقلِ الإلكترون) فإنَّ حركةَ الإلكترونِ داخلَ الحقلِ هي:

a. دائريّةٌ مُتغيِّرةٌ بانتظام b. دائريّةٌ مُنتظَمةٌ c. مُستقيمةٌ مُنتظَمةٌ d. مُستقيمةٌ مُتغيِّرةٌ بانتظام

4. عندَما يدخلُ جسمٌ مشحونٌ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ، فإنَّ شُعاعاً سرعتُه $\vec{v}$:

a. يتغيَّرُ حاملُه وشدّتُه b. يتغيَّرُ حاملُه فقط c. تتغيَّرُ شدّتُه فقط d. تبقى شدّتُه ثابتةً.

5. عندما تتدحرجُ السّاق في تجربةِ السّكّتَينِ الكهرطيسيّة تحتَ تأثيرِ القوّة الكهرطيسيّة، فإنَّ التّدفُّق المغناطيسيّ:

a. يبقى ثابتاً. b. يزدادُ. c. يتناقصُ. d. ينعدمُ.

ثانياً: أجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ

1. ادرسِ التّأثير المُتبادَل بينَ سلكَين نحاسيَّين شاقوليّين طويلَين يمرُّ بهما تيّارانِ مُتواصِلانِ لهما الجهةُ نفسُها، واستنتجْ عبارةَ القوّةِ الكهرطيسيّة المُؤثِّرة في أحدِ السّلكَين نتيجةَ وجودِ السّلكِ الآخر.
2. استنتجْ عبارةَ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُؤثِّرة في شحنةٍ كهربائيّةٍ تتحرّكُ في حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظَمٍ بسرعة $\vec{v}$ تعامِدُ شُعاعَ الحقلِ المغناطيسيّ ثمَّ عرِّفِ التّسلا.
3. بيِّنْ كيفَ يتمُّ قياسُ شدّةِ التيّارِ في المقياسِ الغلفانيّ، ثمَّ استنتج العلاقةَ بينَ شدَّةِ التيّار I وزاويةِ دَوران الإطار (θ)، وكيفَ تتمُّ زيادةُ حساسيَّةِ المقياسِ الغلفانيّ عمليّاً من أجلِ التيّارِ نفسِه.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

في تجربةِ السّكتين الكهرطيسيّة، تستندُ ساقٌ نحاسيّة كتلتُها $16g$ إلى سكّتين أفقيّتين حيثُ يؤثّرُ على $4\,cm$ من الجزءِ المتوسّط منها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ شاقوليّ شدّته $40\,\mathrm{T}$ ويمرُّ بها تيّارٌ شدّته $40\,\mathrm{A}$،

$B = 10^{-1}$

المطلوب:

1. حدِّدْ بالكتابةِ والرّسم عناصرَ شُعاع القوّةِ الكهرطيسيّة، ثمَّ احسبْ شدّتَها.
2. احسبْ قيمةَ العملِ الذي تنجزه القوّة الكهرطيسيّة عندما تنتقل الساق مسافة Δx: $15\,cm$.
3. احسبْ قيمةَ الزّاويةِ التي يجبُ إمالةُ السّكتين بها عن الأفقِ حتّى تتوازنُ السّاق والدّارة مُغلَقة (بإهمال قوى الاحتكاك).

المسألة الثانية:

نعلّقُ سلكاً نحاسيّاً ثخيناً طولُه $60cm$ وكتلتُه $50g$ من طرفِهِ العلويّ شاقوليّاً، ونغمسُ طرفَه السّفليّ في حوضٍ يحتوي الزّئبقَ. نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً مُتواصِلاً شدّتُه $10A$، حيثُ يؤثّرُ حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ أفقيٌّ شدّتُه $B = 3 \times 10^{-2}\mathrm{T}$ على قطعةٍ منه، طولُها $4cm$ يبعدُ مُنتصَفُها عن نقطةِ التّعليقِ $50cm$.
استنتِجْ العلاقةَ المُحدِّدةَ لزاويةِ انحرافِ السّلك عن الشّاقول بدلالةِ أحدِ نِسبِها المثلّثيّة، ثمّ احسبْها.

المسألة الثّالثة:

إطارٌ مُستطِيلُ الشّكل يحتوي 100 لفةٍ من سلكٍ نُحاسيٍّ معزولٍ مساحتُه $4\pi \mathrm{cm}^2$.

a. نعلّقُ الإطارَ بسلكٍ عديمِ الفتلِ شاقوليّ، ونخضعُه لحقلِ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ أفقيٍّ شدّتُه $B = 4 \times 10^{-2}\mathrm{T}$، خطوطُه تُوازي مُستوي الإطارِ الشّاقوليّ، نمرّرُ في الإطارِ تيّاراً شدّتُه $\frac{1}{10\pi}\,\mathrm{A}$،

1. عزمِ المُزدوَجة الكهرطيسيّة التي يخضعُ لها الإطارُ لحظةَ إمرارِ التيّار.
2. عملِ المُزدوَجة الكهرطيسيّة عندَما يدورُ الإطارُ من وضعِه السّابق إلى وضعِ التّوازُن المُستقِرّ.

b. نقطعُ التيّارَ ونستبدلُ سلكَ التّعليق بسلكِ فتلٍ شاقوليٍّ ثابِتٍ فتلُه K، بحيثُ يكونُ مُستوي الإطارِ يوازي خطوطَ الحقلِ المغناطيسيّ السّابق، ونمرّرُ تيّاراً شدّتُه $2mA$، فيدورُ الإطارُ زاويةً $30°$، ثمَّ يتوازنُ.

المطلوب:

1. احسبِ التّدفّق المغناطيسيّ في الإطارِ عندَما يتوازَن.
2. استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدةَ لثابِت فتلِ سلكِ التّعليق انطلاقاً من شرطِ التّوازُن الدّورانيّ، ثمَّ احسبْ قيمتَه (يهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ).

المسألة الرّابعة:

دولابُ بارلو قطرُه $20\,cm$، يمرّرُ فيه كهربائيّ مُتواصِلٌ I، ويخضعُ نصفُ القرصِ السّفليّ لحقلٍ مغناطيسيّ أفقيّ مُنتظمٍ شدّتُه $B = 10^{-2}T$، فيتأثّرُ الدُّولابُ بقوّةٍ كهرطيسيّةٍ شدّتُها $F = 4\times10^{-2}N$

المطلوب:

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

تفكير ناقد

جسمٌ مشحونٌ يتحرّكُ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ يعامدُ حقلاً كهربائيّاً مُنتظَماً بسرعةٍ تُعامِدُ كلٌّ منهما، بيّنْ متى يصبحُ مسارُه مُستقيماً، ومتى يكونُ دائريّاً.

أبحث أكثر

ابحث في استخدامِ البروتوناتِ المُتسارِعة في علاجِ الأمراضِ السّرطانيّة.

المسألة (10): عامة مغناطيسية

وشيعة طولها $40\,\text{cm}$، مؤلّفة من 400 لفّة، محورها الأفقيّ يعامد خطّ الزوال المغناطيسيّ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة، ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $16\,\text{mA}$.

المطلوب:

1. احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة.
2. إذا أجرينا اللفّ بالجهة نفسها على أسطوانةٍ فارغةٍ من مادّة عازلةٍ باستخدام سلك معزول قطره $2\,\text{mm}$ بلفّات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة.
3. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها 2cm^2 بحيث يصنع النّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية $60°$.
احسب التدفقَ المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

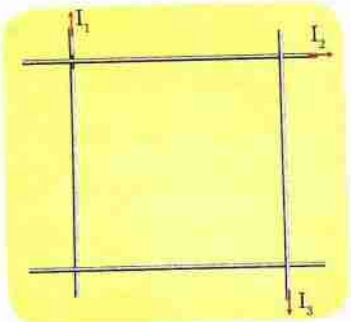
المسألة (11): عامة مغناطيسية

ملفّ دائريّ نصف قطره الوسطيّ $40\,\text{cm}$ يتألّف من 100 لفّة، وُضِع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته $0.5\,\text{T}$ حيث خطوط الحقل عموديّة على مستوي الملفّ.

المطلوب:

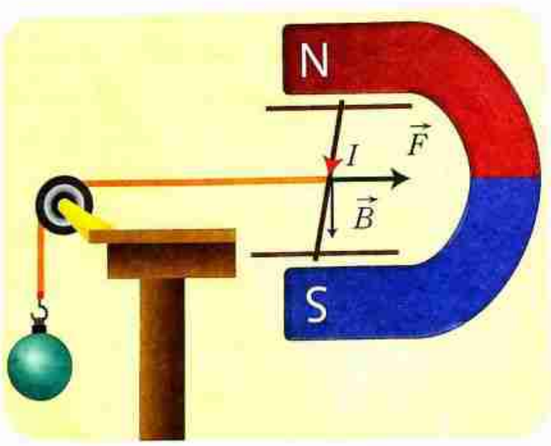
1. احسب التدفّق المغناطيسيّ الذي يجتاز لفّات الملفّ.
2. ما مقدار التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ إذا دار الملفّ في الاتّجاه الموجب بزاوية $45°$.

المسألة (12): عامة مغناطيسية



أربعُ أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوٍ واحد، ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكّل مربّعاً طول ضلعه $40\,\text{cm}$، أوجد شدّةَ، واتجاهَ التيّار الذي يجب أن يمرَّ في الناقل الرابع بحيث تكون شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز المربّع معدومة. حيث إنّ: $I_1 = 10\,\text{A}, I_2 = 5\,\text{A}, I_3 = 15\,\text{A}$

المسألة (13): عامة



في الشكل المجاور تستند ساقٌ نحاسيّةٌ طولها $10\,\text{cm}$، وكتلتها $20\,\text{g}$ على سكّتين نحاسيَّتين أفقيَّتين، وتخضعُ بكاملها لحقل مغناطيسيّ منتظم شاقوليّ شدّته $B = 2 \times 10^{-2}\,\text{T}$ ويمرُّ فيها تيّارٌ كهربائيٌّ متواصلٌ شدّته $15\,\text{A}$ وللحفاظ على توازن هذه السّاق نعلّق في مركز ثقلها خيطاً لا يمتطّ كتلته مهملة، مربوطٌ بكتلة.

المطلوب:

1. احسب كتلة الجسم المعلّق.
2. احسب شدّة قوّة ردّ فعل السكّتين على السّاق.

المسألة (14): عامة

تيّار كهربائيّ شدّته $20\,\text{A}$ يمرُّ في سلك مستقيم طوله $10\,\text{cm}$ فإذا وضع السلك كاملاً في حقل مغناطيسيّ شدّته $2 \times 10^{-3}\,\text{T}$ وكان السلك يصنع مع خطوط الحقل المغناطيسيّ زاوية $30°$ احسب شدّة القوّة الكهرطيسيّة المؤثّرة في السلك.

المسألة (15):
نخضع إلكتروناً يتحرّك بسرعة $8 \times 10^3\,\text{Km.s}^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسيّ منتظم ناظميّ على شعاع سرعته شدّته $B = 5 \times 10^{-3}\,\text{T}$.

المطلوب:

1. وازن بالحساب بين شدّة ثقل الإلكترون وشدّة قوّة لورنز المؤثّرة فيه. ماذا تستنتج؟
2. برهن أنّ حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسيّ هي حركة دائريّة منتظمة، ثمّ استنتج العلاقة المحدّدة لنصف قطر المسار الدائريّ، واحسب قيمته.
3. احسب دور الحركة.

$(e = 1.6 \times 10^{-19}\,\text{C}\ ,\ m_e = 9 \times 10^{-31}\,\text{kg}\ ,\ g = 10\,\text{m.s}^{-2})$

المسألة (16):
إطار مربّع الشكل مساحة سطحه $s = 25\,\text{cm}^2$ يحوي 50 لفّة من سلك نحاسيّ معزول نعلّقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقوليّ ونخضعه لحقل مغناطيسيّ منتظم خطوطه أفقيّة شدّته $B = 10^{-2}\,\text{T}$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\overrightarrow{B}$ عند عدم مرور تيّار، نمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته $I = 5\,\text{A}$ **المطلوب:**

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

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (17):
ملفّ مستطيل مساحته $200\,\text{cm}^2$ يتكوّن من 100 لفّة يمرّ فيه تيّار شدّته 3A، وضع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته $0.1\,\text{T}$ احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة عليه عندما يكون مستوي الملفّ يصنع زاوية 60° مع خطوط الحقل المغناطيسيّ.

المسألة (18):
وشيعة طولها $30\,\text{cm}$ ومساحة مقطعها $3 \times 10^{-2}\,\text{m}^2$ وذاتيّتها $L = 5 \times 10^{-3}\,\text{H}$

1. احسب عدد لفّاتها.
2. نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $15\,\text{A}$ احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.
3. نجعل شدّة التيّار تتناقص بانتظام من $20\,\text{A}$ إلى الصفر خلال $0.5\,\text{s}$ احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة في الوشيعة وحدّد جهة التيّار المتحرّض.
4. نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة مقدّرة بالأمبير $\overline{i} = 20 - 5t$، احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة 1 درس

$m = 16\times10^{-3}\ kg$

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

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

$I = 40\ A$

① العناصر نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي

الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى

✓ يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

✓ يخرج شعاع الحقل $\vec{B}$ من باطن الكف

✓ يشير الإبهام لجهة شعاع القوة الكهرطيسية

بحيث تحقق الأشعة $\vec{F}, I\vec{l}, \vec{B}$ ثلاثية قائمة

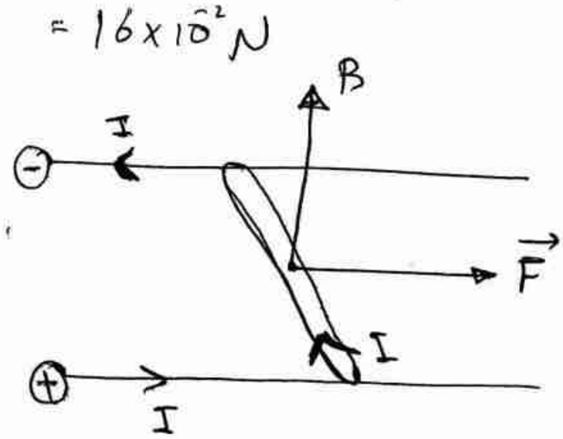
✓ الشدة

$$F = I.l.B.\sin\theta$$

$$\hat{\theta} = (I\vec{l}, \vec{B})$$

طول الجزء من الساق الخاضع للحقل $\vec{B}$

$$F = 40\times4\times10^{-2}\times10^{-1}\times1 = 16\times10^{-2}\ N$$



$\Delta x = 15\times10^{-2}\ m$ $\quad W = ?$ ②

$$\boxed{W = F.\Delta x} = 16.10^{-2}.15.10^{-2} = 240.10^{-4} = 24.10^{-3}\ J$$

إضافي أحسب قيمة العمل المصروف إذا انتقلت الساق بسرعة ثابتة $v = 5\times10^{-2}\ m/s$ لمدة ثلاثة ثواني

الحل

$$\boxed{\Delta x = v.\Delta t} = 5\times10^{-2}\times3 = 15\times10^{-2}\ m$$

$$\boxed{W = F.\Delta x} = 16.10^{-2}.15.10^{-2} = 240.10^{-4} = 24.10^{-3}\ J$$

إضافي وأحسب الاستطاعة الميكانيكية

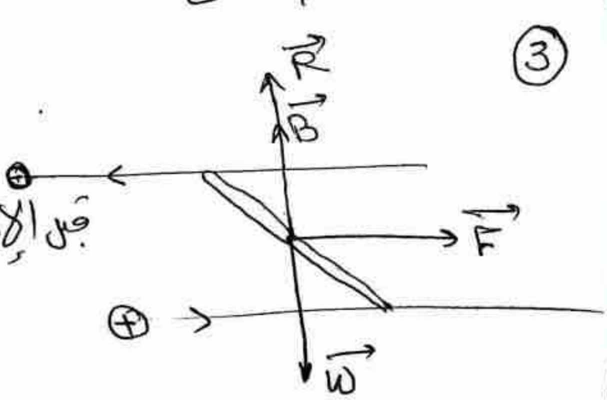
$$\boxed{P = \frac{W}{t}} = \frac{24.10^{-3}}{3} = 8.10^{-3}\ watt$$

أو

$$\boxed{P = F.v} = 16.10^{-2}.5.10^{-2} = 80.10^{-4} = 8.10^{-3}\ watt$$

③

قبل الإمالة



أ. محمد إدريس

المسألة [2] درس

$l = 60\cdot10^{-2}\,m$

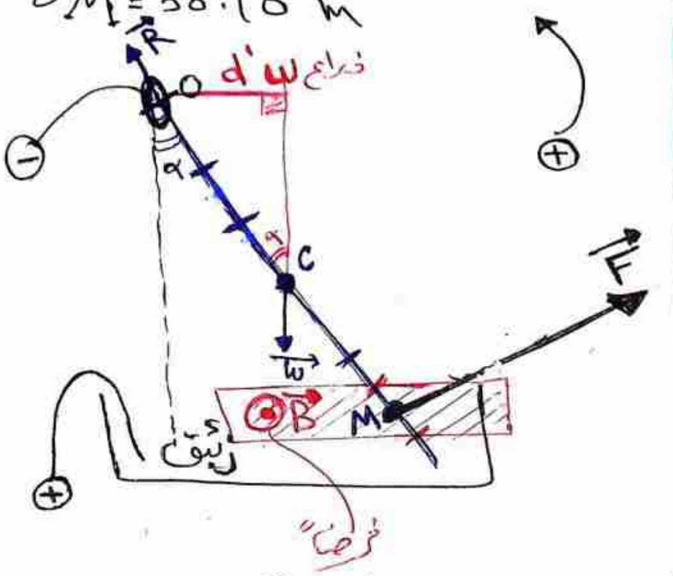
$m = 50\cdot10^{-3}\,Kg$

$I = 10A$

$B = 3\cdot10^{-2}\,T$

$\ell = 4\cdot10^{-2}\,m \longrightarrow$ طول الجزء من الناقل المستقيم الخاضع لـ $\vec{B}$

$OM = 50\cdot10^{-2}\,m$



- جملة المقارنة: خارجية
- الجملة المدروسة: ساق متوازنة
- القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{R}$ رد مفصل محور الدوران

$\vec{w}$ ثقل الساق

$\vec{F}$ القوة الكهرطيسية

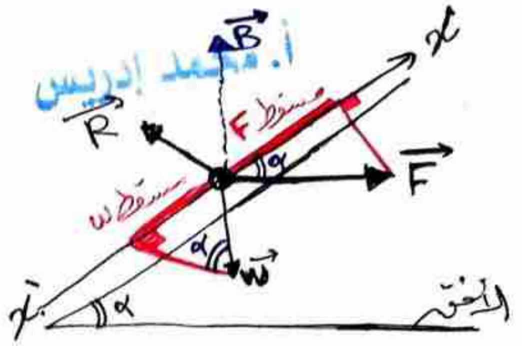
دوران $\sum \Gamma = 0$ ⟵ الساق متوازنة

$$\boxed{\Gamma_{\vec{R}} + \Gamma_{\vec{F}} + \Gamma_{\vec{w}} = 0}$$

$\Gamma_{\vec{R}} = 0$ (تلاقي محور الدوران بكل لحظة)

$\Gamma_{\vec{F}} = +d\cdot F = OM\cdot F$

أ. محمد إدريس



حتى تتوازن الساق (ساكنة)

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

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

بالإسقاط على $\overrightarrow{xx'}$

$$0 - w\cdot\sin\alpha + F\cdot\cos\alpha = 0$$

$$F\cdot\cos\alpha = w\cdot\sin\alpha$$

$$I\cdot l\cdot B\cdot\sin\frac{\pi}{2}\cdot\cos\alpha = m\cdot g\cdot\sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{I\cdot l\cdot B\cdot\cos\alpha}{m\cdot g}$$

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{I\cdot l\cdot B}{m\cdot g}$$

نقسم الطرفين على $\cos\alpha$

$$\tan\alpha = \frac{I\cdot l\cdot B}{m\cdot g}$$

$$= \frac{\cancel{40}\cdot\cancel{4}\cdot10^{-2}\cdot10^{-1}}{\cancel{16}\cdot10^{-3}\cdot\cancel{10}}$$

$$\tan\alpha = \frac{10^{-3}}{10^{-3}}$$

$$\tan\alpha = 1$$

$$\boxed{\alpha = 45^\circ = \frac{\pi}{4}\,rad}$$

$$\Gamma_{\vec{w}} = -\underset{\text{ذراع } C_w}{d'} \cdot W$$

$$\sin\alpha = \frac{d'}{OC} \quad \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}}$$

$$\Rightarrow \boxed{d' = OC \cdot \sin\alpha}$$

$$\Gamma_{\vec{w}} = -OC \cdot \sin\alpha \cdot W$$

$$\Gamma_{\vec{w}} = -W \cdot OC \cdot \sin\alpha$$

نعوض في ♥

$$0 + OM \cdot F - W \cdot OC \cdot \sin\alpha = 0$$

$$OM \cdot F = W \cdot OC \cdot \sin\alpha$$

$$OM \cdot I \cdot l \cdot B \cdot \cancel{\sin\frac{\pi}{2}}_{\,1} = m \cdot g \cdot OC \cdot \sin\alpha$$

طول الجزء من الناقل الخاضع لـ $\vec{B}$

$$\sin\alpha = \frac{OM \cdot I \cdot l \cdot B}{m \cdot g \cdot OC}$$

$$= \frac{50 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 30 \cdot 10^{-2}}$$

$\boxed{\text{OC هو نصف طول الساق}}$

$$\sin\alpha = 4 \cdot 10^{-2} = 0{,}04 < 0{,}24$$

⇐ زاوية صغيرة

$$\Rightarrow \boxed{\sin\alpha = \alpha = 0{,}04} \text{ rad}$$

المسألة $\boxed{3}$ درس

$N = 100$ لفة

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

$B = 4 \cdot 10^{-2}\ T$

$\vec{B}$ // مستوى الإطار $\Rightarrow \vec{B} \perp \vec{n}$

$$I = \frac{1}{10\pi}\ A$$

$$\boxed{\Gamma = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha} \quad ①$$

لحظة إمرار التيار في الإطار بعد ما دار

⇐ $\boxed{\alpha = \frac{\pi}{2}}$ بين $\vec{n}, \vec{B}$

$$\Gamma = 100 \cdot \frac{1}{10\pi} \cdot 4\pi \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 1$$

$$\Gamma = 16 \cdot 10^{-5}\ m.N$$

إضافي هام جداً

أحسب عزم مزدوجة الكهرطيسية لعبد دوران الإطار بزاوية $60°$

الحل ؟

$$\Gamma = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha$$

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

α ليست زاوية الدوران

$$\boxed{\alpha + \alpha' = 90}$$

α' زاوية الدوران

$$\alpha + 60 = 90 \Rightarrow \boxed{\alpha = 30°}$$

$$\Gamma = 100 \cdot \frac{1}{10\pi} \cdot 4\pi \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 8 \cdot 10^{-5}\ m.N$$

أ. محمد إدريس

(2) وضعه السابق ⟵ التوازن المستقر

$\boxed{\alpha = \frac{\pi}{2}} \longrightarrow \boxed{\alpha = 0}$

$$W = I.\Delta\Phi = I.(\Phi_2 - \Phi_2)$$

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

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

$$= \frac{1}{10\pi}.100.4.10^{-2}.4\pi.10^{-4}\left(\cos 0 - \cos\frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 16\times10^{-5}(1-0)$$

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

طلب إضافي هام

أحسب عمل المزدوج الكهرطيسي عندما يدور الإطار من وضع تصنع فيه خطوط الحقل زاوية 60° مع ناظم الإطار إلى وضع التوازن المستقر

توازن مستقر

$\boxed{\alpha_1 = 60} \longrightarrow \boxed{\alpha_2 = 0}$

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

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

$$= I.N.S.B(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

$$= \frac{1}{10\pi}.100.4.10^{-2}.4\pi.10^{-4}(\cos 0 - \cos 60)$$

$$= 16\times10^{-5}\left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$= 8.10^{-5}\ J$$

أ. محمد إدريس

b) قطع التيار $I = 2.10^{-3}\ A$

$\theta' = 30$ يتوازن

$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$ [1]

$\alpha + \theta' = 90$

$\alpha + 30 = 90 \Rightarrow \boxed{\alpha = 60}$

$$\Phi = 100.4\pi.10^{-4}.4.10^{-2}.\frac{1}{2}$$

$$= 4\pi.10^{-6}.2$$

$$= 12,5\times10^{-6}.2 = 25.10^{-6}\ weber$$

$\Sigma\Gamma = 0$ [2]

Γ كهرطيسية $+ \Gamma'$ فتل $= 0$

$N.I.S.B.\sin\alpha - K\theta' = 0$

$\boxed{\alpha + \theta' = 90}$

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

$N.I.S.B.\cos\theta' - K\theta' = 0$

$N.I.S.B.\cos\theta' = K\theta'$

$$K = \frac{N.I.S.B.\cos\theta'}{\theta'}$$

$$= \frac{100.2.10^{-3}.4\pi.10^{-4}.4.10^{-2}.\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\pi}{6}}$$

$$= 16\pi.10^{-7}.\sqrt{3}.\frac{6}{\pi}$$

$$= 96.10^{-7}.\sqrt{3}\ \boxed{m.N.Rad^{-1}}$$

المسألة [4] درس

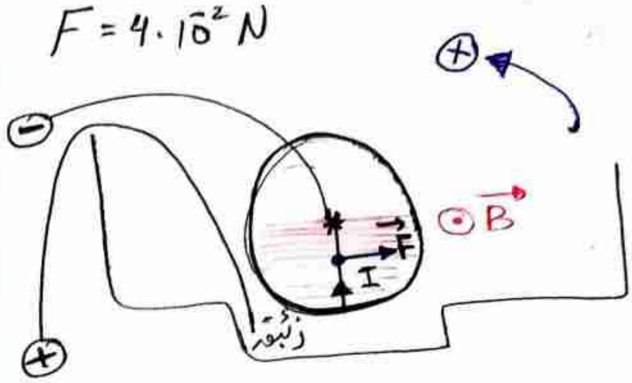
$2r = 20\,cm \Rightarrow r = 10\,cm$

$r = 10\times10^{-2} = 10^{-1}\,m$

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

$F = 4.10^{-2}\,N$

(1)



إضافي: حدد بالكتابة عناصر شعاع القوة الكهرطيسية المؤثرة بالدولاب

✓ نقطة التأثير: منتصف الجزء من نصف القطر السفلي المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

✓ الحامل: عمودي على المستوي المحدد بنصف القطر المستقيم السفلي وشعاع الحقل المغناطيسي

✓ الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى

* بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
* يخرج شعاع $\vec{B}$ من باطن الكف
* يشير الإبهام لجهة $\vec{F}$

بحيث تحقق الأشعة $(\vec{F}, I\vec{r}, \vec{B})$ ثلاثية قائمة

✓ الشدة:

$F = I.r.B.\sin\theta$

$\theta = (I\vec{r} \,\hat{,}\, \vec{B})$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

(2)

$$I = \frac{F}{r.B.\sin\theta} = \frac{4.10^{-2}}{10^{-1}.10^{-2}.1}$$

$I = 40\,A$

(3)

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

$\Gamma = \frac{10^{-1}}{2}.4.10^{-2} = 2.10^{-3}\,m.N$

إضافي: أحسب الاستطاعة الدورانية إذا دار الدولاب بسرعة تقابل $\frac{2}{\pi}$ دورة بالثانية

الحل

التواتر $f = \frac{2}{\pi}$ دورة/ثانية

$= \frac{2}{\pi}\,Hz$

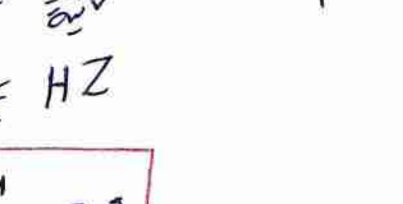
الدورانية $\boxed{P = \Gamma . \omega}$

$\boxed{\omega = 2\pi f}$

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

$\Rightarrow P = 2.10^{-3}.4 = 8.10^{-3}\,watt$

(4)



جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: دولاب متوازن

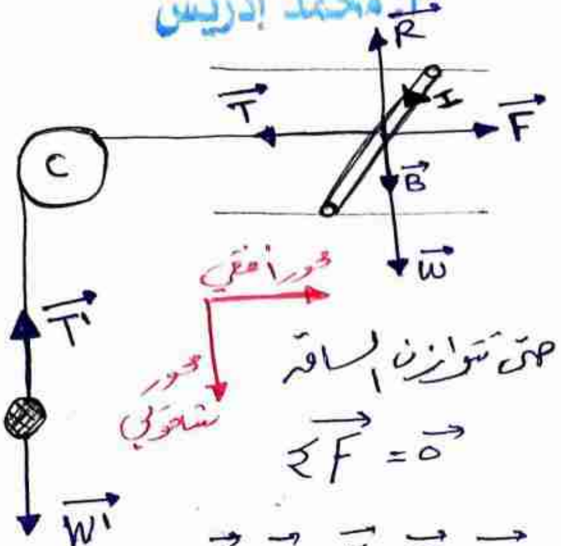
القوى الخارجية المؤثرة: ✓ $\vec{F}$ قوة كهرطيسية

✓ $\vec{w}$ ثقل الدولاب

✓ $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران

✓ $\vec{w'}$ ثقل الكتلة المضافة

أ. محمد إدريس



حتى تتوازن الساق

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{R} + \vec{w} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور أفقي بجهة $\vec{F}$

تعامد المحور الأفقي ″ ″ ″

$$0 + 0 + F - T = 0$$

$$\boxed{F = T}$$

✓ الجملة المدروسة : كتلة معلقة

✓ القوى الخارجية المؤثرة

$\vec{w'}$ ثقل الكتلة المعلقة

$\vec{T'}$ توتر الخيط

الكتلة متوازنة

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{w'} + \vec{T'} = 0$$

نسقط على المحور الشاقولي نحو الأسفل

$$w' - T' = 0$$

$$\boxed{w' = T'}$$

لكن $\boxed{T' = T}$ (نفس الخيط)

$$F = w'$$

$$I \cdot l \cdot B \cdot \sin\frac{\pi}{2} = m' \cdot g$$

$$\sum \Gamma = 0$$

$$\Gamma_{\vec{R}} + \Gamma_{\vec{w}} + \Gamma_{\vec{F}} + \Gamma_{\vec{w'}} = 0$$

$$\Gamma_{\vec{R}} = \Gamma_{\vec{w}} = 0$$ (حاملهما يلاقيان محور الدوران بشكل لحظي)

$$+d \cdot F - d' \cdot w' = 0$$

$$d \cdot F = d' \cdot w'$$

$$\frac{r}{2} \cdot F = r \cdot m' \cdot g$$

$$\frac{1}{2} \cdot F = m' \cdot 10$$

$$m' = \frac{\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{10} = 2 \cdot 10^{-3}\ Kg$$

المسألة 13 عاشرة

$$l = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}\ m$$

$$m = 20 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-2}\ Kg$$

$$B = 2 \cdot 10^{-2}\ T$$

$$I = 15\ A$$

① الجملة المدروسة : الساق

القوى الخارجية المؤثرة :

$\vec{w}$ ثقل الساق

$\vec{R}$ رد فعل السكتين

$\vec{F}$ قوة كهرطيسية

$\vec{T}$ توتر الخيط

$$m' = \frac{I.l.B.1}{g}$$

$$m' = \frac{15.10^{-1}.2.10^{-2}}{10} = 3.10^{-3}\ Kg$$

[2] جملة مدروسة : ساق

القوى الخارجية المؤثرة

$\vec{w}$ ثقل الساق

$\vec{R}$ رد فعل السكتين

$\vec{F}$ قوة كهرطيسية

$\vec{T}$ توتر الخيط

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{R} + \vec{w} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي نحو الأسفل

$$-R + W + 0 + 0 = 0$$

$$\boxed{W = R} = m.g = 2.10^{-2}.10 = 2.10^{-1} N$$

المسألة [14] دائماً.

$I = 20A$

$l = 10.10^{-2} = 10^{-1} m$

$B = 2.10^{-3}\ T$

$\theta = 30^\circ \quad (I\vec{l}, \vec{B})$

$$\boxed{F = I.l.B.\sin\theta}$$

$$= 20.10^{-1}.2.10^{-3}.\sin 30$$

$$= 2.10^{-3} N$$

المسألة [15] دائماً

$v = 8.10^{3} Km.s^{-1} = 8.10^{3}.10^{3}.\ m.s^{-1}$

$v \underset{\text{ناظمي}}{\perp} \vec{B} \quad v = 8.10^{6} m.s^{-1}$

$B = 5.10^{-3} T$

① $\underset{\text{ثقل الإلكترون}}{W_e} = m_e.g = 9.10^{-31}.10 = 9.10^{-30} N$

لورنتز $\boxed{F = e.v.B.\sin\theta}$

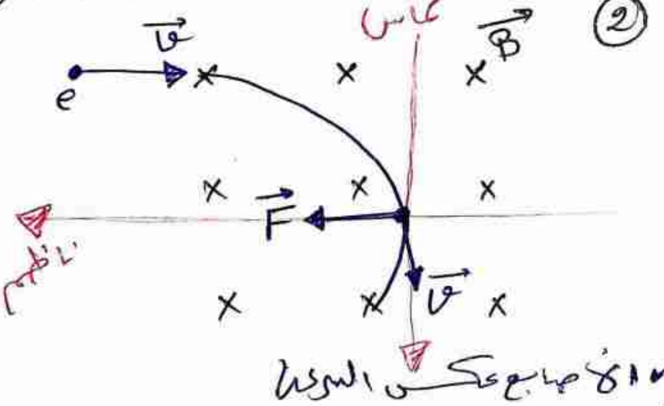
$= 16\times10^{-20}.8.10^{6}.5.10^{-3}.1$

$F = 40.16.10^{-17} = 64.10^{-16} N$

$W_e \ll F$

يهمل ثقل الإلكترون لصغره أمام F لورنتز

②



- الأصابع عكس السرعة
- باطن الكف للداخل
- الإبهام يشير لـ F لورنتز

حركة دائرية منتظمة

$v = const$

$\underset{\text{كلي}}{a}$: $\underset{\text{مماسي}}{a_t} = (v)'_t = 0$; $\underset{\text{ناظمي}}{a_c} = \frac{v^2}{r}$; $\boxed{\underset{\text{كلي}}{a} = a_c}$

أ. محمد إدريس

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

$$\vec{F}_{\text{لورنتز}} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$\boxed{\vec{a} = \frac{e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}}{m_e}}$$

من خواص الجداء الشعاعي

$$\vec{a} \perp \vec{B}$$
$$\vec{a} \perp \vec{v}$$

$\vec{v}$ محمول على المماس

⟵ $\vec{a}$ ⊥ المماس

⟵ $\vec{a}$ محمول على الناظم

⟵ $a_{total} = a_c$

تسارع كلي — تسارع ناظمي

⟵ حركة دائرية منتظمة

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

$$\vec{F}_{\text{لورنتز}} = m_e \cdot \vec{a}$$

بالإسقاط على الناظم

$$\boxed{F = m_e \cdot a_c}$$

$$e \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta = m_e \cdot \frac{v^2}{r}$$

$\sin\theta \to 1$

$$\boxed{r = \frac{m_e \cdot v^2}{e \cdot v \cdot B \cdot 1}}$$

علاقة نصف قطر مسار الإلكترون

$$r = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^{6})^2}{16 \cdot 10^{-20} \cdot 8 \cdot 10^{6} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}$$

$$r = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 8 \cdot 10^{6}}{80 \cdot 10^{-23}}$$

$$r = \frac{9 \cdot 10^{-25}}{10^{-22}} = 9 \cdot 10^{-3}\ m$$

(3)

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

$$\boxed{v = \omega \cdot r} \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} = \frac{8 \cdot 10^{6}}{9 \cdot 10^{-3}}$$

$$\omega = \frac{8}{9} \times 10^{9}\ rad.s^{-1}$$

$$T = \frac{2\pi}{\frac{8}{9} \cdot 10^{9}} = 2\pi \cdot \frac{9}{8} \cdot 10^{-9}$$

$$= \frac{9\pi}{4} \cdot 10^{-9}\ sec$$

المسائل 16 خاصة

$S = 25 \cdot 10^{-4}\ m^2$

$\Rightarrow L = \sqrt{S} = 5 \cdot 10^{-2}\ m$

$N = 50$ لفة

$B = 10^{-2}\ T \qquad I = 5A$

① $\boxed{F = N \cdot I l B \cdot \sin\theta}$

$F = 50 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} \cdot 1$

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

② $\boxed{\Gamma = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha}$

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

$= 625 \cdot 10^{-5}\ m \cdot N$

③ $\underset{\text{وضع سابق}}{\alpha_1 = \frac{\pi}{2}} \xrightarrow[\text{الإطار}]{\text{دار}} \underset{\text{توازن مستقر}}{\alpha_2 = 0}$

$\boxed{W = I \cdot \Delta\Phi} = I \cdot (\Phi_2 - \Phi_1)$

$= I \cdot (N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha_2 - N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha_1)$

$= I \cdot N \cdot S \cdot B \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

$= 5 \cdot 50 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \left(\underbrace{\cos 0}_{1} - \underbrace{\cos\frac{\pi}{2}}_{0}\right)$

$= 625 \cdot 10^{-5}\ J$

(4)

$I_{\text{جديد}} = 2 \cdot 10^{-3}\ A$

$\theta' = 2 \cdot 10^{-2}\ rad$

$\Sigma\Gamma' = 0$

$\Gamma_{\text{كهرطيسية}} + \Gamma'_{\text{فتل}} = 0$

$N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha - K\theta' = 0$

$N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha = K\theta'$

$\boxed{\begin{array}{l} \alpha + \theta' = 90 \\ \sin\alpha = \cos\theta' \end{array}}$ (متتامتان)

$N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \cos\theta' = K\theta'$

$\boxed{\begin{array}{l} \theta' \text{ صغيرة} \\ \cos\theta' \simeq 1 \end{array}}$

$N \cdot I \cdot S \cdot B = K \cdot \theta'$

$K = \frac{N \cdot I \cdot S \cdot B}{\theta'}$

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

$K = 125 \cdot 10^{-6}\ m \cdot N \cdot rad^{-1}$

$\boxed{\theta' = G \cdot I} \Rightarrow G = \frac{\theta'}{I}$

$\Rightarrow G = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-3}} = 10\ rad \cdot A^{-1}$

الطريقة ② $\boxed{G = \frac{N\cdot S\cdot B}{K}}$

$$G = \frac{50\cdot 25\cdot 10^{-4}\cdot 10^{-2}}{125\cdot 10^{-6}} = 10\ rad\cdot A^{-1}$$

⑤ جديدة $G' = 10\ G$ قديمة

قبل التغير 1 $G = \frac{N\cdot S\cdot B}{K}$

بعد التغير 1 $G' = \frac{N\cdot S\cdot B}{K'}$

نقسم

$$\frac{G}{G'} = \frac{\frac{N\cdot S\cdot B}{K}}{\frac{N\cdot S\cdot B}{K'}} = \frac{\frac{1}{K}}{\frac{1}{K'}}$$

$$\frac{G}{G'} = \frac{1}{K}\times\frac{K'}{1}$$

$$\frac{G}{G'} = \frac{K'}{K}$$

$$\frac{\cancel{G}}{10\cancel{G}} = \frac{K'}{K}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{K'}{K}$$

$$K' = \frac{K}{10} = \frac{125\cdot 10^{-6}}{10}$$

$$\Rightarrow K' = 125\cdot 10^{-7}\ m\cdot N\cdot Rad^{-1}$$

المسألة $\boxed{17}$ كتاب :

$S = 200\times 10^{-4} = 2\cdot 10^{-2}\ m^2$

$N = 100$ لفة

$I = 3\ A$

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

الزاوية بين مستوي الملف (نفسه d) والناظم $\vec{n}$ هي 90 ✓

$\alpha = (\vec{B} \wedge \vec{n})$ ✓

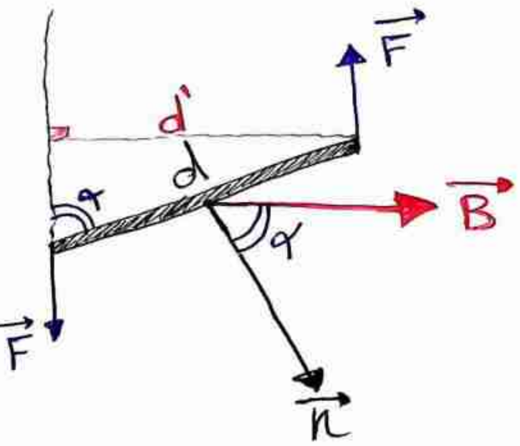
$(\vec{B} \wedge d) = 60$ ✓ مستوي الملف

$\Rightarrow \boxed{\alpha = 30}$ ✓

$$\boxed{\Gamma = N\cdot I\cdot S\cdot B\cdot \sin\alpha}$$

$\Gamma = 100\cdot 3\cdot 2\cdot 10^{-2}\cdot 10^{-1}\cdot \sin 30$

$\Gamma = 6\cdot 10^{-1}\cdot \frac{1}{2} = 3\cdot 10^{-1}\ m\cdot N$



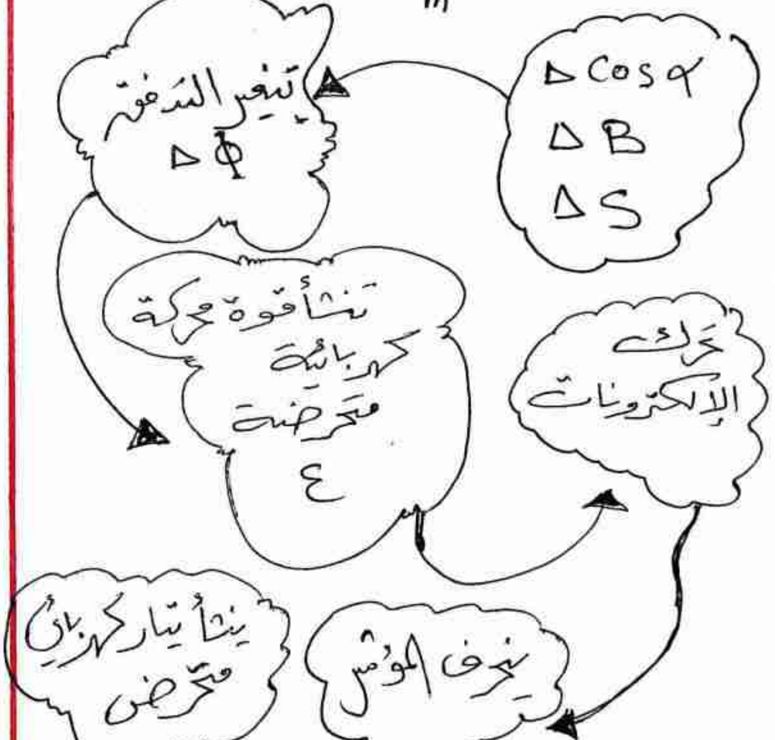
التحريض الكهرطيسي

$$U = R \cdot I$$

فرق كمون (توتر) V — مقاومة Ω — تيار A

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

مقاومة كهربائية — طول الناقل m — مقاومة نوعية (نوع الناقل) — مساحة سطح الناقل m^2



قانون فاراداي:

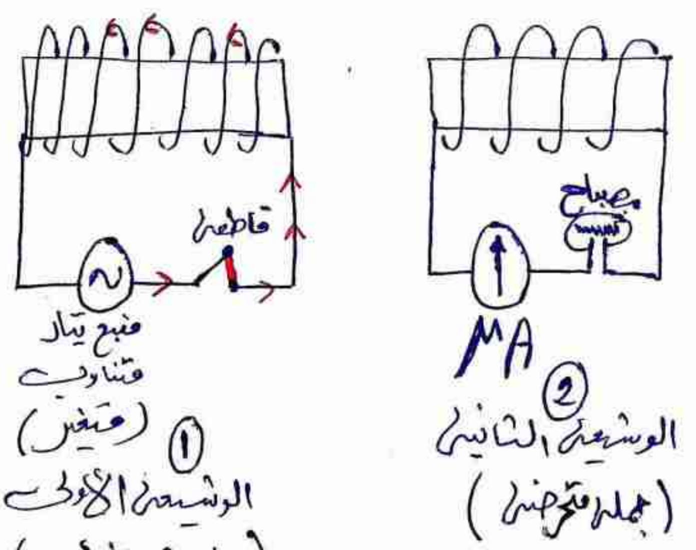
يتولد التيار المتحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم هذا التيار بدوام تغير التدفق وينعدم هذا التيار بثبات التدفق المغناطيسي المحرض.

سؤال: في تجربة لدينا وشيعتين متقابلتين لهما المحور نفسه

نصل طرفي الوشيعة الأولى بمأخذ تيار متناوب (مولد) ~

ونصل طرفي الوشيعة الثانية بمصباح ومقياس ميكرو أمبير

نغلق دارة الوشيعة الأولى



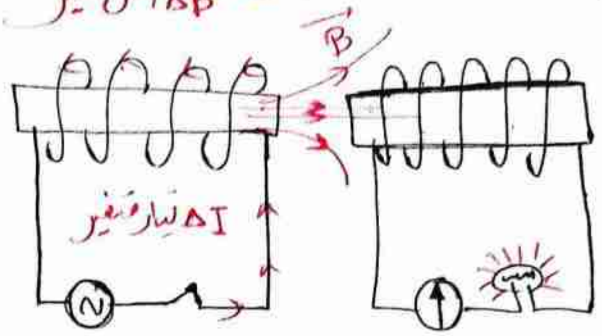
a) ماذا تلاحظ؟ فسّر إجابتك؟

b) ماذا تتوقع لو استبدلنا المولد المتناوب في الوشيعة الأولى بمولد متواصل؟ فسّر ذلك؟

c) ما الحلول المناسبة برأيك لإنارة المصباح بالوشيعة ② ؟

الحل

(a)



✓ نلاحظ إضاءة المصباح في الوشيعة الثانية وانحراف المؤشر

ΔI متغير $\rightarrow$ ΔB متغير $\rightarrow$ $\Delta \Phi$ تغير تدفق $\rightarrow$ ε قوة محركة كهربائية $\rightarrow$ حركة e الإلكترونات $\rightarrow$ نشأ I متحرض $\rightarrow$ أضاء المصباح

✓ دليل تولد تيار كهربائي بالوشيعة الثانية بالرغم من أنها ليست موصولة إلى مولد

✓ أي تولد في الوشيعة الثانية تيار متحرض ناتج عن عملية تحريض كهرطيسي

التفسير ✓ نتيجة التيار المتناوب بالوشيعة الأولى نتج فيها حقل مغناطيسي $\vec{B}$ متغير

✓ تدفق هذا الحقل $\vec{B}$ من الوشيعة الأولى إلى الوشيعة الثانية وهذا التدفق متغير

✓ وتغير التدفق المغناطيسي في الوشيعة الثانية ينشأ بالوشيعة قوة محركة كهربائية متحرضة ε تعمل على تحريك الالكترونات (للوشيعة)

✓ فينشأ فيها تيار متحرض ويضيء المصباح

أ. محمد إدريس

b ✓ سوف يكون التيار في الوشيعة الأولى ثابت وحقل $\vec{B}$ المتولد عنه ثابت

✓ والتدفق المغناطيسي من الوشيعة الأولى إلى الوشيعة الثانية ثابت

✓ ومنه لا يحدث تحريض كهرطيسي ولا يضيء المصباح

c ✓ يجب تغير التدفق المغناطيسي من الوشيعة الأولى إلى الوشيعة الثانية

✓ فتح وإغلاق القاطعة بالوشيعة الأولى باستمرار يؤدي إلى:

ΔI (1) $\rightarrow$ ΔB (1) $\rightarrow$ $\Delta \Phi$ (2) $\rightarrow$ نشوء ε (2) $\rightarrow$ تحرك الالكترونات e (2) $\rightarrow$ نشأ I متحرض (2) $\rightarrow$ إضاءة المصباح (2)

✓ تقريب وإبعاد إحدى الوشيعتين عن الأخرى باستمرار يؤدي إلى:

ΔB (1) $\rightarrow$ $\Delta \Phi$ (2) $\rightarrow$ نشوء ε (2) $\rightarrow$ تحريك الالكترونات e (2) $\rightarrow$ نشأ I متحرض (2) $\rightarrow$ إضاءة المصباح (2)

✓ تغير المقاومة الكهربائية بالوشيعة الأولى يؤدي إلى:

ΔR (1) $\rightarrow$ ΔI (1) $\rightarrow$ ΔB (1) $\rightarrow$ $\Delta \Phi$ (2) $\rightarrow$ ε (2) $\rightarrow$ e (2) $\rightarrow$ I متحرض (2) $\rightarrow$ إضاءة (2)

أ. محمد إدريس

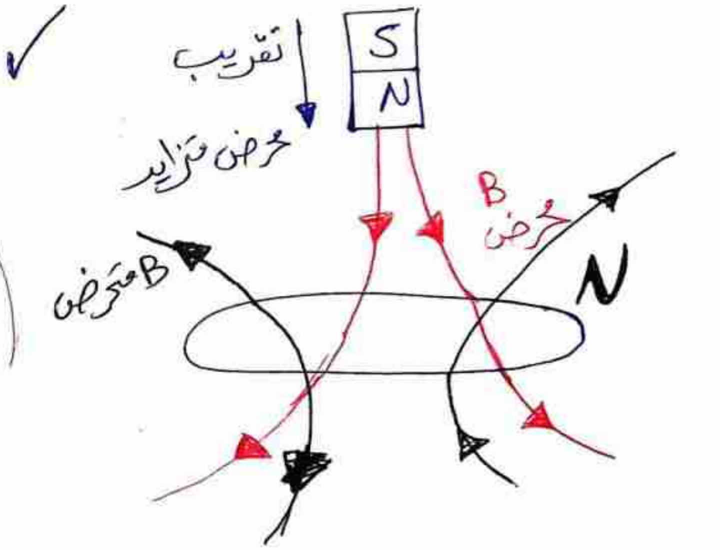
أ. محمد إدريس

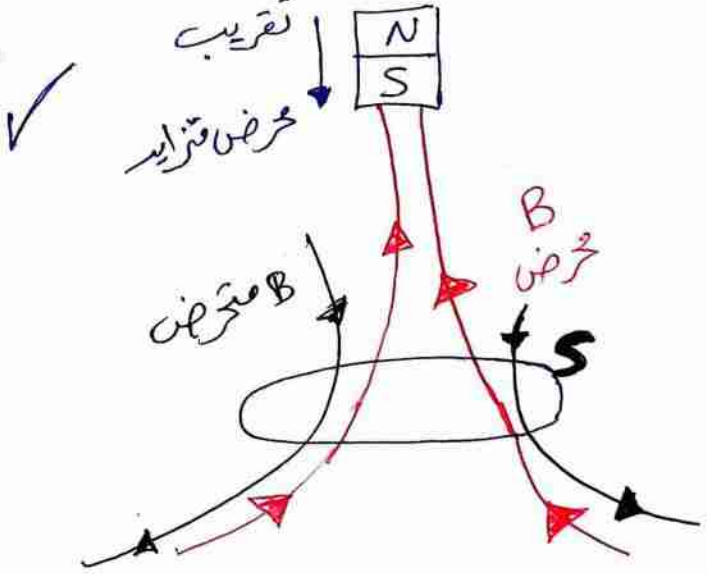
أ. محمد إدريس

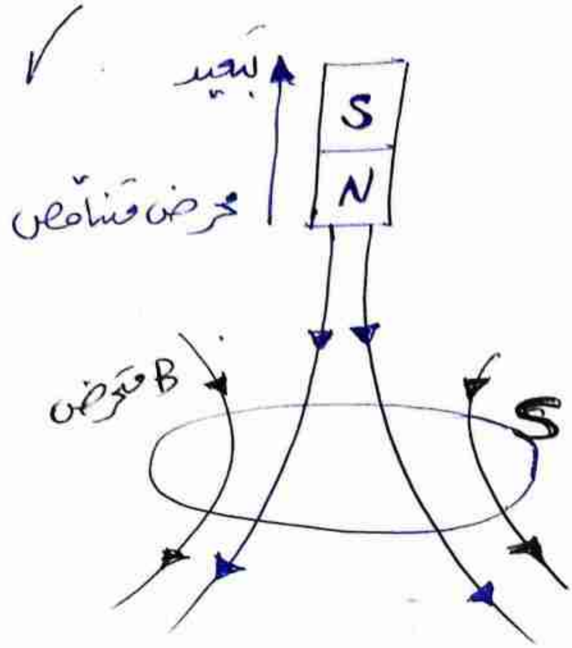
قانون لنز في تحديد جهة التيار المتحرض :

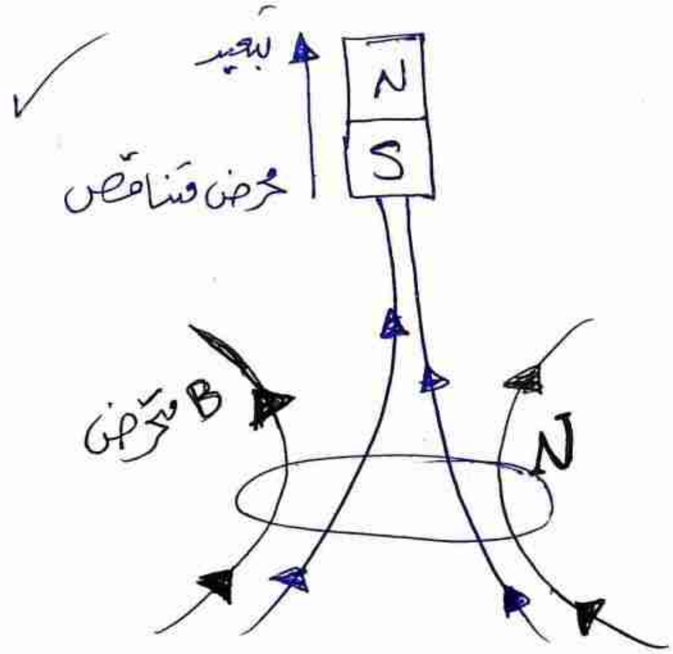
إنّ جهة التيار المتحرض تكون بحيث تبدي أفعالاً مغناطيسية تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه

ΔB محرض $\rightarrow \Delta\Phi \rightarrow \varepsilon$ متحرض $\rightarrow \varepsilon'$ تحريضي $\rightarrow I$ متحرض $\rightarrow B$ متحرض









B محرض متزايد $\Leftarrow$ B متحرض عكسه

B محرض متناقص $\Leftarrow$ B متحرض بجهته

أ. محمد إدريس

✓ تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف
⟸ يعطي قطب مشابه
⟸ تنافر.

✓ إبعاد قطب مغناطيسي من وجه ملف
⟸ يعطي قطب مخالف
⟸ تجاذب

✓ $\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة — volt — تغير زمن — تغير تدفق

للمسائل $\boxed{\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}}$

هام سؤال

في تجربة السكين التحريضية
(المولد الكهربائي)

① فسر الكترونياً نشوء التيار المتحرض والقوة الكهربائية المتحرضة موضحاً بالرسم في كل من الحالتين

a دارة مغلقة

b دارة مفتوحة

② استنتج العلاقة المعبرة عن كل من

a القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

b التيار المتحرض

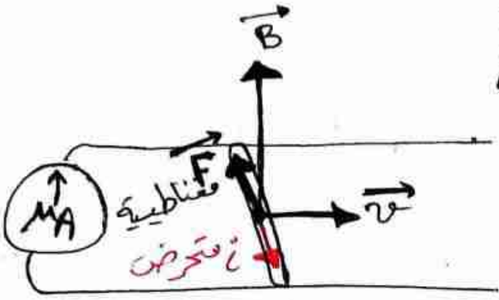
c الاستطاعة الكهربائية الناتجة

أ. محمد إدريس

③ برهن تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في المولد الكهربائي

الحل

a



في حالة دارة مغلقة نلاحظ انحراف مؤشر مقياس الميكرو أمبير وهذا يدل على نشوء تيار متحرض

التفسير: عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودياً على خطوط الحقل $\vec{B}$ فإن الإلكترونات الحرة داخل الساق سوف تتحرك بنفس السرعة $\vec{v}$ ضمن خطوط الحقل $\vec{B}$ وينشأ داخل الساق قوة مغناطيسية

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

تحدد جهتها (حسب قاعدة اليد اليمنى)

✓ تعمل $\vec{F}$ مغناطيسية على تحريك الإلكترونات داخل الساق وفق حاملها وبجهتها

✓ وتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة بسبب مرور تيار كهربائي متحرض عبر الدارة المغلقة تكون جهته بعكس جهة حركة الإلكترونات أي [بعكس جهة $\vec{F}$ مغناطيسية]

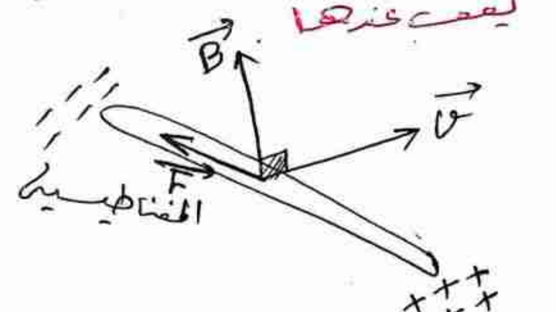
b حالة دارة مفتوحة :

✓ عند حركة الإلكترونات بسرعة $\vec{v}$ ضمن حقل مغناطيسي $\vec{B}$ تنشأ قوة مغناطيسية تعمل على نقل الالكترونات الحرة من أحد طرفي الساق إلى الطرف الآخر .

✓ فتتراكم الشحنات السالبة في أحد طرفي الساق ويقابله تراكم للشحنات الموجبة في الطرف الآخر

✓ فينشأ بين طرفي الساق فرق بالكمون هو نفسه القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

يستمر هذا التراكم إلى قيمة معينة يقف عندها



أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

② **a** عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودية على $\vec{B}$ خلال فاصل زمني Δt فإنه :

تقطع مسافة $\boxed{\Delta x = v.\Delta t}$

وتمسح سطحاً $\Delta S = L.\Delta x$

$\Delta S = L.v.\Delta t$

ويتغير التدفق $\boxed{\Delta \Phi = B.\Delta S.\cos\alpha}$

$\Delta \phi = B.L.v.\Delta t.1$

وتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t}$$

$$\boxed{\varepsilon = B.L.v}$$

b

بالدارة المغلقة يمر تيار متحرض

تيار متحرض

$$i = \frac{u}{R} = \frac{\varepsilon}{R}$$

قوة محركة كهربائية

مقاومة كهربائية Ω

$$i = \frac{B.L.v}{R}$$

c

كهربائية $P = \varepsilon . i$

$$P = B.L.v . \frac{B.L.v}{R}$$

$$P = \frac{B^2.L^2.v^2}{R}$$

أ. محمد إدريس

③ عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ تنشأ قوة كهرطيسية تعاكس جهة حركة الساق المولدة للتيار المتحرض ولاستمرار هذا التيار يجب التغلب على القوة الكهرطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية

$$\boxed{i_{\text{تيار متحرض}} = \frac{B.L.v}{R}}$$

$$\boxed{P_{\text{كهربائية}} = \frac{B^2.L^2.v^2}{R}}$$

$$P_{\text{ميكانيكية}} = F.v$$

(الانسحابية)

$$F_{\text{كهرطيسية}} = I.L.B.\sin\theta$$

$$= i.L.B.1$$

$$\boxed{F = i.L.B}$$

$$\boxed{i = \frac{B.L.v}{R}}$$

$$F = \frac{B.L.v}{R}.L.B$$

$$F = \frac{B^2.L^2.v}{R}$$

$$P_{\text{ميكانيكية}} = \frac{B^2.L^2.v}{R}.v$$

$$\boxed{P_{\text{ميكانيكية}} = \frac{B^2.L^2.v^2}{R} = P_{\text{كهربائية}}}$$

سؤال: في تجربة تتكون إطار من N لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول مساحة كل منها S يدور حول محور شاقولي في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ يصنع زاوية α مع ناظم الإطار في لحظة ما أثناء الدوران.

① استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية في مولد التيار المتناوب الجيبي.

② ارسم المنحني البياني لتغيرات ε ، Φ بدلالة ωt خلال دورة كاملة.

③ ماذا يدعى التيار الحاصل ولماذا؟ واكتب تابعه الزمني؟

④ بيّن متى تكون القوة المحركة الكهربائية المتناوبة.

a موجبة وسالبة.

b عظمى وصغرى.

c معدومة.

الحل:

① يدور الإطار بسرعة زاوية ω ثابتة خلال زمن t

فيصنع ناظم الإطار مع شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم زاوية α

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$\omega = \frac{\alpha}{t}$$

بحركة الدورانية المسافة هي زاوية

(6) $\Rightarrow \boxed{\alpha = \omega.t}$

أ. محمد إدريس

$$\Phi = B.S.\cos\alpha$$

$$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$$

$$\boxed{\Phi = N.S.B.\cos\omega t}$$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

$$\boxed{\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = (\Phi)'_t = \left(N.S.B.\cos\omega t\right)'_t$$

$$\frac{dx}{dt} = (x)'_t \qquad \frac{dv}{dt} = (v)'_t$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\omega.N.S.B.\sin\omega t$$

$$\Rightarrow \varepsilon = -\left(-\omega.N.S.B.\sin\omega t\right)$$

$$\boxed{\varepsilon = +\omega.N.S.B.\sin\omega t}$$

$\sin\omega t = 1 \Rightarrow$ ε عظمى

$$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega.N.S.B}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t}$$

② $\boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t}$

تابع القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية

$$\boxed{\Phi = N.S.B.\cos\omega t}$$

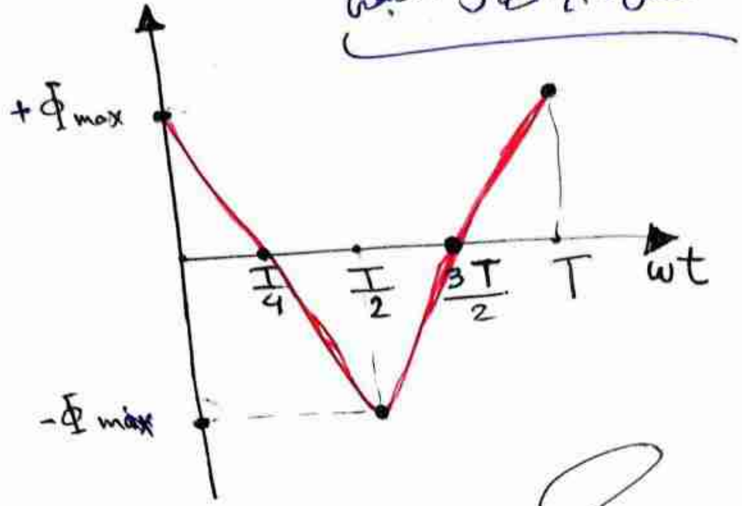
تابع التدفق المغناطيسي

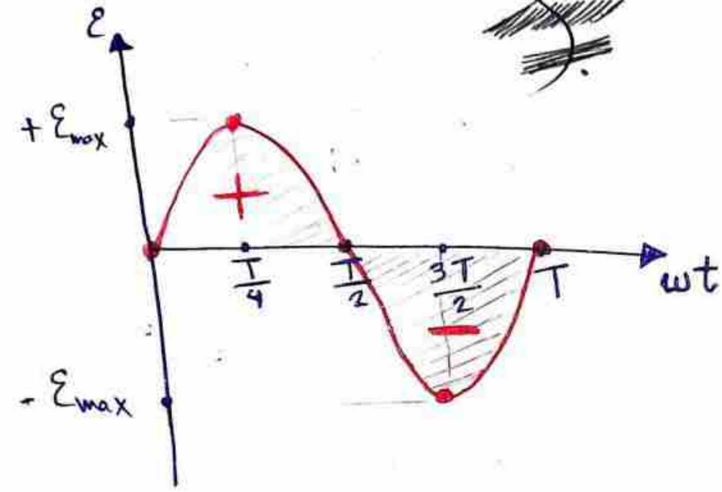
$$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}} \Rightarrow \boxed{\Phi = N.S.B.\cos\frac{2\pi}{T}t}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

نفس تابع المطال سابقاً





③ يدعى بالتيار المتناوب الجيبي

(لأن القوة المحركة الكهربائية متناوبة)

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

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{max}.\sin\omega t}{R}$$

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon_{max}}{R}.\sin\omega t}$$

④ a موجبة (في النصف الأول من الدور)

سالبة (في النصف الثاني للدور)

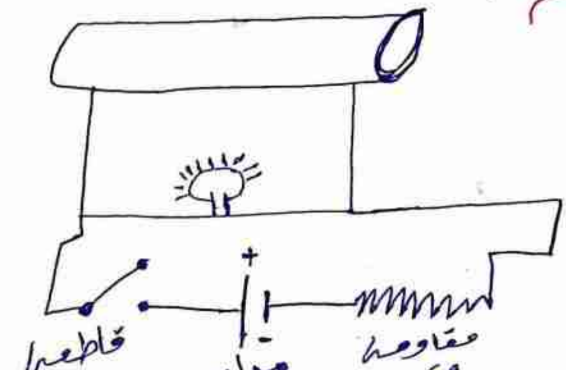
b عظمى (في زاوية الربع الأول للدور)

صغرى (في زاوية ثلاثة أرباع الدور)

أ. محمد إدريس

c معدومة (في بدايته وتزايد وتتناقص الدور)

سؤال :



في الدارة الموضحة بالشكل

① فسر كل مما يلي :

✓ عند فتح القاطعة توهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ.

✓ عند إغلاق القاطعة يتوهج المصباح ثم تخبو إضاءته.

② ماذا ندعو الدارة والحادثة في هذه الحالة ولماذا ؟

(1)

✓ عند فتح القاطعة : تنقص شدة التيار المار بالوشيعة

ومنه يتناقص التدفق للحقل المغناطيسي المتولد بالوشيعة ذاتياً

ويتولد بالوشيعة ذاتياً قوة محركة كهربائية متحرضة تكون أكبر من القوة المحركة الكهربائية للمولد

أ. محمد إدريس

حيث $\frac{di}{dt}$ أكبر ما يمكن لحظة فتح القاطعة

وزمن تناقص الشدة متناهياً في الصغر

✓ عند إغلاق القاطعة :

تزداد شدة التيار المار بالوشيعة فيزداد التدفق المغناطيسي عبر الوشيعة ذاتياً ويتولد بالوشيعة ذاتياً قوة محركة كهربائية متحرضة تعاكس مرور التيار فيها

فيمر التيار فقط في المصباح فيتوهج

ولكن $\frac{di}{dt}$ (تغير التيار) يتناقص

وازدياد مرور التيار بالوشيعة حتى ثباته.

وتنعدم القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ومنه تخبو إضاءة المصباح

② ندعو الدارة بالدارة المتحرضة الذاتية

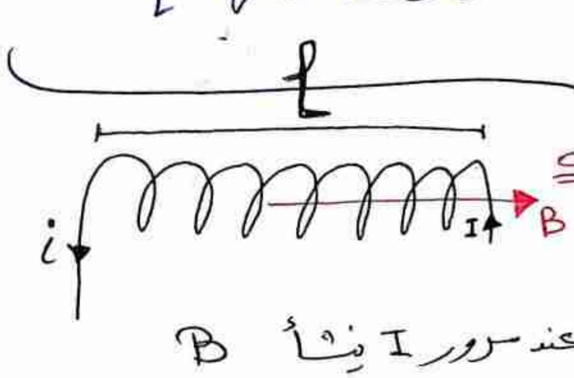
تسمى الحادثة التحريض الذاتي

لأن الوشيعة قامت بدور محرض ومتحرض بآن واحد.

سؤال: وشيعة طولها L مؤلفة من N لفة يمر فيها تيار متغير

1. استنتج العلاقة المعبرة عن ذاتية وشيعة، وعرّف الهنري.
2. استنتج علاقة التدفق الذاتي عبر الوشيعة.
3. استنتج العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريضية الذاتية.
4. أكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريضية الذاتية ثم ناقش عند
   - A تزايد شدة التيار
   - B تناقص شدة التيار
5. أكتب العلاقة المعبرة عن ذاتية وشيعة ثم كيف تؤول تلك العلاقة من أجل وشيعة طولها ℓ وطول سلكها ℓ'

الحل



(1) عند مرور I ينشأ B

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\ell}$$

فيكون التدفق المغناطيسي

$$\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos(0)$$

$\cos(0) = 1$

$$\Phi = N \cdot S \cdot \left(4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\ell}\right)$$

$$\boxed{\Phi = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell}\, i}$$

ثوابت Const

$$\boxed{L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell}}$$ ذاتية الوشيعة

H هنري

$$\boxed{\Phi = L \cdot i}$$

(2) التدفق الذاتي عبر الوشيعة

الهنري H:

$$L = \frac{\Phi}{i} \quad \frac{\text{weber}}{A}$$ هنري

هو ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق مغناطيسي واحد ويبر عندما يمر فيها تيار كهربائي واحد أمبير

(3)

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\varepsilon = -\frac{d(L \cdot i)}{dt} = \boxed{-L \cdot \frac{di}{dt}}$$

قوة محركة كهربائية تحريضية ذاتية

(4)

$$\varepsilon = -L \cdot \frac{di}{dt}$$

A تزايد التيار $\Longrightarrow di > 0$

$\Longrightarrow \varepsilon < 0$

جهة التيار المتحرض عكس جهة التيار المحرض

B تناقص التيار ⟵ $di < 0$

⟸ $\varepsilon > 0$

⟸ جهة التيار المتحرض مع جهة التيار المحرض

(5) $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell}$

دائرة $S = \pi r^2$

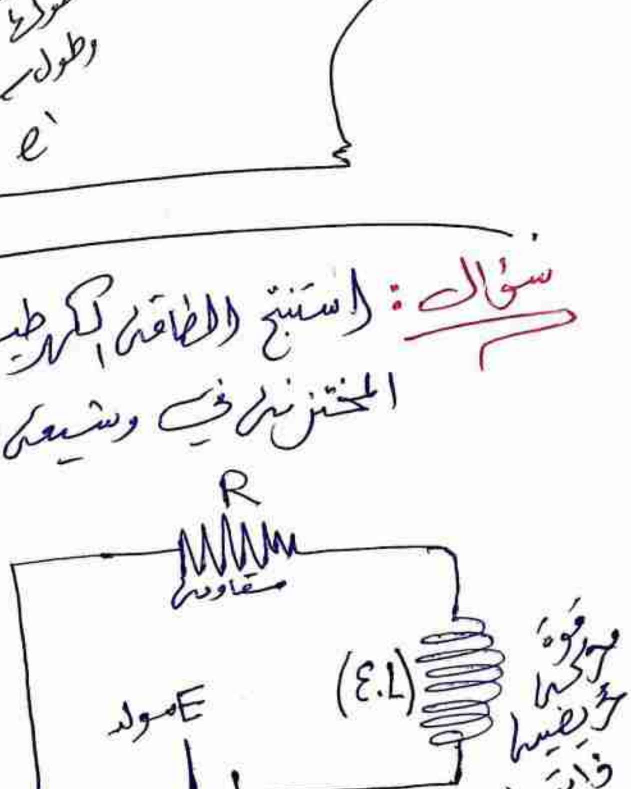
عدد لفات الوشيعة $N = \frac{\ell'}{2\pi \cdot r}$ طول سلكها

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 \cdot r^2} \cdot \pi \cdot r^2}{\ell}$$

$$L = 10^{-7} \cdot \frac{\ell'^2}{\ell}$$

ذاتية وشيعة طولها ℓ وطول سلكها ℓ'

سؤال: استنتج الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة ذاتيتها L



أ. محمد إدريس

قانون كيرشوف الثاني

$$E + \varepsilon = R \cdot i$$

$$E - L \cdot \frac{di}{dt} = R \cdot i$$

$$E = L \cdot \frac{di}{dt} + R \cdot i$$

نضرب الطرفين بـ $(i \cdot dt)$

$$E \cdot i \cdot dt = L \cdot \frac{di}{dt} \cdot i dt + R \cdot i \cdot i \cdot dt$$

$$E \cdot i \cdot dt = L \cdot di \cdot i + R \cdot i^2 \cdot dt$$

(1) (2) (3)

الحد الأول يمثل: الطاقة الكهربائية التي يقدمها المولد خلال زمن dt.

الحد الثاني يمثل: الطاقة الكهرطيسية التي تختزنها الوشيعة.

الحد الثالث يمثل: الطاقة الحرارية المستهلكة في المقاومة الكهربائية خلال زمن dt.

$$E_L = L \cdot di \cdot i = \int_0^i L \cdot i \cdot di$$

$$E_L = L \cdot \int_0^i i \cdot di = L \cdot \frac{i^2}{2}$$

$\boxed{E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2}$ الطاقة الكهرطيسية المختزنة بوشيعة

$\boxed{\Phi = L \cdot i}$

$$= \frac{1}{2} L \cdot i \cdot i$$

$\boxed{E_L = \frac{1}{2} \Phi \cdot i}$

مسألة وشيعة طولها 20 cm
وطول سلكها 40 m
بطبقة واحدة ومقاومتها
الأومية مهملة والمطلوب

① أحسب ذاتية الوشيعة

② إذا كان نصف قطر اللفة
الواحدة 4cm
أحسب عدد لفات الوشيعة

③ نمرر بالوشيعة تيار كهربائي
تزداد شدته بإنتظام
من الصفر إلى 10A
خلال 0,5 sec
أحسب القوة المحركة الكهربائية المتولدة
داخل الوشيعة محددا اتجاه
التيار المتحرض

④ أحسب الطاقة الكهرطيسية
بالوشيعة

طولها $\ell = 20\,cm = 20\cdot10^{-2} = 2\cdot10^{-1}\,m$

طول سلكها $\ell' = 40\,m$

①

$$\underbrace{L}_{\text{الذاتية}} = 10^{-7}\,\frac{\overbrace{\ell'^2}^{\text{طول سلكها}}}{\underbrace{\ell}_{\text{طولها}}}$$

$$L = 10^{-7}\,\frac{1600}{2\cdot10^{-1}}$$

$$L = 10^{-6}\cdot800$$

$$L = 8\cdot10^{-4}\ H$$

②

$r = 4\,cm = 4\cdot10^{-2}\,m$

$$N = \frac{\overbrace{\ell'}^{\text{طول سلكها}}}{\underbrace{2\pi r}_{\text{محيط}}}$$

$$N = \frac{40}{2\pi\cdot4\cdot10^{-2}}$$

$$N = \frac{20}{4\pi\cdot10^{-2}} = \frac{20}{12{,}5\times10^{-2}}$$

$$N = \frac{2000}{12{,}5} = \frac{1000}{6{,}25}$$

$$N = \frac{100000}{625} = \frac{20000}{125}$$

$$N = \frac{4000}{25} = \frac{800}{5} = 160 \text{ لفة}$$

③

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

$\boxed{\Phi_1 = 0}$ لأن $\boxed{I_1 = 0}$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$\Delta\Phi = N\cdot S\cdot B\cdot\cos\alpha - 0$$

$$\boxed{S = \pi r^2} = \pi\cdot16\cdot10^{-4} = 16\pi\cdot10^{-4}\,m^2$$

$$\boxed{\underbrace{B}_{\text{وشيعة}} = 4\pi\cdot10^{-7}\cdot\frac{N\cdot I}{\ell}}$$

$$B = 4\pi\cdot\cancel{10^{-7}}\cdot\frac{160\cdot10}{2\cdot\cancel{10^{-1}}}$$

$$B = 4\pi\cdot10^{-6}\cdot80\cdot10$$

$$B = 32\pi\cdot10^{-4}\ T$$

أ. محمد إدريس

$\Delta\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos \cancel{\alpha}$ 1

$= N \cdot S \cdot B$

$= 160 \cdot 16\pi \cdot 10^{-4} \cdot 32\pi \cdot 10^{-4}$

$= 160 \cdot 160 \cdot 10^{-4} \cdot 32 \cdot 10^{-4}$

$= 256 \cdot 10^{-2} \cdot 32 \cdot 10^{-4}$

$\Delta\Phi = 8192 \cdot 10^{-6}$ weber

$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}} = \frac{-8192 \cdot 10^{-6}}{\frac{1}{2}}$ 1

$\varepsilon = 16384 \cdot 10^{-6}$ vollt

جهة التيار المتحرض عكس جهة التيار المحرض

$0 \xrightarrow{\text{زاد}} 10A$

$\boxed{E_L = \frac{1}{2} \cdot L\, I^2}$ (ع)

$= \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 10^{-4} \cdot 100$

$= 4 \cdot 10^{-4} \cdot 100$

$= 4 \cdot 10^{-2}$ J

4

(12)

أ. محمد إدريس

ملاحظات مسائل

① حساب شدة التيار المتحرض ← معادلة المقياس الغلفاني

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}}$$

② القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (التحريضية)

نفس الشي

$$\boxed{\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}}$$

volt

✓ تغير ΔB

$$\boxed{\Delta B = B_2 - B_1}$$

← تضاعف شدة الحقل $B_2 = 2B_1$

← تزداد شدة الحقل من ___ إلى ___

← تنقص شدة الحقل من ___ إلى ___

✓ نغلق القاطعة ⇐ تزداد شدة التيار من ___ إلى ___

✓ نفتح القاطعة ⇐ تنقص شدة التيار من ___ إلى ___

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N.S.\Delta B.\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{-N.S.(B_2 - B_1).\cos\alpha}{\Delta t}$$

✓ تغير الزاوية $\Delta\cos\alpha$

$$\boxed{\Delta\cos\alpha = \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1}$$

$$\boxed{\alpha = \vec{B}, \vec{n}}$$

✓ $\vec{B} \perp \vec{n}$ (ناظمي) $\Rightarrow B \parallel$ السطح

$$\boxed{\alpha = \frac{\pi}{2}}$$

✓ $\vec{B} \parallel \vec{n} \Rightarrow B \perp$ السطح

$\boxed{\alpha = 0}$ توازن مستقر

✓ $$\boxed{\alpha + \theta' = 90}$$

زاوية الدوران

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N.S.B\,\Delta\cos\alpha}{\Delta t} = \frac{-N.S.B.(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

✓ تغير ΔS (عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ تعامد $\vec{B}$)

تنتقل مسافة $\boxed{\Delta x = v.\Delta t}$

وتمسح سطحاً $\boxed{\Delta S = L.\Delta x}$

وتغير التدفق $\Delta\Phi = B.\Delta S.\cos\alpha$

$\boxed{\cos\alpha = 1}$ غالباً

$$\Delta\Phi = B.\Delta S = B.L.\Delta x = B.L.v.\Delta t$$

وتنشأ ع

$$\boxed{|\varepsilon| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}} = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t}$$

$$\boxed{\varepsilon = B.L.v}$$

بحالة دارة مغلقة ينشأ i متحرض

$$i_{متحرض} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B.L.v}{R}$$

✓ بحالة دارة مفتوحة ← لا ينشأ تيار

← يكون فرق الكمون بين طرفي الساق يساوي القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة

$$\underbrace{U_{AB}}_{فرق\ الكمون} = |\varepsilon| = B.L.v$$

✓ عيّن جهة التيار المتحرض :

حسب قاعدة اليد اليمنى

إنّ جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المحرض النظامي هو

(★) يعاكس الحقل المحرض لأنّه متزايد ← من نص المسألة

يزداد الحقل أو يزداد التيار أو تقريب قطب مغناطيسي

$\varepsilon < 0 \Rightarrow \Delta\Phi > 0$ أي

سالبة

⇐ محرض متزايد

(★★) يوافق الحقل المحرض لأنّه متناقص

← يتناقص الحقل أو يتناقص التيار

أو إبعاد قطب مغناطيسي

$\varepsilon > 0 \Rightarrow \Delta\Phi < 0$ أي

⇐ محرض متناقص

✓ تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف يعطي قطب مشابه

✓ عند إبعاد قطب مغناطيسي من وجه ملف يعطي قطب مخالف

✓ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (الآنية - المتناوبة - الجيبية)

حركة دائرية منتظمة ← سرعة زاوية ثابتة

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega.t$$

$$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$$

$$\Phi = N.S.B.\cos\omega t$$

$$\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt} = -(\Phi)'_t$$

$$\mathcal{E} = -(N\cdot S\cdot B\cdot \cos\omega t)'_t$$

$$= -(-\omega\cdot N\cdot S\cdot B\cdot \sin\omega t)$$

$$\boxed{\mathcal{E} = +\omega\cdot N\cdot S\cdot B\cdot \sin\omega t}$$

$\mathcal{E}_{max}$ عندما $\sin\omega t = 1$

$$\boxed{\mathcal{E}_{max} = \omega\cdot N\cdot S\cdot B}$$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية العظمى

$$\boxed{\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max}\cdot \sin\omega t}$$

تابع القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية المتناوبة

تابع التيار المتحرض

$$\boxed{i = \frac{\mathcal{E}}{R}}$$

$$\boxed{i = \frac{\mathcal{E}_{max}}{R}\cdot \sin\omega t}$$

كمية الكهرباء المتحرضة

$$\boxed{\Delta q = i\cdot \Delta t}$$

زمن

تيار متحرض

واحدة C كولوم

التحريض الذاتي

n عدد الطبقات $= \frac{N}{N'}$

N عدد اللفات الكلية

N' عدد اللفات بالطبقة الواحدة

عدد اللفات بالطبقة الواحدة $N' = \frac{l}{2r'}$

طول الوشيعة

قطر سلك

عدد اللفات الكلية $N = \frac{l'}{2\pi r}$

طول السلك

محيط

طول سلك الوشيعة $l' = N\cdot 2\pi r$

عدد اللفات الكلية

في وجود نواة حديدية داخل الوشيعة عامل إنفاذها μ

$$\mu = \frac{B_{total}}{B}$$

دون نواة

حقل مع النواة الحديدية

حقل دون النواة الحديدية

لحساب ذاتية وشيعة

$$L = 4\pi\cdot 10^{-7}\,\frac{N^2\cdot S}{l}$$

H هنري

✓ ذاتية وشيعة علم فيه طولها ℓ وطول سلكها ℓ'

$$\boxed{L_{\text{ذاتية}} = 10^{-7} \cdot \frac{\ell'^2}{\ell}}$$

طول سلكها

طول الوشيعة

✓ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية

$$\boxed{\varepsilon = -L \cdot \frac{di}{dt}}$$

الذاتية

H هنري

$$\frac{di}{dt} = (i)'_t$$

مثال: $i = 5 - 2t$

$$(i)'_t = -2$$

✓ احسب التيار في اللحظة $t = 0$

$$\Rightarrow i = 5 - 2(0) = 5$$

✓ التدفق المغناطيسي الذاتي

$$\boxed{\Phi = L \cdot i}$$

✓ تغير التدفق

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

✓ الطاقة الكهرطيسية المختزنة بالوشيعة

$$\boxed{E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2}$$

- مبدأُ المولِد: يحوّلُ الطّاقةَ الميكانيكيّةَ إلى طاقةٍ كهربائيّةٍ، وتكونُ الاستطاعةُ الميكانيكيّةُ مُساويةً للاستطاعةِ الكهربائيّة.
- مبدأُ المُحرِّك: يحوِّلُ الطّاقةَ الكهربائيّةَ إلى الطّاقة الميكانيكيّة.
- مولِّدُ التيّارِ المُتناوبِ الجيبيّ: يعتمدُ على دوران دارةٍ كهربائيّةٍ مُغلَقة ضمنَ حقلٍ مغناطيسيّ.
- نُسمّي تلكَ التيّاراتِ التّحريضيّةَ المُتولِّدة في الكتلِ المعدنيّةِ التي تخضعُ لِتدفُّقٍ مغناطيسيّ مُتغيّرٍ بتيّاراتِ فوكو.
- تُعطَى القوّةُ المُحرِّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرِّضةُ الذّاتية بالعلاقة: $\overline{\varepsilon} = -L\dfrac{d\overline{i}}{dt}$
حيثُ L : ذاتيةُ الوشيعةِ وحدةُ قياسها (هنري) وتُعطَى بالعلاقة: $L = 4\pi \times 10^{-7}\dfrac{N^2 s}{\ell}$
- الطّاقةُ الكهرطيسيّة المُختزَنة في الوشيعة: $E_L = \dfrac{1}{2}LI^2 = \dfrac{1}{2}\Phi I$

أختبر نفسي

أولاً: اخترِ الإجابةَ الصّحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

1. وشيعةٌ طولُها $\ell = 10cm$، وطولُ سلكِها $\ell' = 10m$، فقيمةُ ذاتيّتِها:

a. $10^{-4}H$ b. $10^{-5}H$ c. $10^{-3}H$ d. $10^{-7}H$

2. في تجربةِ السّكتَين التّحريضيّة حيثُ الدّارة مُغلَقة تكونُ القيمةُ المُطلَقة لشدّةِ التيّار المُتحرِّض:

a. BLv b. $\dfrac{BLv}{R}$ c. 0 d. $-\dfrac{BLv}{R}$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممّا يأتي:

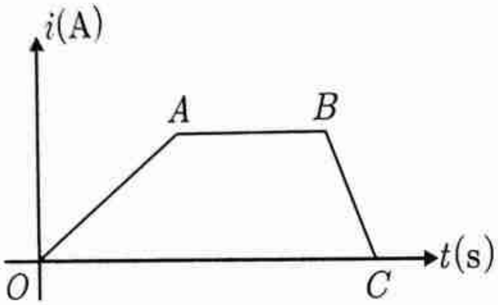
1. لا يغلي الماءُ في إناءٍ زجاجيّ يوضَع على سطحِ طبّاخٍ إلكترونيّ. اقترِحْ طريقةً لجعلِ الماءِ يغلي في الإناء الزّجاجيّ.
2. في تجربةِ السّكتَين التّحريضيّة تكونُ جهةُ القوّةِ الكهرطيسيّة مُعاكِسة لجهةِ حركةِ السّاق.

ثالثاً: ماذا تتوقّعُ أن يحدُثَ في كلٍّ من الحالاتِ الآتيةِ مُعلِّلاً إجابتَك:

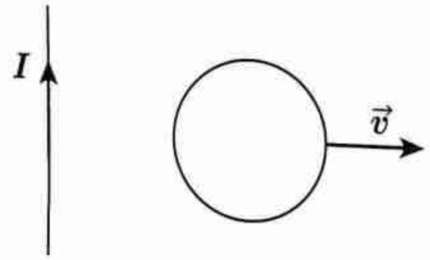
1. في تجربةِ السّكتَين التّحريضيّة حيثُ الدّارةُ مُغلَقةٌ، نزيدُ سرعةَ تدحرُجِ السّاقِ على السّكتَين.
2. تقريبُ القطبِ الشّمالي لمغناطيس من أحدِ وجهَي وشيعةٍ يتّصلُ طرفاها ببعضِهما البعض.
3. تقريبُ القطبِ الشّمالي لمغناطيس من أحدِ وجهَي حلقةٍ نحاسيّةٍ دارتُها مفتوحةٌ.

رابعاً: أجِبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. مَلفّانِ مُتقابِلانِ الأوَّلُ موصولٌ إلى بيلٍ كهربائيٍّ والثاني إلى مصباحٍ، هل يضيءُ المصباحُ إذا كانَ المَلفّانِ ساكنَين؟ في حالِ النّفي ماذا نفعلُ ليضيءَ المِصباحُ؟ ولماذا؟
2. في تجربةِ السّاق المُتحرِّكة بوجودِ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَمِ في دارةٍ مفتوحةٍ، تتراكمُ الشّحناتُ المُوجبةُ في طرفٍ والشّحناتُ السّالبةُ في طرفٍ آخرَ، ويستمرُّ التّراكمُ إلى أنّ يصلَ إلى قيمةٍ حدّيّةٍ يتوقّفُ عندَها. فسّرْ ذلكَ.
3. بيّنْ الخطُّ البيانيُّ المرسومُ جانباً تغيُّراتِ تيّارِ المُولِّدِ المارِّ في الوشيعةِ في حادثةِ التّحريضِ الذّاتي.
   a. ماذا تُمثّلُ كلٌّ من المراحلِ (BC, AB, OA).
   b. أيُّهما أكبرُ، القوّةُ المُحرِّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرِّضةُ عندَ إغلاقِ الدّارةِ أم عندَ فتحِها.
   c. في أيِّ المراحلِ تزدادُ الطّاقةُ الكهرطيسيّةُ المُختزِنةُ في الوشيعةِ؟ وفي أيِّ المراحلِ تكونُ ثابتةً؟ وفي أيِّ المراحلِ تتناقصُ الطّاقةُ الكهرطيسيّةُ المُختزَنة في الوشيعة.



4. وشيعةٌ يمرُّ فيها تيّارٌ كهربائيٌّ مُتغيِّرٌ شدّتُه i:
   a. اكتبْ عبارةَ شدَّةِ الحقلِ المغناطيسيّ المُتولِّد داخلَها نتيجةَ مرورِ التيّار.
   b. اكتبْ عبارةَ التّدفُّق المغناطيسيّ للحقلِ المغناطيسيّ.
   c. استنتجْ العلاقةَ المُحدَّدة للقيمةِ الجبريّة للقوَّةِ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة الآنيّة الذّاتيّة المُتحرِّضة فيها موضحاً متى تنعدمُ قيمةُ هذه القوَّة.
5. في الشّكلِ المُجاورِ مَلفٌّ دائريٌّ نحرّكُه بسرعةٍ ثابته $\vec{v}$ عموديّة على السِّلك المُستقيم. المطلوب:
   a. حدِّدْ على الرَّسمِ جهةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُتولِّد عن مرورِ التيّار الكهربائيّ في السِّلك المُستقيم عندِ مركزِ المَلفّ الدائري.
   b. حدِّدْ على الرسمِ جهةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُتحرِّض المُتولِّد في المَلفّ، وجهةَ التّيّارِ الكهربائيّ المُتحرِّض.
   c. صِفْ ما يحدثُ إذا أوقفنا المَلفّ عن الحركةِ، مُعلِّلاً إجابتَك؟



خامساً: حُلَّ المسائلَ الآتية:

المسألة الأولى:

مَلفٌّ دائريٌّ، يتألّفُ من 100 لفّةٍ مُتماثِلة، نصفُ قطرِه الوسطيّ $4\,\text{cm}$، نصلُ طرفَيه بمقياسِ ميلي أمبير موصولاً على التّسلسلِ معَ مقاومةٍ أوميةٍ قيمتُها 20Ω، نقرِّبُ من أحدِ وجهَي المَلفِّ القطبَ الشّمالي لمغناطيسٍ مُستقيم، فتزدادُ شدَّةُ الحقلِ المغناطيسيّ الذي يخترقُ لفّاتِ المَلفِّ الدّائريّ بانتظامٍ من الصّفرِ إلى 0.08T خلالَ $2\,\text{s}$.

المطلوب:

1. احسبْ قيمةَ القوّةِ المُحرّكة الكهربائيّة المُتحرّضة المُتولّدة في المَلفّ الدّائريّ مُحدّداً جهةَ التيّار الكهربائيّ المُتحرِّض.
2. ما نوع الوجه المُقابِل للقطبِ الشّمالي؟
3. احسبْ شدّةَ التيّارِ المارّة في المَلفّ.
4. احسبِ الاستطاعةَ الكهربائيّةَ المُتولّدة عن المَلفّ الدّائريّ، ثمّ الاستطاعةَ الحراريّةَ المصروفةَ في المُقاوَمةِ الأوميّة، ماذا تستنتج.

المسألة الثّانية:

1. لدينا وشيعةٌ، طولُها $30cm$، قطرُها $4cm$، تحوي 1200 لفة، نمرِّرُ فيها تيّاراً شدّتُه $4A$. احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ في مركزِ الوشيعة.
2. نلفُّ حولَ القسمِ المتوسطِ من الوشيعةِ مَلفّاً يحوي 100 لفةٍ معزولةٍ، ونصلُ طرفَيه بمقياسِ غلفانيّ، بحيثُ تكونُ المُقاوَمةُ الكليّةُ للدّارة الجديدة 16Ω. ما دلالةُ المقياسِ عندَ قطعِ التيّارِ عن الوشيعةِ خلال $0.5s$ تتناقصُ فيها الشّدّةُ بانتظام؟

المسألة الثّالثة:

في تجربةِ السّكّتين الكهرطيسيّة يبلغُ طولُ السّاقِ النُّحاسيّةِ المُستندةِ عموديّاً عليهما $30cm$، وكتلتُها $60g$.

المطلوب:

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

$(g = 10\,m.s^{-2})$

المسألة الرابعة:

سكّتانِ نحاسيّتانِ مُتوازيّتان، تميلُ كلٌّ منهما على الأفقِ بزاويةِ $45°$، تستندُ إليهما ساقٌ نحاسيّة طولُها $\ell = 40cm$، تخضعُ بكاملِها لتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظَمٍ شاقوليٍّ شدّتُه $0.8T$، نُغلقُ الدّارة ثمّ تُترَكُ لِتنزلَقَ دونَ احتكاكٍ بسرعةٍ ثابتةٍ، قيمتُها $2ms^{-1}$.

المطلوب:

1. بيّن أنّه تنشأ قوّةٌ كهرطيسيّة تعيقُ حركةَ السّاق.
2. استنتج العلاقةَ المُحدَّدةَ للمُقاوَمةِ الكليّة للدّارة، ثمّ احسبْ قيمتَها إذا كانت شدّةُ التيّارِ المُتحرّض المُتولد فيها $\sqrt{2}A$.
3. استنتج العلاقةَ المُحدَّدة لكتلةِ السّاقِ، ثمّ احسب قيمتَها.

المسألة الخامسة:

إطارٌ مربّعُ الشّكلِ طولُ ضلعِه $4\,cm$، مؤلّفٌ من 100 لفةٍ مُتماثِلة من سلكٍ نحاسيّ معزولٍ، نديرُ الإطارَ حولَ محوَرٍ شاقوليّ مارٍّ من مركزِه ومن ضلعَين أفقيّين مُتقابلَين بحركةٍ دائريّةٍ مُنتظمةٍ تقابلُ $\frac{10}{\pi}Hz$ ضمنَ حقلٍ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ أفقيّ شدتُه $5 \times 10^{-2}T$، خطوطُه ناظميّة على سطحِ الإطارِ قبلَ الدّوران حيثُ الدّارة مُغلقة ومُقاوَمتُها $R = 4\Omega$.

المطلوب:

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

تفكير ناقد

تُعطى القوّةُ المُحرّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرّضةُ الذّاتية بالعلاقةِ: $\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$

ناقش علاقةَ ε في كلٍّ من الحالتَين الآتيتَين موضِّحاً جهةَ التيّارِ المُتحرِّض:

1. عندما تزدادُ شدّةُ التيّارِ المُحرّض المارّ في الوشيعة.
2. عندما تتناقصُ شدّةُ التيّارِ المُحرّض المارّ في الوشيعة.

أبحث أكثر

- تُستثمرُ تيّاراتُ فوكو في تطبيقاتٍ حياتيّةٍ كثيرةٍ ومُتنوّعةٍ، ابحثْ في طريقةِ استخدامِ تيّاراتِ فوكو في مكابحِ بعضِ القطاراتِ الحديثةِ، وفي الأجهزةِ المُستخدَمة للكشفِ عن المعادنِ في نقاطِ التفتيشِ الأمنيّة ولاسيّما في المطارات.
- تُستثمرُ بعضُ الطّائراتِ التيّاراتِ الكهربائيّةَ المُتحرّضةَ في دارتِها الكهربائيّةِ على إبقاءِ مُحرّكِها في حالةِ عملٍ حتّى لو حدثَ عطلٌ في أيّ نظامٍ كهربائيٍّ فيها، كيفَ يتمُّ ذلكَ؟

أولاً

حل اختبر نفسي

① $l = 10\times10^{-2} = 10^{-1}\,m$

$l' = 10\,m$

$\boxed{L_{ذاتية} = 10^{-7}\frac{l'^2}{l}} = 10^{-7}\frac{100}{10^{-1}}$

$=10^{-6}.100$

$=10^{-4}\,H$

---

② $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B.l.v}{R}$

توضيح هام

$$i=\frac{\varepsilon}{R} = \frac{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R.\Delta t}$$

$$i = \frac{B.\Delta S}{R.\Delta t} = \frac{B.l.\Delta x}{R.\Delta t}$$

$$i = \frac{B.l.v}{R}$$

ثانياً

① لأنّ تيارات فوكو لا تنشأ في الأواني الزجاجية.

ولجعله يغلي نضع في الماء قطعة معدنية ينشأ فيها تيارات فوكو التي ينتج عنها حرارة كبيرة

أ. محمد إدريس

② يتولد تيار متحرض ناتج عن حركة الساق. بحيث ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه وهو (حركة الساق) فينتج قوة كهرطيسية تعاكس شعاع السرعة

ثالثاً

$\boxed{1}$

أتوقع زيادة شدة التيار الكهربائي المتحرض

لأنّ (التيار المتحرض يتناسب طرداً مع سرعة الدحرجة)

$$\uparrow i = \frac{B.l.v\uparrow}{R}$$

طلب إضافي

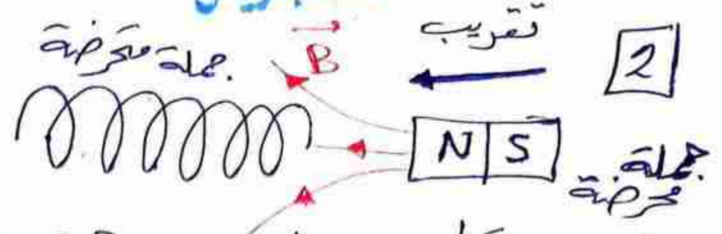
ماذا نتوقع بحالة زيادة المقاومة الكلية للدارة المغلقة بتجربة السكتين التحريضية

أتوقع تناقص شدة التيار الكهربائي المتحرض

لأنّ (التيار المتحرض يتناسب عكساً مع المقاومة)

$$\downarrow i = \frac{B.L.v}{R\uparrow}$$

2



✓ عند تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف أو وشيعة فيعطي قطب مماثل

تقريب N $\xleftarrow{\text{يعطي}}$ N

تقريب S $\xleftarrow{\text{يعطي}}$ S

✓ وعند إبعاد قطب مغناطيسي من وجه ملف أو وشيعة فيعطي قطب معاكس

تبعيد N $\xleftarrow{\text{يعطي}}$ S

تبعيد S $\xleftarrow{\text{يعطي}}$ N

الحل

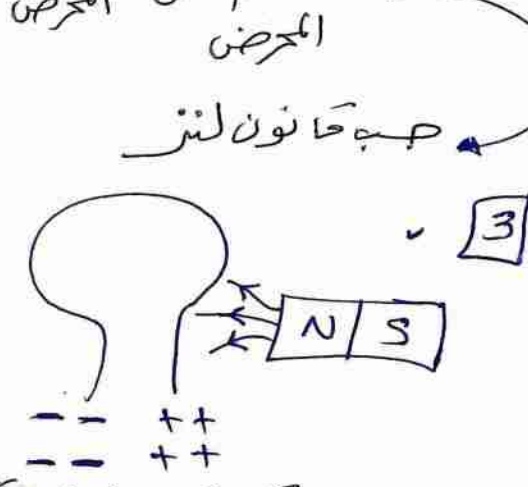
أتوقع أن يصبح وجه الوشيعة شمالي N

لأنّ عند تقريب قطب مغناطيسي

يزداد الحقل المحرض ↑↑B المحرض

حسب قانون لنز

3 .



يتولد قوة محركة كهربائية متحرضة مساوية فرق الكمون بين طرفي الحلقة لأنّ الإلكترونات تتأثر بالقوة المغناطيسية وتنتقل الشحنات السالبة إلى أحد طرفي الحلقة ويشحن الطرف بشحنة سالبة والطرف الآخر يشحن بشحنة موجبة وينشأ بينهما فرق كمون

$U = \varepsilon$

1

رابعاً

لا يضيء لأنّ التدفق المغناطيسي للحقل الناتج عن الملف الأول لا يتغير خلال الثاني.

حتى يضيء يجب أن يتغير التدفق المغناطيسي للحقل الناتج عن الملف الأول وذلك عن طريق

- فتح وغلق قاطعة الملف الأول باستمرار
- تحريك أحد الملفين باتجاه الآخر
- استبدال البيل بمولد متناوب

2 تراكم الشحنات الكهربائية يولد حقل كهربائي $\vec{E}$ يتجه من الموجب إلى السالب

يؤثر الحقل $\vec{E}$ على الالكترونات الحرة بقوة كهربائية تعاكس جهة القوة المغناطيسية تزداد شدتها تدريجياً باستمرار انتقال الشحنات ويتوقف انتقال الشحنات عندما

$F_{\text{كهربائية}} = F_{\text{مغناطيسية}}$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

3 (a) المرحلة OA : تزداد شدة التيار المار بالوشيعة

← فيتوهج المصباح ثم تخبو إضاءته (نسبياً)

المرحلة AB : ثبات شدة التيار

← إضاءة المصباح لا تتغير

المرحلة BC : تناقص شدة التيار (فتح القاطعة)

← يتوهج المصباح بشدة ثم ينطفئ

(b)

$$\varepsilon = -L \cdot \frac{di}{dt}$$

عند إغلاق القاطعة يزداد التيار

$di_{\text{جديد عند الإغلاق}} > di_{\text{قديم عند فتح القاطعة}}$

$\varepsilon_{\text{فتح}} > \varepsilon_{\text{عند غلق الدارة}}$

(c)

$$\boxed{E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2}$$

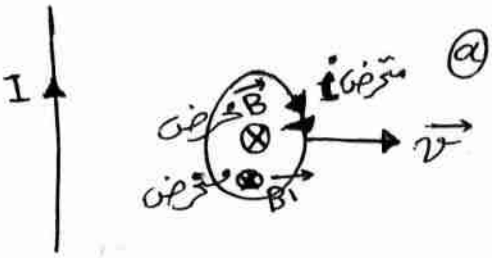
تزداد بالمرحلة OA

ثابتة بالمرحلة AB

تتناقص بالمرحلة BC

4 تم حلّه سابقاً

5 (a)



(b)

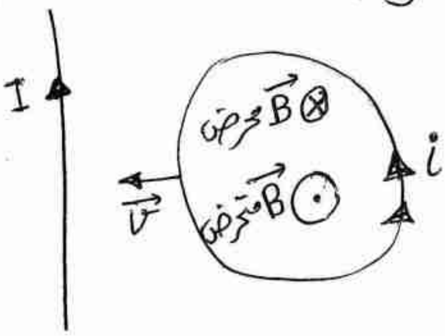
ابتعاد ← محرض متناقص

وحسب لنز $\vec{B'}$ متحرض بجهة $\vec{B}$ محرض

(حسب قاعدة اليد اليمنى
إن جهة التيار المتحرض i بجهة
أصابع اليد اليمنى إبهامها مع الحقل
المتحرض)

إضافي

حالة تقريب



تقريب ← محرض متزايد

وحسب لنز $\vec{B'}$ متحرض عكس جهة $\vec{B}$ محرض

(c) لا ينشأ تيار متحرض لأنه لا يوجد تغير في التدفق الذي يجتاز سطح الملف وحسب فاراداي

$\Delta\Phi = 0$

$i_{\text{متحرض}} = 0$

$\varepsilon_{\text{متحرض}} = 0$

أ. محمد إدريس

المسائل [1] درس

$N = 100$ لفة

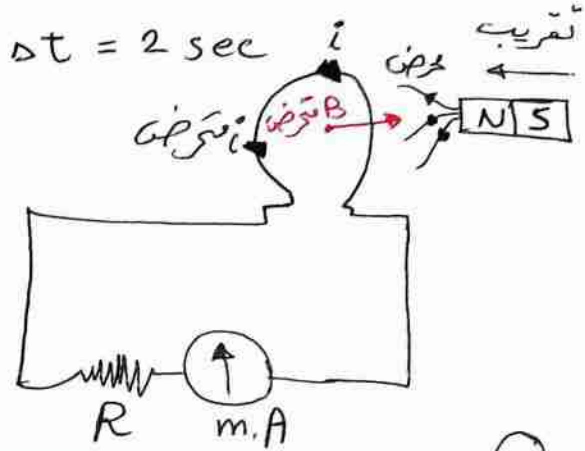
$r = 4 \times 10^{-2}\, m$

$\boxed{4\pi = 12.5}$

$R = 20\, \Omega$

B تغير $0 \longrightarrow 8 \times 10^{-2}\, T$

$\Delta t = 2\, sec$



(1)

$$\boxed{\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}}$$

$$\boxed{\Delta \Phi = N \cdot S \cdot \Delta B \cdot \cos\alpha}$$

$$\boxed{S = \pi \cdot r^2} \qquad \boxed{\Delta B = B_2 - B_1}$$

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

$$\Rightarrow \cos\alpha = 1$$

$$\varepsilon = -\frac{N \cdot S \cdot (B_2 - B_1) \cdot 1}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-100 \cdot \pi \cdot \cancel{16}^{\,8} \cdot 10^{-4} \cdot (8 \times 10^{-2} - 0)}{\cancel{2}}$$

$$\varepsilon = -64\pi \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}$$

$$\varepsilon = -200 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}$$

$$\varepsilon = -2 \cdot 10^{-2}\, volt$$

$\varepsilon < 0$ سالبة

← اجباري $\Delta\phi > 0$ ~~موجبة~~

~~المحرض~~ المحرض متزايد

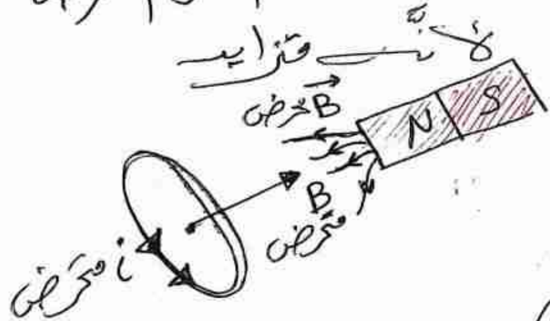
← حسب لنز

(جهة الحقل المتحرض عكس جهة الحقل المحرض)

(جهة التدفق المتحرض عكس جهة التدفق المحرض)

(جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المتحرض الذي يعاكس الحقل المحرض)

لأنه متزايد



(2) تقريب قطب يعطي وجه مماثل

ابعاد قطب يعطي وجه مخالف

يصبح وجه الملف المقابل هو شمالي

(3) $\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}} = \frac{-2 \cdot 10^{-2}}{20} = -10^{-3}\, A$

(4) كهربائية $\boxed{P = \varepsilon \cdot i} = -2 \cdot 10^{-2} \cdot (-10^{-3}) = +2 \cdot 10^{-5}\, watt$

حرارية $\boxed{P' = R \cdot i^2} = 20 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5}\, watt$

ومنه نجد $P_{\text{حرارية}} = P'_{\text{كهربائية}}$

(تحولت الطاقة الكهربائية كاملاً إلى طاقة حرارية)

المسألة $\boxed{2}$ دروس

$l = 30\times10^{-2}\,m$ $\qquad \boxed{4\pi = 12{,}5}$

$r = 2\cdot10^{-2}\,m$

$N = 1200$ لفة

$I = 4\,A$

① $\boxed{B = 4\pi\cdot10^{-7}\,\frac{N\cdot I}{l}}$

$B = 4\pi\cdot10^{-7}\,\frac{1200\cdot4}{30\cdot10^{-2}}$

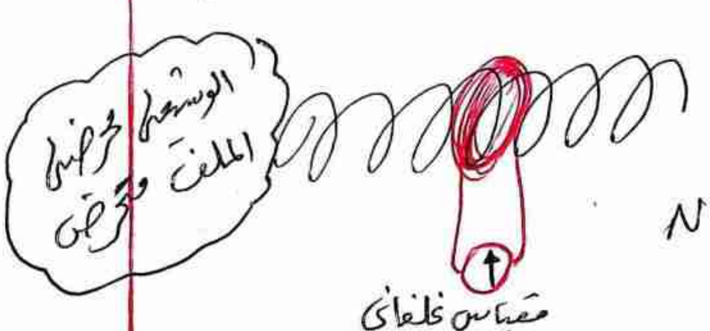
$B = 4\pi\cdot10^{-5}\cdot160$

$B = 64\pi\cdot10^{-4}\,T$

$B = 200\cdot10^{-4}$

$B = 2\cdot10^{-2}\,T$

②



$N = 100$ لفة

دلالة المقياس $\Rightarrow i_{\text{محرض}} = ?$

$\Delta t = 0{,}5\ sec$

$R = 16\,\Omega$

قطع التيار $\Rightarrow I_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0$

$\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}}$ $\qquad \boxed{\alpha = (\vec{B}, \vec{n}) = 0}$

$\boxed{\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}} = \frac{-N\cdot S\cdot\Delta B\cdot\cos\alpha}{\Delta t}$

$\varepsilon = \frac{-N\cdot\pi\cdot r^2\cdot(B_2-B_1)\cdot1}{5\cdot10^{-1}}$

$= \frac{-100\cdot\pi\cdot4\cdot10^{-4}(0-2\cdot10^{-2})}{5\cdot10^{-1}}$

$= \frac{+20\cdot8\pi\cdot10^{-6}}{10^{-1}}$

$\varepsilon = 16\pi\cdot10^{-4}$ Volt

$\Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\pi\cdot10^{-4}}{16}$

$\boxed{i = \pi\cdot10^{-4}}$ A

المسائل $\boxed{3}$ درس

$$l = 30\cdot10^{-2} = 3\cdot10^{-1}\,m$$

$$m = 60\cdot10^{-3} = 6\cdot10^{-2}\,Kg$$

$$I = 20A$$ ①

$F_{\text{كهرطيسية}} = 2\cdot w_{\text{ثقل الساق}}$

$$I\cdot l\cdot B\cdot \cancel{\sin\theta}^{\,1} = 2\cdot m\cdot g$$

$$B = \frac{2\cdot m\cdot g}{I\cdot L} = \frac{2\cdot6\cdot10^{-2}\cdot10}{20\cdot3\cdot10^{-1}}$$

$$B = 2\cdot10^{-1}\ T$$

② $W = ?$

$$v = 4\cdot10^{-1}\,m\cdot s^{-1}$$

$$\Delta t = 2\ sec$$

$$\boxed{W = F\cdot\Delta x}$$

$$\boxed{\Delta x = v\cdot\Delta t}$$

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

$$= 2\cdot m\cdot g\cdot v\cdot\Delta t$$

$$= 2\cdot6\cdot10^{-2}\cdot10\cdot4\cdot10^{-1}\cdot2$$

$$W = 96\cdot10^{-2}\,J$$

طريقة ثانية لحساب العمل

$$\boxed{W = I\cdot\Delta\Phi}$$

$$= I\cdot B\cdot\Delta S$$

$$= I\cdot B\cdot L\cdot\Delta x$$

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

أ. محمد إدريس

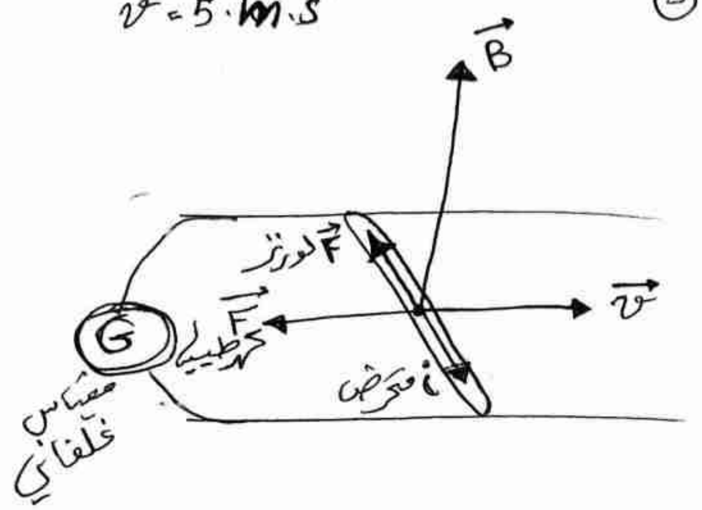
أ. محمد إدريس

$$W = 20\cdot2\cdot10^{-1}\cdot3\cdot10^{-1}\cdot4\cdot10^{-1}\cdot2$$

$$= 96\cdot10^{-2}\,J$$

③

$$v = 5\,m\cdot s^{-1}$$



تحديد جهة $\vec{F}$ لورنز ← الأصابع عكس السرعة

" " i متحرض ← عكس جهة $\vec{F}$ لورنز

لاحظ تحريك الساق يجعله يمسح سطحاً

$$\Delta S = L\cdot\Delta x$$

$$\Delta S = L\cdot v\cdot\Delta t$$

$$\boxed{\Delta\Phi = B\cdot\Delta S}$$ فيتغير التدفق

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

وتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{B\cdot L\cdot v\cdot\Delta t}{\Delta t}\right|$$

$$\boxed{\varepsilon = B\cdot L\cdot v}$$

$$= 2\cdot10^{-1}\cdot3\cdot10^{-1}\cdot5$$

$$\varepsilon = 3\cdot10^{-1}\ Volt$$

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}} = \frac{3\cdot10^{-1}}{5} = \frac{6\cdot10^{-1}}{10} = 6\cdot10^{-2}A$$

(4)

$$\boxed{P_{كهربائية} = \varepsilon . i}$$

$$= 3.10^{-1} . 6.10^{-2}$$

$$= 18.10^{-3} \text{ watt}$$

$$\boxed{F_{كهرطيسية} = i_{متحرض} . L . B . \sin\theta}$$

$$= 6.10^{-2} . 3.10^{-1} . 2.10^{-1} . 1$$

$$= 36.10^{-4} \text{ N}$$

طريقة ثانية

$$\boxed{P = F . v}$$

$$18.10^{-3} = F . 5$$

$$F = \frac{18.10^{-3}}{5} = 0,2 . 18.10^{-3}$$

$$= 36.10^{-4} \text{ N}$$

المسألة [4] درس :

$\alpha = 45^\circ$

$\ell = 40.10^{-2} = 4.10^{-1}$ m

$B = 8.10^{-1}$ T

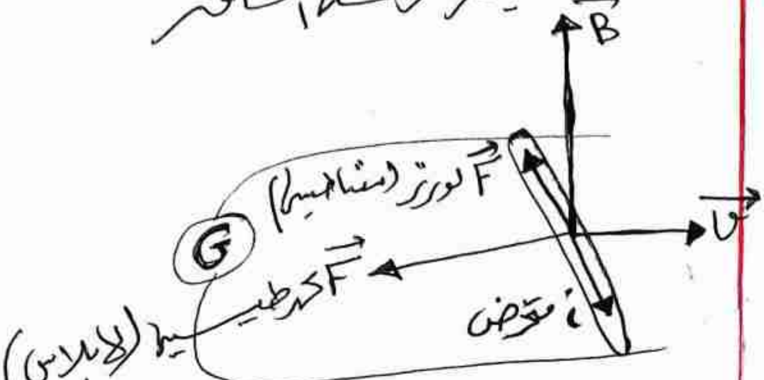
$v = 2 . m.s^{-1}$

(1) عند تحريك الساق بسرعة ثابتة عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإنّ كلّ الكترون حرّ في الساق سيتحرك بهذه السرعة لورنتية.
ومع خضوع هذه الإلكترونات لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنّه تخضع لقوة مغناطيسية (قوة لورنز) $\vec F = e\vec v \wedge \vec B$
تعمل هذه القوة على تحريك الإلكترونات وفق حامل وجهة عبر الدارة

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

فيتولد تيار كهربائي متحرض ينتج فعلاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه (تحريك الساق)
أي تنشأ قوة كهرطيسية معاكسة لجهة تحريك الساق
أي تعيق حركة الساق



$$\vec F_{مغناطيسية} = e . \vec v \wedge \vec B$$

$$F_{كهرطيسية} = i . L . B . \sin\frac{\pi}{2}$$

$i_{متحرض} = \sqrt{2} . A$

(2) نتيجة حركة الساق (انزلاق) بسرعة $\vec v$ خلال زمن Δt فإنه تقطع مسافة

$$\boxed{\Delta x = v . \Delta t}$$

فإنه تمسح سطحاً

$$\boxed{\Delta S = L . \Delta x}$$

$$\Delta S = L . v . \Delta t$$

ويتغير التدفق

$$\Delta \Phi = B . \Delta S . \cos\alpha$$

$$\Delta \Phi = B . L . v . \Delta t . \cos\alpha$$

$$\alpha = (\vec B , \vec n) = 45$$

وتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة

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

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

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

$$|\varepsilon| = B.L.v.\cos\alpha$$

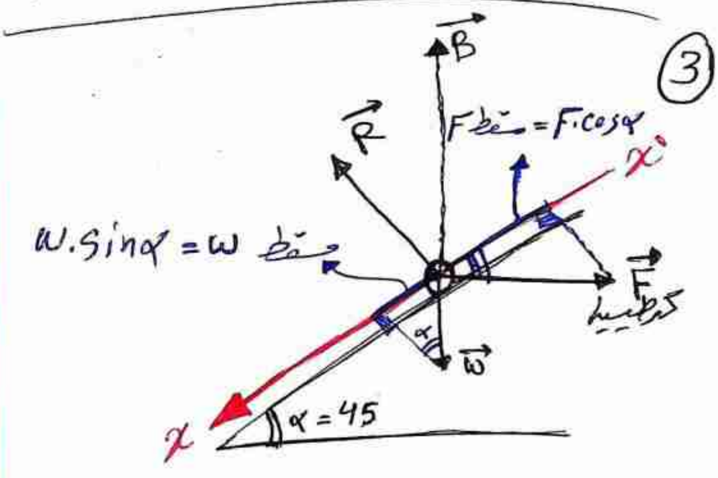
$$I_{\text{معترض}} = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow R = \frac{\varepsilon}{I_{\text{معترض}}}$$

$$R = \frac{B.L.v.\cos\alpha}{I_{\text{معترض}}}$$

$$R = \frac{8.10^{-1}.4.10^{-1}.2.\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}}$$

$$R = 32.10^{-2}\ \Omega$$

(3)



جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة

$\vec{F}$ كهرطيسية

$\vec{w}$ ثقل الساق

$\vec{R}$ رد فعل السكتين

الساق تتحرك بسرعة ثابتة $v = const$

$\boxed{a = 0}$ حركة مستقيمة منتظمة $\Leftarrow$

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

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

بالإسقاط على $\overrightarrow{xx'}$

$$0 - F.\cos\alpha + w.\sin\alpha = 0$$

$$w.\sin\alpha = F.\cos\alpha$$

$$m.g.\sin\alpha = I_{\text{معترض}}.L.B.\cancel{\sin\frac{\pi}{2}}^{\,1}.\cos\alpha$$

$$m = \frac{I_{\text{معترض}}.L.B.\cos\alpha}{g.\sin\alpha}$$

$$m = \frac{\sqrt{2}.4.10^{-1}.8.10^{-1}.\frac{\sqrt{2}}{2}}{10.\frac{\sqrt{2}}{2}}$$

$$m = 32\sqrt{2}.10^{-3}\ kg$$

المسألة $\boxed{5}$ درس : مربع

طول ضلع $\ell = 4\cdot10^{-2}\ m$

لفة $N = 100$

$f = \frac{10}{\pi}\ HZ$

$B = 5\cdot10^{-2}\ T$

$R = 4\ \Omega$

إضافي

استنتاج التابع

① يدور الإطار ضمن الحقل المغناطيسي حركة دائرية منتظمة

$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \boxed{\alpha = \omega\cdot t}$

والتدفق المغناطيسي لخطوط الحقل عبر الإطار

$\Phi = N\cdot S\cdot B\cdot\cos\alpha$

$\Phi = N\cdot S\cdot B\cdot\cos\omega t$

$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -(\Phi)'_t$

$\varepsilon = -(N\cdot S\cdot B\cdot\cos\omega t)'_t$

$\varepsilon = -(-\omega\cdot N\cdot S\cdot B\cdot\sin\omega t)$

$\varepsilon = +\omega\cdot N\cdot S\cdot B\cdot\sin\omega t$

تكون ε_{max} عظمى عندما $\sin\omega t = 1$

$$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega\cdot N\cdot S\cdot B}$$

$$\boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max}\cdot\sin\omega t}$$

أ. محمد إدريس

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

$\boxed{S = \text{ضلع}\cdot\text{ضلع}} = 4\cdot10^{-2}\cdot4\cdot10^{-2}$

$= 16\cdot10^{-4}\ m^2$

$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega\cdot N\cdot S\cdot B}$

$\varepsilon_{max} = 20\cdot100\cdot16\cdot10^{-4}\cdot5\cdot10^{-2}$

$\varepsilon_{max} = 16\cdot10^{-2}\ volt$

$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = 16\cdot10^{-2}\cdot\sin 20t}\ volt$

② $\varepsilon = 0$

$0 = 16\cdot10^{-2}\cdot\sin 20t$

$16\cdot10^{-2} \neq 0$

$\sin 20t = 0$

$\cancel{\sin}\,20t = \cancel{\sin}(\pi K)$

$20t = \pi K$

$$\boxed{t = \frac{\pi K}{20}}$$

لحظة أولى $K = 0 \Rightarrow t = 0\ sec$

لحظة ثانية $K = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{20}\ sec$

3

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}}$$

$$i = \frac{16\cdot 10^{-2}\cdot \sin 20t}{4}$$

$$\boxed{i = 4\cdot 10^{-2}\cdot \sin 20t}\ A$$

المسألة (15):
نخضع إلكتروناً يتحرّك بسرعة $8\times10^{3}\,\text{Km.s}^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسيّ منتظم ناظميّ على شعاع سرعته شدّته $B = 5\times10^{-3}\,\text{T}$.

المطلوب:
1. وازن بالحساب بين شدّة ثقل الإلكترون وشدّة قوّة لورنز المؤثّرة فيه. ماذا تستنتج؟
2. برهن أنّ حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسيّ هي حركة دائريّة منتظمة، ثمّ استنتج العلاقة المحدّدة لنصف قطر المسار الدائريّ، واحسب قيمته.
3. احسب دور الحركة.

$(e = 1.6\times10^{-19}\,\text{C}\ ,\ m_e = 9\times10^{-31}\,\text{kg}\ ,\ \text{g} = 10\,\text{m.s}^{-2})$

المسألة (16):
إطار مربّع الشكل مساحة سطحه $\text{s} = 25\,\text{cm}^2$ يحوي 50 لفّة من سلك نحاسيّ معزول نعلّقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقوليّ ونخضعه لحقل مغناطيسيّ منتظم خطوطه أفقيّة شدّته $B = 10^{-2}\,\text{T}$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\overrightarrow{B}$ عند عدم مرور تيّار، نمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته $I = 5\,\text{A}$ **المطلوب:**
1. احسب شدّة القوّة الكهرطيسيّة المؤثّرة في كلٍّ من الضّلعين الشاقوليّين لحظة مرور التيّار.
2. احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة في الإطار لحظة إمرار التيّار السابق.
3. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة عندما ينتقل الإطار من وضعه السّابق إلى وضع التّوازن المستقرّ.
4. نستبدل سلك التّعليق بسلك فتل ثابت فتله k لنشكّل مقياساً غلفانيّاً ونمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته ثابتة $2\,\text{mA}$ فيدور الإطار بزاوية $0.02\,\text{rad}$ ويتوازن. استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك k واحسب قيمته، ثمّ احسب قيمة ثابت المقياس الغلفانيّ G.
5. نزيد حساسيّة المقياس 10 مرّات من أجل التيّار نفسه، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (17):
ملفّ مستطيل مساحته $200\,\text{cm}^2$ يتكوّن من 100 لفّة يمرّ فيه تيّار شدّته 3A، وضع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته $0.1\,\text{T}$ احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة عليه عندما يكون مستوي الملفّ يصنع زاوية 60° مع خطوط الحقل المغناطيسيّ.

المسألة (18):
وشيعة طولها $30\,\text{cm}$ ومساحة مقطعها $3\times10^{-2}\,\text{m}^2$ وذاتيّتها $L = 5\times10^{-3}\,\text{H}$
1. احسب عدد لفّاتها.
2. نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $20\,\text{A}$ احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.
3. نجعل شدّة التيّار تتناقص بانتظام من $20\,\text{A}$ إلى الصفر خلال $0.5\,\text{s}$ احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة في الوشيعة وحدّد جهة التيّار المتحرّض.
4. نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة مقدّرة بالأمبير $\overline{i} = 20 - 5t$، احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (19):

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

1. نضع الوشيعة في منطقة يسودها حقل مغناطيسيّ ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة، نزيد شدّة هذا الحقل بانتظام خلال $0.5\,s$ من $0.04\,T$ إلى $0.06\,T$:

a. حدّد على الرسم جهة كلٍّ من الحقلين المغناطيسيّين المحرّض والمتحرّض في الوشيعة وعيّن جهة التيّار المتحرّض.

b. احسب القيمة الجبريّة لشدّة التيّار الكهربائيّ المتحرّض المارّ في الوشيعة.

c. احسب ذاتيّة الوشيعة.

2. نزيل الحقل المغناطيسيّ السابق ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة $\bar{i} = 6 + 2t$

a. احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة في الوشيعة.

b. احسب مقدار التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ لحقل الوشيعة في اللحظتين: $t_1 = 0,\ t_2 = 1S$

c. نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $10\,A$ بدل التيّار السابق. احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (20):

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$ m وعدد لفّاتها 1000 لفّة نصف قطر مقطعها $2\,cm$ ومقاومة دارتها الكهربائيّة المغلقة 5Ω مؤلّفة من سلك نحاسيّ معزول قطر مقطعه $\frac{\pi}{500}$ m

المطلوب:

1. احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات.
2. احسب ذاتيّة الوشيعة.
3. نعلّق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقوليّ عديم الفتل ونجعل محورها أفقيّاً عموديّاً على خطوط حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ شدّته $10^{-2}\,T$ ونمرّر فيها تيّاراً كهربائيّاً شدّته $4\,A$ المطلوب:

a. احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسيّة عندما تكون قد دارت زاوية $30°$.

b. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة في الوشيعة من لحظة مرور التيّار حتّى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية $60°$.

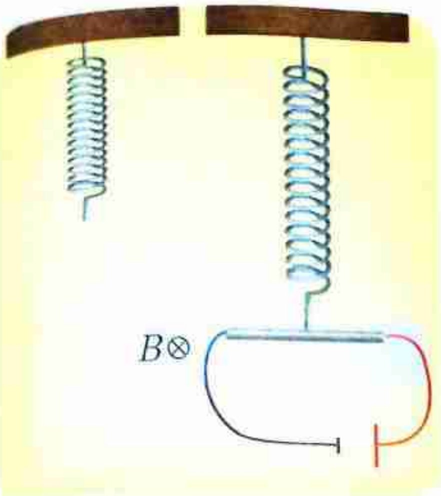
4. نقطع التيّار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التّوازن المستقرّ ثمّ نديرها حول السلك الشاقوليّ خلال $0.5\,S$ ليصبح محورها عموديّاً على خطوط الحقل المغناطيسيّ المطلوب:

a. احسب شدّة التيّار المتحرّض المتولّد في الوشيعة.

b. احسب كمّيّة الكهرباء المتحرّضة خلال الزمن السابق.

5. نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقرّ ثمّ ندخل بداخلها نواة حديدية عامل نفاذيتها المغناطيسيّ 50 احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ داخل النواة الحديديّة واحسب قيمة التدفّق المغناطيسيّ داخل الوشيعة.

المسألة (21): ساق نحاسيَّة طولها 80 cm نحرّكها بسرعة أفقيَّة ثابتة $\vec{v}$ عموديَّة على شعاع حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ شدَّته 0.5 T فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق 0.4 V



المطلوب:

1. استنتج العلاقة المحدّدة لسرعة الساق واحسب قيمتها.
2. نأخذ الساق النحاسيَّة ونعلّقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض مرن شاقوليّ مهمل الكتلة ثابت صلابته $100\ N.m^{-1}$ ونمرّر فيها تيّاراً كهربائيّاً شدَّته 20 A فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار 20 m عن طوله الأصليّ:

a. حدّد على الرسم القوى الخارجيَّة المؤثّرة على الساق.

b. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لكتلة الساق واحسب قيمتها.

المسألة (22):

ملفّ دائريٌّ نصف قطره الوسطيّ 4 cm مؤلَّف من 600 لفَّة متماثلة من سلك نحاسيّ معزول معلّق من الأعلى بسلك شاقوليّ عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ خطوطه ناظميَّة على مستوي الملفّ شدَّته 0.04 T نصل طرفي سلك الملفّ بمقياس غلفانيّ. المطلوب:

1. ندير الملفّ بدءاً من وضع توازنه بزاوية $\frac{\pi}{2}$ rad خلال 0.2 s احسب شدَّة التيّار المتحرّض في الملفّ حيث المقاومة الكلّيَّة للدارة 5Ω.
2. نستبدل سلك التعليق السابق بمحور دوران شاقوليّ ثمَّ ندير الملفّ بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi}$ Hz المطلوب:

a. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة للقيمة الجبريَّة للقوّة المحرّكة الكهربائيَّة المتحرّضة المتناوبة الجيبيَّة ثمَّ اكتب التابع الزمنيّ لكلّ من هذه القوّة والتيّار المتحرّض المتناوب الجيبيّ.

b. احسب طول سلك الملفّ.

المسألة (23):

يغذّي تيّار متناوب جيبي يعطى توتّره اللحظيُّ بالعلاقة $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ الجهازين الآتيين المربوطين فيما بينهما على التفرُّع:

a. جهاز تسخين كهربائيّ ذاتيّته مهملة يرفع درجة حرارة 1g من الماء من الدرجة $0^\circ C$ إلى الدرجة $72^\circ C$ خلال 7 min بمردود تسخين 100%.

b. محرّك استطاعته 600 watt وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيّار متأخّر بالطور عن التيّار.

المطلوب:

1. احسب الشدَّة المنتجة للتيّار في كلّ من الفرعين، واكتب تابع الشدَّة اللحظيَّة في كلّ منهما.
2. احسب الشدَّة المنتجة الكلّيَّة باستخدام إنشاء فرينل، واحسب عامل استطاعة الدارة.
3. احسب سعة المكثّفة التي إذا ضمّت أيضاً على التفرُّع في الدارة جعلت الشدَّة الكلّيَّة متّفقة بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الأجهزة جميعاً، واحسب قيمة الشدَّة المنتجة في الدارة الأصليَّة عندئذ.

المسألة (18) طاقة

$$l = 30 \cdot 10^{-2} = 3 \cdot 10^{-1}\, m$$

$$S = 3 \cdot 10^{-2}\, m^2$$

ذاتية $L = 5 \cdot 10^{-3}\, H$

(1)

$$\boxed{L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{l}}$$

$$5 \cdot 10^{-3} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-1}}$$

$$5 \cdot 10^{-3} = 12{,}5 \cdot 10^{-8} \cdot N^2$$

$$N^2 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{12{,}5 \times 10^{-8}} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-8}}$$

$$N^2 = \frac{10^{-2}}{25 \cdot 10^{-8}} = \frac{10^6}{25}$$

$$\Rightarrow N = \frac{10^3}{5} = 200$$ لفة

(2)

$$i = 20A$$

$$\boxed{E_L = \frac{1}{2} \cdot L i^2} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 400$$

$$= 200 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$E_L = 1\, J$$

(3)

$$I_1 = 20\, A \xrightarrow{\text{يتناقص}} I_2 = 0$$

$$B_1 = ? \xrightarrow{\text{يتناقص}} B_2 = 0$$

$$\Delta t = 0{,}5\, sec$$

$\varepsilon = ?$ وحدد جهة متحرضة

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad \boxed{\alpha = 0}$$

$$\varepsilon = -\frac{N \cdot S \cdot \Delta B \cdot \cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-N \cdot S \cdot (B_2 - B_1) \cdot 1}{\Delta t}$$

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I_1}{l}$$

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{200 \cdot 20}{3 \cdot 10^{-1}}$$

$$B_1 = \frac{16\pi \cdot 10^{-3}}{3} = \frac{50}{3} \cdot 10^{-3}$$

$$B_1 = \frac{100}{6} \cdot 10^{-3} = \frac{1}{6} \cdot 10^{-1}\, T$$

$$\varepsilon = \frac{-200 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot (0 - \frac{1}{6} \cdot 10^{-1})}{5 \cdot 10^{-1}}$$

$$\varepsilon = \frac{+6 \cdot (\frac{1}{6} \cdot 10^{-1})}{5 \cdot 10^{-1}}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{5} = 0{,}2\ Volt$$

تحديد نوع متحرض

$\varepsilon > 0 \Rightarrow \Delta\Phi < 0 \Rightarrow$ محرض متناقص

$\Leftarrow$ جهة التيار المتحرض بجهة التيار المحرض

(9)

$i = 20 - 5t$

ε تحريضية ذاتية $= ?$

$$\boxed{\varepsilon = -L \cdot \frac{di}{dt}}$$

$$\varepsilon = -L \cdot (i)'_t$$

$$= -(5\cdot10^{-3})(-5)$$

$$\boxed{\varepsilon = +25\cdot10^{-3}\ volt}$$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية ،

طلب إضافي :

أحسب كلاً من: التدفق الذاتي عبر الوشيعة

الطاقة الكهرطيسية المختزنة بالوشيعة باللحظة $t = 2sec$

الحل

التدفق الذاتي $\boxed{\Phi = L \cdot i}$

$$t = 2\,sec \Rightarrow i = 20-5(2) = 20-10 = 10\,A$$

$$\Rightarrow \Phi = 5\cdot10^{-3}\cdot 10 = 5\cdot10^{-2}\ weber$$

$$\boxed{E_L = \frac{1}{2}\cdot L\cdot i^2}$$

$$E_L = \frac{1}{2}\cdot 5\cdot10^{-3}\cdot(100)$$
$$= 50\cdot5\cdot10^{-3}$$
$$= 25\cdot10^{-2}\ J$$

المسألة $\boxed{19}$ كاملة :

$l = \frac{2\pi}{5}\ m$ $N = 200$ لفة

$S = 20\cdot10^{-4} = 2\cdot10^{-3}\ m^2$

$R = 5\ \Omega$

خطوط $\vec{B}$ توازي محور الوشيعة $\Leftarrow \alpha = 0$

(1) $\Delta t = 0,5\,sec$

$$4\cdot10^{-2} \xrightarrow{\text{ازداد}} 6\cdot10^{-2}\ T$$

(a)

المحرض متزايد (ازداد)

⇐ المتحرض يعاكسه بالجهة

(إنّ جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المغناطيسي المتحرض الذي يعاكس الحقل المحرض لأنّه متزايد)

(b)

$$\boxed{i = \frac{\mathcal{E}}{R}}$$

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

$$\mathcal{E} = -\frac{N.S.(B_2 - B_1).1}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = \frac{-200.2.10^{-3}(6.10^{-2} - 4.10^{-2})}{\frac{1}{2}}$$

$$\mathcal{E} = -4.10^{-1}(2).10^{-2}.\frac{2}{1}$$

$$\mathcal{E} = -16.10^{-3} \text{ volt}$$

$$\Rightarrow i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{-16.10^{-3}}{5} = \frac{-32.10^{-3}}{10}$$

$$i = -32.10^{-4} \text{ A}$$

(c)

$$\boxed{L_{\text{ذاتي}} = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2.S}{\ell}}$$

$$= 4\pi.10^{-7}\frac{4.10^4.2.10^{-3}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$= 2.10^{-6}.8.\frac{5}{1}$$

$$L_{\text{ذاتي}} = 8.10^{-5} \text{ H}$$

2

$$\boxed{i = 6 + 2t}$$

(a) $\mathcal{E}_{\text{ذاتية}} = ?$

$$\boxed{\mathcal{E} = -L.\frac{di}{dt}} = -L.(i)'_t$$

$$\mathcal{E} = -8.10^{-5}.(2) = -16.10^{-5} \text{ volt}$$

(b) $t_1 = 0 \qquad t_2 = 1 \text{ sec}$

$$t_1 = 0 \Rightarrow I_1 = 6 + 2(0) = 6 \text{ A}$$

$$t_2 = 1 \Rightarrow I_2 = 6 + 2(1) = 8 \text{ A}$$

$$\boxed{\Phi_{\text{تدفق ذاتي}} = L.i}$$

$$\Delta\Phi = L.\Delta I = L.(I_2 - I_1)$$

$$\Delta\Phi = 8.10^{-5}(8-6)$$

$$= 16.10^{-5} \text{ weber}$$

(c) $I = 10 \text{ A}$

$$\boxed{E_L = \frac{1}{2}.L.I^2}$$

$$= \frac{1}{2}.8.10^{-5}.100$$

$$= 4.10^{-3} \text{ J}$$

أ. محمد إدريس

المسألة 20 عامّة

لفات $N = 1000$ ، طول $L = \frac{2\pi}{5}\,m$

مقاومة $R = 5\,\Omega$ ، $r = 2 \cdot 10^{-2}\,m$

قطر مقطع سلك $= 2r' = \frac{\pi}{500}\,m$

(1)

طول سلك الوشيعة $l' = ?$

عدد الطبقات $n = ?$

عدد اللفات $N = \frac{l'}{2\pi r}$ طول سلك ، محيط اللفة

$$\Rightarrow l' = 2\pi \cdot r \cdot N = 2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{3} = 4\pi \cdot 10 = 12{,}5 \cdot 10$$

طول سلك الوشيعة $\boxed{l' = 125\,m}$

عدد الطبقات $n = \dfrac{N \text{ عدد اللفات الكلية}}{N' \text{ عدد اللفات بالطبقة الواحدة}}$

عدد اللفات في الطبقة الواحدة $N' = \frac{l}{2r'}$ طول الوشيعة ، قطر السلك

$$N' = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = \frac{2}{\frac{1}{100}} = 200 \text{ لفة}$$

$$\Rightarrow n = \frac{N}{N'} = \frac{1000}{200} = 5 \text{ طبقات}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

(2)

ذاتية الوشيعة $L = ?$

$$\boxed{L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{l}}$$

$$= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{10^{6} \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$= 4\pi \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot \frac{5}{1}$$

$$= 4\pi \cdot 10^{-4}$$

$$= 12{,}5 \cdot 10^{-4}$$

$$= 125 \cdot 10^{-5}\,H$$

طريقة ثانية

ذاتية $L = 10^{-7} \frac{l'^2}{l}$

$$= 10^{-7} \frac{125 \cdot 125}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$= 10^{-7} \frac{125 \times 125 \times 2}{\frac{4\pi}{5}}$$

$$= 10^{-7} \frac{125 \cdot 125 \cdot 2}{\frac{12{,}5}{5}}$$

$$= 10^{-7} \frac{\cancel{125} \cdot 125 \cdot 2}{\frac{\cancel{125} \cdot 10^{-1}}{5}}$$

$$= 10^{-6} \cdot 125 \cdot 2 \cdot 5$$

$$L = 125 \cdot 10^{-5}\,H$$

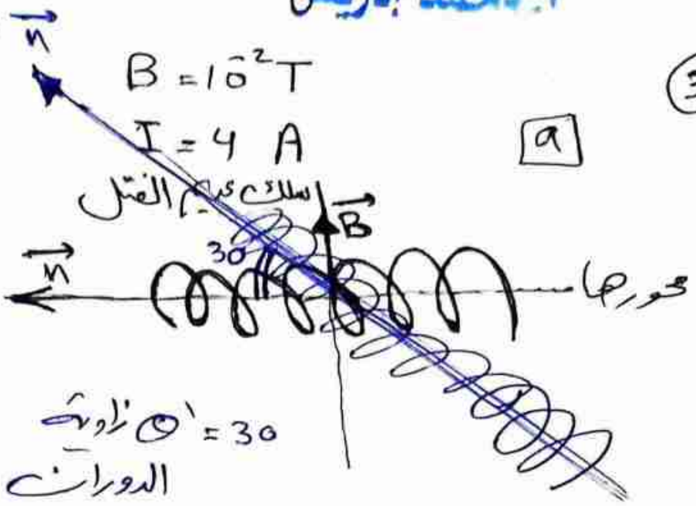
أ. محمد إدريس

(3)

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

$I = 4\ A$

[a]



زاوية الدوران $\theta' = 30$

$$\alpha = (\vec{B} \hat{,} \vec{n}) = 60$$

$$\boxed{\Gamma_\Delta = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha}$$

$$\Gamma_\Delta = 10^3 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Gamma_\Delta = 8\pi\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$$

$$\Gamma_\Delta = 25\sqrt{3} \cdot 10^{-3}\ m.N$$

$W = ?$ [b]

$$\boxed{W = I \cdot \Delta\phi} = I \cdot (\Phi_2 - \Phi_1)$$

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

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

$\boxed{\alpha_1 = 90} \Leftarrow \theta' = 0 \Leftarrow$ لحظة إمرار التيار لم يدور ✓

$\boxed{\theta' = 60} \Leftarrow$ يدور بزاوية 60 ✓

ومنه $\boxed{\alpha_2 = 30}$

$$W = 4 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} (\cos 30 - \cos 90)$$

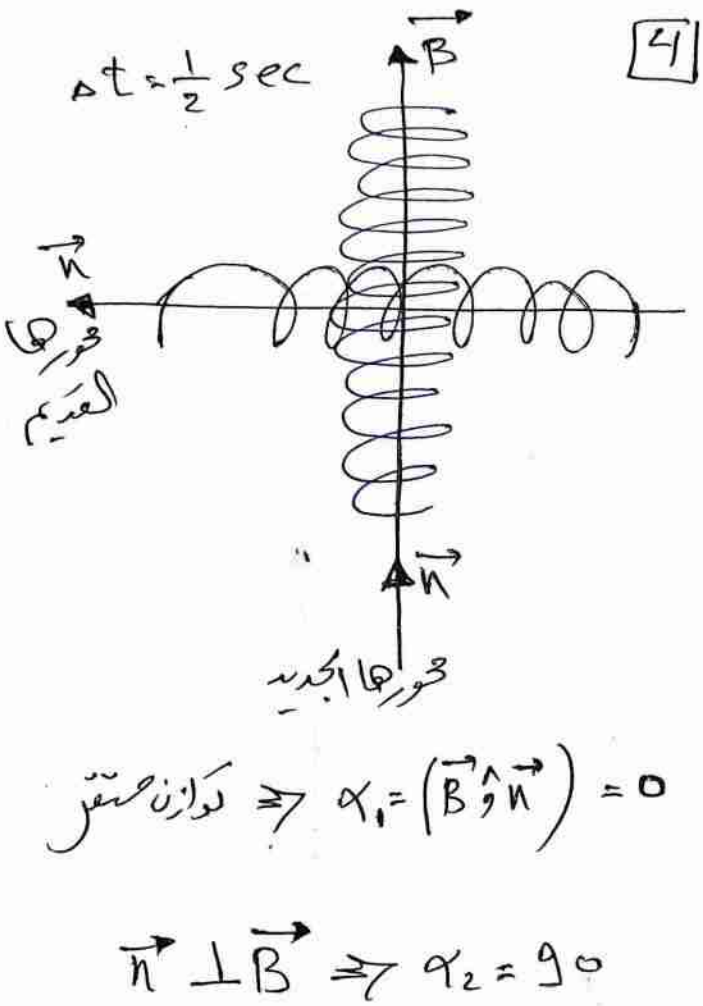
$$= 8\pi \cdot 10^{-3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 0\right)$$

$$= 8\pi \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3}$$

$$= 25 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3}\ J$$

[4]

$\Delta t = \frac{1}{2}\ sec$



توازن مستقر $\Rightarrow \alpha_1 = (\vec{B} \hat{,} \vec{n}) = 0$

$$\vec{n} \perp \vec{B} \Rightarrow \alpha_2 = 90$$

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}}$$

(a)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{N \cdot S \cdot B \cdot \Delta\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = -\frac{N \cdot \pi \cdot r^2 \cdot B \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

$$= -\frac{10^3 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \cdot (\cos 90 - \cos 0)}{\frac{1}{2}}$$

$$\boxed{\Phi = N \cdot S \cdot B_t \cdot \cos\alpha}$$

$$= 10^3 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-1} \cdot \cos 0$$

1

$$= 20\pi \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-1}$$

$$= 2\pi \cdot 10^{-1} \text{ weber}$$

المسألة 21 عاشة :

طول الساق $\ell = 80 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^{-1} m$

$B = 5 \cdot 10^{-1} T$

$U_{AB} = 4 \cdot 10^{-1}$ Volt

① عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ خلال زمن Δt تنتقل مسافة Δx

$$\boxed{\Delta x = v \cdot \Delta t}$$

فتمسح سطحاً

$$\boxed{\Delta S = L \cdot \Delta x}$$

$$= L \cdot v \cdot \Delta t$$

ويتغير التدفق

$$\boxed{\Delta\Phi = B \cdot \Delta S}$$

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

فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة فيكون المطلق يساوي فرق الكمون بين طرفي الساق لأن الدارة مفتوحة

$$U_{AB} = |\varepsilon|$$

$$\varepsilon = -8\pi \cdot 10^{-3} \cdot (0-1)$$

$$= +8\pi \cdot 10^{-3}$$

$$= 25 \cdot 10^{-3} \text{ Volt}$$

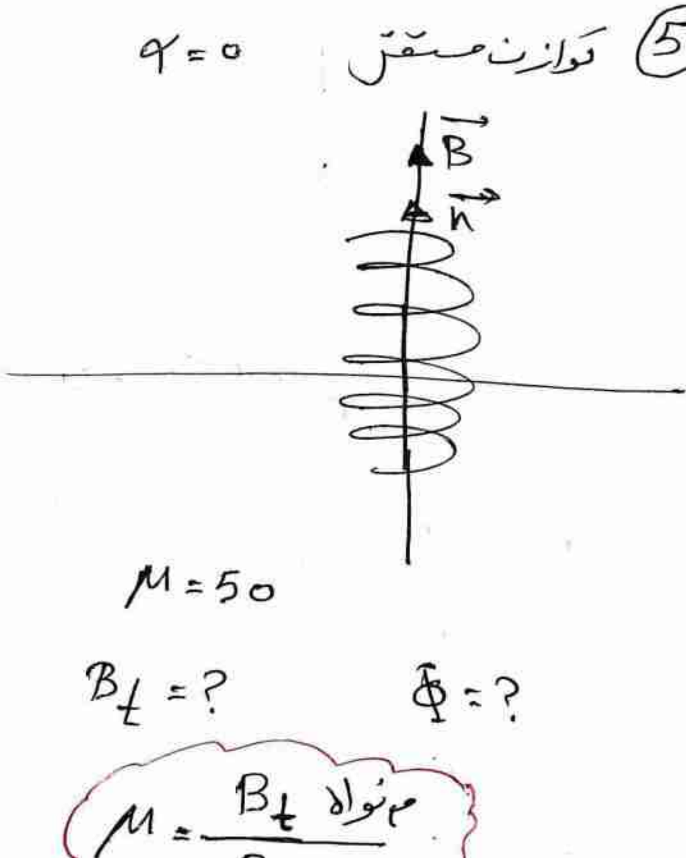
$$\Rightarrow \boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{5} = 5 \cdot 10^{-3} A$$

(b) كمية الكهرباء $\Delta q = i \cdot \Delta t$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 25 \cdot 10^{-4} C$$ كولوم

(5) توازن مستقر $\alpha = 0$



$\mu = 50$

$B_t = ?$ $\Phi = ?$

$$\mu = \frac{B_t \text{ (مع نواة)}}{B \text{ (دون نواة)}}$$

$$B_t = \mu \cdot B = 50 \cdot 10^{-2}$$

$$= 5 \cdot 10^{-1} T$$

$$U_{AB} = |\varepsilon| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B.l.v.\Delta t}{\Delta t}$$

$$U_{AB} = B.l.v$$

$$\Rightarrow v = \frac{U_{AB}}{B.l} = \frac{4.10^{-1}}{5.10^{-1}.8.10^{-1}}$$

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

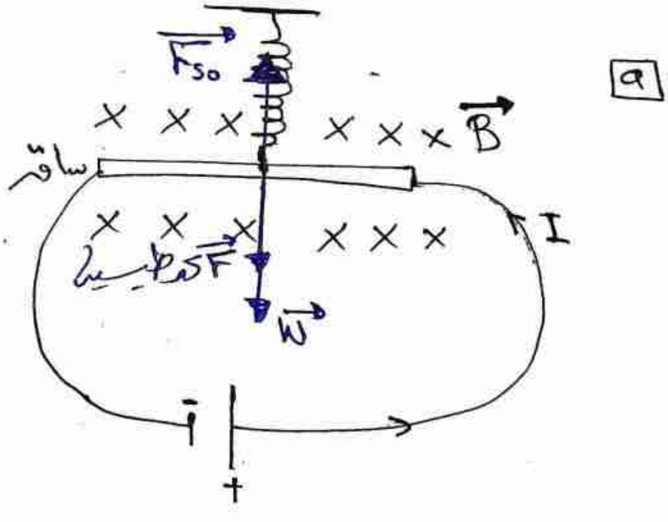
(2)

$K = 100 \ N.m^{-1}$

$I = 20 A$

$x_0 = 20 cm = 20.10^{-2} m = 2.10^{-1} m$

[a]



[b] جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة:
- $\vec{W}$ ثقل الساق
- $\vec{F}_{so}$ توتر النابض
- $\vec{F}$ كهرطيسية

توازن

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0}$$

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

نسقط للأسفل

$$W + F - F_{so} = 0$$

$$W = F_{so} - F$$

$$m.g = K x_0 - I.l.B.\sin\frac{\pi}{2}$$

$$m = \frac{K x_0 - I.l.B}{g}$$

$$m = \frac{100.2.10^{-1} - 20.8.10^{-1}.5.10^{-1}}{10}$$

$$m = 10.2.10^{-1} - 2.8.10^{-1}.5.10^{-1}$$

$$= 2 - 8.10^{-1}$$

$$= 2 - 0{,}8 = 1{,}2 \ Kg$$

المسألة $\boxed{22}$ عامة:

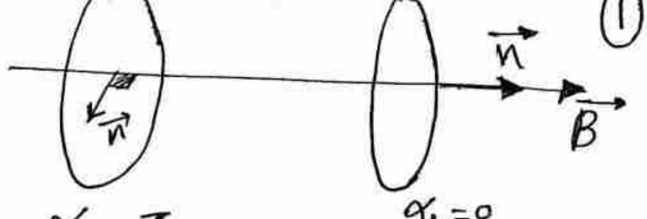
$r = 4.10^{-2} m$ ، $N = 600$ لفة ، $B = 4.10^{-2} T$

$\Delta t = 2.10^{-2} sec$ ، $R = 5 \Omega$

خطوط الحقل ناظمية على سطح الملف

$$\Rightarrow \alpha = 0$$

(1)



$$\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}}$$

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N \cdot S \cdot B \cdot \Delta \cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-N \cdot \pi \cdot r^2 \cdot B \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-600 \cdot \pi \cdot 16 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-2} (\cos 90 - \cos 0)}{2 \cdot 10^{-1}}$$

$$\varepsilon = -300 \cdot \pi \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-2} (0 - 1)$$

$$\varepsilon = +3\pi \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 4$$

$$\varepsilon = 3\,(50) \cdot 10^{-3} \cdot 4$$

$$\varepsilon = 3 \cdot 200 \cdot 10^{-3}$$

$$\varepsilon = 6 \cdot 10^{-1} \text{ volt}$$

$$\Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{6 \cdot 10^{-1}}{5} = \frac{12 \cdot 10^{-1}}{10}$$

$$i = 12 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

الاستطاعة الكهربائية $P = \varepsilon \cdot i = 6 \cdot 10^{-1} \cdot 12 \cdot 10^{-2}$

$$= 72 \cdot 10^{-3} \text{ watt}$$

$$f = \frac{2}{\pi} \text{ HZ} \qquad (2)$$

(9) بما أنّ الإطار يدور بسرعة ثابتة ضمن الحقل المغناطيسي المنتظم حركته دائرية منتظمة

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega t$$

فيكون التدفق المغناطيسي

$$\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha$$

$$\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos\omega t$$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -(\Phi)'_t$$

$$\varepsilon = -(-\omega \cdot N \cdot S \cdot B \cdot \sin\omega t)$$

$$\varepsilon = +\omega \cdot N \cdot S \cdot B \cdot \sin\omega t$$

تكون ε_{max} عندما $\sin\omega t = 1$

$$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega \cdot N \cdot S \cdot B}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max} \cdot \sin\omega t}$$

$$\varepsilon_{max} = \omega \cdot N \cdot S \cdot B$$

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 16 \cdot 10^{-4} = 50 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f} = 2\pi \cdot \frac{2}{\pi} = 4 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = \omega \cdot N \cdot S \cdot B$$

$$= 4 \cdot 600 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-2}$$

$$= 24 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 4$$

$$\varepsilon_{max} = 24 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 48 \cdot 10^{-2} \text{ volt}$$

أ. محمد إدريس

$$\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{max} \cdot \sin \omega t$$

$$\boxed{\varepsilon = 48 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 4t} \text{ Volt}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{48 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 4t}{5}$$

$$i = \frac{96 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 4t}{10}$$

$$\boxed{i = 96 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 4t} \quad A$$

(b)

طول سلك الملف $l' = ?$

$$\text{عدد اللفات } N = \frac{\overbrace{l'}^{\text{طول السلك}}}{2\pi r}$$

$$\Rightarrow l' = 2\pi r \cdot N$$

$$= 2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 600$$

$$= 8\pi \cdot 6$$

$$= 25.6$$

$$l' = 150 \text{ m}$$

2023

أ. محمد إدريس

الدارة المهتزة :

✓ التواتر (التردد) : عدد الهزات المنجزة للجسم المهتز في واحدة الزمن

واحدته HZ — هزة / ثانية — دورة / ثانية

✓ الاهتزازات الحرة : نواس مرن

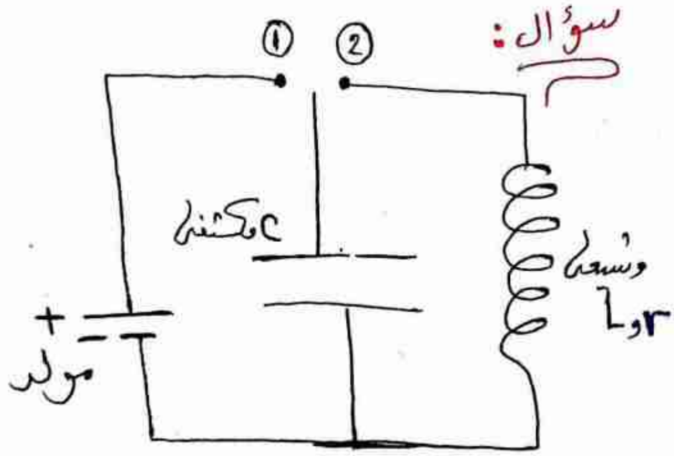
T_0 ω_0 f_0

✓ الاهتزازات القسرية :
مثال المولد يعمل اهتزازات قسرية على الالكترونات

T ω f

✓ ينتقل الإلكترون من القطب السالب إلى الموجب (من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع)

سؤال :



[A] ماذا يحدث عند وصل القاطعة ①

يبدأ المولد بشحن المكثفة وعند تمام الشحن تظهر بقعة مضيئة على راسم الاهتزاز (أي تم الشحن) فتختزن المكثفة طاقة كهربائية تختزن تعطى بالعلاقة

$$\boxed{E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}}$$

[B] ما الطاقة التي تختزن في الوشيعة وماذا تلعب الوشيعة (أي دور) ؟

$$\boxed{E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2_{max}}$$ طاقة كهرطيسية

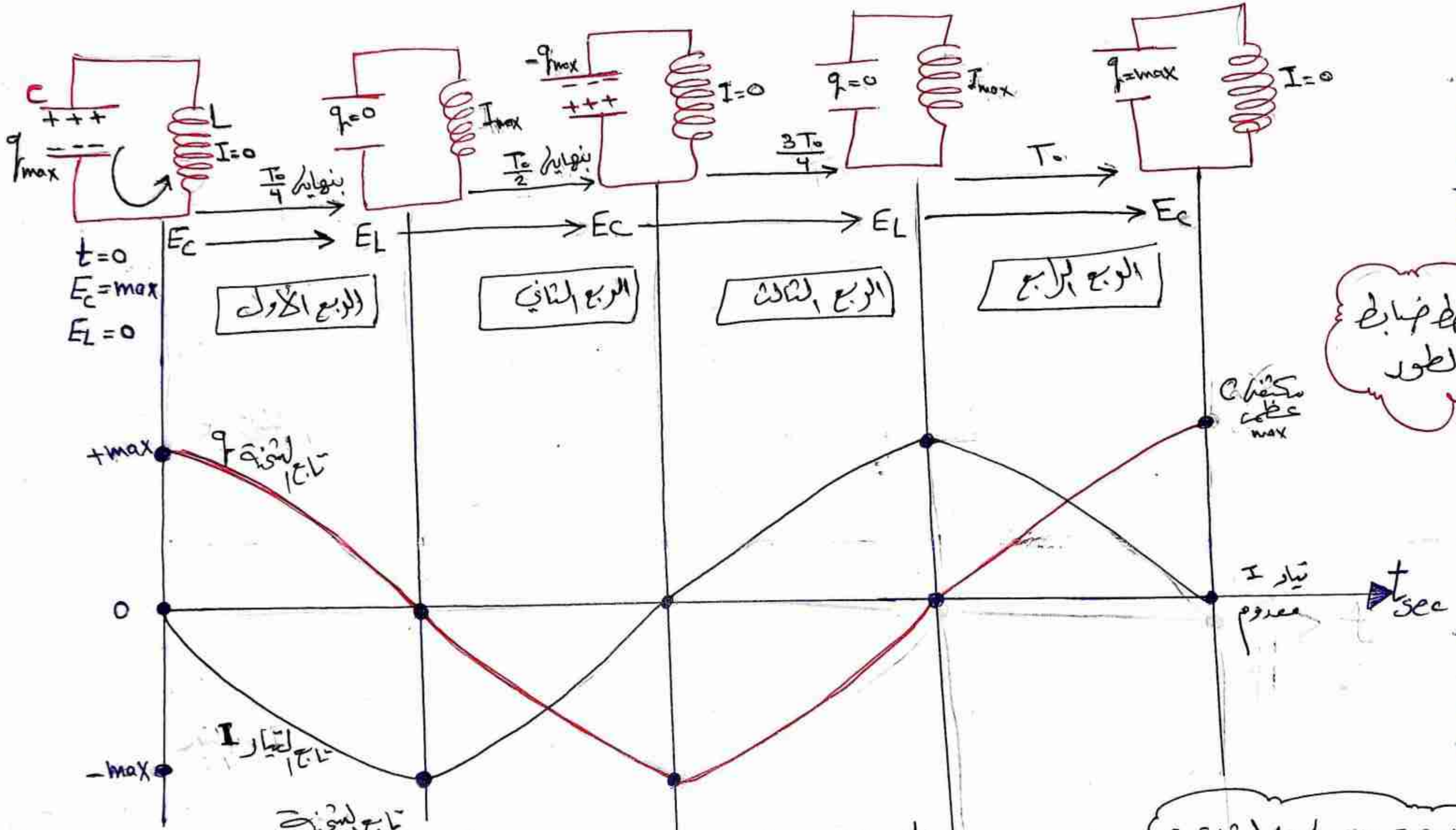
تلعب دور مولد على تضاد (بالعكس)

الوشيعة L	المكثفة C
تختزن طاقة كهرطيسية وتعطي طاقة كهربائية	تختزن طاقة كهربائية وتعطي طاقة كهربائية

[C] ماذا يحدث عند وصل القاطعة ②

تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة

مخطط ضابط الطور



$$\boxed{t=0} \Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow \boxed{q = q_{max}\cos\omega_0 t} \Rightarrow I = (q)'_t = -\omega_0 \cdot q_{max} \cdot \sin\omega_0 t$$

تابع الشحنة

ملاحظة من Math

$$\boxed{-\sin\omega_0 t = \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)} \Rightarrow \boxed{I = \omega_0 \cdot q_{max} \cdot \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)} \Rightarrow \boxed{\varphi = +\frac{\pi}{2}} \Rightarrow$$

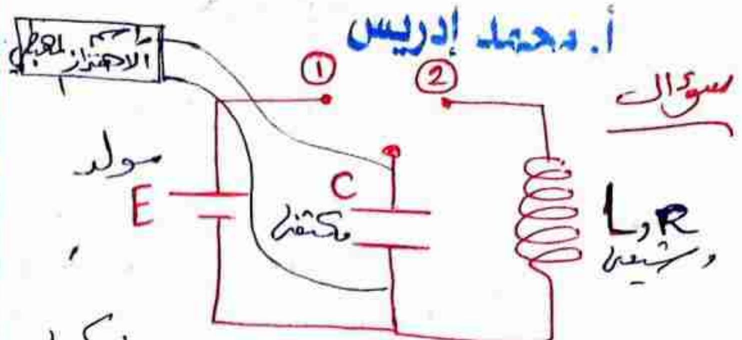
تابع الشدة

الشدة I متقدمة على الشحنة q بمقدار $+\frac{\pi}{2}$

ومنه الشدة I والشحنة q على تربيع

يعني أحدهما أعظمي max والثاني معدوم

سؤال



تشكل دارة تتألف من مولد قوته المحركة الكهربائية E ومكثفة سعتها C ووشيعة ذاتيتها L مقاومتها R صغيرة وقاطعة دوارة

A ماذا يحدث للمكثفة عند وصل القاطعة ①

(تشحن المكثفة وتختزن طاقة كهربائية)

B ماذا يحدث للمكثفة عند وصل القاطعة ②

(تفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة)

C ما هي أشكال التفريغ في الحالات التالية مع الرسم

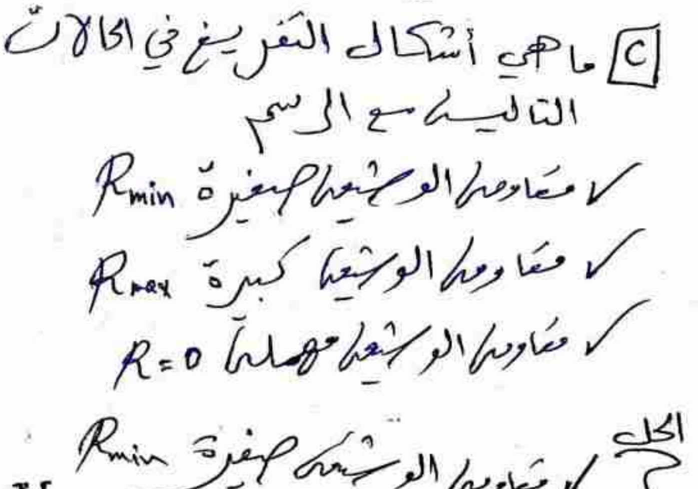
✓ مقاومة الوشيعة صغيرة R_{min}

✓ مقاومة الوشيعة كبيرة R_{max}

✓ مقاومة الوشيعة مهملة $R=0$

الحل

✓ مقاومة الوشيعة صغيرة R_{min}



. تفريغ دوري متناوب متخامد باتجاهين

. تناقص في سعة الاهتزاز

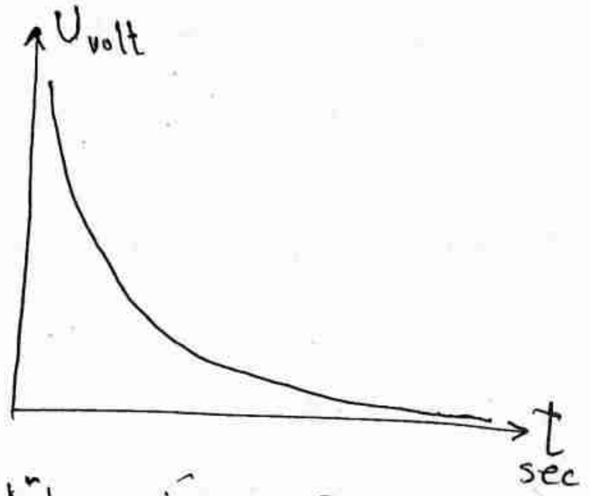
لذلك يسمى زمن الاهتزاز شبه الدور

. وتكون الاهتزازات حرة متخامدة

(لأنه لا تتلقى طاقة من المولد)

. وتسمى الدارة بالدارة المهتزة الحرة المتخامدة

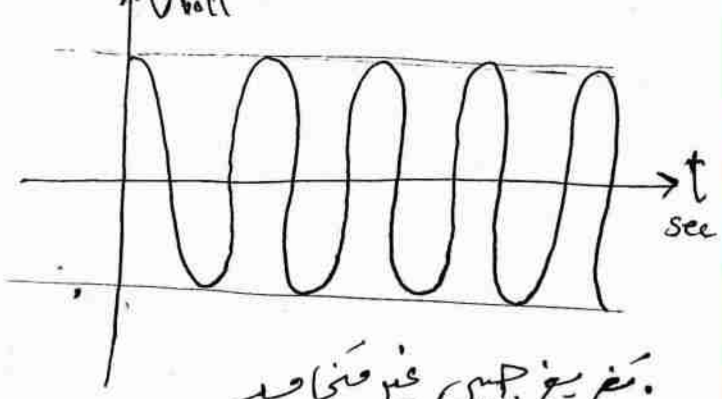
✓ مقاومة الوشيعة كبيرة R_{max}



. تفريغ لا دوري متخامد باتجاه واحد

(ضياع الطاقة بشكل حرارة)

✓ مقاومة الوشيعة مهملة $R=0$



. تفريغ جيبي غير متخامد

سعة الاهتزاز ثابتة

ودوره الخاص T_0

سؤال: كيف يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة خلال دور

الحل:

✓ تبدأ المكثفة تفريغ شحنتها في الوشيعة فيزداد تيار الوشيعة ببطء حتى يصل إلى قيمته عظمى في نهاية الربع الدور الأول حيث تفقد المكثفة كامل شحنتها فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية عظمى

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

✓ ثم يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى ينعدم وتصبح شحنة المكثفة عظمى في نهاية نصف الدور الأول وتختزن المكثفة طاقة كهربائية

$$\boxed{E_C = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{C}}$$

✓ تتكرر عمليتي الشحن والتفريغ في النصف الثاني ولكن بالاتجاه المعاكس

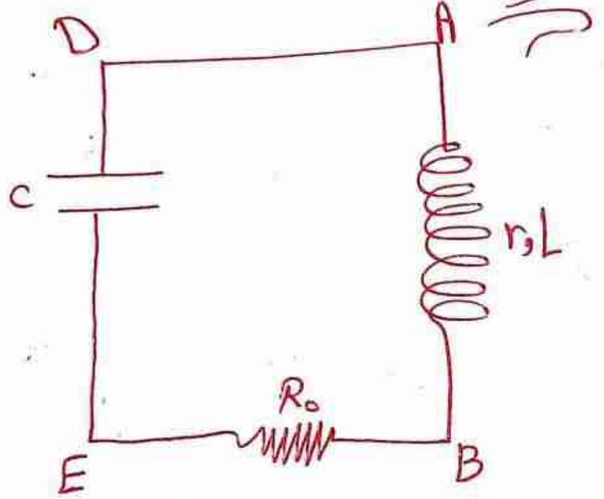
علل: تخامد الاهتزاز في حال مقاومة الوشيعة صغيرة

(لأن الطاقة تتبدد تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول)

علل: التفريغ لادوري بحال مقاومة الوشيعة كبيرة

(لأن طاقة المكثفة تتبدد بالكامل دفعة واحدة أثناء التفريغ حرارياً بفعل جول)

سؤال



استنتج المعادلة التفاضلية للدارة المهتزة

ملاحظة هامة للتمرين

✓ سلك توصيل D———A

$\boxed{U = R I}$ $\boxed{R = 0}$ $\Rightarrow$ $\boxed{U = 0}$

✓ المكثفة $\boxed{U_C = \frac{q}{C}}$

✓ الوشيعة $\boxed{U_L = L . \frac{di}{dt} = L . (i)'_t}$

✓ المقاومة $\boxed{U_R = R . I}$

الحل

سلك توصيل — مكثفة — وشيعة ومقاومة

$$\cancel{U_{AD}}+\cancel{U_{DE}}+U_{EB}+\cancel{U_{AB}}=0$$

$$0+\frac{q}{C}+R_0.I+rI+L(I)'_t=0$$

$$\frac{q}{C}+I\left[R_0+r\right]+L(I)'_t=0$$

$$\boxed{I=(q)'_t} \qquad \boxed{R=R_0+r}$$

نشتق

$$\boxed{(I)'_t=(q)''_t}$$

$$\frac{q}{C}+I.R+L.(I)'_t=0$$

$$\boxed{\frac{q}{C}+R.(q)'_t+L.(q)''_t=0}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تصف الاهتزازات الكهربائية المتخامدة (بسبب وجود المقاومات)

✓ لجعل الاهتزازات حرة نهمل المقاومة

$$\boxed{R=0}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{C}+L(q)''_t=0$$

$$L(q)''_t=-\frac{q}{C}$$

$$\star\ \boxed{(q)''_t=-\frac{q}{L.C}}$$

نقسم على L

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تصف الاهتزازات الكهربائية الحرة

وتقبل حلاً جيبياً من الشكل

$$\boxed{q=q_{max}.\cos(\omega_0 t+\varphi)}$$

نشتق مرتين

$$(q)'_t=-\omega_0.q_{max}.\sin(\omega_0 t+\varphi)$$

$$(q)''_t=-\omega_0^2.\underbrace{q_{max}.\cos(\omega_0 t+\varphi)}$$

$$\boxed{(q)''_t=-\omega_0^2.q}$$

نطابق ✶ مع ♥

$$\cancel{-}\omega_0^2.\cancel{q}=\cancel{-}\frac{\cancel{q}}{L.C}$$

$$\omega_0^2=\frac{1}{L.C}\Rightarrow \omega_0=\sqrt{\frac{1}{L.C}}$$

$$\boxed{\omega_0=\frac{1}{\sqrt{L.C}}}$$

النبض الخاص للاهتزاز

$$\boxed{T_0=\frac{2\pi}{\omega_0}=\frac{2\pi}{\frac{1}{\sqrt{L.C}}}=2\pi.\sqrt{L.C}}$$

علاقة طومسون (علاقة تصف الدور الخاص للتفريغ المهتز)

L ذاتية الوشيعة H هنري

C سعة المكثفة F فاراد

سؤال استنتج الطاقة للدارة المهتزة

$$\underbrace{E}_{\text{كلية}} = \underbrace{E_c}_{\text{مكثفة}} + \underbrace{E_L}_{\text{وشيعة}}$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L . I^2$$

$$q = q_{max} . \cos \omega_0 t \qquad \boxed{\varphi = 0}$$

$$I = (q)'_t = -\omega_0 . q_{max} . \sin \omega_0 t$$

$$E = \frac{1}{2} . \frac{q_{max}^2}{C} . \cos^2 \omega_0 t + \frac{1}{2} . L . \omega_0^2 . q_{max}^2 . \sin^2 \omega_0 t$$

$$\boxed{\omega_0^2 = \frac{1}{L.C}}$$

$$E = \frac{1}{2} . \frac{q_{max}^2}{C} . \cos^2 \omega_0 t + \frac{1}{2} L . \frac{1}{L.C} . q_{max}^2 . \sin^2 \omega_0 t$$

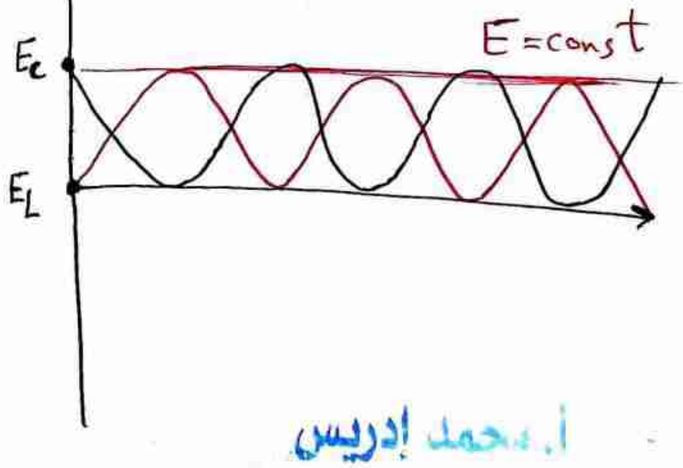
$$E = \frac{1}{2} . \frac{q_{max}^2}{C} \left[\cos^2 \omega_0 t + \sin^2 \omega_0 t \right]$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{C}} = \text{const}$$

ثابت ثابت

أو

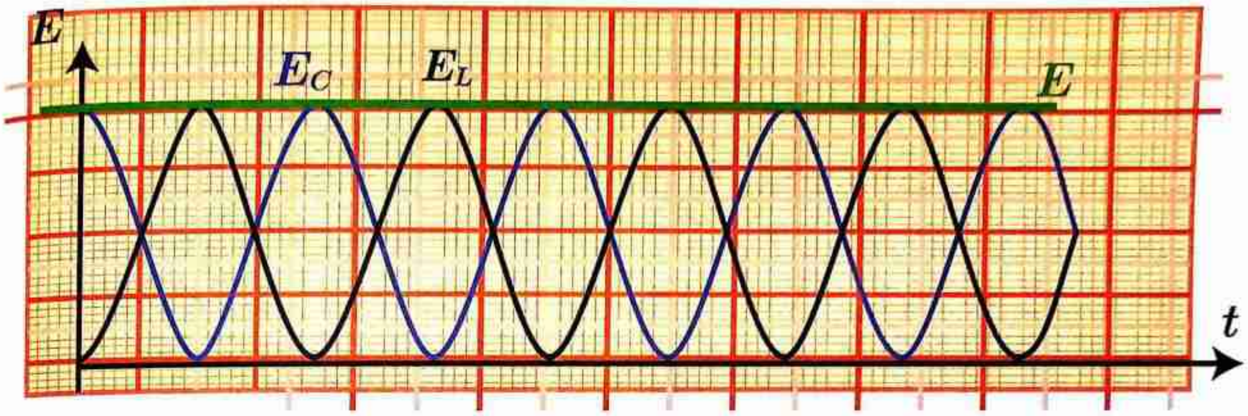
$$\boxed{E = \frac{1}{2} . L . I_{max}^2}$$



✓ عند تغير سعة المكثفة لتصبح مثلي ما كانت عليه تبقى الطاقة الكلية كما هي.

✓ عند تغير ذاتية الوشيعة لتصبح ثلاثة أمثال ما كانت عليه تبقى الطاقة الكلية كما هي.

وبالطريقةِ نفسِها نصلُ إلى العلاقة: $E = \frac{1}{2} L\, I_{max}^2$



إنّ الطّاقةَ الكلّيّة لـدارةٍ تحتـوي مُكثِّفـةً وذاتيّـةً صرفـة (ليس لهـا مُقاوَمـة) ثابتـةٌ وتُسـاوي الطاقـةَ العظمـى للمُكثّفةِ المشـحونةِ أو تُسـاوي الطاقـة العُظمـى للوشـيعة؛ أي أنّـه فـي دارةٍ مُهتـزّة فـي أثنـاء التّفريـغ تتحـوّلُ الطّاقةُ بشـكلٍ دوريّ مـن طاقـةٍ كهربائيّـةٍ في المُكثّفـة إلى طاقـةٍ كهرطيسـيّةٍ في الوشـيعة وبالعكـس، ولكـنّ المجمـوعَ يبقـى ثابتاً.

النتيجة:

- **الطّاقةُ الكلّيّة للدّارة المُهتزّة (L, C) مقدارٌ ثابتٌ في كلّ لحظةٍ وتمثّلُ بخطٍّ مُستقيمٍ يُوازي محورَ الزّمن.**

مسألةٌ محلولة:

نشـحنُ مُكثِّفـةً سـعتُها $C = 1\,\mu\text{F}$ تحـتَ توتُّـر كهربائـيّ $U_{ab} = 100\ \text{V}$، ثـمَّ نصلُهـا فـي اللّحظـة $t = 0$ بيـنَ طرفَي وشـيعةٍ ذاتيتُهـا $L = 10^{-3}\,\text{H}$ ومقاومتُهـا مُهمَلـة. **المطلـوبُ حسـابُ:**

1. الشّحنةِ الكهربائيّة للمُكثّفة والطّاقة الكهربائيّة المُختزَنة فيها عندَ اللّحظة.
2. تواتُرِ الاهتزازاتِ الكهربائيّة المارّة فيها.
3. شدّةِ التيّار الأعظميّ I_{max} المارّ في الدّارة.

الحلُّ:

1. حسابُ الشّحنةِ الكهربائيّةِ العُظمى:

$$q_{max} = C\, U_{max}$$
$$q_{max} = 1 \times 10^{-6} \times 100$$
$$q_{max} = 1 \times 10^{-4}\,\text{C}$$

2. حسابُ الطّاقةِ الكهربائيّةِ المُختزَنة:

$$E = \frac{1}{2} C\, U_{max}^2$$
$$E = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-6} \times (100)^2$$
$$E = 5 \times 10^{-3}\,\text{J}$$

3. حسابُ f_0:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$
$$T_0 = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 1 \times 10^{-6}}$$
$$T_0 \simeq 2 \times 10^{-4}\,\mathrm{s}$$
$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2 \times 10^{-4}} = 5000\,\mathrm{Hz}$$

4. حسابُ شدَّةِ التيّارِ الأعظميّ: من التّابع الزّمنيّ للشّدّة اللّحظيّة:

$$\overline{i} = \omega_0 q_{\max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$
$$I_{\max} = \omega_0 q_{\max}$$
$$I_{\max} = 2\pi f_0 q_{\max}$$
$$I_{\max} = 2\pi \times 5000 \times 10^{-4}$$
$$I_{\max} = \pi \mathrm{A}$$

التيّاراتُ عاليةُ التّواتُر:

نشاط:

تتألَّفُ دارةُ اهتزازٍ كهربائيٍّ عاليةِ التّواتُرِ من مُكثِّفةٍ سعتُها صغيرةٌ من رتبةِ $10^{-8}\mathrm{F}$، موصولةٍ معَ وشيعةٍ مُهمَلةِ المُقاوَمة ذاتيّتُها صغيرةٌ من رتبةِ $10^{-4}\mathrm{H}$:

احسبْ دورَ التّفريغ وتواتُره، ماذا نسمّي التيّارَ الموافِقَ لهذا التّواتُر؟

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{10^{-8} \times 10^{-4}}$$
$$T_0 = 2\pi \times 10^{-6}\,\mathrm{s}$$
$$f_0 = \frac{1}{T_0}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times 10^{-6}}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \times 10^{6}\,\mathrm{H}$$

نحصلُ على تيّارٍ عالي التّواتُر.

خصائصُ التيّارات عاليةِ التَّواتُر:

1. تُبدي الوشيعةُ مُمانَعةً كبيرةً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر:

عندَ تمريرِ تيّارٍ عالي التَّواتُرِ في دارةِ وشيعة، فإنَّ الوشيعةَ تُبدي مُمانَعةً كبيرةً لهذا التيّار.
تُعطى العلاقةُ الّتي تمثّلُ مُمانَعة الوشيعةِ بالشَّكل:

$$Z_L = \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}$$

فإذا كانَت r مُهمَلةً تؤول المُمانَعة إلى ردّية الوشيعة:

$$X_L = \omega L = 2\pi\, f\, L$$

إنَّ المُمانَعة تتناسبُ طرداً معَ تواتُرِ التيّار، وفي حالةِ التيّاراتِ عاليةِ التَّواتُرِ فإنّ مُمانَعةَ الوشيعةِ تكونُ كبيرةً جدّاً.

النتيجة:

- **تُبدي الوشيعةُ مُمانَعةً كبيرةً جدّاً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُرِ فيمرُّ فيها تيّارٌ شدتُه المُنتِجةُ ضعيفةٌ جدّاً.**

2. تُبدي المُكثِّفةُ مُمانَعةً صغيرةً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر:

تُعطى العلاقةُ التي تمثِّلُ مُمانَعةَ المُكثِّفةِ (الاتّساعيّة) بالشَّكل:

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

إنّ المُمانَعة تتناسبُ عكساً معَ تواتُرِ التيّارِ فهي صغيرةٌ جدّاً في التيّاراتِ عاليةِ التَّواتُرِ لذلكَ تُبدي المُكثِّفةُ سهولةً لمرورِ هذه التيّارات.

النتيجة:

- **تُبدي المُكثِّفةُ مُمانَعةً صغيرةً جدّاً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُرِ فيمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه المُنتِجةُ كبيرةٌ.**

9

تعلّمتُ

- نسمّي الدّارةَ المؤلّفةَ من مُكثّفةٍ ووشيعةٍ ذاتِ المُقاوَمة الصّغيرةِ بالدّارةِ المُهتزَّة الحرّة المُتخامِدة، والاهتزازُ هنا للإلكتروناتِ الحرَّة في الدّارةِ والذي ينتجُ عن تغيّراتٍ دوريةٍ في التوتُّر والتيّار، ويكونُ زمنُ الاهتزاز T_0 ثابتاً، وبما أنَّ سعةَ الاهتزازِ مُتناقِصةٌ لذلكَ نسمّي هذا الزّمنُ بشبهِ الدّور.
- في الدّارة C, L, R:
  - المُقاوَمةُ كبيرةٌ بشكلٍ كافٍ يكونُ التّفريغ لا دوريّاً باتّجاه واحد.
  - المُقاوَمةُ صغيرةٌ يكونُ التّفريغُ دوريّاً مُتخامِداً باتّجاهين شبه الدّور T_0.
  - إذا أهملْنا المُقاوَماتِ أو عوّضْنا عن الطّاقات الضّائعة يصبحُ التّفريغُ جيبيّاً، سعةُ الاهتزازِ فيه ثابتةٌ ودورُه الخاصّ T_0، وهذه حالةٌ مثاليّة.
- عبارةُ الدّور الخاصّ للاهتزازاتِ الكهربائيّةِ الحرَّة غير مُتخامِدةٍ وتُسمّى علاقةَ طومسون.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L\,C}$$

- الطّاقة الكلية في الدّارة المُهتزَّة (L, C):

$$E = \frac{1}{2}\,\frac{q_{\max}^2}{C}$$
$$E = \frac{1}{2}\,L\,I_{\max}^2$$

- تُبدي الوشيعةُ مُمانَعةً كبيرةً جدّاً للتيّاراتِ عاليةِ التّواتُرِ فيمرُّ فيها تيّارٌ شدَّته المُنتِجةُ ضعيفةٌ جدّاً.
- تُبدي المُكثّفةُ مُمانَعةً صغيرةً جدّاً للتيّاراتِ عاليةِ التّواتُرِ فيمرُّ فيها تيّارٌ شدَّته المُنتِجةُ كبيرةٌ.

أختبر نفسي

أولا: اخترِ الإجابةَ الصّحيحة:

1. تتألّفُ دارةٌ مُهتزَّةٌ من مُكثّفةٍ سعتُها C، ووشيعةٍ ذاتيتُها L، دورُها الخاصّ T_0، استبدلْنا المُكثّفةَ C بمُكثّفةٍ أخرى سعتها $C' = 2C$، يصبحُ دورُها الخاصّ T'_0، فتكونُ العلاقةُ بينَ الدّورَين:

a. $T'_0 = \sqrt{2}\,T_0$ b. $T_0 = \sqrt{2}\,T'_0$ c. $T_0 = 2T'_0$ d. $T'_0 = 2T_0$

2. تتألّفُ دارةٌ مُهتزَّةٌ من مُكثّفةٍ، سعتُها C، وذاتيةُ L، وتواتُرها الخاص f_0، نستبدلُ الذّاتيّةَ بذاتيةٍ أخرى بحيثُ $L' = 2L$، والمُكثّفةَ بمُكثّفةٍ أخرى سعتُها $C' = \frac{C}{2}$، فيصبحُ تواتُرها الخاصّ:

a. $f'_0 = f_0$ b. $f'_0 = 2\,f_0$ c. $f'_0 = \frac{1}{2}\,f_0$ d. $f'_0 = \frac{1}{4}\,f_0$

ثانياً: أجِب عن الأسئلةِ الآتية:

1. تتألّفُ دارةٌ من مُقاوَمة أومية ومُكثّفةٍ فهل يمكنُ اعتبارُها دارةً مُهتزّةً؟ ولماذا؟
2. متى يكونُ توزيعُ المُكثّفة في وشيعةٍ لا دوريّاً؟ ولماذا؟
3. استنتج أنَّ طاقةَ دارةِ (L,C) مقدارٌ ثابتٌ في كلّ لحظةٍ معَ رسمِ الخطوط البيانيّة.
4. كيفَ يتمُّ تَبادُلُ الطّاقةِ بينَ المُكثّفةِ والوشيعةِ في دارةٍ مُهتزّةٍ خلالَ دورٍ واحد؟
5. لماذا تنقصُ الطّاقةُ الكليّة في دارةٍ مُهتزّةٍ تحوي (مُقاوَمة ذاتيّة، مُكثّفة) في أثناءِ التّفريغ؟
6. اكتبِ التّابعَ الزّمنيَّ للشُّحنة اللّحظيّة مُعتبِراً مبدأَ الزّمن عندَما تكونُ $\varphi = 0$، ثمَّ استنتجْ عبارةَ الشّدّةِ اللّحظيّة ووازِن بينَهما من حيثُ الطّور.

ثالثاً: أعطِ تفسيراً علميّاً معَ كتابةِ العلاقاتِ المُناسِبة عندَ اللّزوم:

1. تُبدي المُكثّفةُ مُمانَعةً كبيرةً للتيّاراتِ مُنخفِضةِ التّواتُر.
2. تُبدي الوشيعةُ مُمانَعةً كبيرةً للتيّاراتِ عاليةِ التّواتُر.
3. تَستخدمُ دارةً تحوي على التّفرُّع مُكثّفةً ووشيعةً لفصلِ التيّاراتِ عاليةِ التّواتُرِ عن مُنخفِضةِ التّواتُر.

رابعاً

~~ثالثاً~~: حلَّ المسائلَ الآتية:

المسألة الأولى:

تتألّفُ دارةٌ مُهتزّة من:

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

المطلوب:

1. احسبْ تواتُرَ الاهتزازاتِ الكهربائيّةِ المارّ فيها.
2. احسبْ شدّةَ التيّارِ الأعظميّ المارّ في الدّارة.

المسألة الثانية:

نريدُ أن نحقّقَ دارةً مُهتزّةً مفتوحةً، طولُ مَوجةِ الاهتزازِ الذي تشعُّه 200 m، فنؤلّفُها من ذاتيّةٍ قيمتُها $0.1\,\mu\text{H}$، ومن مُكثّفةٍ مُتغيّرةِ السّعة.

المطلوب:

احسب سعةَ المُكثّفة اللّازمة لذلكَ علماً أنَّ سرعةَ انتشارِ الاهتزاز: $3\times10^{8}\text{ m.s}^{-1}$ ، $\text{C} = 0.113\mu\text{F}$

المسألة الثالثة:

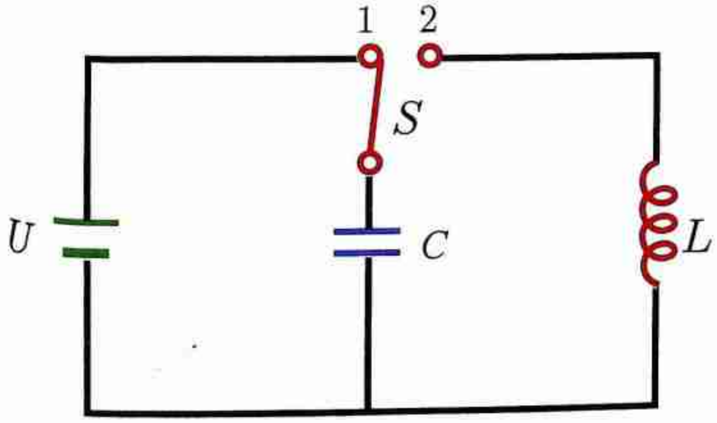
نكوّنُ دارةً كما في الشّكلِ المجاورِ والمُؤلّفة من:

a. مُكثّفةٍ سعتُها $C = 2\times10^{-5}\text{F}$.

b. وشيعةٍ مُقاوَمتُها $r = \Omega$ وذاتيتها $L = \text{H}$.

c. مولّدٍ يُعطي توتّراً ثابتاً قيمتُه $U_{\max} = 6\text{ V}$.

d. قاطعة.



1. نغلقُ القاطِعةَ في الوضعِ (1) لِنَشحنَ المُكثِّفة. احسبِ الشُّحنةَ المُختزَنة في المُكثِّفة عندَ نهايةِ الشّحن.
2. نغلقُ القاطعةَ في الوضعِ (2). فسِّرْ ما يحدثُ في الدَّارة.

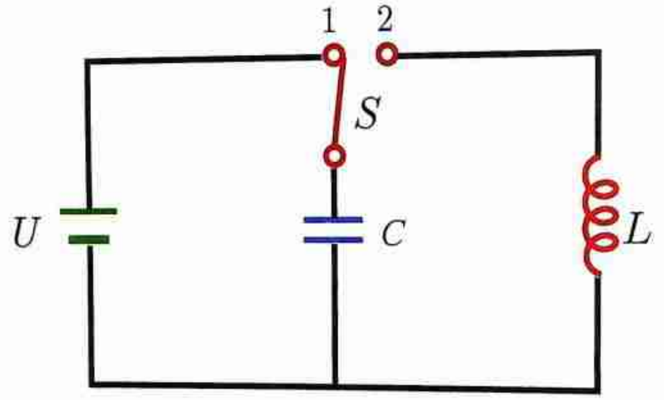
المسألة الرابعة:

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

المطلوب:

1. احسبْ شحنةَ المُكثِّفةِ والطَّاقةَ المُختزنة فيها.
2. بعد شحنِ المُكثِّفة توصَلُ بوشيعةٍ ذاتيتُها $L = 12\,\text{mH}$، مُقاوَمتها الأومية مُهمَلة. **المطلوبُ:**
   a. صِفْ ما يحدثُ.
   b. احسبْ تواتُر الاهتزازات الكهربائيّة.
   c. اكتبِ التّابعَ الزّمني لكلٍّ من الشُّحنةِ وشدَّةِ التيّار بدءاً من الشَّكل العام مُعتبِراً مبدأ الزّمنِ لحظةَ وصلِ المُكثِّفة المشحونةِ بالوشيعة.

المسألة الخامسة:



1. نركِّبُ الدَّارةَ الموضَّحة بالشَّكل حيثُ $L = 10^{-3}$Hz
   نصلُ القاطِعة إلى الوضعِ (1)، احسبِ القيمةَ العُظمى لشحنةِ المُكثِّفة.
2. .نحوّلُ القاطعةَ إلى الوضع (2)، احسبْ تواتُر التيّارِ المُهتزِّ المارّ من الوشيعةِ ونبضه، واكتبِ التّابع الزَّمني للشّدّة اللّحظيّة.

تفكير ناقد

كيفَ تفصلُ التيّاراتِ عاليةِ التَّواتُرِ عن التيّاراتِ مُنخفِضةِ التَّواتُر.

أبحث أكثر

في دارةٍ مُهتزَّةٍ نحصلُ على الحالةِ المثالية عمليّاً بإضافةِ ثنائي قطبٍ يعوِّضُ في كلّ لحظةٍ الطَّاقةَ المُبدَّدة. أبحثُ في مُكوِّنات ثنائي القطبِ اللّازم موضِّحاً مفهومَ الحالةِ الحرجة.

سؤال هام : كيف نحصل على تيار عالي التواتر ؟

$T_0 \downarrow\downarrow\downarrow \Leftarrow f \uparrow\uparrow\uparrow$

عالي التواتر ⟸ منخفض الدور

$T_0 = 2\pi\cdot\sqrt{L\cdot C}$

باستخدام مكثفة صغيرة السعة من رتبة $10^{-8} F$

وباستخدام وشيعة ذاتيتها صغيرة جداً $10^{-4} H$

سؤال هام : فسر علمياً

تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر ؟

الحل

$\boxed{X_L = \omega \cdot L}$ ردية الوشيعة (ممانعة الوشيعة)

$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$

X_L و f تناسب طردي

وبما أن التيار عالي التواتر

⟸ ممانعة الوشيعة له كبيرة

⟸ الوشيعة تمرر تيار منخفض التواتر

سؤال هام : فسر علمياً

تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر

ممانعة المكثفة (اتساعية المكثفة)

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

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

X_C و f تناسب عكسي

وبما أن التيار عالي التواتر

⟸ ممانعة المكثفة له صغيرة

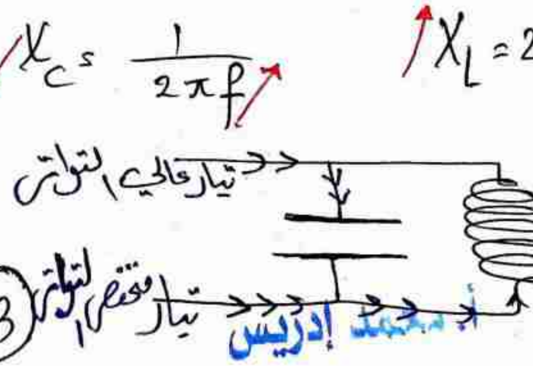
⟸ المكثفة تمرر تيار عالي التواتر

سؤال هام : في مشكلة عالمية لدينا تيارين متراكبين أحدهما عالي التواتر والآخر منخفض التواتر ونريد فصلهما عن بعض ما هو الحل المناسب برأيك

باستخدام دارة مؤلفة من وشيعة مهملة المقاومة ومكثفة على التفرع حيث الوشيعة تمرر تيار منخفض التواتر والمكثفة تمرر تيار عالي التواتر

$X_C = \frac{1}{\omega . C}$ $\qquad X_L = \omega . L$

$X_C = \frac{1}{2\pi f}$ $\qquad X_L = 2\pi . f$



ملاحظة

$T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$

$f_0 = \frac{1}{T_0}$

اذا غير L أو C وطلب الدور فقط نجذر

✓ مثال: نجعل الذاتية ربع ما كانت عليه أحسب الدور

$T_0' = \frac{1}{2}T_0$

✓ مثال: نجعل السعة C ثلاثة أرباع ما كانت عليه أحسب الدور

$T_0' = \frac{\sqrt{3}}{2}T_0$

✓ مثال: نجعل الذاتية 4 أضعاف ما كانت عليه فيكون التواتر

$T_0' = 2T_0 \Rightarrow f_0' = \frac{1}{2}f_0$

✓ مثال: نجعل السعة C ضعف ما كانت عليه فيكون التواتر

$T_0' = \sqrt{2}\,T_0 \Rightarrow f_0' = \frac{1}{\sqrt{2}}f_0$

✓ مثال: نجعل $L' = \frac{1}{2}L$

$C' = 8C$ أحسب الدور والتواتر

$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{1}{2}L.8C} = 2\pi\sqrt{4.L.C}$

$T_0' = 2.(2\pi\sqrt{L.C})$

$T_0' = 2T_0$

$\Rightarrow f_0' = \frac{1}{2}f_0$

أ. محمد إدريس

حل اختبر نفسي

أولاً: ① $C' = 2C$ جديدة قديم

$\Rightarrow T_0' = \sqrt{2}\,T_0$ جديد قديم

② ذاتية جديدة $L' = 2L$

$C' = \frac{C}{2}$

$T_0' = 2\pi\sqrt{L'.C'} = 2\pi\sqrt{2L.\frac{C}{2}}$

$T_0' = 2\pi\sqrt{L.C} = T_0$

$\Rightarrow f_0' = f_0$ جديد قديم

ثانياً: ① لا (لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة)

② عند وجود مقاومة R كبيرة نسبياً بالدارة (لأنّ الطاقة التي تعطيها المكثفة للوشيعة والمقاومة تتحول الى حرارة بفعل جول حراري بالمقاومة) ← لا دوري ومتخامد باتجاه واحد

③ حلول سابقة

④ " "

⑤ بسبب وجود مقاومة سوف تنقص طاقة الكلية وتتبدد تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول حراري فيؤدي ذلك لتخامد الاهتزاز

الدارة المهتزة

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0}$$

النبض الخاص

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

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

تابع الشحنة

$$q = q_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

تابع الشدة اللحظية

$$I = \omega_0 \cdot q'_{max} \cdot \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

الشدة العظمى

$$I_{max} = \omega_0 \cdot q_{max}$$

طول موجة الاهتزاز

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

المسألة ⑤ ①

$U = 50$ volt

$q = 0{,}5\,\mu C = 0{,}5 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-7}\,C$

طول الوشيعة $\ell = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}\,m$

طول السلك $\ell' = 16\,m$

طبقة واحدة

① $f_0 = ?$

② $I_{max} = ?$

⑥ محلول سابقاً قرة

ثالثاً

1
2
3

تم الحل سابقاً

هام.

ميكرو $\mu \xrightarrow{\times 10^{-6}}$

$$\frac{q}{C \cdot U}$$

شحنة $q = C \cdot U$ C

فرق الكمون $U = \frac{q}{C}$ V

السعة $C = \frac{q}{U}$ F

$t = 0 \Rightarrow q = q_{max}$

طاقة كهربائية مختزنة

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C}$$

ذاتية الوشيعة

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

عدد لفات كلية

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

طول سلك الوشيعة

محيط

عدد اللفات بالطبقة

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

طول الوشيعة

قطر السلك

$$S = \pi r^2$$

(2) $\boxed{I_{max} = \omega_0 . q_{max}}$

$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi . 10^{+5}\ rad.s^{-1}$

$\Rightarrow I_{max} = 2\pi . 10^{5} . 5 . 10^{-7}$

$= \pi . 10^{6} . 10^{-7}$

$= \pi . 10^{-1}\ A$

إضافي تابع

أكتب تابع الشدة اللحظي

$I = \omega_0 . q_{max} . \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$I = 2\pi . 10^{5} . 5 . 10^{-7} . \cos(2\pi . 10^{5} t + \frac{\pi}{2})$

$I = \pi . 10^{-1} . \cos(2\pi . 10^{5} t + \frac{\pi}{2})$

المسألة (2)

$\lambda = 200\ m$

$L = 0,1\ \mu H = 0,1 \times 10^{-6} = 10^{-7}\ H$

سرعة الضوء $c = 3 . 10^{8}\ m.s^{-1}$

سعة المكثفة $C = ?$

$T_0 = 2\pi . \sqrt{L . C}$

ت . ر

$T_0^2 = 40 . L . C$

نعزل C $\Rightarrow C = \frac{T_0^2}{40 . L}$

$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{L . C}}$

$C = \frac{q}{U}$ ← نحسب C ✓

$C = \frac{5 \times 10^{-7}}{50} = 10^{-8}$

$\boxed{L = 4\pi . 10^{-7} \frac{N^2 . S}{\ell}}$ ← نحسب L ✓

$L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}$

ذاتية $L = \cancel{10^{-7}} . \frac{256}{\cancel{10^{-1}}}$

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

$\Rightarrow T_0 = 2\pi . \sqrt{256 . 10^{-6} . 10^{-8}}$

$T_0 = 2\pi . 16 . 10^{-7}$

$T_0 = 32\pi . 10^{-7}\ sec = 10^{-5}\ sec$

$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{32\pi . 10^{-7}} = \frac{10^{7}}{32\pi}$

$f_0 = \frac{10^{7}}{100} = 10^{5}\ Hz$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

$$\Rightarrow f_0 = \frac{3\cdot 10^{8}}{200} = \frac{3}{2}\cdot 10^{6}\ Hz$$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{\frac{3}{2}\times 10^{6}}$$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{2}{3}\cdot 10^{-6}\ sec$$

$$\Rightarrow C = \frac{T_0^{2}}{40\cdot L}$$

$$C = \frac{\frac{4}{9}\cdot \cancel{10^{-12}}^{\,10^{-5}}}{40\cdot \cancel{10^{-7}}}$$

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

المسألة ③ :

①

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

$$= 2\cdot 10^{-5}\cdot 6$$
$$= 12\cdot 10^{-5}\ C$$

وصل قاطعة ١ ← يبدأ المولد بشحن المكثف

② تبدأ المكثف بتفريغ شحنته في الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه سعة الاهتزاز لوجود مقاومة الوشيعة ولعدم وجود مولد حتى يقدم تيار التفريغ

المسألة ④ :

$C = 10^{-12}\ F$

$U_{max} = 10^{3}\ V$

① $q_{max} = ?$ $\quad E_c = ?$

② $L = 12\ mH = 12\times 10^{-3}\ H$

a صف ماذا حدث

b $f_0 = ?$

c ت.ل $q = ?$ $\quad$ ت.ل $i = ?$

الحل ①

$$\boxed{q_{max} = C\cdot U_{max}} = 10^{-12}\cdot 10^{3} = 10^{-9}\ C$$

$$\boxed{E_c = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^{2}}{C}} = \frac{1}{2}\cdot\frac{10^{-18}}{10^{-12}} = \frac{1}{2}\cdot 10^{-6}\ J$$

$$= 0{,}5\times 10^{-6} = 5\cdot 10^{-7}\ J$$

أ. محمد إدريس

2) a) تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها بالوشيعة (تفريغ دوري غير متخامد) سعته ثابتة
والطاقة الكلية ثابتة $E = const$
وفيه تتبادل المكثفة والوشيعة الطاقة
طاقة كهربائية — طاقة كهرطيسية
بشكل دوري وبالعكس

$$\boxed{\text{تتفرغ المكثفة بالوشيعة تفريغ دوري مهتز متساوي المدى جيبي غير متخامد}}$$

b)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$
$$= 2\pi\sqrt{12 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-12}}$$
$$= 2\pi\sqrt{12 \cdot 10^{-15}}$$
$$= 2\sqrt{10 \cdot 12 \cdot 10^{-15}}$$
$$= 2\sqrt{12 \cdot 10^{-14}}$$
$$= 2\sqrt{12} \cdot 10^{-7}$$
$$= 2(2\sqrt{3}) \cdot 10^{-7}$$
$$T_0 = 4\sqrt{3} \cdot 10^{-7} \text{ second}$$

$$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot 10^{-7}} = \frac{10^7}{4\sqrt{3}} \text{ HZ}$$

c)

$$q = q_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

ثوابت

نعوض:
$t = 0$ مبدأ الزمن
وصل المكثفة بالوشيعة $\Rightarrow q = q_{max}$

$$\cancel{q_{max}} = \cancel{q_{max}} \cdot \cos\varphi$$

$$\boxed{1 = \cos\varphi} \Rightarrow \boxed{\varphi = 0} \text{ rad}$$

$$\boxed{\omega_0 = 2\pi f_0} = 2\pi \cdot \frac{10^7}{4\sqrt{3}}$$
$$= \frac{\pi \cdot 10^7}{2\sqrt{3}} \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

$$\boxed{q = 10^{-9} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot 10^7}{2\sqrt{3}} t\right)} \text{ C}$$

$$\boxed{I = \omega_0 \cdot q_{max} \cdot \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

$$I = \frac{\pi \cdot 10^7}{2\sqrt{3}} \cdot 10^{-9} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot 10^7}{2\sqrt{3}} t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I = \frac{\pi \cdot 10^{-2}}{2\sqrt{3}} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot 10^7}{2\sqrt{3}} t + \frac{\pi}{2}\right)$$

المسألة 5

$C = 10^{-12}\, F$

$U_{max} = 10^{3}\, V$

$L = 10^{-3}\, H$

① $q_{max} = ?$

② $f_0 = ?$

$\omega_0 = ?$

i التابع للشدة $= ?$

① $\boxed{q_{max} = C \cdot U_{max}}$

$q_{max} = 10^{-12} \cdot 10^{3} = 10^{-9}\, C$

② $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}}$

$= 2\pi\sqrt{10^{-3} \cdot 10^{-12}}$

$= 2\pi \cdot \sqrt{10^{-15}}$

$= 2 \cdot \sqrt{10 \cdot 10^{-15}} = 2 \cdot \sqrt{10^{-14}}$

$T_0 = 2 \cdot 10^{-7}$ second

$\boxed{f_0 = \frac{1}{T_0}} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-7}} = \frac{10^{7}}{2}\, HZ$

$= 0,5 \times 10^{7}$

$= 5 \cdot 10^{6}\, HZ$

النبض $\boxed{\omega_0 = 2\pi f_0} = 2\pi \cdot 5 \cdot 10^{6}$

$= \pi \cdot 10^{7}\, rad \cdot s^{-1}$

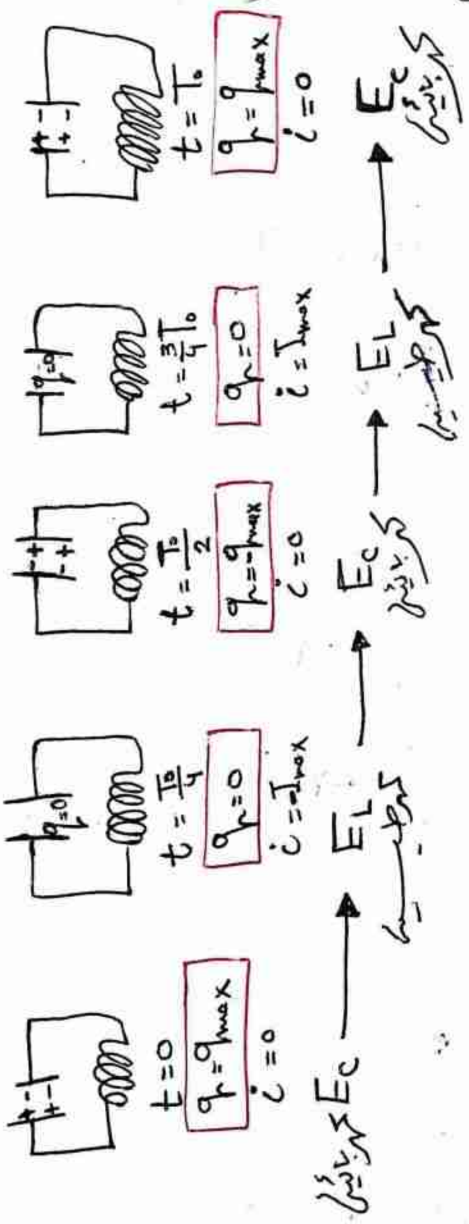
$$\boxed{i = \omega_0 \cdot q_{max} \cdot \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

$$= \pi \cdot 10^{7} \cdot 10^{-9} \cdot \cos\left(\pi \cdot 10^{7} t + \frac{\pi}{2}\right)$$

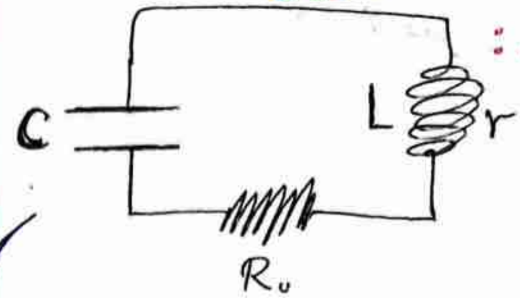
$$\boxed{i = \pi \cdot 10^{-2} \cdot \cos\left(\pi \cdot 10^{7} t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

A

ملاحظات



سؤال :



دارة تحوي على التسلسل وشيعة مقاومتها r ذاتيتها L ومكثفة مشحونة C ومقاومة R_0 أكتب عبارة التوتر بين طرفي كل جزء في الدارة ثم استنتج المعادلة التي تصف اهتزاز الشحنة.

الحل

$$★ \quad \boxed{U_c + U_L + U_{R_0} = 0}$$

$U_c = \frac{q}{C}$ ✓

$U_L = -\varepsilon_{\text{ذاتي}} + r.i$ ✓

$= -\left(-L.\frac{di}{dt}\right) + r.i$

$= +L.\frac{di}{dt} + r.i$

$U_{R_0} = R_0 . i$ ✓

نعوض بـ ★

$U_c + U_L + U_{R_0} = 0$

$\frac{q}{C} + L.\frac{di}{dt} + r.i + R_0.i = 0$

$$\boxed{\frac{q}{C} + L(i)'_t + r.i + R_0.i = 0}$$

$i = (q)'_t$ ✓ $\quad (i)'_t = (q)''_t$ ✓

$R = r + R_0$ ✓

$$\boxed{\frac{q}{C} + L.(i)'_t + i(r + R_0) = 0}$$

عامل مشترك

$\frac{q}{C} + L.(q)''_t + i.R = 0$

نرتب الحدود

$L(q)''_t + R.i + \frac{q}{C} = 0$

$$\boxed{L(q)''_t + R.(q)'_t + \frac{q}{C} = 0}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية لا تقبل حلاً "جيبياً"

ومنه

التفريغ ليس جيبي

سؤال تتألف دارة مهتزة من مكثفة مشحونة ووشيعة مقاومتها مهملة

A أكتب الشكل العام لتابع الشحنة.

B كيف يصبح تابع الشحنة وتابع التيار على اعتبار مبدأ الزمن لحظة إغلاق القاطعة.

C ارسم المنحنيات البيانية لكل من الشحنة والشدة بدلالة الزمن وماذا تستنتج.

الحل

(A)
$$\boxed{q = q_{max}\cdot\cos(\omega_0 t+\varphi)}$$

(B) مبدأ الزمن لحظة إغلاق القاطعة

$$\left.\begin{matrix} t=0 \\ q=q_{max}\end{matrix}\right\} \cancel{q_{max}} = \cancel{q_{max}}\cdot\cos\varphi$$

$$1 = \cos\varphi$$

ومنه $\boxed{0=\varphi}$ rad

$$\boxed{q = q_{max}\cdot\cos\omega_0 t}$$

$$i = (q)'_t = -\omega_0\cdot q_{max}\cdot\sin\omega_0 t$$

قانون math

$$\boxed{-\sin\omega_0 t = \cos\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right)}$$

$$i = (q)'_t = \omega_0\cdot q_{max}\cdot\cos\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right)$$

$$\boxed{I_{max} = \omega_0\cdot q_{max}}$$

$$\Rightarrow i = I_{max}\cdot\cos\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right)$$

التيار أعظمي

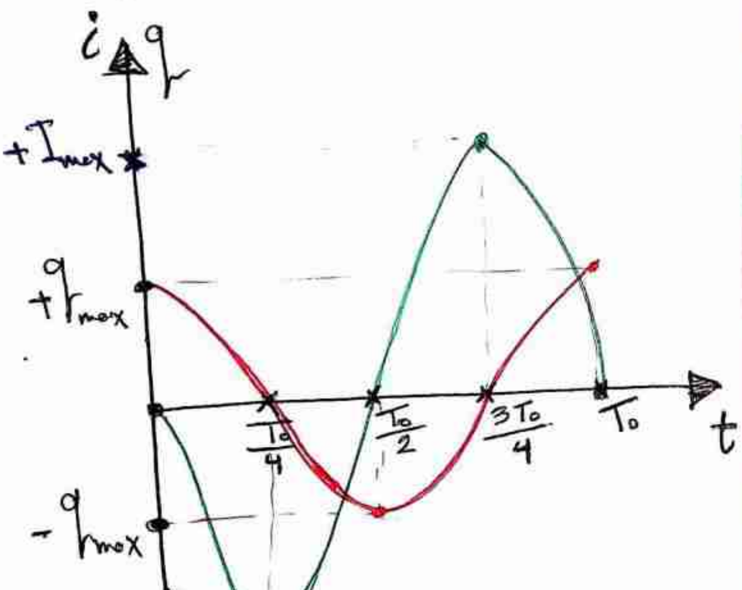
$$\cos\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right) = 1$$

C التيار متقدم $+\frac{\pi}{2}$ عن الشحنة

تربيع

$$\boxed{i = 0 \Leftrightarrow q = \mp q_{max}}$$

$$\boxed{i = \mp I_{max} \Leftrightarrow q = 0}$$



تابع الشحنة تجيبي

تابع التيار جيبي تمامي

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

التيار الجيبي المتناوب

✓ التيار ينتج عن حركة الإلكترونات

✓ حسب شكل الحركة يكون نوع التيار

✓ التيار المتواصل (المستمر): تكون حركة الإلكترونات باتجاه واحد

✓ التيار المتناوب: تكون حركة الإلكترونات حركة اهتزازية

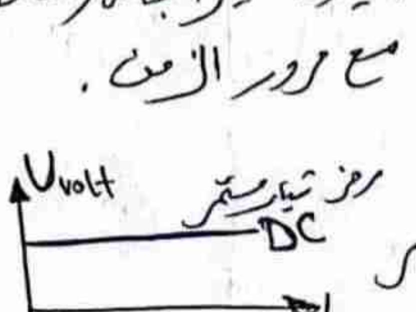
✓ البطارية تعطي تيار متواصل (ليدات)

✓ مولدة الكهرباء } تيار متناوب
تيار المدينة

✓ التيار المستمر: يكون ثابت الجهة والشدة مع مرور الزمن.

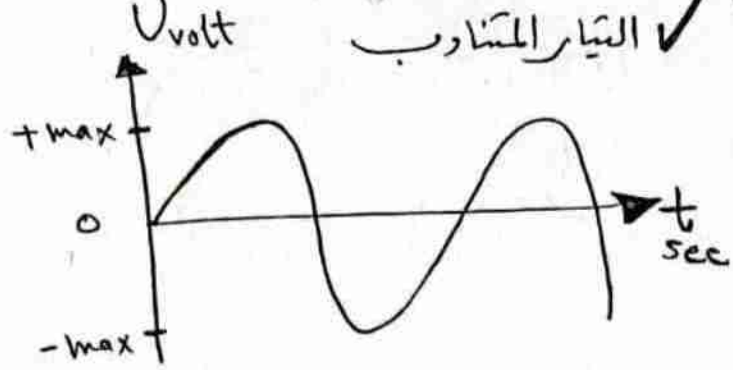
✓ التيار المتناوب: يكون متغير الجهة والشدة مع مرور الزمن.

✓ التيار المستمر



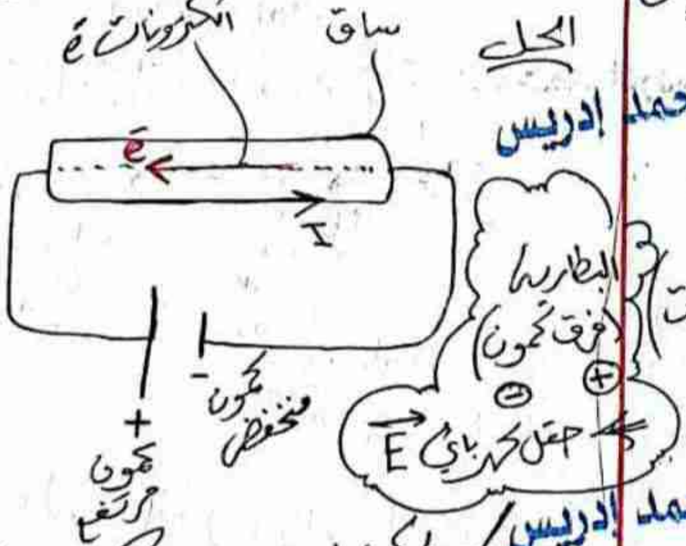
أ. محمد إدريس

✓ التيار المتناوب



سؤال هام: فسر إلكترونياً نشوء التيار المتواصل والمتناوب واذكر شروط انطباق قوانين التيار المتواصل على المتناوب

الحل



✓ الحركة الإجمالية للإلكترونات الحرة من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع وباتجاه واحد ← التيار المتواصل

✓ فرق الكمون للبطارية يكون ثابت
$U = const$

✓ فرق الكمون للتيار المتناوب يكون متغير بالقيمة والجهة

تابع لحظي $\boxed{U = U_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)}$

تابع فرق الكمون اللحظي

 التوتر يعطي تيار

$$\boxed{i = I_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)}$$

تابع الشدة اللحظية

✓ لازم يكون قوة محركة كهربائية متحرضة ع طرفي سيولد تيار كهربائي متناوب

$$\boxed{\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \cdot \sin \omega t}$$

✓ ينتج التيار المتناوب عن الحركة الاهتزازية للإلكترونات الحرة حول مواضع وسطية بسعة صغيرة جداً من رتبة الميكرومتر

$\mu m = 10^{-6} m$

وتواتر اهتزاز يساوي تواتر التيار أ. محمد إدريس

U المتغير ⟵ E حقل كهربائي متغير بالقيمة والإتجاه والذي ينتشر بسرعة الضوء بجوار الناقل ⟵ يجبر الالكترونات على حركة اهتزازية

✓ وهذا التغير بالحقل الكهربائي ناتج عن تغير قيمة وإشارة التوتر بين قطبي المنبع الكهربائي

الشرطين ① تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير جداً

$f = 50 HZ$ 50 مرة بالثانية

② دارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة

$\lambda = \frac{c}{f}$

λ طول الموجة

c سرعة الضوء $3 \cdot 10^8\ m \cdot s^{-1}$

f التردد (التواتر) 50HZ

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{50} = \frac{6 \cdot 10^8}{100}$$

$$\lambda = 6 \cdot 10^6 = 600\,00\,00\ m$$

6 مليون متر

✓ التيار المتواصل (بطارية)

شدة تيار I

فرق كمون U

التيار المتناوب

الشدة اللحظية $\bar{I}$

الشدة العظمى I_{max}

الشدة المنتجة I_{eff}

$$\boxed{\bar{I} = I_{max} \cdot (\omega t + \varphi)}$$ ✓

نبض قسري (عام)

بالنواسات نبض خاص ω_0

✓ الشدة المنتجة I_{eff}: أي شدة تيار متواصل يعطي نفس كمية الحرارة التي يعطيها التيار المتناوب خلال نفس الزمن.

$$\boxed{I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}}$$ ✓

✓ توتر لحظي $\boxed{\bar{U} = U_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)}$

توتر منتج $\boxed{U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}}$

توتر أعظمي U_{max}

✓ الإستطاعة اللحظية:

$$\overline{P} = \overline{i} . \overline{U}$$

هي جداء التوتر اللحظي $\overline{U}$ بالتيار اللحظي $\overline{i}$
وتتغير من لحظة إلى أخرى watt

✓ الإستطاعة المتوسطة المستهلكة:

هي معدل الطاقة الكهربائية المقدمة نتيجة مرور التيار المتناوب خلال زمن t

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

✓ الإستطاعة الظاهرية:

هي أكبر قيمة للإستطاعة المتوسطة

$$\boxed{P_A = I_{eff} . U_{eff}}$$

$$\frac{P_{avg}}{P_A} = \frac{\cancel{I_{eff}}.\cancel{U_{eff}}.\cos\varphi}{\cancel{I_{eff}}.\cancel{U_{eff}}}$$ ✓

عامل الإستطاعة $\boxed{\frac{P_{avg}}{P_a} = \cos\varphi}$

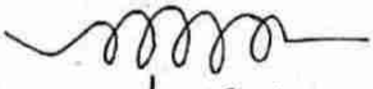
$$\Rightarrow \boxed{P_{avg} = P_a . \cos\varphi}$$

✓ المقاومة الأومية (مقاومة صرف)
(تقاوم مرور التيار في الدارة)

R

$\overline{U} = R.\overline{i}$ فرق الكمون اللحظي — تيار لحظي

✓ الوشيعة مهملة المقاومة
(ذاتية صرف)
نفس الشي



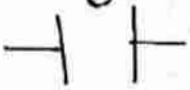
$L , r = 0$

$$\boxed{\overline{U} = L . \frac{di}{dt}}$$

التوتر اللحظي — ذاتية الوشيعة
مافي سالب لأن ماعنا تحريض

✓ المكثفة

C



فرق الكمون بين لبوسيها $\boxed{\overline{U} = \frac{\overline{q}}{C}}$

$$\overline{q} = \int i.dt$$

قاعدة

تكامل

$x = (y)'_t$

$y = \int x.dt$

$i = (q)'_t$

$q = \int i \, dt$

سؤال هام: في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R نطبق توتر لحظي بين طرفي هذه المقاومة فيمر تيار تعطى شدته اللحظية بالعلاقة

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

✓ استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة

✓ واستنتج العلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج

✓ وإنشاء فرينل

$$\bar{U} = R\cdot\bar{i} = \underbrace{R\cdot I_{max}}_{U_{max_R}}\cdot\cos\omega t$$

$$\Rightarrow \boxed{U_R = U_{max_R}\cdot\cos\omega t}$$

$X_R = R$
- $U_{max_R} = R\cdot I_{max}$
- التوتر = الممانعة × التيار
- $U_{max_R} = X_R\cdot I_{max}$

✓ نقسم على $\sqrt{2}$

$$\frac{U_{max_R}}{\sqrt{2}} = \frac{X_R\cdot I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{U_{eff_R} = X_R\cdot I_{eff}}$$

$$\boxed{\varphi_R = 0}$$

✓

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

فقط بإنشاء فرينل نضع شعاع الـ i $\vec{i}$

✓ تراجع ⇐ $\frac{\pi}{2}$

✓ توافق ⇐ 0

✓ تعاكس ⇐ π

✓ المقاومة تجعل الشدة والتوتر على توافق

✓ 

الممانعة $\boxed{X_R = R}$ فرق الطور $\boxed{\varphi_R = 0}$

توتر منتج $\boxed{U_{eff_R} = X_R\cdot I_{eff}}$

أ. محمد إدريس

سؤال هام: في دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة المقاومة نطبق بين طرفيها توتر لحظي $\bar{u}$ فيمر تيار

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

✓ استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة.

✓ استنتج العلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج.

✓ وإنشاء فرينل.

$\overline{U_L} = ?$ $\quad U_{eff_L} = ?$

$\varphi_L = ?$

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

$U = L\cdot\frac{di}{dt} = L\cdot(i)'_t$

$(i)'_t = -\omega\cdot I_{max}\cdot\sin\omega t$

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

$$\boxed{-\sin\omega t = \cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)}$$

أ. محمد إدريس

$$\boxed{(i)'_t = \omega\cdot I_{max}\cdot\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)}$$

$$U = L\cdot(i)'_t = \underbrace{L\cdot\omega\cdot I_{max}}\cdot\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$$

$$\boxed{U_L = U_{max_L}\cdot\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)}$$

$U_{max_L} = L\cdot\omega\cdot I_{max}$

نقسم على $\sqrt{2}$ $\Rightarrow \frac{U_{max_L}}{\sqrt{2}} = \frac{L\cdot\omega\cdot I_{max}}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow U_{eff_L} = L\cdot\omega\cdot I_{eff_L}$

$\Rightarrow \boxed{U_{eff_L} = X_L\cdot I_{eff_L}}$

$X_L = L\cdot\omega$ ممانعة الوشيعة (ردية الوشيعة)

$\varphi_L = +\frac{\pi}{2}$ أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

بالوشيعة التوتر متقدم على الشدة وهما على تربيع

توتر منتج $\boxed{U_{eff_L} = X_L\cdot I_{eff_L}}$ $L, r=0$

فرق الطور $\boxed{\varphi_L = +\frac{\pi}{2}}$

ممانعة الوشيعة $\boxed{X_L = \omega\cdot L}$ ردية الوشيعة

سؤال هام: في دارة تيار متناوب تحوي مكثفة سعتها C عندما نطبق بين لبوسيها توتر لحظي U فيمر فيها تيار

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

استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي $\overline{U_C}$ بين لبوسي المكثفة

والتوتر المنتج وفرق الطور والإنشاء من يمثل

أ. محمد إدريس

$i = I_{max} \cdot \cos \omega t$ ✓

$U_c = ?$ $U_{eff_c} = ?$ $\varphi_c = ?$

$U_c = \frac{q}{C}$

$\boxed{i = (q)'_t \Rightarrow q = \int i \cdot dt}$

$q = \int I_{max} \cdot \cos \omega t \cdot dt$

$(\cos x)' = -\sin x$

$\int \cos x = \sin x$ Math

أ. محمد إدريس

$\int \cos \omega t = \frac{1}{\omega} \cdot \sin \omega t$

$q = I_{max} \int \cos \omega t \cdot dt$

$q = I_{max} \cdot \frac{1}{\omega} \cdot \sin \omega t$

$q = \frac{1}{\omega} \cdot I_{max} \cdot \sin \omega t$

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

$\boxed{\sin \omega t = \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}$

$\boxed{q = \frac{1}{\omega} \cdot I_{max} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}$

$U_c = \frac{q}{C}$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$U_c = \frac{\frac{1}{\omega} \cdot I_{max} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}{C}$

$U_c = \underbrace{\frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I_{max}} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

$\boxed{U_c = U_{max_c} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}$

$U_{max_c} = \frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I_{max}$ ✓

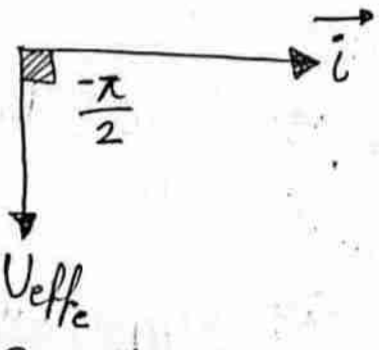
نقسم على $\sqrt{2}$

$\frac{U_{max_c}}{\sqrt{2}} = \frac{\frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I_{max}}{\sqrt{2}}$

$\boxed{U_{eff_c} = \frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I_{eff}}$

$\boxed{X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}} \Rightarrow \boxed{U_{eff_c} = X_c \cdot I_{eff}}$

فرق الطور $\boxed{\varphi_c = -\frac{\pi}{2}}$



✓ التوتر متأخر عن الشدة وبما يعادل ربع

$\boxed{U_{eff_c} = X_c \cdot I_{eff}}$ $\boxed{\varphi_c = \frac{-\pi}{2}}$ C

اتساعية المكثفة $\boxed{\text{ممانعة المكثفة } X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}}$

أ. محمد إدريس

مقاومة أومية (مقاومة صرف)

$\boxed{U_{eff_R} = X_R \cdot I_{eff}}$ ⟸ $\boxed{U_{eff_R} = R \cdot I_{eff}}$

$\boxed{\varphi_R = 0}$ ⟸ التوتر على توافق مع الشدة

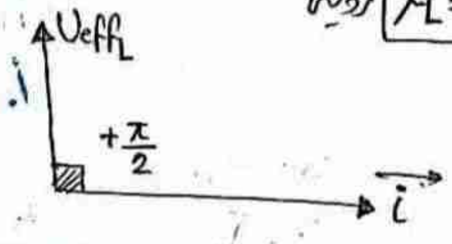
$\boxed{X_R = R}$

وشيعة مهملة المقاومة (ذاتية صرف)

$\boxed{U_{eff_L} = X_L \cdot I_{eff}}$

$\boxed{\varphi_L = +\frac{\pi}{2}}$ التواتر متقدم على الشدة

ردية $\boxed{X_L = \omega \cdot L}$

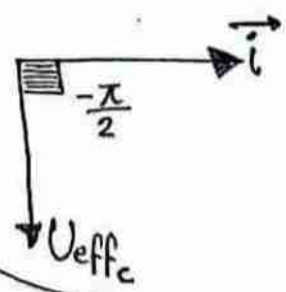


المكثفة C

$\boxed{U_{eff_C} = X_C \cdot I_{eff}}$

$\boxed{\varphi_C = -\frac{\pi}{2}}$ التوتر متأخر عن الشدة

$\boxed{X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}}$ اتساعية المكثفة



هام

✓ تسلسل I ثابت، U متغير

✓ تفرع U ثابت، I متغير

سؤال نؤلف دارة كهربائية تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C ويمر بالدارة تيار متناوب جيبي تابعه

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

عندما نطبق توتر لحظي بين طرفي الدارة

$$U = U_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

بفرض $U_{eff_L} > U_{eff_C}$

✓ استنتج العلاقات اللازمة لحساب كل من الممانعة الكلية للدارة

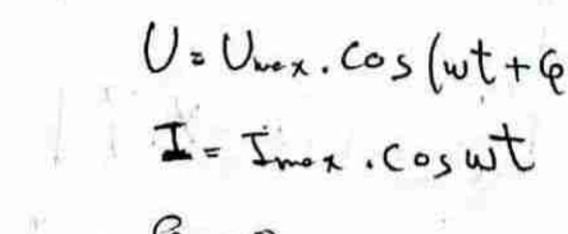
✓ والتوتر المنتج الكلي

✓ وعامل استطاعة الدارة

باستخدام إنشاء فرينل

الحل

دارة RLC تسلسل



$$U = U_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$I = I_{max} \cdot \cos \omega t$$

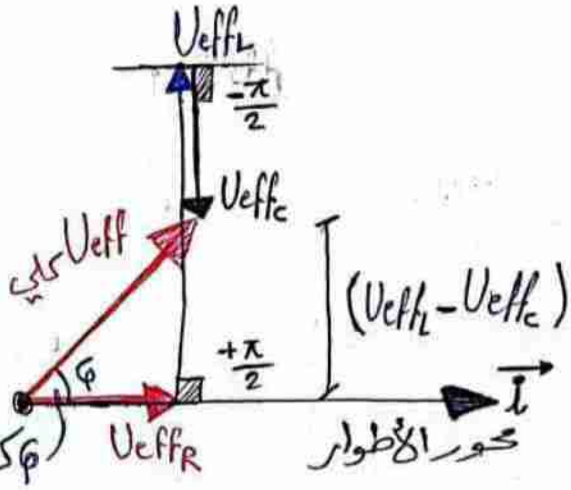
$\varphi_R = 0$

$\varphi_L = +\frac{\pi}{2}$ $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$

I ثابت

الوصل تسلسلي ← U متغير

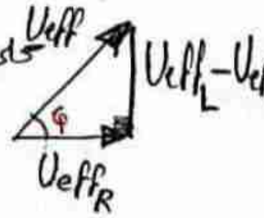
$$U = U_R + U_L + U_C$$



U_{eff} كلي بداية الأول نهاية الأخير

حسب فيثاغورث

وتر² = ضلع² + ضلع²



$$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2$$

$$\underset{\text{كلي}}{U_{eff}} = \sqrt{U_{eff_R}^2 + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2}$$

$$\underset{\text{كلي}}{U_{eff}} = \sqrt{R^2 \cdot I_{eff}^2 + (X_L \cdot I_{eff} - X_C \cdot I_{eff})^2}$$

$$U_{eff} = \sqrt{I_{eff}^2 \cdot \left[R^2 + (X_L - X_C)^2\right]}$$

$$\underset{\text{توتر منتج كلي}}{U_{eff}} = I_{eff} \cdot \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

الممانعة × التيار = التوتر

$$\underset{\text{توتر منتج كلي}}{U_{eff}} = \underset{\text{تيار منتج كلي}}{I_{eff}} \cdot \underset{\text{ممانعة كلية}}{Z}$$

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

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

عامل استطاعة الدارة التسلسلية

$$\cos\varphi = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{U_{eff_R}}{U_{eff}}$$

$$\cos\varphi = \frac{R \cdot \cancel{I_{eff}}}{Z \cdot \cancel{I_{eff}}}$$

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

رمز أبوكاس منري

أ. محمد إدريس

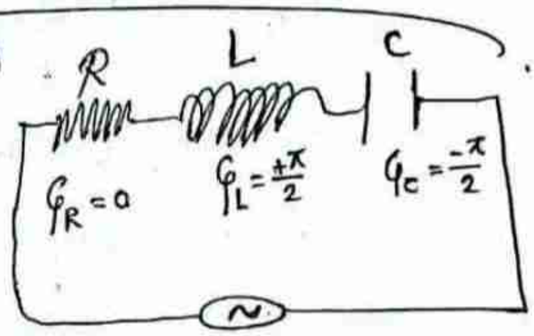
سؤال في دارة تحوي على التسلسل مقاومة صرف (أومية) R موصولة على التسلسل مع وشيعة مهملة المقاومة (ذاتية الصرف L) ومكثفة C

ماذا تسمى هذه الدارة في كل من الحالات الآتية موضحاً إجابتك باستخدام إنشاء فرينل

A ردية الوشيعة أكبر من اتساعية المكثفة

B ردية الوشيعة أصغر من اتساعية المكثفة

C ردية الوشيعة مساوية لاتساعية المكثفة

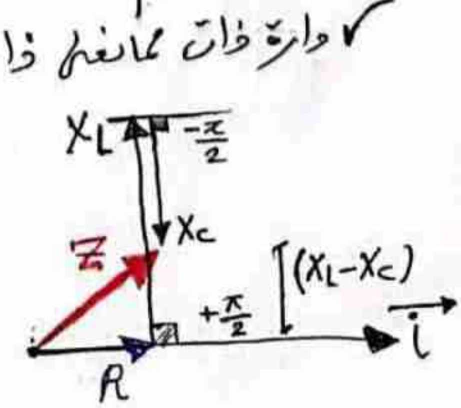


A ردية الوشيعة أكبر من اتساعية المكثفة

$X_L > X_C \Rightarrow I_L < I_C$

✓ التوتر متقدم على الشدة $+\frac{\pi}{2}$

✓ دارة ذات ممانعة ذاتية



حسب فيثاغورث

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

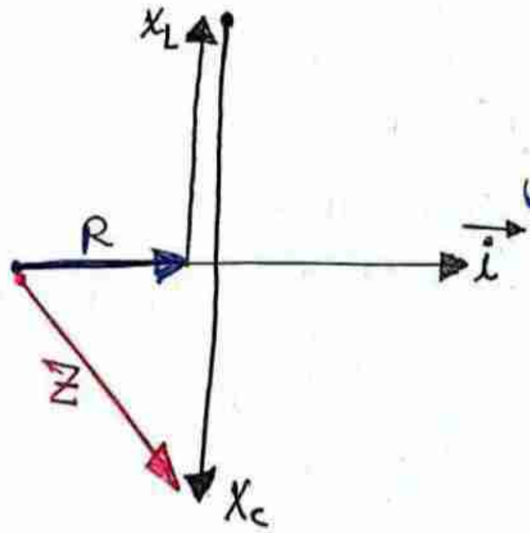
$$\Rightarrow \boxed{Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

B ردية الوشيعة أصغر من اتساعية المكثفة

$X_L < X_C \Rightarrow I_L > I_C$

✓ التوتر متأخر عن الشدة $-\frac{\pi}{2}$

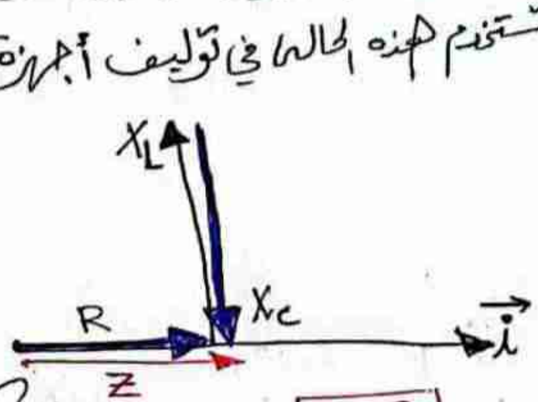
✓ دارة ذات ممانعة سعوية



C $\boxed{X_L = X_C}$

✓ حالة تجاوب كهربائي (طنين كهربائي)

✓ تستخدم هذه الحالة في توليف أجهزة الاستقبال



$\boxed{Z = R}$ الممانعة أصغر ما يمكن

← ✓ التيار أكبر ما يمكن

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

✓ الاستطاعة المتوسطة الكهربائية عظمى max

✓ $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R} = 1$

عامل الاستطاعة للدارة يساوي واحد

✓ $\boxed{\cos\varphi = 1} \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$ التوتر على توافق مع الشدة

سؤال: في إحدى دارات التيار المتناوب الجيبي تستخدم خاصية التجاوب الكهربائي (الطنين) في عملية التوليف في أجهزة الاستقبال

A في أي دارة يحدث التجاوب الكهربائي

B ما هو التجاوب الكهربائي

C ماذا يتحقق بحالة الطنين

D اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب واكتب العلاقة بينهما في حالة التجاوب (الطنين) واستنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة ✓

طنين (تجاوب)	قسري ✓	حر ✓
ω_r	ω تيار متناوب	ω_0 نواسات
f_r	f الأمواج	f_0 دارة مهتزة
T_r		T_0

A R.L.C على التسلسل
(في دارة تحوي على التسلسل مقاومة صرف ووشيعة ومكثفة)

B هو تساوي النبض الخاص بالاهتزازات الإلكترونيات ω_0 مع النبض القسري الذي يفرضه المولد ω (نبض الطنين)

C ✓ الممانعة أصغر ما يمكن $\boxed{Z = R}$

✓ التيار الكلي أكبر ما يمكن $\boxed{U_{eff} = Z \cdot I_{eff}}$

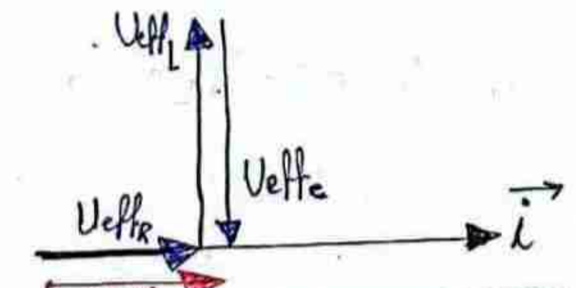
$$\boxed{I'_{eff\,\text{جديد}} = \frac{U_{eff}}{R}}$$

أ. محمد إدريس

✓ الاستطاعة المتوسطة عظمى

✓ $\boxed{\cos\varphi = 1}$ عامل الاستطاعة يساوي الواحد

✓ $\boxed{\varphi = 0}$ التوتر على توافق مع الشدة



$$\boxed{U_{eff\,\text{كلي}} = U_{eff_R}}$$

5

$\boxed{X_L = \omega . L}$

$\boxed{X_c = \frac{1}{\omega . c}}$

$X_L = X_c \Leftarrow$ حالة طنين (تجاوب)

$\omega_r . L = \frac{1}{\omega_r . C}$

$\omega_r . \omega_r = \frac{1}{L.C}$

$\omega_r^2 = \frac{1}{L.C}$

$\omega_r = \sqrt{\frac{1}{L.C}} = \frac{1}{\sqrt{L.C}}$

نبض الطنين $\boxed{\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L.C}}}$

$2\pi . f_r = \frac{1}{\sqrt{L.C}}$

تواتر الطنين $\boxed{f_r = \frac{1}{2\pi . \sqrt{L.C}}}$

$T_r = \frac{1}{f_r} = 2\pi . \sqrt{L.C}$

دور التيار بحالة الطنين $\boxed{T_r = 2\pi . \sqrt{L.C}}$

أ. محمد إدريس

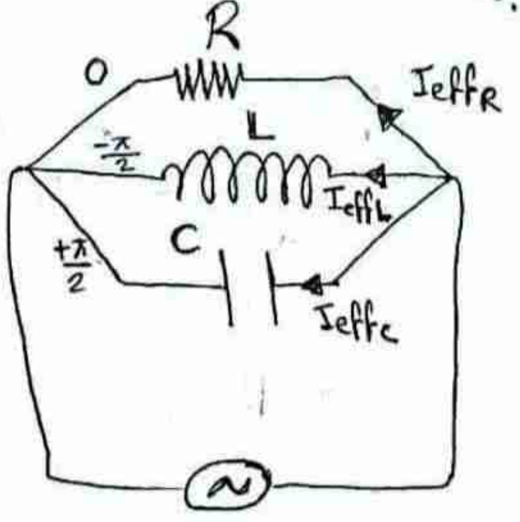
سؤال: نؤلف دارة تحوي على التفرع
مقاومة صرفة (أومية) R
ووشيعة مهملة المقاومة
ذاتيتها L ومكثفة سعتها C
نطبق على الدارة توتر لحظي يعطى بالعلاقة

$U = U_{max} . \cos \omega t$

فيمر بالدارة تيار متناوب جيبي ونفرض أن

$I_{eff_L} > I_{eff_C}$

المطلوب: استنتج العلاقات اللازمة
لحساب كل من الشدة المنتجة الكلية
وعامل استطاعة الدارة
باستخدام إنشاء فرينل



$\overline{U} = \overline{U_R} = \overline{U_L} = \overline{U_c}$

$i = i_R + i_L + i_c$

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_c}$

مقاومة صرف $\varphi_R = 0$

وشيعة مهملة المقاومة تسلسل $\varphi_L = \frac{+\pi}{2}$

وشيعة مهملة المقاومة تفرع $\varphi_L = \frac{-\pi}{2}$

✓ التوتر متقدم على الشدة = الشدة متأخرة عن التوتر

مكثفة تسلسل $\varphi_C = \frac{-\pi}{2}$

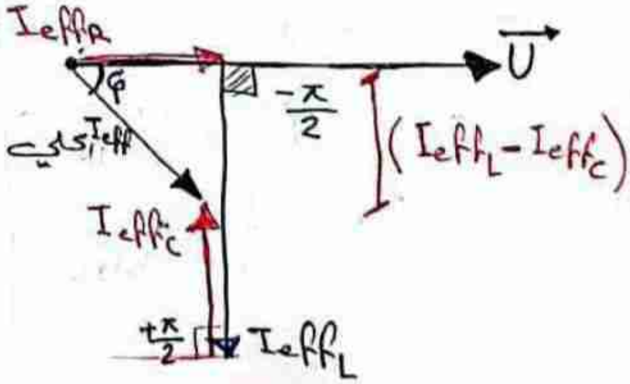
مكثفة تفرع $\varphi_C = \frac{+\pi}{2}$

✓ التوتر متأخر عن الشدة = الشدة متقدمة عن التوتر

مجهاد ترابع

أ. محمد إدريس

$\boxed{\varphi \text{ بين } U \text{ و } I_{eff\,كلي}}$



$$وتر^2 = ضلع^2 + ضلع^2$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + (I_{eff_L} - I_{eff_C})^2$$

$$\xRightarrow{\text{بجذر}} I_{eff} = \sqrt{I_{eff_R}^2 + (I_{eff_L} - I_{eff_C})^2}$$

أ. محمد إدريس

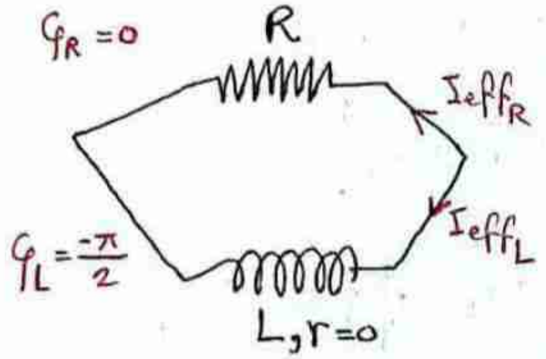
$$\cos\varphi = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff\,كلي}}$$

سؤال دارة تحوي فرعين

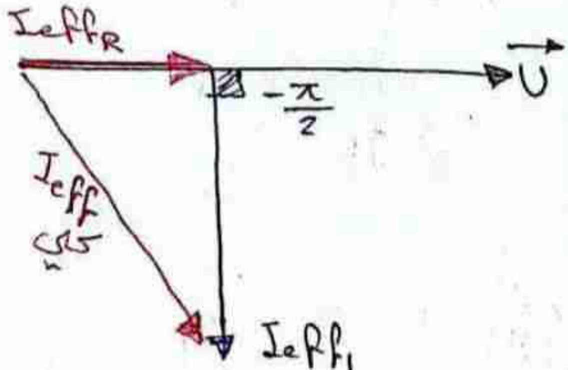
الأول: مقاومة صرف R

الثاني: وشيعة مهملة المقاومة L

الحل



أ. محمد إدريس



$$\vec{I}_{eff\,كلي} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

حسب فيثاغورث

$$I_{eff\,كلي}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2$$

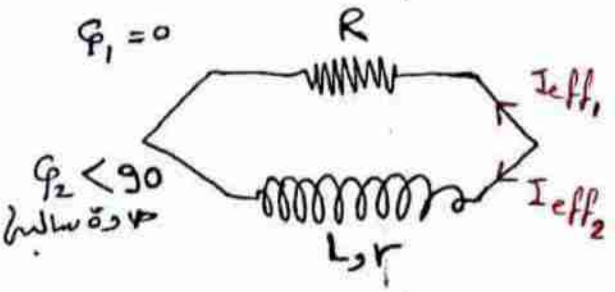
$$\Rightarrow I_{eff\,كلي} = \sqrt{I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2}$$

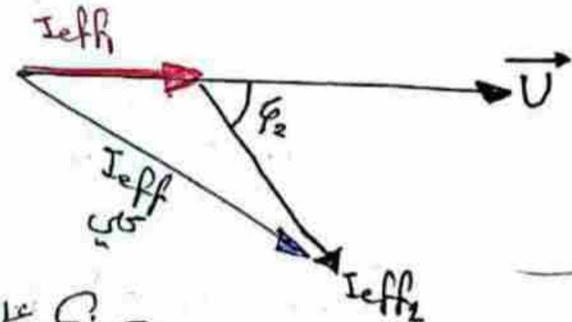
سؤال: دارة تحوي فرعين

الأولى: مقاومة صرف R

والثاني: وشيعة لها مقاومة (L و r)

الحل:





✓ مثلث غير قائم

نكتب علاقة شعاعية

نكتب علاقة التجيب

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

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + \underbrace{2\,\vec{I}_{eff_1}\cdot\vec{I}_{eff_2}}_{\text{جداء داخلي}}$$

حفظ

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

أ. محمد إدريس

ملاحظات الطالب

أ. محمد إدريس

ملاحظة هامة

الوشيعة التي لها مقاومة L و r	الوشيعة مهملة المقاومة L	
دارة موجبة	$+\frac{\pi}{2}$	تسلسل
دارة سالبة	$-\frac{\pi}{2}$	تفرع

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال: دارة تحوي فرعان

① وشيعة مهملة المقاومة L

② مكثفة C

باستخدام إنشاء فرينل ارسم

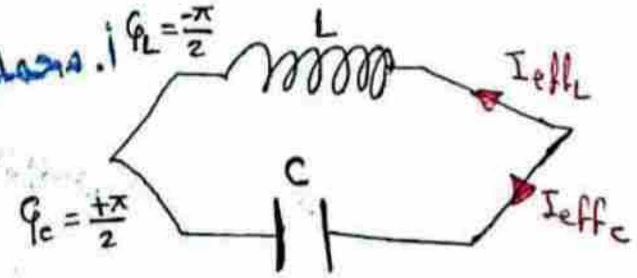
$\boxed{A}$ $I_{eff_L} < I_{eff_C}$

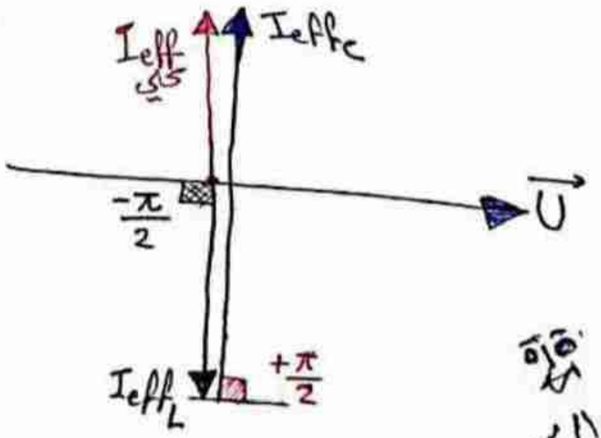
$\boxed{B}$ $I_{eff_L} > I_{eff_C}$

$\boxed{C}$ $I_{eff_L} = I_{eff_C}$

الحل

$\boxed{A}$ $I_{eff_L} < I_{eff_C} \Rightarrow X_L > X_C$





من الرسم $\Rightarrow \varphi_{كلي} = +\frac{\pi}{2}$

$\vec{I}_{eff\,كلي} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$

$\boxed{I_{eff\,كلي} = I_{eff_C} - I_{eff_L}}$

قاعدة

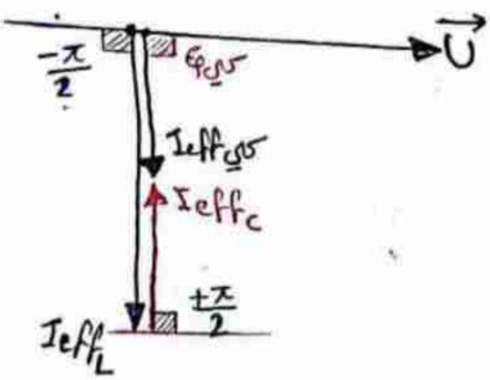
من الرسم

صغير – كبير

C L

أ. محمد إدريس

$\boxed{B}$ $I_{eff_L} > I_{eff_C} \Rightarrow X_L < X_C$



من الرسم $\varphi_{كلي} = \frac{-\pi}{2}$

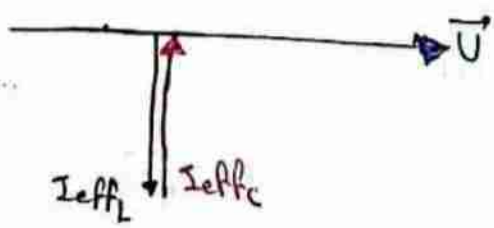
$\vec{I}_{eff\,كلي} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$

من الرسم $\boxed{I_{eff\,كلي} = I_{eff_L} - I_{eff_C}}$

صغير – كبير

C L

$\boxed{C}$ $I_{eff_L} = I_{eff_C} \Rightarrow X_L = X_C$



$I_{eff\,كلي} = I_{eff_L} - I_{eff_C} = 0$ معدوم

✓ حالة خنق التيار تحدث عندما تتساوى ردية الوشيعة مع اتساعية المكثفة في دارة تفرع تحوي وشيعة مهملة المقاومة ومكثفة

سؤال في إحدى تجارب التيار المتناوب الجيبي تستخدم الدارة الخانقة للتيار في وصل خطوط الطاقة الكهربائية مع الأرض بهدف ترشيح التواترات التي يلتقطها الخط من الجو (تصفية)

A مما تتألف الدارة الخانقة

B أكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب وأكتب العلاقة بينهما في حالة الخنق واستنتج الدور

C برهن أن الشدة في الدارة الخارجية تنعدم باستخدام فرينل

أ. محمد إدريس

دارة خارجية = كلية = أصلية

A من فرعين ← الأول: وشيعة مهملة المقاومة $r = 0$ و L

← مكثفة C

B

ردية $X_L = \omega . L$

اتساعية $X_C = \frac{1}{\omega . C}$

خنق تيار — العلاقة بينهما $X_C = X_L$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$$X_C = X_L$$

$$\frac{1}{\omega_r C} = \omega_r . L$$

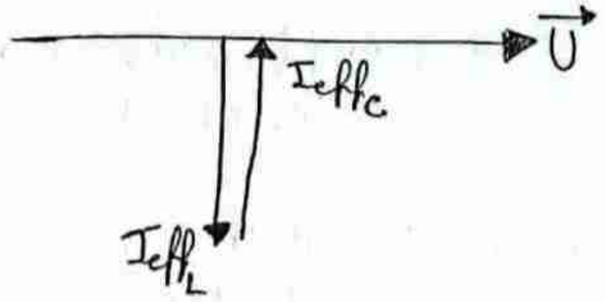
$$\frac{1}{L.C} = \omega_r . \omega_r$$

$$\frac{1}{L.C} = \omega_r^2$$

$$\boxed{\frac{1}{\sqrt{L.C}} = \omega_r}$$

$$T_r = \frac{2\pi}{\omega_r} = \frac{2\pi}{\frac{1}{\sqrt{L.C}}} = 2\pi . \sqrt{L.C}$$

C



$$\underset{\text{كلي}}{I_{eff}} = I_{eff_L} - I_{eff_C} = 0$$

حالة خنق التيار

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

ملاحظات مسائل

✓ مقاومة صرف R

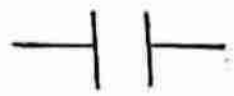
R

ممانعة المقاومة $X_R = R$

$\varphi_R = 0$ ← تسلسل ، تفرع

* المقاومة تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر

✓ المكثفة C



ممانعة (اتساعية) Ω : $X_C = \frac{1}{\omega . C}$ ، سعة المكثفة F فاراد

✓ $\omega = 2\pi f$

✓ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

φ_C : تسلسل $-\frac{\pi}{2}$ ، تفرع $+\frac{\pi}{2}$

* المكثفة تؤخر U عن الشدة I بالتسلسل والتفرع

✓ الوشيعة مهملة المقاومة $r = 0$ (ذاتية صرف L)

ممانعة (ردية) Ω : $X_L = \omega . L$ ، نبض ، ذاتية الوشيعة H هنري

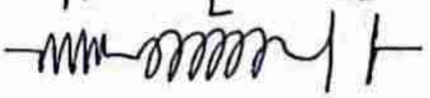
φ_L : تسلسل $+\frac{\pi}{2}$ ، تفرع $-\frac{\pi}{2}$

* الوشيعة تقدم U على I

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

R L C

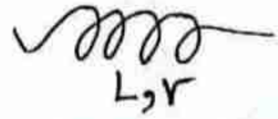


✓

الوصل هنا تسلسل ← I ثابت ، U متغير

$\Rightarrow I_R = I_L = I_C = I$ كلي

✓ الوشيعة التي لها مقاومة r و L



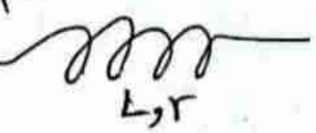
r و L

ممانعة الوشيعة Ω : $\boxed{Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}}$

ردية الوشيعة $X_L = \omega . L$

أ. محمد إدريس

✓ وشيعة لها مقاومة r و L على التفرع



r و L

✓ φ حادة سالبة

$\cos\varphi = \frac{1}{2}$ ← $\boxed{\varphi = \frac{-\pi}{3}}$

$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ← $\boxed{\varphi = \frac{-\pi}{4}}$

$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ← $\boxed{\varphi = \frac{-\pi}{6}}$

✓ بإنشاء فرينل نحصل على مثلث غير قائم

← علاقة شعاعية ، علاقة تجيب

ملاحظة LP

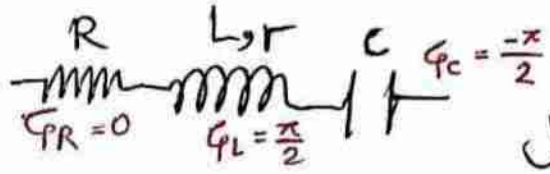
$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2 . I_{eff_1} . I_{eff_2} . \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

أ. محمد إدريس

✓ الشدة المنتجة (الفعلية) $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

✓ التوتر المنتج (الفعلية) $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

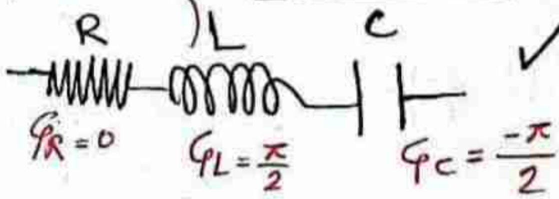
✓ تسلسل



Z ممانعة كلية للدارة $= \sqrt{(R+r)^2 + (X_L - X_C)^2}$

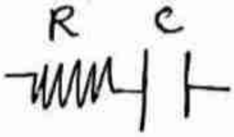
عامل استطاعة الدارة $\boxed{\cos\varphi = \frac{r+R}{Z}}$

✓ مهملة المقاومة



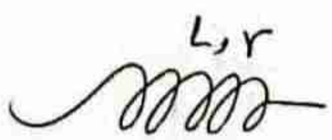
Z ممانعة كلية $= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

✓



Z ممانعة كلية $= \sqrt{R^2 + X_C^2}$

✓



Z ممانعة كلية $= \sqrt{r^2 + X_L^2}$

✓ تحسب Z الممانعة الكلية أيضاً من المثلث الذهبي

U_{eff}

ممانعة . I_{eff}

Z ممانعة $= \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$ R مقاومة صرف $= \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$

I_{eff} الشدة المنتجة $= \frac{U_{eff}}{\text{الممانعة}}$

✓ تحسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة

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

← تسلسل

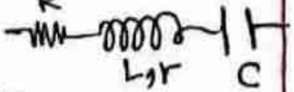
← جزء من دارة تفرع (فرع أول - فرع ثاني)

✓ تحسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة

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

← تفرع (جملة الفرعين)

✓ معك المقاومات R صرف ، و r وشيعة



$P_{avg_1} = R \cdot I_{eff}^2$ مقاومة صرف

$P_{avg_2} = r \cdot I_{eff}^2$ وشيعة

$P_{avg} = (R+r) \cdot I_{eff}^2$ كلية

أ. محمد إدريس

✓ عامل استطاعة الدارة

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

تسلسل

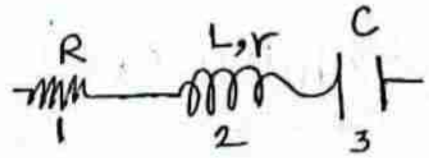
جزء من تفرع (مزدوج)

رمز بيوت الشام

✓ عامل استطاعة الدارة

$$\boxed{\cos\varphi = \frac{P_{avg}\ \text{كلي}}{I_{eff}\cdot U_{eff}\ \text{كلي}}}$$

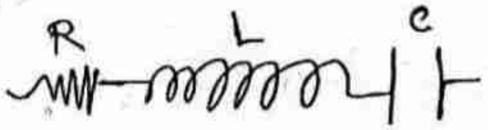
دارة تفرع



✓

عامل استطاعة الدارة الكلي $\cos\varphi = \dfrac{r+R}{Z_{\text{كلية}}}$

عامل استطاعة الوشيعة $\cos\varphi = \dfrac{r}{Z_2}$



✓

عامل استطاعة الدارة $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z_{\text{كلي}}}$

✓

عامل استطاعة الدارة $\cos\varphi = \dfrac{r}{Z}$

✓ مقاومة الوشيعة r

$r = \dfrac{U}{I}$ (تيار متواصل)

معك Z و X_L

$$\Rightarrow \boxed{Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}}$$

معك Z_2 , $\cos\varphi_2$

$$\Rightarrow \boxed{\cos\varphi_2 = \frac{r_2}{Z_2}}$$

✓ عامل استطاعة المكثف C الحالة

$\cos\varphi = 0$

قائمة

✓ عامل استطاعة وشيعة مهملة المقاومة

$\cos\varphi = 0$

$I = 13\sqrt{2}\cdot\cos(50\pi t)$ ✓

$I = I_{max}\cdot\cos(\omega t + \varphi)$

$I_{max} = 13\sqrt{2}$ $\quad \omega = 50\pi$ $\quad \varphi = 0$

$I_{eff} = \dfrac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \dfrac{13\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 13\ A$

التواتر $f = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{50\pi}{2\pi} = 25\ HZ$

أ. محمد إدريس

✓ أكتب تابع الشدة اللحظية (معادلة الشدة)

" " التوتر اللحظي (معادلة التوتر)

$$I = I_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f}$$

φ حسب الجهاز: مقاومة، مكثفة، وشيعة

$$\boxed{I_{max} = I_{eff} \cdot \sqrt{2}}$$

$$U = U_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\boxed{U_{max} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}}$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f}$$

✓ الطنين (التجاوب الكهربائي) تسلسل دارة R.L.C

نضيف جهاز: مكثفة، وشيعة

التيار بأكبر قيمة له $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$

الممانعة بأصغر ما يمكن $Z = R$

عامل الاستطاعة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$

التوتر على توافق مع الشدة $\varphi = 0$

هاد الحكي كلّه عمك طنين (تجاوب) $X_L = X_C$

أ. محمد إدريس

استاعيتا = مرديتا

$$X_L = X_C$$

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

ونعزل المجهول

هام # تحسب I_{eff} بالجواب إجباري في

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

✓ دورة هامة:

نضيف على التسلسل جهاز وبقيت شدة التيار نفسها

⇒ الممانعة بقيت نفسها

Z بعد الإضافة $=$ Z قبل الإضافة

✓ نوع الضم

تفرع $C_{eq} > C$

تسلسل $C_{eq} < C$

تسلسل $\boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}}$

تفرع $\boxed{C_{eq} = C + C'}$

مكثفات متماثلة:

تفرع $\boxed{C_{eq} = n \cdot C_1}$

تسلسل $\boxed{C_{eq} = \frac{C_1}{n}}$ — n عدد المكثفات

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

ملاحظات الطالب

0991574406

- عاملُ الاستطاعةِ وهو النّسبة بينَ الاستطاعةِ المُتوسّطة P_{avg} والاستطاعةِ الظّاهريّة P_A.

$$\text{عامل الاستطاعة} = \frac{P_{avg}}{P_A} = \frac{I_{eff}\,U_{eff}\cos\varphi}{I_{eff}\,U_{eff}} = \cos\varphi$$

- $U_{eff} = Z\,I_{eff}$ قانونُ أوم في الحالة العامّة.
- عاملُ استطاعةِ الدّارة $\cos\overline{\varphi} = \frac{R}{Z}$
- تحدثُ حالةُ التجاوبِ الكهربائيّ (الطّنين الكهربائيّ) في دارةٍ تحوي على التّسلسُل مُقاومةً R، ووشيعةً ذاتيتُها L، ومُكثّفةً سعتُها C إذا كانَ النّبضُ الخاصُّ لاهتزاز الإلكترونات الحرّة ω_0 يُساوي النّبضَ القسريّ ω الذي يفرضهُ المُولّد، ويُسمّى نبض الطّنين ω_r.

أختبر نفسي

أولاً: أعطِ تفسيراً علمياً موضّحاً بالعلاقاتِ المُناسبة:

1. لا تستهلكُ الوشيعةُ مُهمَلةُ المُقاوَمةِ طاقةً كهربائيّة.
2. لا تستهلكُ المُكثّفةُ طاقةً كهربائيّة.
3. لا تمرّرُ المُكثّفةُ تياراً مُتواصِلاً عندَ وصلِ لبوسَيها بمأخذِ تيّارٍ مُتواصِل.
4. تسمحُ المُكثّفةُ بمرور تيّارٍ مُتناوِبٍ جيبيّ عندَ وصلِ لبوسَيها بمأخذِ هذا التيّارِ المُتناوِبِ ولكنّها تعرقلُ هذا المرور.
5. تكونُ الشّدّةُ المُنتِجة واحدةً في عدّةِ أجهزةٍ موصولةٍ على التّسلسُلِ مهما اختلفَت قيمُ مُمانَعتها.
6. تُستعمَلُ الوشيعةُ ذاتُ النّواةِ الحديديةِ كمُعدِّلة في التيّارِ المُتناوِب.
7. توصَفُ الاهتزازاتُ الكهربائيّةُ في التيّارِ المُتناوِب بالقسريّة.

ثانياً: أهميّةُ عاملِ الاستطاعة في نقلِ الطّاقةِ الكهربائيّة من مُولّدِ التيّار إلى الجهازِ الكهربائيّ:

يُطلَبُ من أصحابِ التّجهيزاتِ الكهربائيّة الصّناعيّة ألّا ينقصَ عاملُ الاستطاعةِ في تجهيزاتِهم عن 0.86، كيلا تخسرَ مؤسّسةُ الكهرباءِ طاقةً إضافيةً كبيرةً نسبياً بفعلِ جول في خطوطِ نقلِها، وهي طاقةٌ لا يسجّلُها العدّاد ولا يدفعُ المُستهلِكُ ثمنَها.

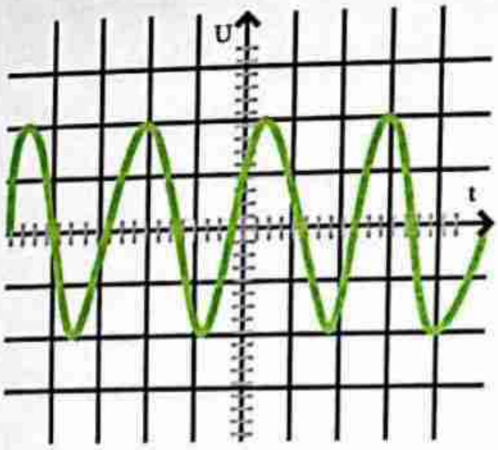
المطلوب:

استنتج العلاقةَ التي تربطُ الاستطاعةَ الضّائعةَ في خطوطِ النّقل، والتي مُقاوَمتُها R بدلالةِ عاملِ الاستطاعة بفرض ثباتِ التّوتّرِ المُنتِج والاستطاعةِ المُتوسّطة للدّارة.

ثالثاً:

دارةُ تيّارٍ مُتناوِبٍ جيبيّ تابع، شدّتُه $\bar{i} = I_{\max}\cos\omega t$، ارسم المُنحني البيانيّ المُمثّل لكلٍّ من الشّدّةِ اللّحظيّة والتّوتّرِ اللّحظيّ بدلالة ωt (مُخطّط ضابط الطّور) في كلٍّ من الحالاتِ الآتية:

1. مقاومة أومية فقط.
2. وشيعة مُهمَلة المُقاوَمة فقط.
3. مُكثّفة فقط.



رابعاً: يعطي راسمُ الاهتزاز إشارةَ التّوتّرِ المُطبّق في مدخلةٍ معَ حساسيّة المدخل عندَ 500 mV لكلّ تدريجه (500 mV/div) وقاعدة الزّمن عندَ 0.2 ms/div،

المطلوب:

1. احدّدْ التّوتّرَ المُشاهَد، اهو مُستمِرٌّ أم مُتغيِّرٌ أم مُتناوِبٌ جيبيٌّ؟
2. عيِّنْ دورَ وتواتُرَ هذه الإشارة.
3. احسبِ القيمةَ المُنتجة للتّوتُّر.

ثانياً: حُلَّ المسائلَ الآتيةَ:

المسالة الأولى:

يُعطى تابعُ التّوتّرِ اللّحظيّ بينَ نقطتَين a و b بالعلاقة: $\overline{u} = 130\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(\text{Volt})$

المطلوب:

1. احسبِ التّوتّرَ المُنتِج للتيّار وتواتُره.
2. نصلُ بينَ النّقطتَين a و b وشيعةً، مُقاوَمتُها $r = 25\,\Omega$، وذاتيّتُها $L = \frac{3}{5\pi}\,\text{H}$. احسبِ الشّدّةَ المُنتِجةَ، وعاملَ استطاعةِ الدّارة، والاستطاعةَ المُتوسّطةَ المُستهلَكة فيها.
3. نرفعُ الوشيعةَ ثمّ نصلُ النّقطتَين a و b بمقاومةٍ $R = 30\,\Omega$ موصولةٍ على التّسلسُلِ معَ مُكثّفةٍ سعتُها $C = \frac{1}{4000\pi}F$ ووشيعةٍ ذاتيّتُها L مقاومتُها مُهمَلة، فتصبحُ الشّدّةُ المُنتِجة للتيّار بأكبرِ قيمةٍ مُمكِنةٍ لها، احسبْ قيمةَ ذاتيةِ الوشيعةِ، والشّدّةَ المُنتِجةَ للتيّار في هذه الحالة.

المسالة الثانية:

نُطبّقُ توتّراً مُتواصِلاً 6 V على طرفَي وشيعةٍ، فيمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه 0.5 A، وعندَما نطبّقُ توتّراً مُتناوِباً جيبيّاً بينَ طرفَي الوشيعة نفسِها، قيمتُه المُنتِجة 130 V، تواتُرُه 50 HZ، يمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه المُنتِجة 10 A.

المطلوب:

1. احسب مُقاوَمةِ الوشيعة وذاتيّتِها.
2. احسب عددِ لفّاتِ الوشيعة إذا علمتَ أنَّ مساحة مقطعِها $\frac{1}{80}\,\text{m}^2$ وطولَها 1 m.
3. احسب سعةِ المُكثّفةِ التي يجبُ ضمُّها على التّسلسُلِ معَ الوشيعةِ السّابقة حتّى يصبحَ عاملُ استطاعةِ الدّارةِ يُساوي الواحد ثمّ حسابِ الشّدّةِ المُنتِجةِ للتيّارِ، والاستطاعةِ المُتوسّطةِ المُستهلَكةِ في الدّارةِ عندَئذٍ.

المسالة الثالثة:

مأخذٌ لتيّارٍ مُتناوِبٍ جيبيّ بينَ طرفَيه توتّرٌ لحظيٌّ يُعطى بالعلاقة: $\overline{u} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(\text{V})$

نصلُهما لدارةٍ تحوي فرعَين يحوي الأوّلُ مُقاوَمةً صرفةً يمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه المُنتِجة 4 A، ويحوي الفرعُ الثّاني وشيعةً يمرُّ فيها تيّارٌ شدّته المُنتِجة 5 A، فيمرُّ في الدّارةِ الخارجيّة تيّارٌ شدّتُه المُنتِجة 7 A.

المطلوب:

1. احسب التّوتّرَ المُنتِج بينَ طرفَي المأخذِ، وتواتُرَ التيّار.
2. احسب قيمةِ المُقاوَمةِ الصّرفة، ومُمانعة الوشيعة.
3. احسب عاملِ استطاعة الوشيعة.ثم احسبْ مُقاوَمتها.
4. احسب الاستطاعةِ الكلّيّةِ المُستهلَكةِ في الدّارة، وعاملِ استطاعةِ الدّارة.

المسألة الرّابعة:

يُعطى تابعُ التّوتّرِ اللّحظيّ بينَ طرفَي مأخذٍ بالعلاقة: $\overline{u} = 120\sqrt{2}\cos 120\pi t\,(V)$

المطلوب:

1. احسبِ التّوتّرَ المُنتِجَ بينَ طرفَي المأخذِ وتواتُرِ التيّار
2. نضعُ بينَ طرفَي المأخذ مصباحاً كهربائيّاً ذاتيّتُه مُهمَلة، فيمرُّ فيها تيارٌ شدّتُه المُنتِجة 6 A، احسبْ قيمةَ المُقاوَمة أوميّة للمصباح، واكتبْ تابعَ الشّدّةِ اللّحظيّةِ المارّة فيها.
3. نصلُ بينَ طرفَي المصباحِ في الدّارةِ السّابقة وشيعةَ عاملُ $\frac{1}{2}$، فيمرُّ في الوشيعةِ تيارٌ شدّتُه المُنتِجةُ 10 A. احسبْ ممانعةَ الوشيعةَ، والاستطاعةَ المُستهلَكة فيها، ثمّ اكتبْ تابعَ الشّدّةِ اللّحظيّة المارّة فيها.
4. احسبْ قيمةَ الشّدّة المُنتِجة في الدّارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل.
5. احسبِ الاستطاعةَ المُتوسّطةَ المُستهلَكةَ في جملةِ الفرعَين، وعاملَ استطاعةِ الدّارة.
6. احسبْ سعةَ المُكثّفةِ الواجبِ ربطُها على التّفرُّع بينَ طرفَي المأخذِ لتصبحَ شدّةُ التيّارِ الأصليّة الجديدةُ على وفاقٍ بالطّور معَ التوتّرِ المُطبّق عندما تعملُ الفروعُ الثلاثة معاً.

المسألة الخامسة:

ماخذُ تيارٍ مُتناوبٍ جيبيّ، تواتُره 50 Hz، نربطُ بينَ طرفَيه الأجهزةَ الآتية على التّسلسُل : مُقاوَمة أومية R، وشيعة مُقاوَمتُها الأوميّة مُهمَلةٌ ذاتيتُها L، مُكثّفة سعتُها $C = \frac{1}{2000\pi}F$، فيكونُ التّوتّر المُنتِج بينَ طرفَي كلٍّ مِن أجزاءِ الدّارةِ هو على التّرتيب: $U_{eff_1} = 30\text{ V}$, $U_{eff_2} = 80\text{ V}$, $U_{eff_3} = 40\text{ V}$

المطلوب:

1. استنتجْ قيمةَ التّوتّر المُنتِج الكلّيّ بينَ طرفَي المأخذِ باستخدام إنشاءِ فرينل.
2. احسبْ قيمةَ الشّدّة المُنتِجةَ المارّة في الدّارة، ثمّ اكتبِ التّابعَ الزّمنيّ لتلك الشّدّة.
3. احسبِ المُمانعةَ الكلّيّة للدّارة.
4. احسبْ ذاتيةَ الوشيعة، واكتبِ التّابعَ الزّمنيّ للتوتّر بينَ طرفَيها.
5. احسبْ عاملَ استطاعةِ الدّارة.
6. نضيفُ إلى المُكثّفةِ في الدّارة السّابقة مُكثّفةً C' مُناسبةً، فتصبحُ الشّدّةُ المُنتِجةُ للتيّار بأكبرِ قيمةٍ لها،

المطلوب:

a. حدّدِ الطّريقةِ الّتي يتمُّ بها ضمُّ المُكثّفتَين.

b. احسبْ سعةَ المُكثّفةِ المضمومة C'.

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

المسألة السّادسة:

نصلُ طرفَي مأخذِ تيارٍ مُتناوبٍ جيبيّ توتّره المُنتِجُ $U_{eff} = 100\text{ V}$ وتواتُره 50 Hz إلى دارةٍ تحوي على التّسلسُل مُقاوَمةً R، ومُكثّفةً سعتُها $C = \frac{1}{4000\pi}\text{ F}$،

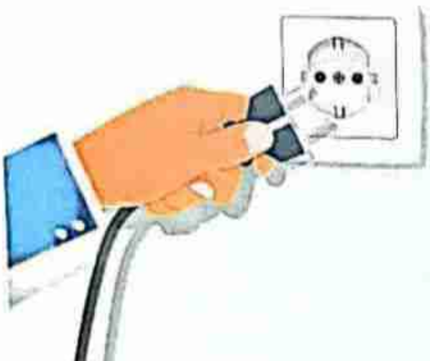
المطلوب:

1. احسبْ قيمةَ المُقاوَمة إذا كانَ فرقُ الكمونِ المُنتِج بينَ طرفَيها 60 V.
2. نضيفُ على التّسلسُلِ إلى الدّارةِ السّابقة وشيعةً مُناسِبة مُقاوَمتُها مُهمَلة بحيثُ تبقى الشّدّةُ المُنتِجة نفسُها، احسبْ ذاتيّة هذه الوشيعة.

3. نغيّرُ تواتُرِ التيّار في الدّارة الأخيرة بحيثُ يحصلُ توافُقٌ بالطّور بينَ شدّةِ التيّارِ والتوتّرِ المُطبّق، احسبْ قيمةَ التّواتُر الجديد.
4. نحذفُ المُقاوَمةُ الصّرف من الدّارة ويعادُ ربطُ المُكثّفة على التّفرُّع معَ الوشيعةِ بينَ طرفَي مأخذِ التيّار، احسبْ قيمةَ الشّدّة المُنتِجة الأصليّة للدّارة في هذهِ الحالة باستخدامِ إنشاء فرينل.

تفكير ناقد

مَخاطِرُ الكهرباء المَنزليّة والوقايةُ منها:

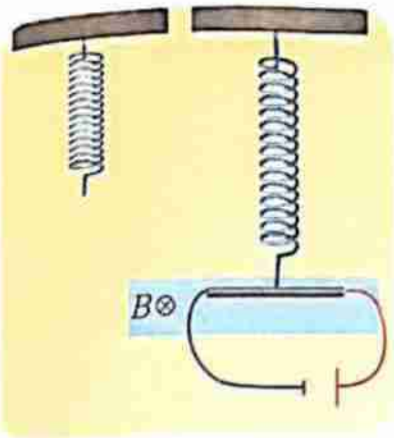


1. ماهيَ مخاطرُ التيّارِ الكهربائيّ المنزلي، وكيفَ نحمي أنفسَنا والتّجهيزاتِ المنزليّة منه.
2. تزوّدُ المآخذُ الخاصّة بالبرّاد والغسّالة وبعضِ الأجهزةِ الأخرى بمأخذٍ ثالثٍ. (كما في الشّكلِ جانباً)
3. نشعرُ أحياناً بهزةٍ خفيفةٍ عندَ لمسِ هيكلِ بعضِ الأجهزة الكهربائيّة الموصولة بالتيّار.
4. يزوّدُ مأخذ التيّار في الحمام بغطاءٍ بلاستيكيّ.
5. يُنصَحُ بعدمِ لمسِ الأجهزة الكهربائيّة بيدٍ مُبللة.
6. ما دورُ الفاصِمةِ، ولماذا تركّبُ مباشرةً وراءَ العدادِ في بدايةِ الشّبكةِ المنزلية؟

أبحث أكثر

تُستخدَمُ حالةُ دارةِ الطّنين في عمليةِ توليفِ أجهزةِ الاستقبالِ الإذاعيّة والتّلفزيونيّة. اشرحْ آليةَ عملِها في جهازِ الاستقبالِ اللّاسلكيّ لاختيارِ محطّةِ الإذاعةِ المُرادِ سماعُها؟

المسألة (21):



ساق نحاسيّة طولها $80\,cm$ نحرّكها بسرعة أفقيّة ثابتة $\vec{v}$ عموديّة على شعاع حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ شدّته $0.5\,T$ فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق $0.4\,V$

المطلوب:

1. استنتج العلاقة المحدّدة لسرعة الساق واحسب قيمتها.
2. نأخذ الساق النحاسيّة ونعلّقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض مرن شاقوليّ مهمل الكتلة ثابت صلابته $100\,N.m^{-1}$ ونمرّر فيها تيّاراً كهربائيّاً شدّته $20\,A$ فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار $20\,m$ عن طوله الأصليّ:
   - a. حدّد على الرسم القوى الخارجيّة المؤثّرة على الساق.
   - b. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لكتلة الساق واحسب قيمتها.

المسألة (22):

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

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

المسألة (23):

يغذّي تيّار متناوب جيبي يعطى توتّره اللحظيّ بالعلاقة $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ الجهازين الآتيين المربوطين فيما بينهما على التفرّع:

- a. جهاز تسخين كهربائيّ ذاتيّته مهملة يرفع درجة حرارة $1g$ من الماء من الدرجة $0^{\circ}C$ إلى الدرجة $72^{\circ}C$ خلال $7\,min$ بمردود تسخين 100%.
- b. محرّك استطاعته $600\,watt$ وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيّار متأخّر بالطور عن التيّار.

المطلوب:

1. احسب الشدّة المنتجة للتيّار في كلّ من الفرعين، واكتب تابع الشدّة اللحظيّة في كلّ منهما.
2. احسب الشدّة المنتجة الكلّيّة باستخدام إنشاء فرينل، واحسب عامل استطاعة الدارة.
3. احسب سعة المكثّفة التي إذا ضمّت أيضاً على التفرّع في الدارة جعلت الشدّة الكلّيّة متّفقة بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الأجهزة جميعاً، واحسب قيمة الشدّة المنتجة في الدارة الأصليّة عندئذ.

4. نستعمل التوتّر السابق لتغذية دارة تتألّف من فرعين يحوي أحدهما المكثّفة السابقة ويحوي الآخر وشيعة مهملة المقاومة، احسب ردية الوشيعة التي تنعدم من أجلها شدّة التيّار في الدارة الأصليّة باستخدام إنشاء فرينل

(الحرارة الكتلية للماء $C_0 = 4200 .\mathrm{kg}^{-1}.\mathrm{C}^{\circ -1}$)

المسألة (24):

مأخذ تيّار متناوب جيبي بين طرفيه توتّر منتج $100\,\mathrm{v}$ نصله لدارة تحوي على فرعين: يحوي الأوّل مقاومة ومكثّفة يمرُّ فيه تيّار شدّته المنتجة I_{eff_1} متقدّم بطور $\frac{\pi}{3}\,\mathrm{rad}$ عن التيّار الأصليّ، ويحوي الفرع الثاني وشيعة يمر فيها تيّار شدّته المنتجة I_{eff_2} متأخّر بطور $\frac{\pi}{6}\,\mathrm{rad}$ عن التيّار الأصليّ ويمرُّ في الدارة الأصليّة تيّار تابع شدّته اللحظيّة: $i = 20\cos 100\pi t$ محقّقاً توافقاً في الطور مع التوتّر المطبق.

المطلوب:

1. استنتج قيمة كلٍّ من I_{eff_1} ، I_{eff_2} باستخدام إنشاء فرينل.
2. إذا كانت قيمة المقاومة في الفرع الأول $10\,\Omega$ احسب ممانعة هذا الفرع واتساعيّة المكثّفة فيه
3. إذا كانت رديّة الوشيعة في الفرع الثاني $\frac{10}{\sqrt{3}}\,\Omega$ احسب مقاومة الوشيعة.

المسألة (25):

يعطى فرق الكمون بين نقطتين (a,b) بالعلاقة $\overline{u} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi \mathrm{t})\,(\mathrm{Volt})$

1. احسب فرق الكمون المنتج بين النقطتين وتواتر التيّار
2. نصل (a,b) بمقاومة صرف $(50\,\Omega)$ اكتب تابع شدّة التيّار في هذه المقاومة.
3. نصل (a,b) بفرع آخر يحوي على تسلسل مقاومة صرف $(50\,\Omega)$ مع مكثّفة سعتها C فيمرّ تيّار قيمة شدّته المنتجة $\sqrt{2}\,\mathrm{A}$، اكتب التابع الزمني للتيّار المارّ فيه واحسب سعة المكثّفة C.
4. احسب قيمة الشدّة المنتجة للتيّار في الدارة الأصليّة باستخدام إنشاء فرينل.
5. احسب ذاتيّة الوشيعة المهملة المقاومة الواجب ربطها على التفرّع بين النقطتين (a,b) لتصبح شدّة التيّار الأصليّة على وفاق بالطّور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الفروع الثلاثة معاً ثمّ احسب قيمة الشدّة المنتجة الأصليّة للتيّار.

المسألة (26):

نضع بين طرفي مأخذ لتيّار متناوب توتّره المنتج ثابت، مقاومة صرفة R موصولة على التسلسل مع وشيعة مقاومتها الأوميّة R' ورديّتها $30\,\Omega$ عامل استطاعتها 0.8 فيمرّ تيّار شدّته اللحظيّة تعطى بالعلاقة $\overline{i} = 3\sqrt{2}\cos(100\pi \mathrm{t})\,(\mathrm{A})$

المطلوب:

1. احسب القيمة للشدّة المنتجة للتيار وتواتره.
2. احسب كلّاً من المقاومة الأوميّة للوشيعة R' وممانعتها.
3. إذا علمت أنّ فرق الكمون المنتج بين طرفي المقاومة يساوي نصف فرق الكمون المنتج بين طرفي الوشيعة، فاحسب كلّ من:
   a. المقاومة الصرفة R
   b. الاستطاعة المستهلكة فيها

c. احسب الاستطاعة المستهلكة في الدارة.

4. نضيف بين طرفي المأخذ السابق على التسلسل مع المقاومة R والوشيعة مكثّفة سعتها C فتبقى الشدّة المنتجة للتيّار نفسها، احسب قيمة سعة هذه المكثّفة.

5. نضيف إلى المكثّفة C في الدارة السابقة مكثّفة C′ تجعل الشدّة على توافق بالطور مع التوتّر المطبق احسب السعة المكافئة للمكثّفتين وحدّد طريقة الضمّ واحسب سعة المكثّفة المضافة C′.

المسألة (27):

نطبّق بين نقطتين (a,b) فرقاً في الكمون متناوباً جيبياً قيمته المنتجة $40\sqrt{3}\,\mathrm{V}$ وتواتره $f = 50\,\mathrm{Hz}$.

1. نربط بين نقطتين (a,b) على التسلسل مقاومة صرفة $\mathrm{R} = 20\,\Omega$ ووشيعة مقاومتها الأوميّة $r = 10\,\Omega$ وممانعتها $20\,\Omega$

المطلوب:

a. احسب الممانعة الكلّيّة والشدّة المنتجة المارّة في الدارة.

b. احسب الاستطاعة المتوسّطة المصروفة في الجملة وعامل استطاعتها.

c. احسب الطاقة الحراريّة المنتشرة عن المقاومة الصرفة خلال زمن $10\,\mathrm{min}$ واكتب تابع التوتّر اللحظيّ بين طرفي المقاومة الصرفة.

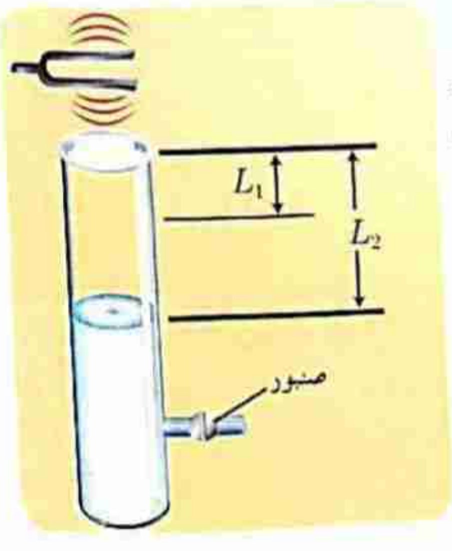
2. نعيد وصل الوشيعة على التفرّع مع المقاومة الصرفة بين النقطتين السابقتين (a,b)

المطلوب:

a. احسب قيمة الشدّة المنتجة للتيّار المارّ في الدارة الأصليّة قبل التفرّع باستخدام إنشاء فرينل.

b. احسب قيمة الاستطاعة المتوسّطة المستهلكة في جملة الفرعين وقيمة عامل الاستطاعة عندئذ.

المسألة (28):



أنبوب أسطوانيّ مملوء بالماء وله صنبور عند قاعدته، تهتزّ رنّانة فوق طرفه العلويّ المفتوح، وعند إنقاص مستوى الماء في الأنبوب، سُمع صوت شديد يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_1 = 17\,\mathrm{cm}$، وباستمرار إنقاص مستوى الماء سُمع صوت شديد ثانٍ يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_2 = 49\,\mathrm{cm}$، فإذا علمت أنّ سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة $v = 340\,\mathrm{m.s^{-1}}$. احسب تواتر الرنّانة المستخدمة.

المسألة (29):

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

المطلوب:

1. احسب البُعد بين بطنين متتاليين، ثمّ استنتج رتبة الصوت.

2. نسخّن المزمار إلى الدرجة $t = 819^\circ\mathrm{C}$، استنتج طول الموجة المتكوّنة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه.

3. احسب طول مزمار آخر ذي فم، نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة $0^\circ\mathrm{C}$، تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصوت الصادر عن المزمار السابق (في الدرجة $0^\circ\mathrm{C}$).

حل اختبر نفسي

أولاً: ① علل لا تستهلك الوشيعة مهملة المقاومة طاقة كهربائية

أو (الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة مهملة المقاومة معدومة)

الحل

$$P_{avg_L} = I_{eff} . U_{eff} . \cos\varphi_L$$

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

$$\Rightarrow P_{avg_L} = 0$$

إنّ الوشيعة لا تستهلك طاقة بل تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع دور ثم تعيدها طاقة كهربائية في ربع الدور الذي يليه

② علل لا تستهلك المكثفة طاقة كهربائية

أو (الاستطاعة المتوسطة في المكثفة معدومة)

$$P_{avg_C} = I_{eff} . U_{eff} . \cos\varphi_C$$

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

$$\Rightarrow P_{avg_C} = 0$$

إنّ المكثفة تختزن طاقة كهربائية خلال ربع دور ثم تعيدها طاقة كهربائية في ربع الدور الذي يليه.

✓ الوشيعة تختزن طاقة كهرطيسية وتعيد للدارة طاقة كهربائية

✓ المكثفة تختزن طاقة كهربائية وتعيد للدارة طاقة كهربائية

③ لوجود العازل بين لبوسيها

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

X_C و f تناسب عكسي

التيار المتواصل هو حركة غير اهتزازية

التيار المتناوب هو حركة اهتزازية

$$\Rightarrow f_{\text{متواصل}} = 0 \Rightarrow X_C = \frac{1}{0} = \infty$$

$$X_C \xrightarrow{\text{تسعى}} \infty$$

ممانعة كبيرة ⇐ لا يمر التيار

④ لأنّ الإلكترونات الحرة التي تجعل التيار تعمل تشحن لبوسي المكثفة خلال ربع دور بشحنتين متساويتين ومن نوعين مختلفين دون أن تخترق عازلها وتتفرغان في الربع الثاني، وفي النوبة الثانية تتكرر عمليتي الشحن والتفريغ مع تغير شحنة كل من اللبوسين

⑤ تسلسل

مهما اختلفت الممانعات يبقى التيار ثابت لأنّ التوترات تختلف

$$I_{eff} = \frac{U_{eff_R}}{R} = \frac{U_{eff_L}}{X_L} = \frac{U_{eff_C}}{X_C}$$

أي يبقى النسبة ثابتة وهي I_{eff}

(أي الالكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار تواتره صغير ثم تكاد تهتز بتوافق كامل)

⑥ $X_L = \omega . L$

لأن الذاتية L تتغير بحذف النواة

فتتغير الممانعة X'_L

فتتغير الشدة المنتجة

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

$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$

⑦ لأنها تهتز بالنبض الذي يفرضه المولد ويشكل المولد حملة محرضة وبقية الدارة تكون حملة مجاوبة

علل رياضي هام: الطاقة تصرف في المقاومة على شكل حراري بفعل جول.

الحل

$P_{avg_R} = I_{eff} . U_{eff} . \cos \varphi_R$

$\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos \varphi_R = 1$

$\Rightarrow P_{avg_R} = I_{eff} . U_{eff_R}$

$\boxed{U_{eff_R} = R . I_{eff}}$

$\Rightarrow P_{avg_R} = I_{eff} . (R . I_{eff})$

$P_{avg_R} = R . I_{eff}^2$

علل إضافي هام: يسلك الناقل الأومي (المقاومة) السلوك نفسه في التيارين المتواصل والمتناوب.

تيار متواصل $\frac{U}{I} = R$

تيار متناوب $\frac{U_{eff}}{I_{eff}} = R$

النسبة ثابتة ونفسها

علل تقوم الوشيعة بدور مقاومة أومية في التيار المتواصل وتقوم بدور مقاومة وذاتية في التيار المتناوب

$\frac{U}{I} = r$ في التيار المتواصل

نسبة U على I هي r وهي نسبة ثابتة

$\frac{U_{eff}}{I_{eff}} = Z_L$ في التيار المتناوب.

$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$

ثانياً :

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

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

الاستطاعة الضائعة حرارياً في (R) المقاومة

$$P'_{\text{ضائعة}} = R \cdot I_{eff}^2$$

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

P' ضائعة مع $\cos\varphi$ تناسب عكسي

مع ثبات U_{eff} , R

ثالثاً : ملاحظة $\boxed{\varphi = 0}$

$+\cos$ → نبدأ رسم من $+max$ → 0 → $-max$ → 0 → $+max$

$-\cos$ → نبدأ من $-max$ → 0 → $+max$ → 0 → $-max$

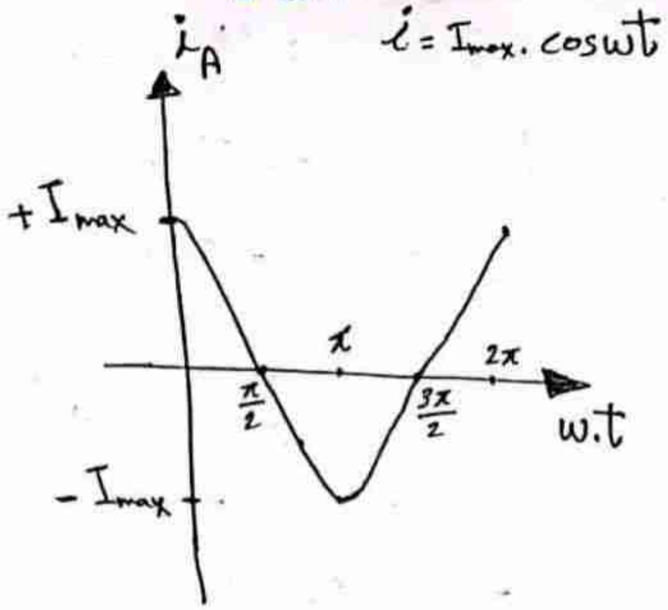
$+\sin$ → نبدأ من الصفر → $+max$

$-\sin$ → نبدأ من الصفر → $-max$

أ. محمد إدريس

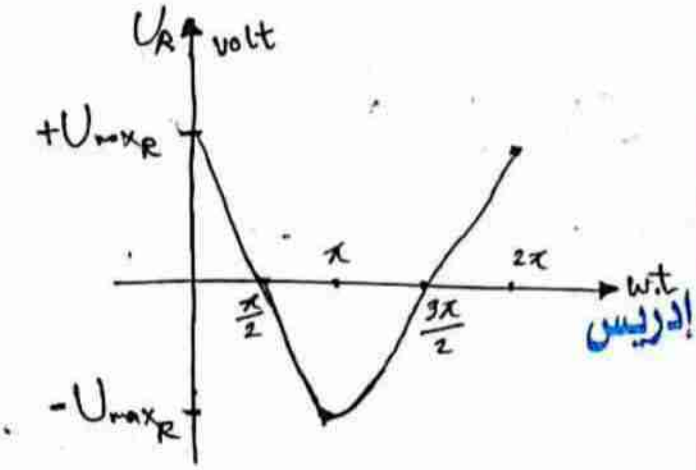
أ. محمد إدريس

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



① مقاومة صرف $\varphi_R = 0$

$$U_R = U_{max_R} \cdot \cos\omega t$$

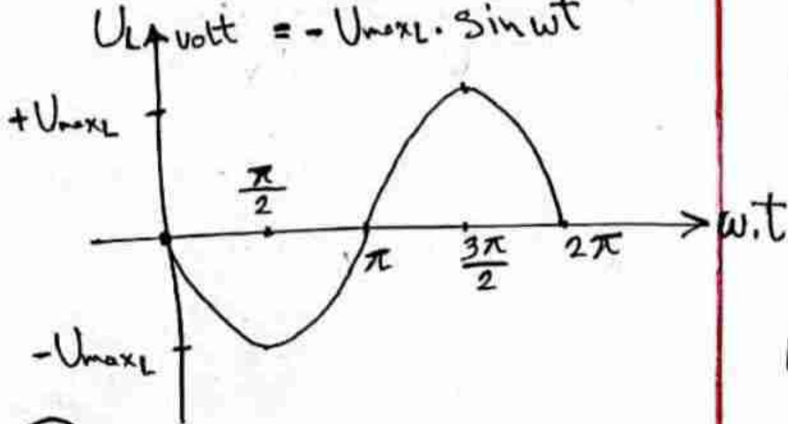


② وشيعة مهملة المقاومة $\varphi_L = \frac{+\pi}{2}$

(التوتر متقدم على الشدة وهما على تربيع)

$$U_L = U_{max_L} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= -U_{max_L} \cdot \sin\omega t$$



أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

ملاحظة:

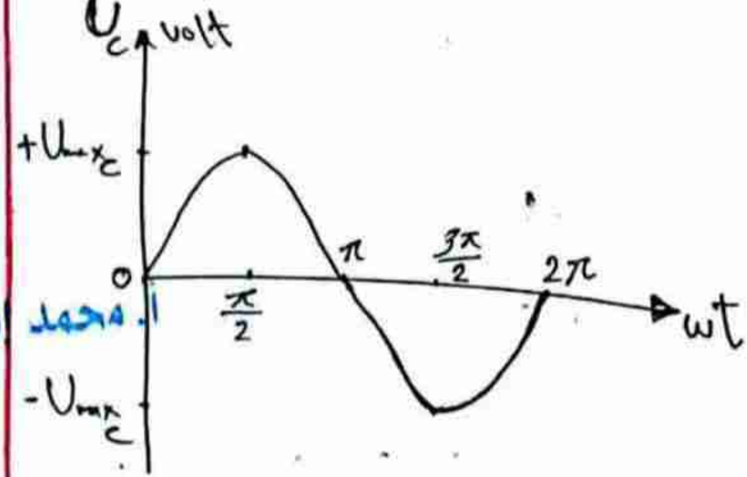
$$\cos\left(wt+\frac{\pi}{2}\right)=-\sin wt$$

$$\cos\left(wt-\frac{\pi}{2}\right)=+\sin wt$$

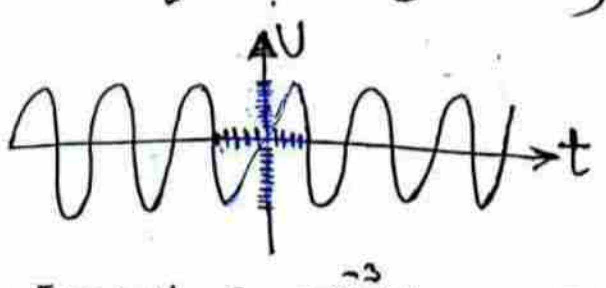
(3) المكثف $\varphi_c=\frac{-\pi}{2}$

$$U_c=U_{max_c}\cdot\cos\left(wt-\frac{\pi}{2}\right)$$

$$=+U_{max_c}\cdot\sin wt$$



رابعاً: (1) متناوب جيبي



(2)

$$U=500\,mV=500\times10^{-3}\,V$$

$$U=5\cdot10^{-1}\,V$$

$$t=0{,}2\,ms=0{,}2\cdot10^{-3}=2\cdot10^{-4}\,sec$$

$$T_{\text{دور}}=\text{عدد التدريجات}\times\text{الزمن لكل تدريجة}$$

$$T=10\times2\cdot10^{-4}=2\cdot10^{-3}\,sec$$

$$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{2\cdot10^{-3}}=\frac{10^{3}}{2}=500\,HZ$$

(3)

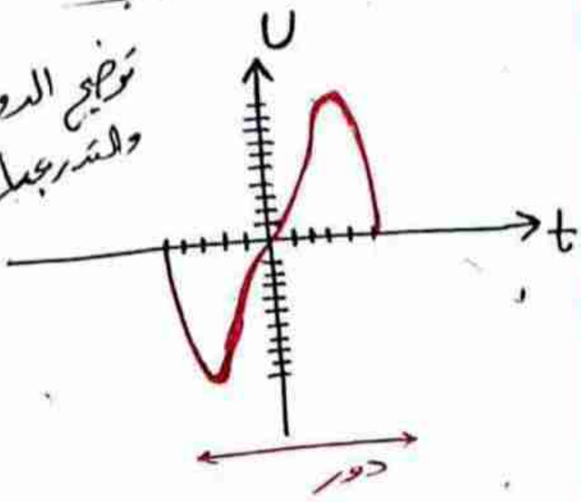
$$U_{eff}=\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{max}=\text{عدد التدريجات}\times\text{التدريجة الواحدة}$$

$$=10\times5\cdot10^{-1}=5\,volt$$

$$\Rightarrow U_{eff}=\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}=\frac{5}{\sqrt{2}}\,volt$$

توضيح الدور والتدريجات



حل المسائل ① درس :

$$U = 130\sqrt{2}\cdot\cos(100\pi t)$$

① $U_{eff} = ?$ $\quad f = ?$

$$\boxed{U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 130\ \text{volt}$$

$$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi}} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\ \text{HZ}$$

② $r = 25\,\Omega$

وشيعة

$L = \frac{3}{5\pi}\ H$

$I_{eff} = ?$ $\quad \cos\varphi = ?$ $\quad P_{avg} = ?$

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

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

$$\boxed{X_L = \omega\cdot L}$$

$$Z = \sqrt{625 + \left(100\pi\cdot\frac{3}{5\pi}\right)^2}$$

$$Z = \sqrt{625 + (60)^2}$$

$$Z = \sqrt{625 + 3600} = \sqrt{4225}$$

$$\Rightarrow \boxed{Z = 65}\ \Omega$$

$$\Rightarrow I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{130}{65} = 2A$$

r الوشيعة

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

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

$$= 2\cdot 130\cdot\frac{5}{13}$$

$$= 100\ \text{watt}$$

$$\boxed{P_{avg} = r\cdot I_{eff}^2}$$

$$= 25\cdot 4 = 100\ \text{watt}$$

مهم طريقة ثانية لـ P_{avg}

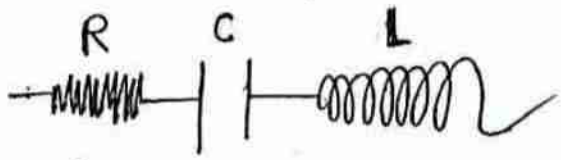
③ $R = 30\,\Omega$

$C = \frac{1}{4000\pi}\ F$ تسلسل

ووشيعة مهملة المقاومة .

تصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة

حالة تجاوب



$I_{eff} = ?$ $\quad L = ?$

تجاوب $\Rightarrow X_L = X_C$

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

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

$$L = \frac{1}{10000\pi^2\cdot\frac{1}{4000\pi}}$$

أ. محمد إدريس

$$L = \frac{1}{\frac{10\pi}{4}} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi}\ H$$

$$\boxed{I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}} = \frac{130}{30} = \frac{13}{3}\ A$$

إضافي : أحسب الإستطاعة الكلية المتوسطة

$$\boxed{P_{avg} = I'_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi}$$

$$P_{avg} = \frac{13}{3} \cdot 130 \cdot 1$$

$$= \frac{1690}{3}\ \text{watt}$$

بالتجاوب $X_L = X_C$ ويصبح عامل الإستطاعة واحد $\cos\varphi = 1$

والتيار جديد جديد I'_{eff}

أ. محمد إدريس

المسألة (2) درس :

$U_{\text{المتواصل}} = 6\ V$

$I_{\text{متواصل}} = \frac{1}{2}\ A$

متناوب
- توتر منتج $U_{eff} = 130\ \text{volt}$
- $f = 50\ HZ$
- $I_{eff} = 10\ A$

(1) $L = ?$ $\quad r = ?$

(2) $N = ?$ $\quad S = \frac{1}{80}\ m^2$ $\quad \ell = 1\ m$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

الوشيعة
- بالمتواصل لها دور مقاومة فقط
- بالمتناوب لها دور: مقاومة، ذاتية

$$\boxed{r = \frac{U_{\text{متواصل}}}{I_{\text{متواصل}}}} = \frac{6}{\frac{1}{2}} = 12\ \Omega$$

$$\boxed{X_L = \omega \cdot L} \qquad L = ?$$

? ? ?

$$\boxed{Z_{\text{وشيعة}} = \sqrt{r^2 + X_L^2}}$$

$$Z = \sqrt{r^2 + (\omega \cdot L)^2}$$

تربيع الطرفين ⇐

$$Z^2 = r^2 + (\omega \cdot L)^2$$

$$Z^2 - r^2 = (\omega \cdot L)^2$$

بجذر ⇐

$$\sqrt{Z^2 - r^2} = \omega \cdot L$$

نعزل L

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - r^2}}{\omega}$$

$$L = \frac{\sqrt{169 - 144}}{100\pi}$$

$$L = \frac{5}{100\pi} = \frac{1}{20\pi}\ H$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f}$$

$$\omega = 2\pi \cdot 50 = 100\pi\ \text{rad}\cdot s^{-1}$$

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

$$Z = \frac{130}{10} = 13\ \Omega$$

أ. محمد إدريس

(2)

$$\boxed{L = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N^2 \cdot S}{\ell}}$$

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

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

$$\frac{1}{\pi} = \pi \cdot 10^{-7} \cdot N^2$$

$$1 = \pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot N^2$$

$$N^2 = \frac{1}{\pi^2 \cdot 10^{-7}} = \frac{1}{10^{-6}} = 10^{+6}$$

بجذر $\Rightarrow \boxed{N = 10^3}$ لفة

(3) تسلسل ✓ عامل استطاعة الدارة يساوي الواحد

$\boxed{\text{تجاوب}}$

$\cos\varphi = 1$

التوتر توافق مع الشدة

الاستطاعة أكبر ما يمكن

التيار أكبر ما يمكن والممانعة أصغر ما يمكن

$X_L = X_C$

$C = ?$ $\quad I'_{eff} = ?$

$X_L = X_C \quad P_{avg} = ?$

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

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

$$C = \frac{1}{10000\pi^2 \cdot \frac{1}{20\pi}}$$

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

$$\boxed{I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{r}} = \frac{130}{12} = \frac{65}{6} \ A$$

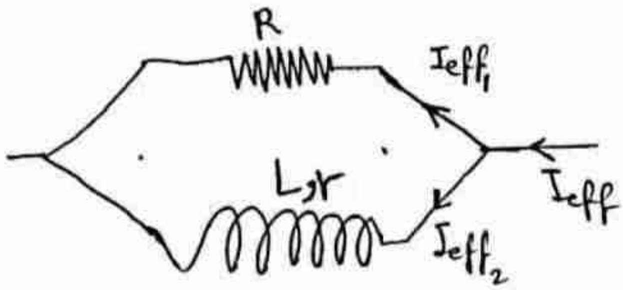
$$\boxed{P_{avg} = I'_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi}$$

$$= \frac{65}{6} \cdot 130 \cdot 1$$

$$= \frac{845}{6} \ Watt$$

المسائل ③ درس تفرع

$U = 200\sqrt{2} \cdot \cos(100\pi t)$



$I_{eff_1} = 4A$

$I_{eff_2} = 5A$

$I_{eff} = 7A$ كلي

① $\boxed{U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 200\,V$

$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi}} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\,Hz$

② $\boxed{R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_1}}} = \frac{200}{4} = 50\,\Omega$

$\boxed{Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}}$ هذا القانون لا يصلح هنا

$\boxed{Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}} = \frac{200}{5} = 40\,\Omega$

③ $\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$ (علاقة تجيب دارة تفرع وشيعة مع مقاومة)

نربع الطرفين

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

$\boxed{\varphi_1 = 0}$ (مقاومة صرف)

$49 = 16 + 25 + 2(4)(5) \cdot \cos\varphi_2$

$49 = 41 + 40 \cdot \cos\varphi_2$

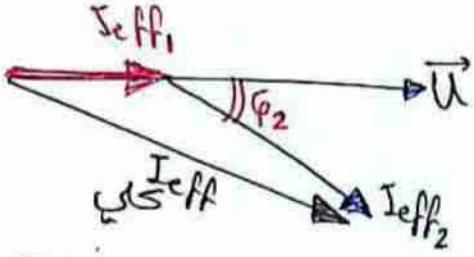
$49 - 41 = 40 \cdot \cos\varphi_2$

$8 = 40 \cdot \cos\varphi_2$

$\cos\varphi_2 = \frac{8}{40} = \frac{1}{5} = 0{,}2$

رسم فرينل للتأكد من الحل

I_{eff_2} وشيعة لا مقاومة صرفة سالبا



$\boxed{\text{مثلث غير قائم لم بدو تجيب}}$

④ $\boxed{P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}}$

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

$= 4 \cdot 200 \cdot \cos 0$

$= 800\ watt$

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

$= 5 \cdot 200 \cdot 0{,}2$

$= 5 \cdot 20 \cdot 2 = 200\ watt$

$\Rightarrow P_{avg} = 1000\ watt$

$\cos\varphi = \frac{P_{avg\,\text{كلي}}}{I_{eff\,\text{كلي}} \cdot U_{eff}} = \frac{1000}{7 \cdot 200}$ عامل الاستطاعة الكلي بالتفرع

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

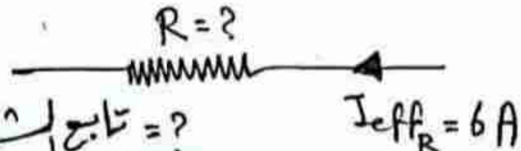
المسائل ④ درس تفرع

$u = 120\sqrt{2}\cdot\cos(120\pi t)$

① $\boxed{U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\,\text{volt}$

$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi}} = \frac{120\pi}{2\pi} = 60\,\text{Hz}$

② مصباح كهربائي ذاتيته مهملة = مقاوم أومي R



تابع الشدة = ?

$\boxed{R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_R}}} = \frac{120}{6} = 20\,\Omega$

$I = I_{max}\cdot\cos(\omega t + \varphi)$

أ. محمد إدريس

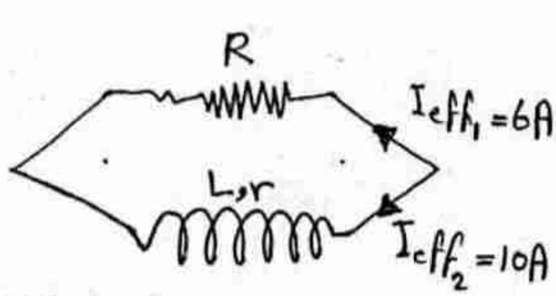
$\omega = 120\pi\ \text{rad}\cdot s^{-1}$

$\varphi_R = 0$

$\boxed{I_{max} = I_{eff_R}\cdot\sqrt{2}} = 6\sqrt{2}\,A$

$\boxed{I_R = 6\sqrt{2}\cdot\cos(120\pi t)}\ A$

③



$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$

ممانعة الوشيعة $\boxed{Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}} = \frac{120}{10} = 12\,\Omega$

الاستطاعة المستهلكة بالوشيعة $\longrightarrow \boxed{P_{avg_2} = I_{eff_2}\cdot U_{eff}\cdot\cos\varphi_2}$

$P_{avg_2} = 10\cdot 120\cdot\frac{1}{2} = 600\,\text{watt}$

$I_2 = I_{max_2}\cdot\cos(\omega t + \varphi_2)$

$\omega = 120\pi\ \text{rad}\cdot s^{-1}$

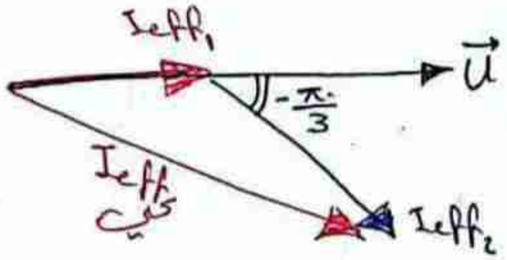
$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}}\ \text{rad}$

حادة سالبة ((وشيعة لها مقاومة))

$\boxed{I_{max_2} = I_{eff_2}\cdot\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\,A$

$\boxed{I_2 = 10\sqrt{2}\cdot\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{3}\right)}\ A$

④



مثلث غير قائم ← علاقة شعاعية ← علاقة تجيب

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

نربع الطرفين

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

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

$I_{eff}^2 = 136 + 120.\cos\left(\cancel{\frac{-\pi}{3}}\right)$

ربع رابع
cos موجب

$I_{eff}^2 = 136 + 120.\frac{1}{2}$

$= 136 + 60$

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

(5) $\boxed{P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}}$

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

$= 6.120.\cos 0$

$= 720$ watt

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

$= 10.120.\cos\left(\frac{-\pi}{3}\right)$

$= 1200.\left(\frac{+1}{2}\right)$

$= 600$ watt

$\Rightarrow P_{avg} = 720 + 600 = 1320$ watt

عامل استطاعة الدارة الكلية تفرع

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

$= \frac{1320}{14.120} = \frac{132}{14.12}$

$= \frac{66}{14.6} = \frac{11}{14}$

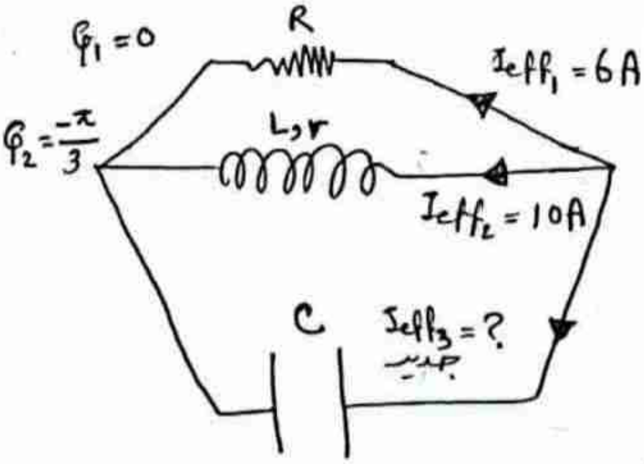
أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

(6) حل

✓ شدة التيار الأصلي = I_{eff} كلي

✓ لا يوجد تجاوب لأن التجاوب فقط بالتسلسل



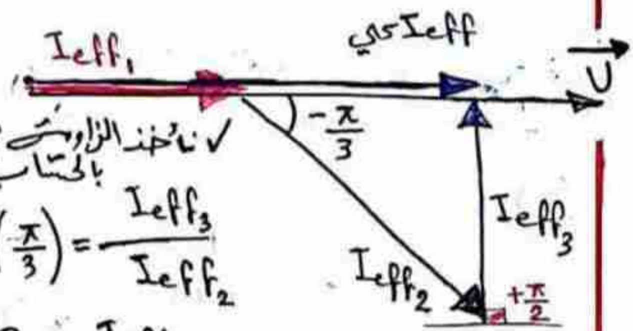
✓ عندما يضيف جهاز بدارة تفرع

وتقلل أصبح التيار الكلي على وفاق بالطور مع التوتر المطبق

نرسم إنشاء فرينل لكل الدارة

نحصل على مثلث قائم نحسب منه I_{eff_3} المضاف

أ. محمد إدريس



✓ نأخذ الزاوية بلا إشارة بالحساب

مقابل / وتر: $\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}}$

$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{I_{eff_3}}{10}$

$I_{eff_3} = \frac{10\sqrt{3}}{2}$

$\boxed{I_{eff_3} = 5\sqrt{3}}$ A

✓ كلي وفاقة بالطور

$\varphi = 0$

بين U و I_{eff} كلي

بدنا السعة C

$\boxed{X_C = \frac{1}{\omega . C}}$? ?

$\boxed{X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}}} = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{120\sqrt{3}}{5 . 3}$

$X_C = \frac{120\sqrt{3}}{15}$

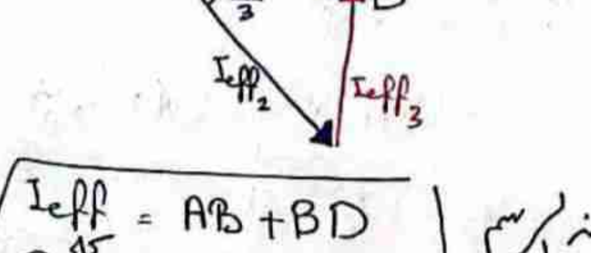
$\boxed{X_C = 8\sqrt{3}}\ \Omega$

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

$\Rightarrow C = \frac{1}{120\pi . 8\sqrt{3}}$

$C = \frac{1}{960\pi\sqrt{3}}$ F

إضافي: أحسب شدة التيار الخارجية (الأصلية)



$\boxed{I_{eff\ كلي} = AB + BD}$ من الرسم

$AB = I_{eff_1} = 6A$

بالحسابات لا نأخذ الإشارة السالبة لل $\frac{\pi}{3}$

$\frac{مجاور}{وتر}\ \cos\frac{\pi}{3} = \frac{BD}{I_{eff_2}}$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

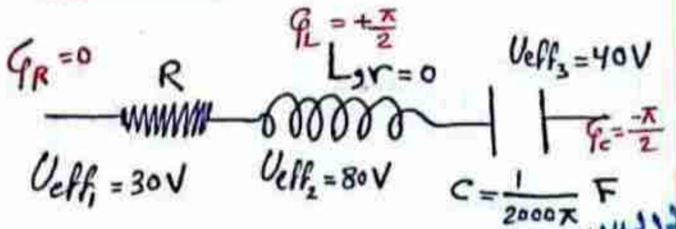
$\frac{1}{2} = \frac{BD}{10} \Rightarrow BD = \frac{10}{2} = 5A$

$\Rightarrow I_{eff\ كلي} = AB + BD = 6 + 5 = 11\ A$

المسائل درس 5 : تسلسل

$f = 50\ HZ$

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

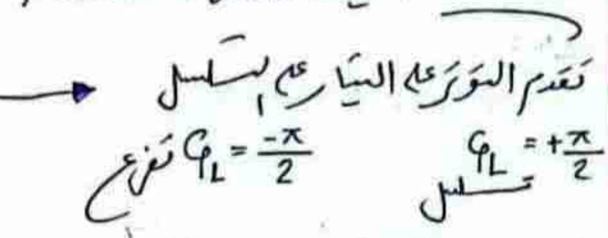


أ. محمد إدريس

ملاحظة: وشيعة مهملة المقاومة صافية

- تقدم التوتر على التيار في التسلسل: $\varphi_L = +\frac{\pi}{2}$ تسلسل، $\varphi_L = \frac{-\pi}{2}$ تفرع
- معامل الاستطاعة معدوم $\cos\varphi = 0$
- تعطي مثلث قائم
- تختزن طاقة كهرطيسية ولا تستهلكها وتعطيها طاقة كهربائية

1



أ: محمد إدريس

$$\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{eff_1} + \vec{U}_{eff_2} + \vec{U}_{eff_3}$$

حسب فيثاغورث

$$U_{eff}^2 = U_{eff_1}^2 + \left(U_{eff_2} - U_{eff_3}\right)^2$$

$$= 900 + (80-40)^2$$

$$= 900 + (40)^2$$

$$U_{eff}^2 = 900 + 1600 = 2500$$

$$\Rightarrow \boxed{U_{eff} = 50} \text{ volt}$$

② $\boxed{I_{eff} = \dfrac{U_{eff}}{\text{ممانعة}} = \dfrac{U_{eff_3}}{X_C}}$

$$\boxed{X_C = \frac{1}{\omega . C}} = \frac{1}{\cancel{100\pi} . \frac{1}{\cancel{2000\pi}}}$$

$$X_C = \frac{1}{\frac{1}{20}} = 20\ \Omega$$

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

تابع الشدة

$$I = I_{max} . \cos(\omega t + \varphi)$$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

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

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

ملاحظة ✓ بوصل التسلسل وبدو تابع الشدة لأي جزء من الدارة أو للدارة نعوض $\varphi = 0$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

✓ وإذا طلب تابع التوتر بالتسلسل

نعوض $\varphi_R = 0$ للمقاومة

$\varphi_L = +\frac{\pi}{2}$ وشيعة

$\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$ مكثف

$$\boxed{I = 2\sqrt{2} . \cos(100\pi t + 0)}\ A$$

③ $\boxed{Z_{\text{كلية}} = \dfrac{U_{eff\,\text{كلي}}}{I_{eff}}} = \dfrac{50}{2} = 25\ \Omega$

④ $X_L = \dfrac{U_{eff_2}}{I_{eff}} = \dfrac{80}{2} = 40\ \Omega$

$$X_L = 40$$

$$\omega . L = 40$$

$$100\pi . L = 40$$

$$L = \frac{40}{100\pi} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi}\ H$$

أ. محمد إدريس

تابع التوتر للوشيعة

$$u_2 = U_{max_2} . \cos(\omega t + \varphi_2)$$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

$$\boxed{U_{max_2} = U_{eff_2} . \sqrt{2}} = 80\sqrt{2}\ \text{volt}$$

$$\varphi_2 = +\frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\boxed{u_2 = 80\sqrt{2} . \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)}\ V$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$$\Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{1000\pi \cdot 4} = \frac{1}{4000\pi} F$$

سعة المكافئة

نقارن

$$C \leftarrow C_{eq}$$

$$C_{eq} < C$$

$$\frac{1}{4000\pi} < \frac{1}{2000\pi}$$

⇐ الوصل تسلسل لأن سعة C_{eq} أصغر

B

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}$$

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

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

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

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

نقلب

سعة المكثفة المضافة

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

ملاحظة

لو الوصل تفرع

$$\boxed{C_{eq} > C} \rightarrow \boxed{C_{eq} = C + C'}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

(5) ✓ عامل الاستطاعة بكل دارات التسلسل من رز

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

$$\boxed{R = \frac{U_{eff_1}}{I_{eff}}} = \frac{30}{2} = 15\ \Omega$$

مقاومة أومية صرف

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

لا واحدة له

(6) الطنين (التجاوب) ودلالته

- تصبح شدة التيار عظمى
- تصبح الممانعة أصغر ما يمكن
- عامل الاستطاعة يساوي الواحد
- التوتر على توافق مع شدة

ضمن آ بالتسلسل

أ. محمد إدريس

✓ الشدة المنتجة للتيار أكبر قيمة لها

حالة تجاوب كهربائي

A

$$X_L = X_C$$

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

$$C_{eq} = \frac{1}{\omega \cdot \omega \cdot L} = \frac{1}{100\pi \cdot 100\pi \cdot \frac{4}{10\pi}}$$

أ. محمد إدريس

 طنين

C $P_{avg} = I_{eff_{جديد}} . U_{eff} . \cos\varphi$

1

✓ بالطنين (التجاوب) سيكون $\cos\varphi = 1$

وبدك تيار جديد $I_{eff_{جديد}}$

$$\boxed{I_{eff_{جديد}} = \frac{U_{eff}}{R}} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3} A$$

صار من هي العلاقة نحسب التيار الجديد

$$P_{avg} = \frac{10}{3} . 50 . 1 = \frac{500}{3} \text{ watt}$$

المسألة ⑥ درس : تفرغ

$U_{eff} = 100$ volt

$f = 50 HZ$

① $R = ?$ $U_{eff_R} = 60$ volt

$$\boxed{R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff}}}$$

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

نحسب

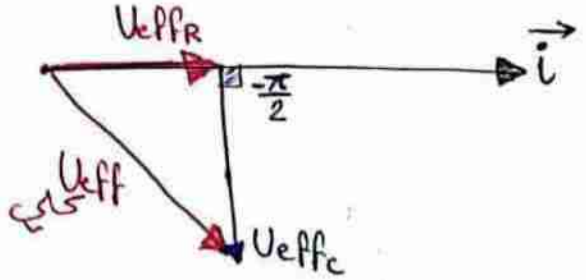
أحسب X_C بالأساس

التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام فرينل

الشدة المنتجة بالدارة

المقاومة الصرف

نحسب U_{eff_C} من إنشاء فرينل



$$\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{eff_R} + \vec{U}_{eff_C}$$

حسب فيثاغورث

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

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

$$10000 - 3600 = U_{eff_C}^2$$

$$6400 = U_{eff_C}^2$$

$$\boxed{80 = U_{eff_C}} \text{ volt}$$

نحسب X_C

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

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

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

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

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

(2) نضيف على التسلسل وشيعة مهملة المقاومة وتبقى الشدة نفسها

قاعدة

I_{eff} قبل الإضافة $=$ I_{eff} بعد الإضافة

Z قبل الإضافة $=$ Z بعد الإضافة

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

نربع الطرفين

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

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

إما

$$X_C=X_L-X_C$$
$$X_C+X_C=X_L$$
$$2X_C=X_L$$
$$2\cdot\frac{1}{\omega\cdot C}=\omega\cdot L$$
$$\frac{2}{\omega^2\cdot C}=L$$

أو

$$X_C=-X_L+X_C$$
$$X_C-X_C=-X_L$$
$$0=-X_L$$
$$X_L=0$$

مرفوض

حساب ω

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

$$\Rightarrow \frac{2}{10000\pi^2\cdot\frac{1}{4000\pi}}=L$$

أ. محمد إدريس

$$\frac{2}{10\cdot\pi^2\,\frac{1}{4\pi}}=L$$

$$\frac{2}{10\pi\cdot\frac{1}{4}}=L$$

$$\frac{8}{10\pi}=L$$

$$\boxed{\frac{4}{5\pi}=L}\ H$$

(3) تسلسل وعم يغيّر بالتردد f ✓

التوتر على توافق مع الشدة ✓

حالة تجاوب (طنين)

$$X_L'=X_C'$$
$$\omega'\cdot L=\frac{1}{\omega'\cdot C}$$
$$\omega'^2=\frac{1}{L\cdot C}$$
$$\Rightarrow \omega'=\sqrt{\frac{1}{L\cdot C}}=\frac{1}{\sqrt{L\cdot C}}$$
$$\Rightarrow \omega'=\frac{1}{\sqrt{\frac{4}{5\pi}\cdot\frac{1}{4000\pi}}}$$
$$\omega'=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{50000}}}=\frac{1}{\frac{1}{\sqrt{50000}}}$$
$$\omega'=\sqrt{50000}\ rad\cdot s^{-1}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$\boxed{\omega' = 2\pi f'} \Rightarrow f' = \frac{\omega'}{2\pi}$

$\Rightarrow f' = \frac{\sqrt{50000}}{2\pi} = \frac{\sqrt{5000}\cdot\sqrt{10}}{2\pi}$

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

إضافي أحسب الدور

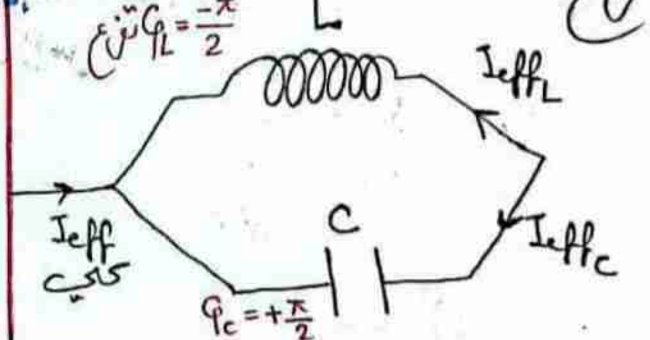
$\boxed{T' = \frac{1}{f'}} = \frac{1}{\frac{\sqrt{5000}}{2}}$

$T' = \frac{2}{\sqrt{5000}}$ secand

(4) الشدة المنتجة في الوشيعة = في المكثفة

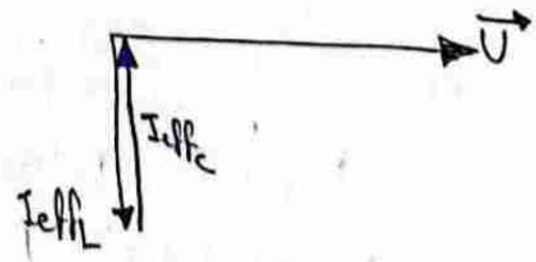
= الكلية

تفرع



من الطلب السابق لدينا (الطنين) $X'_L = X'_C$

$I'_{eff_L} = I_{eff_C}$



أ. محمد إدريس

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$

I_{eff} كلي $= I_{eff_L} - I_{eff_C} = 0$

(من الرسم) متساويان الأول يعاكس الثاني

← حالة خنق للتيار

طلب إضافي في حال عدم وجود طنين (تجاوب)

أي الطلب الثالث غير موجود

$\boxed{I_{eff_L} = \frac{U_{eff}}{X_L}}$ $\frac{100}{2}$

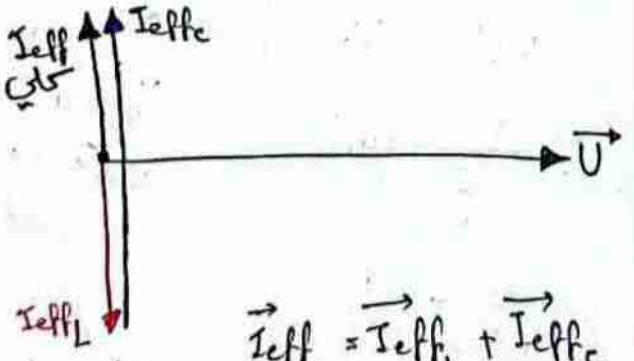
$\boxed{X_L = \omega . L} = 100\pi . \frac{4}{5\pi} = 80\ \Omega$

$\Rightarrow I_{eff_L} = \frac{100}{80} = \frac{10}{8} = 1,25 A$

$\boxed{I_{eff_C} = \frac{U_{eff}}{X_C}}$ $\boxed{X_C = 40\ \Omega}$

أ. محمد إدريس

$I_{eff_C} = \frac{100}{40} = \frac{10}{4} = 2,5 A$



$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$

(من الرسم) I_{eff} كلي $= I_{eff_C} - I_{eff_L}$

$= 2,5 - 1,25$

$= 1,25$ A

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

طلب إضافي: أكتب تابع الشدة في الدارة الأصلية (الكلية) (الخارجية)

$$i = I_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\boxed{I_{max} = I_{eff_{\text{كلي}}} \cdot \sqrt{2}} = 1{,}25\sqrt{2}\ A$$

$$\omega = 100\pi\ rad \cdot s^{-1}$$

$\varphi_{\text{كلية}}$ من الرسم

$$\boxed{\varphi_{\text{كلية}} = +\frac{\pi}{2}}$$

$$\boxed{i = 1{,}25\sqrt{2} \cdot \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)}\ A$$

طلب إضافي: أكتب تابع الشدة للوشيعة

$$i_L = I_{max_L} \cdot \cos(\omega t + \varphi_L)$$

$$\boxed{I_{max_L} = I_{eff_L} \cdot \sqrt{2}} = 1{,}25\sqrt{2}\ A$$

$$\omega = 100\pi\ rad \cdot s^{-1}$$

φ_L من الرسم

$$\boxed{\varphi_L = \frac{-\pi}{2}}$$

$$\boxed{i_L = 1{,}25\sqrt{2} \cdot \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)}\ A$$

طلب إضافي: أكتب تابع الشدة للمكثفة

$$i_C = I_{max_C} \cdot \cos(\omega t + \varphi_C)$$

$$\boxed{I_{max_C} = I_{eff_C} \cdot \sqrt{2}} = 2{,}5\sqrt{2}\ A$$

$$\omega = 100\pi\ rad \cdot s^{-1}$$

φ_C من الرسم

$$\boxed{\varphi_C = \frac{+\pi}{2}}\ rad$$

$$\boxed{i_C = 2{,}5\sqrt{2} \cdot \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)}\ A$$

المسألة (23) عاشرة : تفرع

$$U = 120\sqrt{2}\cdot\cos(100\pi t)$$

✓ جهاز تسخين ذاتيته مهملة

$L = 0 \rightarrow$ مقاومة صرف R

(a) الجزء الأول $m = 1\,kg$

الزمن $t = 7\,min = 7\times 60 = 420\,sec$

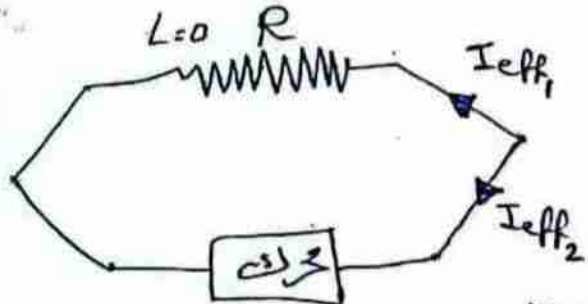
الحرارة $\Delta t = t_2 - t_1 = 72 - 0 = 72\ C°$

الحرارة الكتلية $c = 4200\,J.kg^{-1}.C^{-1}$

المردود $= 100\%$

(b) $P_{avg_2} = 600\,watt$

$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$



من التابع

$$\boxed{U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\,Volt$$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

$I_{eff_1} = ?\qquad I_{eff_2} = ?$ (1)

$i_1 = ?\qquad i_2 = ?$

أ. محمد إدريس

المردود × (الطاقة الحرارية التي في المقاومة الصرفة خلال زمن t) = (الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء خلال زمن t)

$$m.C.\Delta t = P_{avg_1}.t \times \frac{100}{100}$$

- m: كتلة الماء
- C: الحرارة الكتلية
- Δt: تغير درجة الحرارة
- P_{avg_1}: الاستطاعة
- t: الزمن

$$m.c.\Delta t = R.I_{eff_1}^2.t \times 1$$

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

$$m.c.\Delta t = \frac{U_{eff}}{I_{eff_1}}.I_{eff_1}^2.t$$

$$m.c.\Delta t = U_{eff}.I_{eff_1}.t$$

نعزل $\Longrightarrow I_{eff_1} = \frac{m.c.\Delta t}{U_{eff}.t}$

$$= \frac{1.4200.72}{120.420}$$

$$I_{eff_1} = \frac{72}{12} = \frac{36}{6} = 6\,A$$

حساب I_{eff_2} من P_{avg_2}

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

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

$$I_{eff_2} = \frac{600}{120 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$I_{eff_2} = 10\,A$$

$$i_1 = I_{max_1} \cdot \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$\boxed{I_{max_1} = I_{eff_1} \cdot \sqrt{2}} = 6\sqrt{2}\,A$$

$$\omega = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\boxed{\varphi_R = 0} \text{ rad}$$

$$\boxed{i_1 = 6\sqrt{2} \cdot \cos(100\pi t + 0)}\,A$$

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

$$\boxed{I_{max_2} = I_{eff_2} \cdot \sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\,A$$

$$\omega = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \rightarrow +\frac{\pi}{3}, \quad \rightarrow -\frac{\pi}{3}$$

الشدة متأخرة عن التوتر بـ الزاوية سالبة

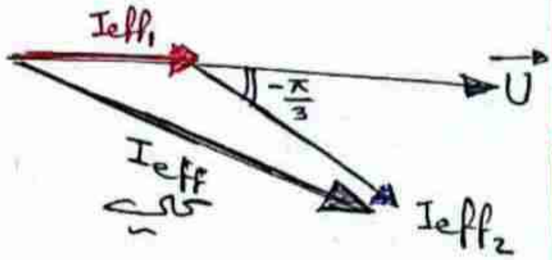
$$\Rightarrow \boxed{\varphi = \frac{-\pi}{3}} \text{ rad}$$

أ. محمد إدريس

$$\boxed{i_2 = 10\sqrt{2} \cdot \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)}\,A$$

(2) I_{eff} كلي $= ?$ باستخدام فرينل

$\cos\varphi$ كلي $= ?$



مثلث غير قائم ← علاقة الكاشي → علاقة تجيب

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

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

$$= 36 + 100 + 2(6)(10) \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{3} - 0\right)$$

$$= 136 + 120 \cdot \cos\left(\cancel{-\frac{\pi}{3}}\right)$$

ربع رابع ($\cos$ موجب)

$$= 136 + 120 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 136 + 60$$

$$= 196 \Rightarrow I_{eff} \text{ كلي} = \sqrt{196}$$

$$= 14\,A$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

دائماً $\cos\varphi$ بالفرع بحسب منه الاستطاعة

$$P_{avg\,\text{كلي}} = I_{eff\,\text{كلي}} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_{\text{كلي}}$$

$$\cos\varphi_{\text{كلي}} = \frac{P_{avg\,\text{كلي}}}{I_{eff\,\text{كلي}} \cdot U_{eff}}$$

$$\boxed{P_{avg\,\text{كلي}} = P_{avg_1} + P_{avg_2}}$$ تفرع

$$\boxed{P_{avg_1} = I_{eff_1} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_1}$$
$$= 6 \cdot 120 \cdot \underbrace{\cos 0}_{1}$$
$$= 720\ \text{watt}$$

أ. محمد إدريس

$$\Rightarrow P_{avg\,\text{كلي}} = 720 + 600 = 1320\ \text{watt}$$

$$\Rightarrow \cos\varphi_{\text{كلي}} = \frac{1320}{14 \cdot 120} = \frac{132}{14 \cdot 12}$$

$$\cos\varphi = \frac{66}{14 \cdot 6} = \frac{11}{14}$$

ترتيب طلبات كنظام أتمتة

- أحسب الشدة المنتجة الكلية باستخدام إنشاء فرينل
- أحسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة بجملة الفرعين
- أحسب عامل الاستطاعة للدارة

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

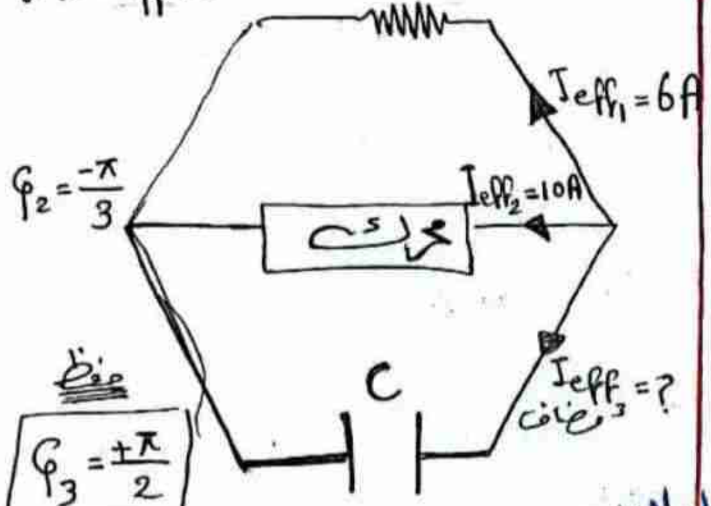
(3)

الشدة الكلية تتفق بالطور مع فرق الجهد

$$\boxed{\varphi_{\text{كلي}} = 0}$$

دارة أصلية = دارة خارجية = دارة كلية

$\varphi_1 = 0$ مقاومة



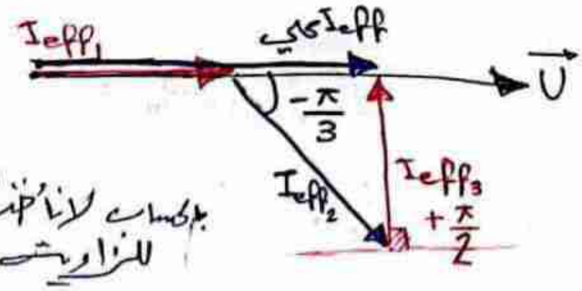
بس نضيف جهاز جديد على التفرع

ويقلك الشدة الكلية على وفاق بالطور مع فرق الجهد $\boxed{\varphi_{\text{كلي}} = 0}$

✓ نرسم إنشاء فرينل لكل الدارة

✓ شعاع التيار المضاف الجديد نرسمه لعند

✓ نحصل على مثلث قائم منه نحسب التيار المضاف



بحساب لأنّ فرق سالب للزاويتين

$$\frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} \quad \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{I_{eff_3}}{10}$$

$$I_{eff_3} = \frac{10\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}\ A$$

$$\boxed{X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}}} = \frac{120}{5\sqrt{3}}\ \Omega$$

$$X_C = \frac{24}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{\omega . C} = \frac{24}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{100\pi . C} = \frac{24}{\sqrt{3}}$$

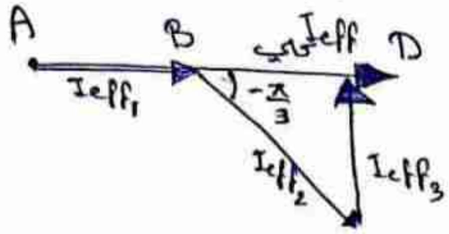
$$\sqrt{3} = 100\pi . C . 24$$

$$C = \frac{\sqrt{3}}{100\pi . 24} = \frac{\sqrt{3}}{2400\pi}\ F$$

أ. محمد إدريس

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2} + \vec{I}_{eff_3}$$

من الرسم نجد



$$I_{eff}\ \text{كلي} = AB + BD$$

$$= I_{eff_1} + BD$$

$$\frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}} \quad \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{BD}{I_{eff_2}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{BD}{I_{eff_2}} \Rightarrow BD = \frac{I_{eff_2}}{2}$$

$$BD = \frac{10}{2} = 5\ A$$

$$\Rightarrow I_{eff}\ \text{كلي} = I_{eff_1} + \frac{I_{eff_2}}{2}$$

$$= 6 + 5$$

$$= 11\ A$$

أ. محمد إدريس

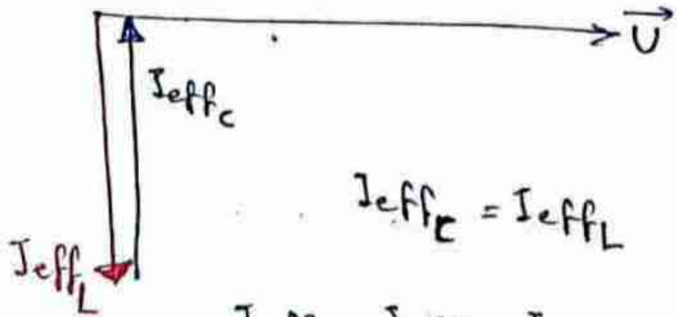
أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

(4) $X_L = ?$

I_{eff} كلي $= 0$ حالة تنقر للدارة

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C} = \vec{0}$$



$$I_{eff_C} = I_{eff_L}$$

$$I_{eff}\text{ كلي} = I_{eff_L} - I_{eff_C} = 0$$

$$\Rightarrow I_{eff_L} = I_{eff_C}$$

$$\frac{\cancel{U_{eff}}}{X_L} = \frac{\cancel{U_{eff}}}{X_C}$$

$$\frac{1}{X_L} = \frac{1}{X_C}$$

نقلب

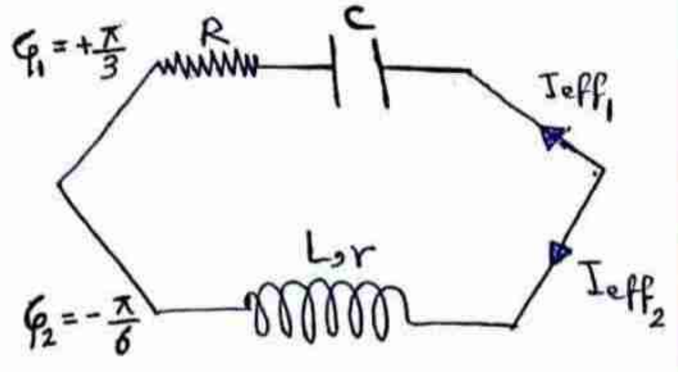
$$X_L = X_C$$

$$\Rightarrow X_L = X_C = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{24}{\sqrt{3}}\ \Omega$$

$$\Rightarrow X_L = \frac{24\sqrt{3}}{3} = 8\sqrt{3}$$

المسألة (24) عاشر تفرع

$$U_{eff} = 100\ \text{volt}$$



$$i_{\text{كلي}} = 20\cos 100\pi t$$

✓ متقدم ← موجب

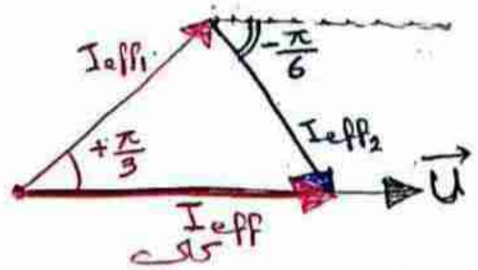
✓ متأخر ← سالب

✓ i كلي على توافق بالطور مع U

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

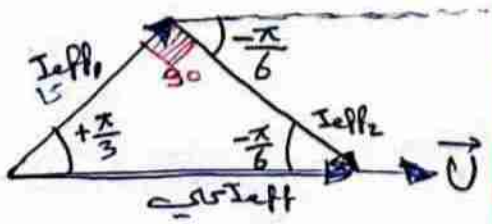
$$\boxed{I_{eff\text{ كلي}} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = \frac{20\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}\,A$$

أ. محمد إدريس



وضعنا

في تبادل داخلي



$$\frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}}\ \cos\frac{\pi}{3} = \frac{I_{eff_1}}{I_{eff}\text{ كلي}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{I_{eff_1}}{10\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow I_{eff_1} = \frac{1\times 10\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2}\ A$$

مقابل / وتر $\sin\frac{\pi}{3} = \frac{I_{eff_2}}{I_{eff}}$ كلي

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{I_{eff_2}}{10\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow I_{eff_2} = \frac{10\sqrt{2}\cdot\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{6}\ A$$

② $R = 10\ \Omega$

ممانعة الفرع الأول $Z_1 = ?$

اتساعية المكثفة $X_c = ?$

للفرع الأول $\boxed{Z_1 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_1}}} = \frac{100}{5\sqrt{2}}$

$$Z_1 = \frac{20}{\sqrt{2}} = \frac{20\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}\ \Omega$$

$$\boxed{Z_1 = \sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

نربع

$$Z_1^2 = R^2 + X_c^2$$

$$Z_1^2 - R^2 = X_c^2$$

جذر

$$\sqrt{Z_1^2 - R^2} = X_c$$

$$\sqrt{200 - 100} = X_c$$

$$\sqrt{100} = X_c$$

$$\boxed{10 = X_c}\ \Omega$$

★ إضافي أحسب C

$$\boxed{X_c = \frac{1}{\omega . C}} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega . X_c}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{100\pi\cdot 10} = \frac{1}{1000\pi}\ F$$

③ عدلوا الطلب #

ردية الوشيعة بالفرع الثاني $= \frac{10}{\sqrt{6}}\ \Omega$

أحسب مقاومة الوشيعة $r = ?$

الوشيعة التي لها مقاومة $\boxed{Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}}$

نربع

$$Z_2^2 = r^2 + X_L^2$$

$$Z_2^2 - X_L^2 = r^2$$

جذر

$$\sqrt{Z_2^2 - X_L^2} = r^2$$

$$\boxed{Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}} = \frac{100}{5\sqrt{6}} = \frac{20}{\sqrt{6}}\ \Omega$$

$$\sqrt{\frac{400}{6} - \frac{100}{6}} = r^2$$

$\sqrt{\frac{300}{6}} = r^2$

$\sqrt{\frac{150}{3}} = r^2$

$\sqrt{50} = r^2$

$\boxed{50 = r}\ \Omega$

المسألة (25) عاقع : قوّة

$u = 100\sqrt{2}.\cos 100\pi t$

① $\boxed{U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100\ V$

$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi}} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\ HZ$

② $R = 50\Omega$

$\boxed{I_R = I_{max_R}.\cos(\omega t + \varphi_R)}$

$\varphi_R = 0\ rad$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

$\boxed{I_{max R} = I_{eff_R}.\sqrt{2}}$

$\boxed{I_{eff_R} = \frac{U_{eff}}{R}} = \frac{100}{50} = 2\ A$

$\Rightarrow I_{max R} = 2\sqrt{2}\ A$

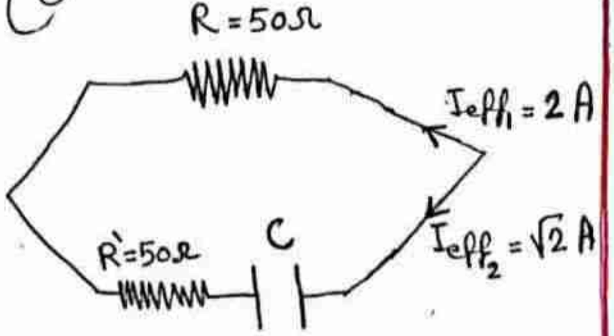
طريقة ثانية لـ I_{max_R}

$\boxed{I_{max R} = \frac{U_{max}}{R}} = \frac{100\sqrt{2}}{50} = 2\sqrt{2}\ A$

أ. محمد إدريس

$\boxed{I_R = 2\sqrt{2}.\cos 100\pi t}\ A$

③ تفرّع



تابع الشدة للفرع الثاني

$\boxed{I_2 = I_{max_2}.\cos(\omega t + \varphi_2)}$

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

$= \sqrt{2}.\sqrt{2} = 2\ A$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

تعيين φ_2 : نحسب عامل الاستطاعة من رمز $\cos\varphi_2$

(نستخدم رمز بالتسلسل وأجزاء التفرع)

$\Rightarrow \boxed{\cos\varphi_2 = \frac{R'}{Z_2}}$

نحسب Z_2 من المثلث الذهبي

$\boxed{Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{2}$

$Z_2 = 50\sqrt{2}\ \Omega$

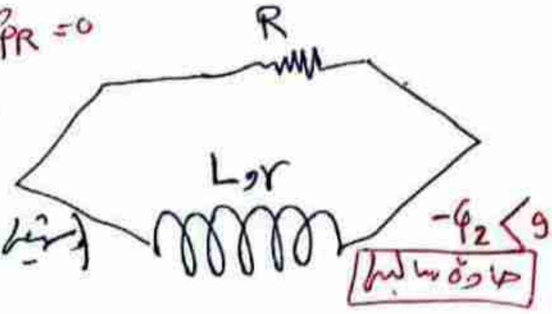
$\Rightarrow \cos\varphi_2 = \frac{R'}{Z_2} = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

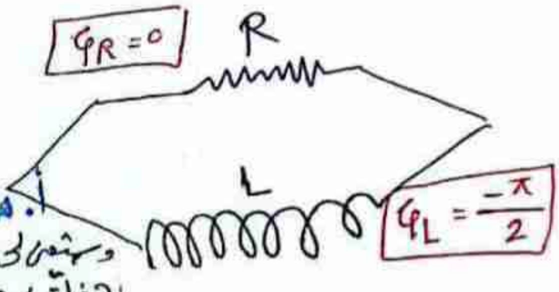
نأخذ لأن المكثفة تقدّم I عن U

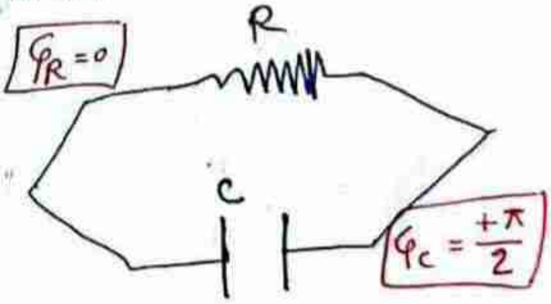
$\Rightarrow \boxed{\varphi_2 = +\frac{\pi}{4}}\ rad$

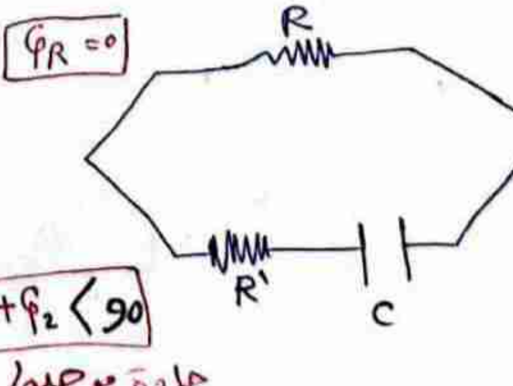
$$\boxed{I_2 = 2 \cdot \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)} \text{ A}$$

ملاحظة هامة









✓ انتهت الملاحظة

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

حساب سعة المكثف C

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

$$\boxed{Z_2 = \sqrt{R'^2 + X_C^2}}$$

نربع

$$Z_2^2 = R'^2 + X_C^2$$

$$Z_2^2 - R'^2 = X_C^2$$

نجذر

$$\sqrt{Z_2^2 - R'^2} = X_C$$

$$\sqrt{(50\sqrt{2})^2 - (50)^2} = X_C$$

$$\sqrt{5000 - 2500} = X_C$$

$$\sqrt{2500} = X_C \Rightarrow \boxed{X_C = 50}$$

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

$$\Rightarrow C = \frac{1}{100\pi \cdot 50} = \frac{1}{5000\pi} \text{ F}$$

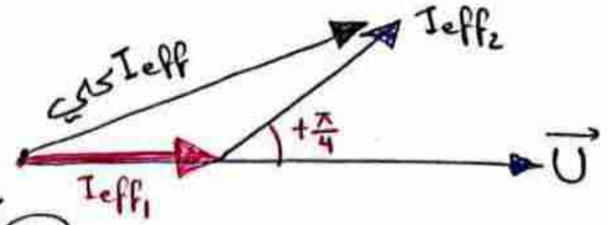
(4) الشدة المنتجة للدارة الأصلية باستخدام فرينل

لدينا $\varphi_1 = 0$ مقاومة

$$\varphi_2 = +\frac{\pi}{4}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس



مثلث غير قائم ← علاقة شعاعيا

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

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

$$= 4 + 2 + 2(2)(\sqrt{2}) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{4} - 0\right)$$

$$= 6 + 4\sqrt{2} \cdot \cos\frac{\pi}{4}$$

$$I_{eff}^2 = 6 + 4\sqrt{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff}^2 = 6 + 4$$

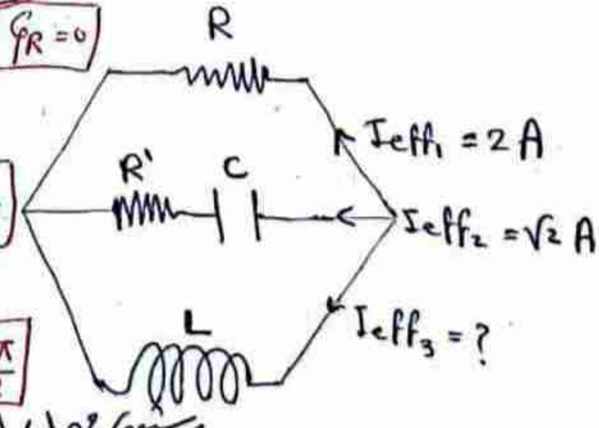
$$I_{eff}^2 = 10 \Rightarrow \boxed{\underset{\text{كلي}}{I_{eff}} = \sqrt{10}}\ A$$

(5)

$\boxed{\varphi_R = 0}$

$\boxed{\varphi_2 = \frac{\pi}{4}}$

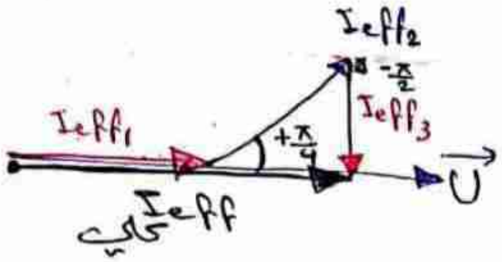
$\boxed{\varphi_3 = \frac{-\pi}{2}}$



وشيعة مهملة المقاومة

✓ نحسب I_{eff_3} نرسم فرينل للدارة

أ. محمد إدريس



I_{eff_3} حيث رسمنا لأن الشدة على توافق مع فرق الكمون

$$\frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} \quad \sin\frac{\pi}{4} = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{I_{eff_3}}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{1 = I_{eff_3}}\ A$$

$\boxed{X_L}$ نحسب من L

$$\boxed{X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}}} = \frac{100}{1} = 100\,\Omega$$

$$\boxed{X_L = \omega \cdot L}$$

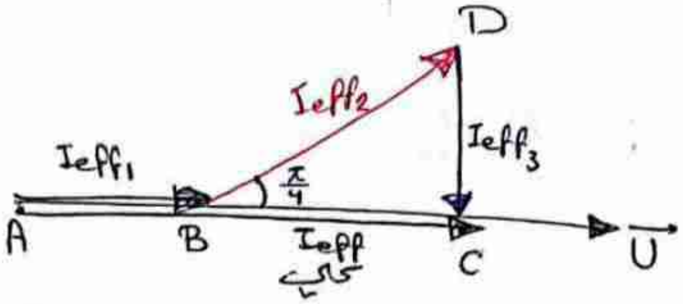
$$100 = 100\pi \cdot L$$

$$1 = \pi \cdot L \Rightarrow \boxed{L = \frac{1}{\pi}}\ H$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

حساب الشدة المنتجة الأصلية للتيار



$$\boxed{I_{eff\,\text{كلي}} = AB+BC}$$

$$AB = I_{eff_1} = 2A$$

BCD مثلث متساوي الساقين

$$\Rightarrow BC = DC = I_{eff_3} = 1\,A$$

أ. محمد إدريس

$$\Rightarrow I_{eff\,\text{كلي}} = AB+BC = 2+1 = 3\,A$$

طريقة ثانية لـ BC

$$\boxed{BC = \text{وتر}\cdot\cos 45} = I_{eff_2}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} = 1$$

هو ضلع مجاور

$\boxed{\text{وتر}\cdot\cos = \text{المجاور}}$

$\boxed{\text{وتر}\cdot\sin = \text{المقابل}}$

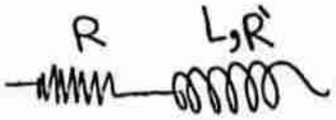
قاعدة

$$\Rightarrow I_{eff\,\text{كلي}} = I_{eff_1}+BC = 2+1 = 3\,A$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

المسألة (26) عاشقة



$X_L = 30\,\Omega$

$\cos\varphi_2 = 0{,}8 = 8.10^{-1}$

$$\boxed{I = 3\sqrt{2}\,.\cos(100\pi t)}$$

1) $\boxed{I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 3\,A$

$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi}} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\,HZ$

2) للوشيعة $\boxed{\cos\varphi_2 = \frac{R'}{Z_2}}$

$$\Rightarrow Z_2 = \frac{R'}{\cos\varphi_2}$$

$$\boxed{Z_2 = \sqrt{R'^2 + X_L^2}}$$

قاعدة

بالمطابقة

$$\Rightarrow \sqrt{R'^2+X_L^2} = \frac{R'}{\cos\varphi_2}$$

ن . ت

$$R'^2 + X_L^2 = \frac{R'^2}{\cos^2\varphi_2}$$

$$R'^2 + 900 = \frac{R'^2}{64.10^{-2}}$$

$$\Rightarrow 64.10^{-2}(R'^2+900) = R'^2$$

$$64.10^{-2}.R'^2 + 64.10^{-2}.900 = R'^2$$

أ. محمد إدريس

$$64\cdot10^{-2}\cdot900 = R'^2 - 64\cdot10^{-2}\cdot R'^2$$

$$64\cdot9 = R'^2 - \frac{64}{100}R'^2$$

$$576 = \frac{100}{100}R'^2 - \frac{64}{100}R'^2$$

$$576 = \frac{36}{100}R'^2$$

$$R'^2 = \frac{576}{\frac{36}{100}} \Rightarrow R' = \sqrt{\frac{576}{\frac{36}{100}}}$$

$$\Rightarrow R' = \frac{24}{\frac{6}{10}} = 24\times\frac{10}{6}$$

576	2
288	2
144	2
72	2
36	2
18	2
9	3
3	3
1	

$$R' = 4\times10 = 40\,\Omega$$

أ. محمد إدريس

مانعة الوشيعة Z_2

$$\boxed{Z_2 = \sqrt{R'^2 + X_L^2}}$$

$$= \sqrt{1600+900}$$

$$= \sqrt{2500} = 50\,\Omega$$

طريقة ثانية للمانعة Z_2

$$\cos\varphi_2 = \frac{8}{10}$$

$$\cos\varphi = \frac{R'}{Z_2}$$

$$\frac{8}{10} = \frac{40}{Z_2} \Rightarrow Z_2 = \frac{400}{8}$$

$$Z_2 = 50\,\Omega$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

(3) $U_{eff_1} = \frac{1}{2}U_{eff_2}$

مقاومة ، وشيعة

(a) $R\cdot \cancel{I_{eff}} = \frac{1}{2}\cdot Z_2\cdot \cancel{I_{eff}}$

بالتسلسل لانهم نفس التيار

$$R = \frac{1}{2}\cdot Z_2 = \frac{1}{2}\cdot 50 = 25\,\Omega$$

(b) $\boxed{P_{avg_1} = R\cdot I_{eff}^2}$

$$= 25\cdot9 = 225\text{ watt}$$

$\boxed{P_{avg_2} = R'\cdot I_{eff}^2}$ وشيعة ، إضافي

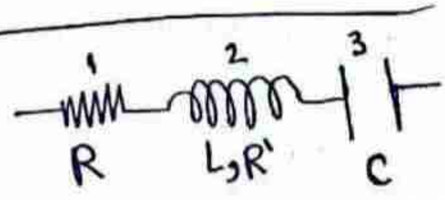
$$= 40\cdot9 = 360\text{ watt}$$

$\boxed{P_{avg} = (R+R')\cdot I_{eff}^2}$ كلي

$$= (25+40)\cdot9$$

$$= 65\cdot9 = 585\text{ watt}$$

(4)



تبقى شدة التيار نفسها

$$Z_{\text{قبل الإضافة}} = Z_{\text{بعد الإضافة}}$$

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

نربع

$$(R+R')^2+X_L^2 = (R+R')^2+(X_L-X_C)^2$$

أ. محمد إدريس

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

نجذر الطرفين

إما

$$X_L = X_L - X_C$$

$$X_L - X_L = -X_C$$

$$0 = -X_C$$

$$\boxed{0 = X_C}$$

مرفوض

$$0 = \frac{1}{\omega.C}$$

$$C \longrightarrow \infty$$

مرفوض

أو

$$X_L = -X_L + X_C$$

$$X_L + X_L = X_C$$

$$2X_L = X_C$$

$$2.X_L = \frac{1}{\omega.C}$$

$$C = \frac{1}{\omega.2X_L}$$

$$C = \frac{1}{100\pi.2.30}$$

$$C = \frac{1}{6000\pi}\ F$$

(5) نجعل الشدة على توافق مع التوتر

تجاوب (طنين)

$$\boxed{X_L = X_C}$$

$$X_L = \frac{1}{\omega.C_{eq}}$$

نشل C_{eq} $\Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{\omega.X_L}$

$$\Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{100\pi.30} = \frac{1}{3000\pi}\ F$$

$\boxed{C_{eq} > C}$ ← نضم على التفرع

$$\boxed{C_{eq} = C + C'}$$

$$C_{eq} - C = C'$$

$$\frac{1}{3000\pi} - \frac{1}{6000\pi} = C'$$

×2

$$\frac{2}{6000\pi} - \frac{1}{6000\pi} = C'$$

$$\boxed{\frac{1}{6000\pi} = C'}$$

F فاراد

أ. محمد إدريس

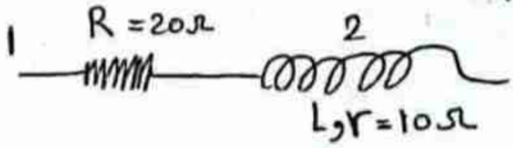
المسألة (27) عامّة قويّة

$U_{eff} = 40\sqrt{3}$ Volt

$f = 50\,Hz \Rightarrow \boxed{\omega = 2\pi f}$

$= 2\pi.50$

$= 100\pi\ rad.s^{-1}$



$Z_2 = 20\,\Omega$

حساب الممانعة الكلية للدارة

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

نحسب X_L من Z_2

$$\boxed{Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}}$$

أ. محمد إدريس

$$\text{للدارة (رزات الدارة)}\ \boxed{\cos\varphi = \frac{R+r}{\underset{\text{كلي}}{Z}}} = \frac{30}{20\sqrt{3}}$$

$$\cos\varphi = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

(3) $\underset{\text{زمن}}{\Delta t} = 10\,min = 10\times 60 = 600\,sec$

$$\boxed{\text{الطاقة} = \text{الاستطاعة} \times \text{الزمن}}$$

$$Q_1 = P_{avg_1} \times \Delta t$$

$$Q_1 = 80 \times 600 = 48000\ J$$

تابع التوتر عند المقاومة

$$\boxed{U_1 = U_{max_1}\cdot \cos(\omega t + \varphi_1)}$$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

حفظ $\boxed{\varphi_1 = \varphi_R = 0}$ rad

$$\boxed{U_{max_1} = U_{eff_1}\cdot\sqrt{2}}$$

$U_{max_1} = 40\sqrt{2}$ volt

$$\boxed{U_{eff_1} = R\cdot I_{eff}}$$

$= 20 \cdot 2$

$= 40\,V$

$$\Rightarrow \boxed{U_1 = 40\sqrt{2}\cdot\cos(100\pi t)}\ \text{volt}$$

أ. محمد إدريس

نربع الطرفين

$$Z_2^2 = r^2 + X_L^2$$

$$Z_2^2 - r^2 = X_L^2$$

$$400 - 100 = X_L^2$$

$$\boxed{300 = X_L^2}\ \Omega^2$$

نعوض

$$\Rightarrow \underset{\text{كلية}}{Z} = \sqrt{(10+20)^2 + 300}$$

$$= \sqrt{900 + 300}$$

$$= \sqrt{1200}$$

$$= \sqrt{400\times 3}$$

$$= 20\sqrt{3}\ \Omega$$

حساب الشدة المنتجة

أ. محمد إدريس

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

$$= \frac{40\sqrt{3}}{20\sqrt{3}} = 2\ A$$

(2) $$\boxed{\underset{\text{مقاومة}}{P_{avg_1}} = R\cdot I_{eff}^2}$$

$= 20 \cdot 4 = 80$ watt

$$\boxed{\text{وشيعة}\ P_{avg_2} = r\cdot I_{eff}^2}$$

$= 10 \cdot 4 = 40$ watt

$$\boxed{\text{كلية}\ P_{avg} = (R+r)\cdot I_{eff}^2}$$

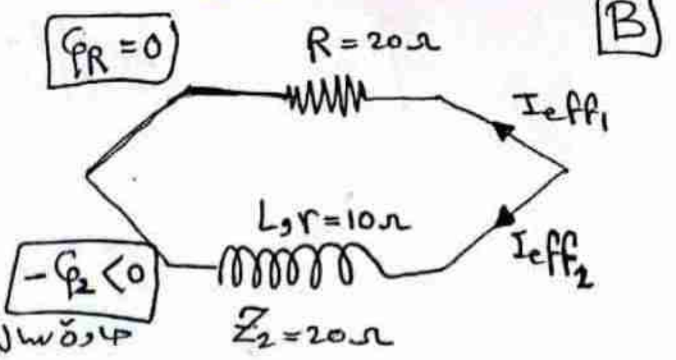
$= (20+10)\cdot 4$

$= 120$ watt

أ. محمد إدريس

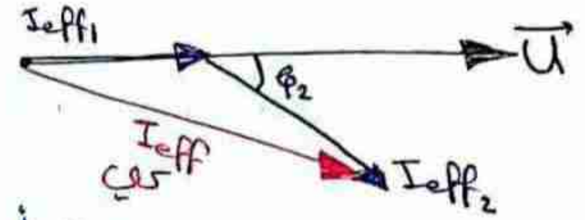
أ. محمد إدريس

B



✓ وتنبيه للاستاذ عم φ جاءت سالبة

(1)



علاقة شعاعية ← علاقة تجيبية

أ. محمد إدريس

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

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

$\boxed{\varphi_1 = 0}$ rad

✓ φ_2 من رمز الوشيعة

$$\boxed{\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2}}$$

جاءة سالبة

$$= \frac{10}{20} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}} \text{ rad}$$

$$\boxed{I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R}} = \frac{40\sqrt{3}}{20} = 2\sqrt{3} \text{ A}$$

$$\boxed{I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{Z_2}} = \frac{40\sqrt{3}}{20} = 2\sqrt{3} \text{ A}$$

نعوض بالتجيب

$$I^2_{eff} = 12 + 12 + 2(2\sqrt{3})(2\sqrt{3}) \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{3} - 0\right)$$

$$I^2_{eff} = 24 + 24 \cdot \cos\left(\frac{-\pi}{3}\right) \xrightarrow{} \frac{1}{2}$$

ربع رابع cos موجب

$$I^2_{eff} = 24 + 24 \cdot \frac{1}{2}$$

$$I^2_{eff\,\text{كلي}} = 24 + 12 = 36$$

$$\Rightarrow I_{eff\,\text{كلي}} = \sqrt{36} = 6 \text{ A}$$

(2)

$$\boxed{P_{avg\,\text{كلي}} = P_{avg_1} + P_{avg_2}}$$

نفرع

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

$$= 2\sqrt{3} \cdot 40\sqrt{3} \cdot \cos 0 \to 1$$

$$= 80 \cdot 3 = 240 \text{ watt}$$

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

$$= 2\sqrt{3} \cdot 40\sqrt{3} \cdot \cos\left(\frac{-\pi}{3}\right) \to \frac{1}{2}$$

$$= 80 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 40 \cdot 3 = 120 \text{ watt}$$

$$\Rightarrow P_{avg\,\text{كلي}} = 240 + 120 = 360 \text{ watt}$$

طريقة ثانية

$$\boxed{\begin{gathered} P_{avg\,\text{كلي}} = P_{avg_1} + P_{avg_2} \\ P_{avg\,\text{كلي}} = R \cdot I^2_{eff_1} + r \cdot I^2_{eff_2} \end{gathered}}$$

$$= 20 \cdot 12 + 10 \cdot 12$$

$$= 240 + 120 = 360 \text{ watt}$$

عامل الاستطاعة بالفرع الكلي

$$P_{avg\,كلي} = I_{eff\,كلي} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_{للدارة}$$

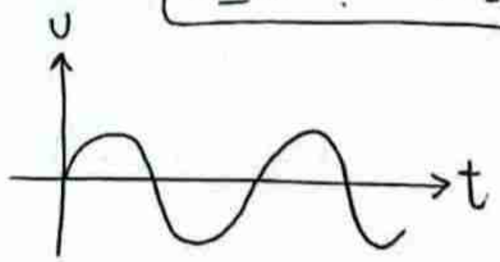
$$\cos\varphi_{الدارة} = \frac{P_{avg\,كلي}}{I_{eff\,كلي} \cdot U_{eff}} = \frac{360}{6 \cdot 40\sqrt{3}}$$

$$\cos\varphi_{الدارة} = \frac{6}{4\sqrt{3}} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{3\sqrt{3}}{2 \cdot 3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

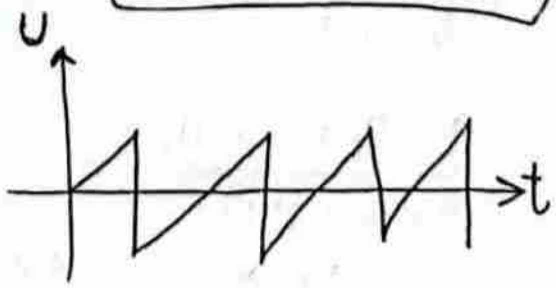
سؤال: ما هو التيار المتناوب وما أنواعه موضحاً بالرسم ؟

هو التيار الذي تتغير شدته وجهته مع الزمن بشكل دوري

(I) تيار متناوب جيبي



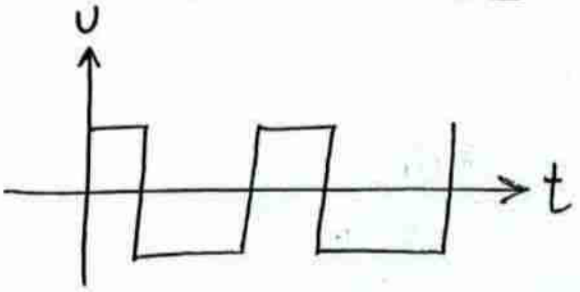
(II) تيار متناوب منشاري



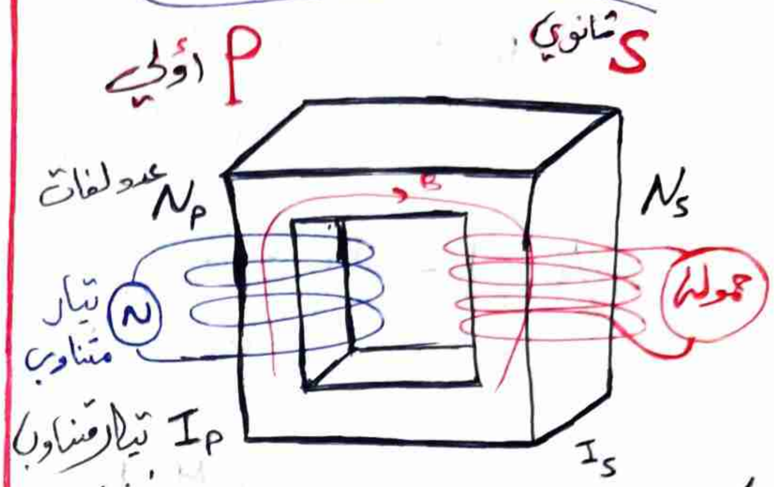
أ. محمد إدريس

(III) تيار متناوب مثلثي

(IV) تيار متناوب مربعي



المحولة الكهربائية



✓ المحولة: جهاز يقوم على رفع أو خفض التوتر والشدة المنتجة دون تغير الاستطاعة المنقولة. بالاعتماد على التحريض الكهرطيسي

✓ U_p توتر متناوب ← I_p تيار متناوب ← B متغير

$$B_{\text{وشيعة}} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\ell}$$

✓ معادلة المحولة (نسبة التحويل)

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_s}{U_p}$$

$$\boxed{U_s = \frac{N_s \cdot U_p}{N_p}}$$

✓ بفرض $N_p = 50$ $N_s = 100$ $U_p = 200V$

$$\Rightarrow U_s = \frac{100 \times 200}{50} = 400 \text{ Volt}$$

U_s خروج $>$ U_p دخول

← محولة رافعة للجهد للتوتر

✓ $N_p = 100$ $N_s = 50$ $U_p = 200V$

$$\Rightarrow U_s = \frac{50 \times 200}{100} = 100$$

U_s خروج ثانوي $<$ U_p دخول أولي

← محولة خافضة للجهد (التوتر)

✓ $\mu > 1$ محولة رافعة للجهد

$\mu < 1$ محولة خافضة للجهد

✓ الطاقة ثانوي = الطاقة أولي

الزمن × الاستطاعة = الزمن × الاستطاعة

$$P_p \times \cancel{t} = P_s \times \cancel{t}$$

$$P_p = P_s$$

التوتر × التيار = التوتر × التيار

$$I_p \times U_p = I_s \times U_s$$

$$\frac{U_s}{U_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

$$\boxed{\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_s}{U_p} = \frac{I_p}{I_s}}$$

✓ $U = R \cdot I$

U و I طردي

U و I عكسي إلا في المحولة

أ. محمد إدريس

$$\Rightarrow \mu = 1 - \frac{R_p \cdot I_{eff_p}^2}{I_{eff_p} \cdot U_{eff_p}}$$

$$\mu_{\text{المردود}} = 1 - \frac{R_p \cdot I_{eff}}{U_{eff_p}}$$

$\mu_{\text{المردود}} = 1 \Rightarrow$ محولة مثالية

نكبّر التوتر U_{eff_p}

نقلّل المقاومة R_p (استخدام أسلاك ذات مقاطع عريضة)

#مكلف جداً

ملاحظات المسائل

① نسبة التحويل

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_s}{U_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

✓ المحولة رافعة للتوتر خافضة للتيار

$\Leftarrow$ البسط أكبر من المقام $\mu > 1$

$N_s > N_p \qquad U_s > U_p$

✓ المحولة خافضة للتوتر رافعة للتيار

$\mu < 1 \qquad U_s < U_p$

$N_s < N_p$

أ. محمد إدريس

مثال: $U_p = 200\,V$ $N_s = 100$ $I_s = 10\,A$

$N_p = 50$

$$\Rightarrow U_s = U_p \cdot \frac{N_s}{N_p} = 200 \cdot \frac{100}{50} = 400\,V$$

$U_s > U_p \Leftarrow$ محولة رافعة للتوتر

$$I_p = I_s \cdot \frac{N_s}{N_p} = 10 \cdot \frac{100}{50}$$

$$I_p = 20\,A$$

$I_s < I_p \Leftarrow$ المحولة خافضة للتيار

✓ المحولة الرافعة للتوتر هي خافضة للتيار

المحولة الخافضة للتوتر هي رافعة للتيار

أ. محمد إدريس

✓ P_p الاستطاعة بالأولية $= P'$ ضائعة حرارياً $+ P_s$ بالثانوية

$$\Rightarrow \boxed{P_s = P_p - P'}$$

$$\mu_{\text{ايضا (المردود)}} = \frac{P_s}{P_p} = \frac{P_p - P'}{P_p}$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{P_p}{P_p} - \frac{P'}{P_p}$$

$$\mu = 1 - \frac{P'}{P_p}$$

$$P' = R_p \cdot I_{eff_p}^2$$

$$P_p = I_{eff_p} \cdot U_{eff_p}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

✓ تيار [illegible] الثانوية $\boxed{I_{eff_s}}$

$$P_{avg_s} = I_{eff_s} \cdot U_{eff_s}$$

$$\Rightarrow I_{eff_s} = \frac{P_{avg_s}}{U_{eff_s}}$$

من المثلث

$$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R_s}$$

✓ تيار الأولية $\boxed{I_{eff_p}}$

من μ نسبة التحويل

$$\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{N_s}{N_p}$$

✓ الاستطاعة الداخلة

$$P_p = I_p \cdot U_p$$

✓ الاستطاعة المفيدة (الخارجة)

$$P_s = I_{eff_s} \cdot U_{eff_s}$$

سؤال: مما تتألف المحولة؟

الحل: ✓ أولية المحولة: هي وشيعة عدد لفاتها N_p والتوتر المطبق بين طرفيها U_{eff_p} والشدة المنتجة المارة فيها I_{eff_p}

✓ ثانوية المحولة: هي وشيعة عدد لفاتها N_s والتوتر المنتج U_{eff_s} والتيار المنتج المار فيها I_{eff_s}

سؤال: بماذا تختلف وشيعتي المحولة عن بعضهما ثم اكتب قانون نسبة التحويل ومتى تكون المحولة رافعة للكمون ومتى تكون خافضة للكمون؟

الحل: تختلفان بعدد اللفات N

أ. محمد إدريس

ميو $\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$

✓ $\mu > 1$ رافعة للكمون

- $U_{eff_s} > U_{eff_p}$
- $I_{eff_s} < I_{eff_p}$
- $N_s > N_p$

✓ $\mu < 1$ خافضة للكمون

- $U_{eff_s} < U_{eff_p}$
- $I_{eff_s} > U_{eff_p}$
- $N_s < N_p$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال: ما هو مبدأ المحولة؟ وهل تعمل عند تطبيق توتر كهربائي متواصل بين طرفي الثانوية

الحل: ✓ جهاز كهربائي يعتمد على حادثة التحريض الكهرطيسي في تغيير التوتر المنتج والشدة المنتجة للتيار المتناوب دون أن يغير الاستطاعة المنقولة أو التواتر أو شكل الاهتزاز للتيار

✓ لا تعمل عند تطبيق توتر متواصل

سؤال: اشرح آلية عمل المحولة؟

الحل: $\boxed{1}$ نطبق توتر متناوب جيبي بين طرفي الأولية.

$\boxed{2}$ يمر تيار متناوب جيبي فيها.

$\boxed{3}$ يولد حقل مغناطيسي متناوب تنحصر خطوطه ضمن النواة الحديدية ليعبر الثانوية

$\boxed{4}$ فيتولد في الثانوية قوة محركة كهربائية متحرضة تساوي التوتر المتناوب المتحرض بإهمال مقاومة الأسلاك

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$\boxed{5}$ يمر تيار كهربائي متناوب له تواتر تيار الأولية

سؤال: صنّف الاستطاعة الضائعة في المحولة؟

الحل:

- ضائعة حرارياً
  - $P' = P'_p + P'_s$
  - $P'_p = R_p \cdot I^2_{eff_p}$ بالدارة الأولية
  - $P'_s = R_s \cdot I^2_{eff_s}$ بالدارة الثانوية
- ضائعة مغناطيسياً
  (بسبب هروب جزء من خطوط الحقل المغناطيسي خارج النواة الحديدية)

أ. محمد إدريس

سؤال: صنّف الممانعات في المحولة بإهمال مقاومة أسلاك الوشيعة الأولية؟

الحل:

- ممانعة تحريضية بالأولية
- ممانعة تحريضية للوشيعة الثانوية
- ممانعة المقاومة الكهربائية للحمولة الموصولة مع الثانوية

أ. محمد إدريس

سؤال: علل ارتفاع حرارة شاحن الهاتف النقال أثناء عملية الشحن وما الحلول لتحسين كفاءة عمل المحولة

الحل: بسبب ← ضياع جزء من الطاقة الكهربائية حرارياً بفعل جول
← تيارات فوكو التحريضية

التحسين: ← نستخدم أسلاك لف مصنوعة من النحاس ذي المقاومة النوعية الصغيرة لتقليل ضياع الطاقة حرارياً

← نجعل النواة الحديدية من شرائح رقيقة من الحديد اللين معزولة عن بعضها لتقليل أثر فوكو

سؤال: عرف مردود المحولة واستنتج العلاقة المعبرة عنه وكيف نجعله يقترب من الواحد

الحل: المردود: هو النسبة بين الاستطاعة المفيدة والاستطاعة الكلية

إيتا المردود

$$\eta = \frac{P_s}{P_p}$$

P_s استطاعة مفيدة

P_p استطاعة كلية

$$\eta = \frac{P_p - P'}{P_p}$$

P' ضائعة حرارياً

$$\eta = \frac{P_p}{P_p} - \frac{P'}{P_p} = 1 - \frac{P'}{P_p}$$

$$\eta = 1 - \frac{R_p \cdot I_{effp}^2}{I_{effp} \cdot U_{effp}}$$

$$\boxed{\eta = 1 - \frac{R_p \cdot I_{eff}}{U_{effp}}}$$

يقترب المردود من الواحد

← بتصغير المقاومة للأسلاك

أو ← تكبير U_{effp}

ذلك باستخدام محولة رافعة للتوتر عند مركز التوليد ثم خفضه عند الاستخدام

سؤال

عدد بعض من استخدامات المحولة الخافضة للكمون (التوتر)

الحل:
- ✓ شحن بعض الأجهزة الكهربائية
- ✓ عمليات اللحام الكهربائي
- ✓ أفران الصهر
- ✓ ألعاب الأطفال

أختبر نفسي

أولاً: اخترِ الإجابةَ الصَّحيحة:

1. مُحوِّلةٌ كهربائيّةٌ نسبةُ تحويلِها $\mu = 3$، وقيمةُ الشّدَّة المُنتِجة في ثانويتها $I_{eff_s} = 6\text{ A}$، فإنَّ الشّدَّةَ المُنتِجة في أوَّليّتِها:

$I_{eff_p} = 18\text{ A}$ .a $I_{eff_p} = 2\text{ A}$ .b $I_{eff_p} = 9\text{ A}$ .c $I_{eff_p} = 3\text{ A}$ .d

2. مُحوِّلةٌ كهربائيّة قيمةُ التّوتُّر المُنتِج بينَ طرفَي أوليّتها $U_{eff_p} = 20\text{ V}$ و قيمةُ التوتُّر المُنتِج بينَ طرفَي ثانويّتها $U_{eff_s} = 40\text{ V}$ فإنّ نسبةَ تحويلِها μ تُساوي:

2 .a 0.5 .b 20 .c 60 .d

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. لا تُنقَلُ الطّاقةُ الكهربائيّة عبرَ المسافاتِ البعيدةِ بوساطة تيّار مُتواصِل؟
2. تُنقَلُ الطّاقةُ الكهربائيّة بتوتُّرٍ عدةَ آلافٍ من الفولتات ثمَّ تُخفَّض إلى 220 V عندَ الاستهلاك؟
3. تُصنَعُ النّواة في المُحوِّلة من صفائحَ أو قضبانٍ معزولةٍ من الحديدِ اللّين؟

ثالثاً: حُلَّ المسائلَ الآتية:

المسألة الأولى:

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

المطلوب:

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

المسألة الثانية:

مولّدُ تيّارٍ كهربائيّ مُتناوِب جيبي، يُعطي تيّاراً وتوتُّراً فعالَين، قيمتُهما $I_{eff} = 10\text{ A}$، $U_{eff} = 400\text{ V}$، يتمُّ رفعُ هذا التّوتُّر بوساطة مُحوّلة كهربائيّة مثاليّة إلى (4500 V)، ويتمُّ نقلُه بعدَ ذلك مسافةً بعيدةً بوساطة خطّ نقلٍ مُقاوَمتُه الكليّة $(30\,\Omega)$. **المطلوب:**

1. احسب النّسبةَ المئوية للاستطاعةِ الضّائعة في خطّ النّقل في هذه الحالة.
2. احسب ما النّسبةُ المئوية للاستطاعةِ الضّائعة في خطّ النّقلِ في حالِ عدمِ رفعِ التّوتُّر؟
3. إذا تمّ تبديل خطّ النّقل بحيثُ تنخفضُ مُقاوَمتُه إلى $(5\,\Omega)$، احسبِ الاستطاعةَ الضّائعة في خطّ النّقل حينَ يمرّ فيه تيّارٌ مقدارُه (0.89 A).

6

المسالة الثالثة:

يبلغُ عددُ لفّاتِ أوّليّة مُحوّلة 3750 لفّة، وعددُ لفّات ثانويّتها 125 لفّة، نطبّقُ بينَ طرفَي الأولية توتّراً مُنتجاً $U_{eff_p} = 3000\text{ V}$، ونربطُ بينَ طرفَي الثانويّة دارةً تحوي على التّفرُّع:

- مُقاوَمةٌ صرفٌ، الاستطاعةُ المُستهلَكة فيها $P_{avg_1} = 1000\text{ W}$
- وشيعةٌ لها مُقاوَمة أومية، الاستطاعة المُستهلَكة فيها $P_{avg_2} = 1000\text{ W}$، يمرّ فيها تيّارٌ يتأخّرُ بالطّور عن التّوتّرِ المُطبّق بمقدارِ $\frac{\pi}{3}\text{ rad}$

المطلوب حساب:

1. قيمةِ الشّدّة المُنتِجة للتيّار المارّ في المُقاوَمة.
2. قيمة الشّدّة المُنتِجة للتيّار المارّ في الوشيعة.
3. قيمةِ الشّدّة المُنتِجة للتيّار المارّ في ثانوية المُحوّلة.
4. الشّدّةِ المُنتِجة للتيّار المار في الدّارة الأولية للمُحوّلة.

المسالة الرّابعة:

يبلغُ عددُ لفات وشيعة أوليّة مُحوّلة 125 لفة، وفي ثانويتِها 375 لفة. نطبقُ بينَ طرفَي الدّارة الأوّلية فرق كمونٍ مُنتجٍ قيمتُه 10 V، ونصلُ طرفَي الثّانوية بمُقاوَمةٍ صرفٍ R مغموسةٍ في مسعرٍ يحوي 600 g من الماء مُعادلُه المائيّ مُهمَلٌ، فترتفعُ حرارتُه 2.14°C خلالَ دقيقةٍ واحدة.

المطلوب:

1. احسب قيمةَ المُقاوَمة R.
2. احسب الشّدتَينِ المُنتِجتَين في دارتَي المُحوّلة باعتبارِ مردودِها يُساوي الواحد.
3. نصلُ على التفرُّعِ بينَ طرفَي المُقاوَمة وشيعةً مُهمَلة المُقاوَمة فتصبحُ الشّدّةُ المُنتِجة الكلّيّة في الدّارة الثانوية 5 A

المطلوب حساب:

a. الشّدّة المُنتِجة للتيّار في فرع الوشيعة باستخدام إنشاء فرينل، ثمّ اكتبْ تابعَ الشّدّة اللّحظيّة.

b. ذاتيّة الوشيعة.

c. الاستطاعة المُتوسّطة في جملة الفرعَين.

تفكير ناقد

عمليّاً يوجدُ حدٌّ أعلى للتوتّرات التي يمكنُ نقلُها عبرَ خطوطِ التوتّر، فما العواملُ التي تمنعُ من تجاوزِ هذا الحدّ في خطوطِ النّقلِ البعيدِ للطّاقة الكهربائيّة؟

أبحث أكثر

يعتمدُ عملُ العديدِ من الأجهزةِ الكهربائيّةِ على المُحوّلات، ابحثْ في مكتبةِ المدرسة، وفي الشّابكة عن أنواعِ المُحوّلات واستخداماتِ كلٍّ منها.

حل اختبر نفسي

أولاً

① $\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$

$3 = \frac{I_{eff_p}}{6} \Rightarrow I_{eff_p} = 18\,A$

② $\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{40}{20} = 2$

ثانياً

① لأنه لا يمكن رفع التوتر المتواصل باستخدام محولة وبالتالي تضيع الطاقة حرارياً بفعل جول

② تنقل بتوتر عالي للتقليل من الطاقة الضائعة حرارياً بفعل جول ثم تنخفض إلى 220V عند الاستهلاك لتوافق عمل الأجهزة الإلكترونية

③ للإنقاص من تيارات فوكو وبالتالي تحسين مردود المحولة

ثالثاً المسألة الأولى

$N_p = 125$ لفة

$N_s = 375$ لفة

$U_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$

① $\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{375}{125} = 3 > 1$

محولة رافعة للتوتر خافضة للشدة

② $U_{eff_s} = \frac{U_{max\,s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{2} = 120\,V$

$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow U_{eff_p} = \frac{U_{eff_s}}{\mu}$

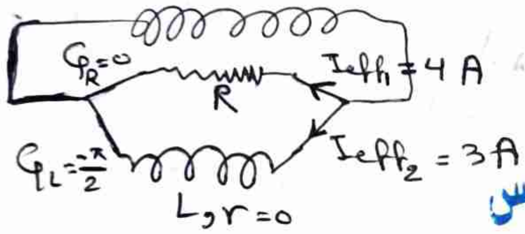
$\Rightarrow U_{eff_p} = \frac{120}{3} = 40\,V$

③ $I_{eff_s} = ?$ $R_s = 30\,\Omega$

$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R_s} = \frac{120}{30} = 4\,A$

④ دارة أولية P

دارة S ثانوية



$X_L = \frac{U_{eff_s}}{I_{eff_2}} = \frac{120}{3} = 40\,\Omega$

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

$I_{max_2} = I_{eff_2}\cdot\sqrt{2} = 3\sqrt{2}\,A$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

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

نعوض

$\boxed{i_2 = 3\sqrt{2}\cdot\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)}$ A

المسائل ② درس

المولد $I_{eff_p} = 10\ A$

$U_{eff_p} = 400\ V$

تم رفعه $U_{eff_s} = 4500\ V$

$R = 30\ \Omega$

① نحسب الاستطاعة الكلية (الداخلية) P

$$P_{avg_p}\text{(كلي)} = I_{eff_p} \cdot U_{eff_p}$$
$$= 10 \times 400$$
$$= 4000\ \text{watt}$$

نحسب تيار الثانوية I_{eff_s}

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$$

$$\frac{4500}{400} = \frac{10}{I_{eff_s}}$$

$$I_{eff_s} = \frac{4000}{4500} = 0{,}89\ A$$

نحسب الاستطاعة الضائعة حرارياً

$$P' = R \cdot I^2_{eff_s}$$
$$= 30 \cdot (0{,}89)^2$$
$$= 24\ \text{watt}$$

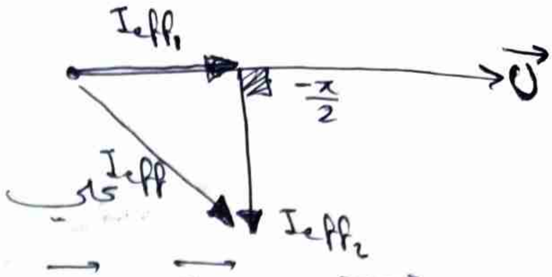
كل 4000 watt ضائع منها 24 watt

كل 100 ضائع منها x

$$x = \frac{100 \times 24}{4000} = \frac{2400}{4000} = 0{,}6\ \%$$

⑨

⑤



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

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

$$I_{eff} = 16 + 9 = 25$$

$$I_{eff}\text{(كلي)} = 5\ A$$

⑥

$$P_{avg}\text{(كلي)} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$$

$$P_{avg_1} = I_{eff_1} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_1$$
$$= 4 \cdot 120 \cdot \cos 0$$
$$= 480\ \text{watt}$$

$$P_{avg_2} = I_{eff_2} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_2$$
$$= 3 \cdot 120 \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)$$
$$= 0\ \text{watt}$$

$$\Rightarrow P_{avg}\text{(كلي)} = 480 + 0 = 480\ \text{watt}$$

$$P_{avg}\text{(كلي)} = I_{eff}\text{(كلي)} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi\text{(كلي)}$$

$$\cos\varphi\text{(كلي)} = \frac{P_{avg}\text{(كلي)}}{I_{eff}\text{(كلي)} \cdot U_{eff}}$$

$$= \frac{480}{5 \cdot 120} = \frac{4}{5}$$

② عدم رفع التوتر ← لم يتغير التيار

$$I_{eff_p} = I_{eff_s} = 10\,A$$

$$P'_{\text{ضائعة}} = R \cdot I_{eff_s}^2$$

$$= 30 \cdot (10)^2 = 3000\,watt$$

كل $4000\,watt$ ضائع منها 3000

كل 100 ضائع منها x

$$x = \frac{100 \times 3000}{4000} = \frac{300}{4}$$

$$x = 75\,\%$$

③ $R = 5\,\Omega$ $\quad I_{eff} = 0{,}89\,A$

$$P'_{\text{ضائعة}} = R \cdot I_{eff}^2$$

$$= 5 \cdot (0{,}89)^2$$

$$= 4\,watt$$

كل $4000\,watt$ ضائع منها 4

كل 100 ضائع منها x

$$x = \frac{4 \times 100}{4000} = \frac{4}{40} = \frac{1}{10}$$

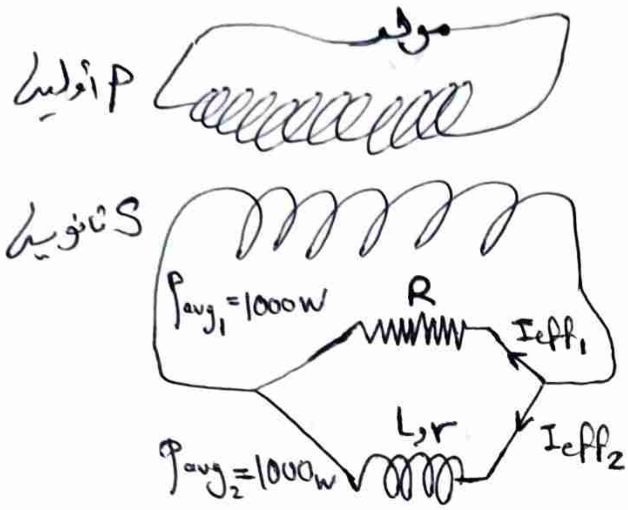
$$\Rightarrow x = 0{,}1\,\%$$

المسائل ③ درس

$N_p = 3750$ لفة

$N_s = 125$ لفة

$U_{eff_p} = 3000\ Volt$



$\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}\,rad$ تأخر

① $I_{eff_1} = ?$

② $I_{eff_2} = ?$

③ $I_{eff_s} = ?$

④ $I_{eff_p} = ?$

① ✓ نحسب U_{eff_s} من نسبة التحويل

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}}$$

$$\frac{125}{3750} = \frac{U_{eff_s}}{3000}$$

$$U_{eff_s} = 100\ Volt$$

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

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

$$I_{eff_1} = \frac{1000}{100 \cdot \cos(0)} = 10\,A$$

(2)

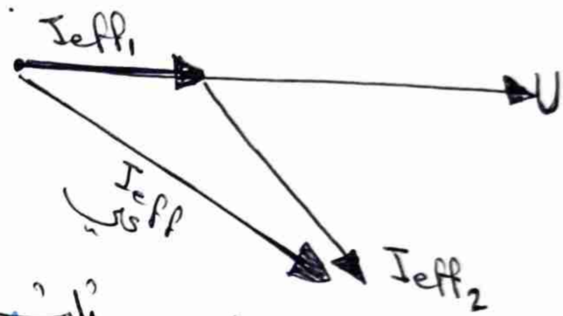
$$P_{avg_2} = I_{eff_2} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_2$$

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

$$I_{eff_2} = \frac{1000}{100 \cdot \cos(-\frac{\pi}{3})}$$

$$I_{eff_2} = \frac{10}{\frac{1}{2}} = 20\ A$$

(3)



مثلث غير قائم → علاقة [illegible] → علاقة تجب

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

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

$$= 100 + 400 + 2(10)(20) \cdot \cos(-\frac{\pi}{3} - 0)$$

$$= 500 + 400 \cdot \cos(-\frac{\pi}{3})$$

$$= 500 + 200 = 700$$

$$I_{eff_{كلي}} = \sqrt{700} = 10\sqrt{7}\ A$$

$I_{eff_{كلي}} = I_{eff_s}$ ونفرض,

(4)

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

$$\frac{100}{3000} = \frac{I_{eff_P}}{10\sqrt{7}}$$

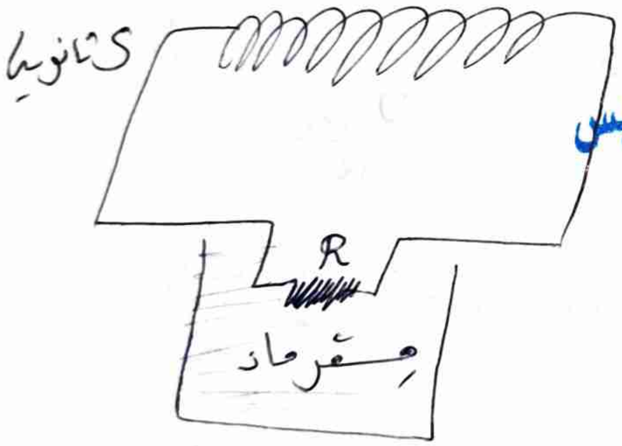
$$I_{eff_P} = \frac{\sqrt{7}}{3}\ A$$

المسألة (4) درس

$N_P = 125$ لفة

$N_S = 375$ لفة

$U_{eff_P} = 10\ V$



زمن $t = 1\,min = 60$ second

كتلة $m = 600 \times 10^{-3}\ kg$

درجة الحرارة $\Delta t = 2,14\ C°$

الحرارة الكتلية للماء $C = 4200\ J \cdot kg^{-1} \cdot C^{-1}$

1) $R = ?$

2) $I_{eff_P} = ?$ $I_{eff_S} = ?$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}}$$

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

$$\Rightarrow \boxed{U_{eff_s} = 30}\ \text{Volt}$$

ان الطاقة الحرارية المنتشرة عن المقاومة بالدارة الثانوية خلال زمن t = الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء في المسعر خلال زمن t

$$\underbrace{m}_{\text{كتلة}} . \underbrace{C}_{\text{حرارة كتلية}} . \underbrace{\Delta t}_{\text{تغير درجة الحرارة}} = \underbrace{P_s}_{\text{استطاعة الثانوية}} . \underbrace{t}_{\text{زمن}}$$

$$m.C.\Delta t = R.I^2_{eff_s}.t$$

$$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R}$$

$$m.C.\Delta t = R.\frac{U^2_{eff_s}}{R^2}.t$$

$$m.C.\Delta t = \frac{U^2_{eff_s}}{R}.t$$

نعزل R

$$\Rightarrow R = \frac{U^2_{eff_s}.t}{m.C.\Delta t}$$

$$R = \frac{900 \times 60}{600 \times 10^{-3} \times 4200 \times 2{,}14}$$

$$R = 10\ \Omega$$

(2)

$$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R}$$

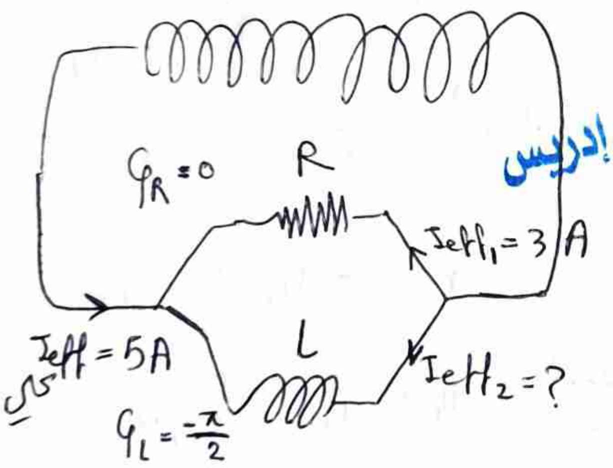
$$I_{eff_s} = \frac{30}{10} = 3\ A$$

$$\frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$$

$$\frac{30}{10} = \frac{I_{eff_p}}{3}$$

$$\boxed{I_{eff_p} = 9\ A}$$

(3)

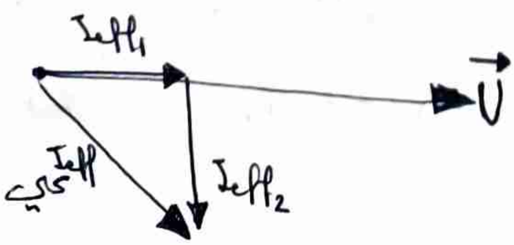


a) $I_{eff_2} = ?$ ، $i_2 = ?$ ت.ز

b) $L = ?$

c) $P_{avg} = ?$ على الزمن

(a)



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

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

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

$$I^2_{eff_2} = 16 \Rightarrow I_{eff_2} = 4\ A$$

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

$$\boxed{I_{max_2} = I_{eff_2} \cdot \sqrt{2}} = 4\sqrt{2}\ A$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f} = 100\pi\ rad \cdot s^{-1}$$

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

$$\boxed{i_2 = 4\sqrt{2} \cdot \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)}\ A$$

(b)

$$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{30}{4} = \frac{15}{2}\ \Omega \qquad L = ?$$

$$X_L = \omega \cdot L \Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\frac{15}{2}}{100\pi}$$

$$L = \frac{15}{200\pi}\ H$$

(c)

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

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

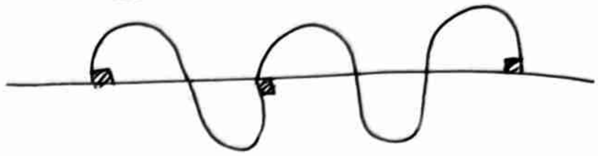
$$= 3 \cdot 30 \cdot \cos(0) + 4 \cdot 30 \cdot \underbrace{\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)}_{0}$$

$$= 90\ watt$$

الأمواج

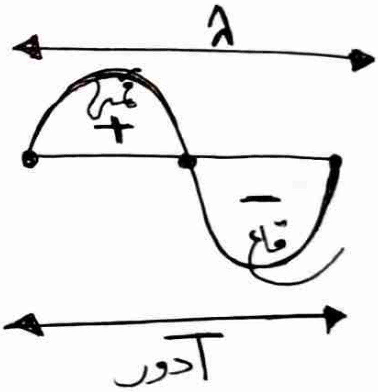
✓ منحى الانتشار يعامد منحى الاهتزاز

$\boxed{\text{موجة عرضية}}$



✓ منحى الانتشار يوازي منحى الاهتزاز

$\boxed{\text{موجة طولية}}$

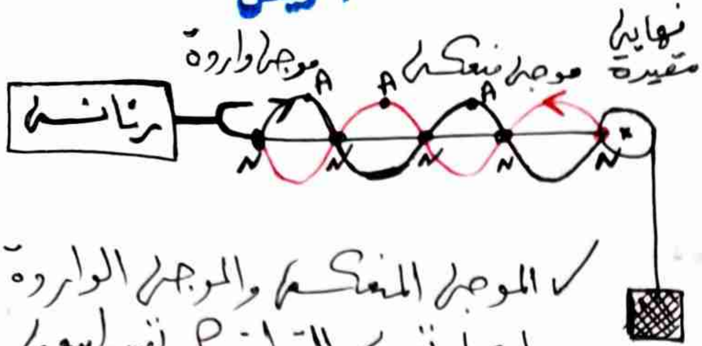


✓ طول الموجة λ : المسافة التي يقطعها الاهتزاز خلال دور كامل

$$\boxed{v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{\frac{1}{f}} = \lambda \cdot f}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

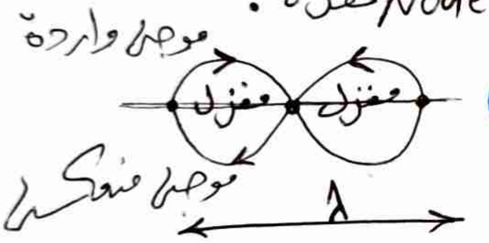


✓ الموجة المنعكسة والموجة الواردة لهما نفس التواتر f ونفس السعة ونفس السرعة

ولكن بجهتين متعاكستين

فرق الطور بينهما تعاكس $\boxed{\varphi = \pi = 180^\circ}$

✓ Node عقدة :



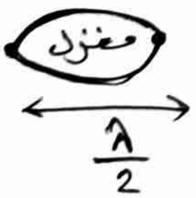
أ. محمد إدريس

✓ العقدة : هي ناتجة عن التقاء موجة واردة مع موجة منعكسة

✓ العقد هي نقاط سعتها معدومة 0

✓ يأتي الاهتزاز على تعاكس دائم

✓ المسافة بين العقد ثابتة وتحصر مغزل



طولها نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2}$

✓ Antinodes البطن :

بطون الاهتزاز

✓ بطون الاهتزاز سعتها عظمى

أ. محمد إدريس

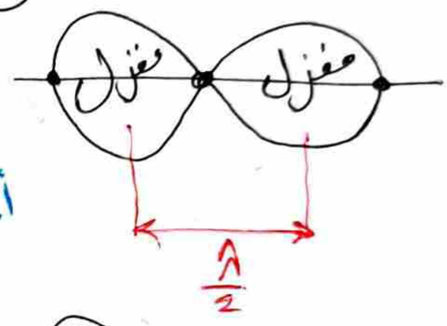
أ. محمد إدريس

✓ البطون يأتيك الاهتزاز على توافق دائم

موجة واردة لحالها تشكل بطن
موجة منعكسة لحالها تشكل بطن

✓ البطون: نقاط تهتز بسعة عظمى يأتيك الاهتزاز على توافق دائم

✓ البعد بين بطنين $\frac{\lambda}{2}$



✓ عقدة - عقدة $\frac{\lambda}{2}$

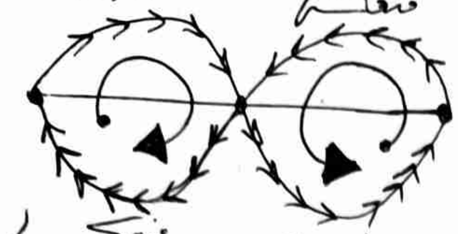
✓ بطن - بطن $\frac{\lambda}{2}$

✓ عقدة - بطن $\frac{\lambda}{4}$

هام

✓ نقاط مغزل واحد تهتز فيما بينها على توافق دائم

هام



✓ نقاط مغزلين متجاورين يهتزان على تعاكس دائم

✓ بما أن نقاط مغزلين متجاورين يهتزان فيما بينهما على تعاكس دائم فإن الموجة وكأنها تتراوح في مكانها فسميت بالمستقرة

✓ عندما تكون الزاوية مقيدة ← فرق الطور $\boxed{\phi=\pi}$ تعاكس

✓ عندما تكون الزاوية طليقة ← فرق الطور $\boxed{\phi=0}$ توافق

أ. محمد إدريس

المعادلة للموجة الواردة $\boxed{y_1(t) = y_{max} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)}$

المعادلة للموجة المنعكسة $\boxed{y_2(t) = y_{max} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi'\right)}$

المطال المحصل $y_n(t) = y_1(t) + y_2(t)$

محصل $y_n = y_{max} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) + y_{max} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi'\right)$

$$y_n(t) = y_{max}\left[\cos\overbrace{\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)}^{\alpha} + \cos\overbrace{\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi'\right)}^{\beta}\right]$$

دستور المثلثات $\cos(\alpha) + \cos(\beta) = 2 \cdot \cos\frac{\alpha - \beta}{2} \cdot \cos\frac{\alpha + \beta}{2}$

أ. محمد إدريس

$$y_n(t) = y_{max} \cdot 2 \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\varphi'}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{-2\pi x}{\lambda} - \frac{\varphi'}{2}\right)$$

$\boxed{\varphi' = \pi} \Rightarrow y_n(t) = 2 \cdot y_{max} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\varphi'}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{-2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2}\right)$

دستور ةاة $\cos(-\theta) = \cos(\theta)$

$$y_n(t) = 2 \cdot y_{max} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\varphi'}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)$$

دستور ةاة $\boxed{-\sin\theta = \cos\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right)}$

$$y_n(t) = 2 \cdot y_{max} \cdot (-\sin \omega t) \cdot \left(-\sin \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$y_n(t) = 2 \cdot y_{max} \cdot \sin \omega t \cdot \sin \frac{2\pi x}{\lambda}$$

الضرب تبديلي

$$y_n(t) = \boxed{2 \cdot y_{max} \cdot \sin\frac{2\pi x}{\lambda}} \cdot \sin \omega t$$

أ. محمد إدريس

$$\boxed{Y_n(t) = Y_{max/n} \cdot \sin \omega t}$$

معادلة النقطة n في الموجة المستقرة العرضية

✓ سعة النقطة n من الموجة المستقرة

$$Y_{max/n} = 2 \cdot Y_{max} \cdot \left| \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \right|$$

السؤال عليها: استنتج سعة النقطة n من الموجة المستقرة العرضية

هام: انطلاقاً من العلاقة

$$Y_{max/n} = 2 Y_{max} \cdot \left| \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \right|$$

استنتج معادلة العقد ومعادلة البطون

✓ معادلة العقد

$$Y_{max/n} = 0$$

العقد معدومة السعة

أ. محمد إدريس

$$2 \cdot Y_{max} \cdot \left| \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \right| = 0$$

$$2 Y_{max} \neq 0$$

$$\sin \frac{2\pi x}{\lambda} = 0$$

$$\cancel{\sin} \frac{2\pi x}{\lambda} = \cancel{\sin} \pi K$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \pi K$$

معادلة العقد

$$\frac{2x}{\lambda} = K \Rightarrow \boxed{x = K \cdot \frac{\lambda}{2}}$$

$$\boxed{K = 0,1,2,3}$$

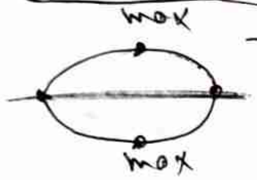
أول عقدة

$$n = K \Rightarrow \boxed{x = n \cdot \frac{\lambda}{2}}$$

$$\boxed{n = 0,1,2,3,\dots}$$

معادلة العقد

ثاني عقدة



✓ معادلة البطون

بطن: $Y_{max/n} = 2 Y_{max}$

$$\Rightarrow \cancel{2 Y_{max}} = \cancel{2 Y_{max}} \cdot \sin \frac{2\pi x}{\lambda}$$

$$1 = \sin \frac{2\pi x}{\lambda}$$

$$\cancel{\sin}\left(\frac{\pi}{2} + \pi K\right) = \cancel{\sin} \frac{2\pi x}{\lambda}$$

$$\frac{\cancel{\pi}}{2} + \cancel{\pi} K = \frac{2 \cancel{\pi} x}{\lambda}$$

$$\frac{1}{2} + K = \frac{2x}{\lambda}$$

نضرب بـ 2

$$1 + 2K = \frac{4x}{\lambda}$$

أول بطن

الثاني

$$\boxed{x = (1+2K) \frac{\lambda}{4}}$$

أ. محمد إدريس

$$\boxed{K = 0,1,2,3 \dots}$$

✓ تجربة ملد على نهاية مقيدة

① $f < 10\ HZ$ شاهد اهتزازات قسرية في الوتر بسعة اهتزاز صغيرة من رتبة سعة اهتزاز الهزازة

② $f = 10\ HZ$ الوتر يهتز بمغزل واحد واضح وسعة اهتزاز البطن عظمى فالوتر تجاوب مع الهزازة وتشكل موجة مستقرة عرضية

③ $20\ HZ > f > 10\ HZ$

تعود سعة الاهتزاز صغيرة ويكون مغزلين غير واضحين

④ $f = 20\ HZ$

الوتر يهتز بمغزلين واضحين وبسعة اهتزاز كبيرة عظمى max فالوتر تجاوب مع الهزازة وتشكل موجة مستقرة عرضية

نستنتج ✓ تتولد أمواج في الوتر مهما كانت قيمة التواتر f.

✓ فإذا كان تواتر الهزازة لا يساوي مضاعفات صحيحة من التواتر الأساسي فإن سعة الاهتزاز تبقى صغيرة نسبياً

✓ إذا كان تواتر الهزازة يساوي مضاعفات صحيحة من التواتر الأساسي ⟸ حالة (تجاوب) طنين بين الوتر والهزازة وينشأ عدد مغازل واضحة وتكون سعة البطن عظمى كبيرة

مثال

$f = 8$ التواتر الأساسي

$f < 8$ (مغزل واحد غير واضح سعته صغيرة)

$f = 8$ (مغزل واحد واضح سعته كبيرة وتجاوب وموجة مستقرة عرضية)

$16 < f < 8$

(مغزلين غير واضحين سعتهن صغيرة)

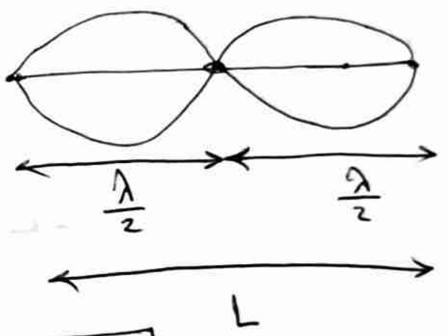
$f = 16$ (مغزلين واضحين سعتهن كبيرة)

سؤال ما شروط حدوث التجاوب بين الوتر والهزاز ؟

① $\underset{\text{تردد الاهتزاز}}{f} = \underset{\text{مضاعفات}}{n} \cdot \underset{\text{التردد الأساسي}}{f_1}$

10	4
20	8
30	12
40	16
50	

② $\underset{\text{طول الوتر}}{L} = \underset{\text{عدد المغازل}}{n} \cdot \underset{\text{طول الموجة}}{\frac{\lambda}{2}}$



سؤال هام جداً

$\boxed{\text{استنتج التردد عند نهاية مقيدة}}$

$$L = K \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$L = K \cdot \frac{\frac{v}{f}}{2}$$

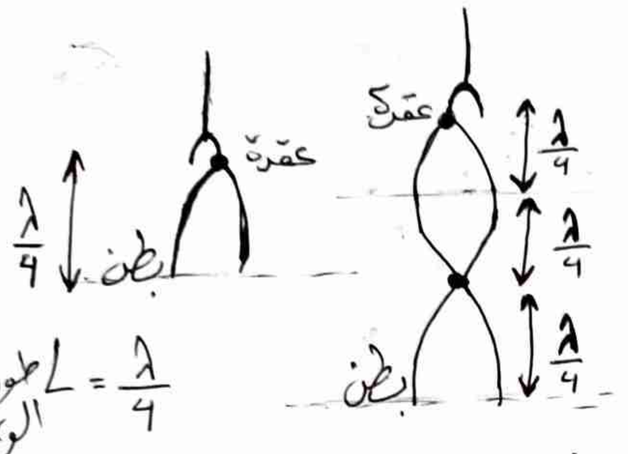
$$L = K \cdot \frac{v}{2f}$$

$$\boxed{f = K \frac{v}{2L}}$$

عدد المغازل

$K = 1, 2, 3, 4$

تجربة ملد عند نهاية طليقة ؟



طول الوتر $L = \frac{\lambda}{4}$

طول الوتر $L = 3\frac{\lambda}{4}$

$$L = (\text{عدد فردي}) \cdot \frac{\lambda}{4}$$

$$L = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{4}$$

استنتج التردد عند الطرف الطليق

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{v}{f}}$$

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

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

$$\boxed{n = 1, 2, 3, 4 \ldots}$$

الأمواج الكهرطيسية المستقرة

✓ **التوليد**: تتولد جملة أمواج كهرطيسية مستقرة من تداخل موجة كهرطيسية واردة من هوائي مرسل يرسل كلاً من الحقلين المتعامدين (الكهربائي $\vec{E}$ والمغناطيسي $\vec{B}$) في الهواء المجاور مع موجة كهرطيسية منعكسة عن حاجز ناقل مستوٍ يعامد منحى الإنتشار موضوع على بعد مناسب عن الهوائي المرسل

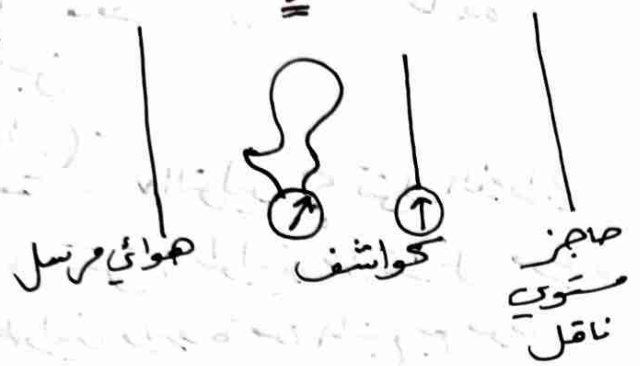
✓ **الكشف** دورة

كيف نكشف عن الحقلين الكهربائي $\vec{E}$ والمغناطيسي

- الحقل الكهربائي $\vec{E}$: (بواسطة هوائي مستقبل نضعه موازي للهوائي المرسل)
- الحقل المغناطيسي $\vec{B}$: (بواسطة حلقة نحاسية عمودية على $\vec{B}$ فيتولد فيها توتر u عند تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.)

✓ **النقل**

ننقل كلاً من الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز ماذا تجد؟



« نلاحظ توالي مستويات العقد A يدل فيها الكاشف على دلالة صغرى »

« ومستويات البطون B يدل فيها الكاشف على دلالة عظمى حيث البعد بين كل مستويين لهما الحالة الإهتزازية نفسها هو $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ »

عقدة - عقدة
بطن - بطن

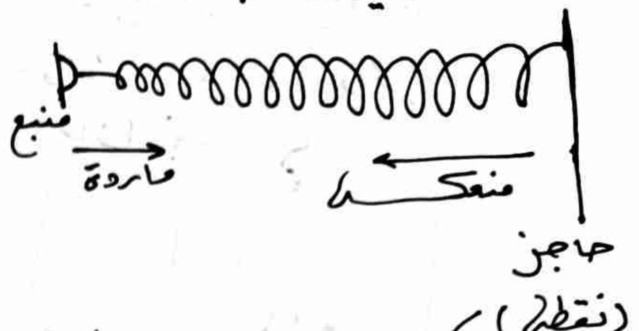
« مستويات عقد الحقل الكهربائي هي بطون للحقل المغناطيسي وبالعكس »

« عند الحاجز نلاحظ عقدة للحقل الكهربائي وبطن للحقل المغناطيسي »

✓ **الأمواج الطولية**
- الراديو
- الرادار
- الميكرويف (مكرويف)

الأمواج القصيرة
- ضوء مرئي
- أشعة سينية
- أشعة غاما
- أشعة كونية

✓ الأمواج المستقرة الطولية في نابض



✓ التوليد ← تتولد الأمواج المستقرة الطولية من تداخل موجة طولية واردة من المنبع مع موجة طولية منعكسة عند نقطة التثبيت للنابض

✓ ماذا نشاهد على طول النابض ؟

• عقد الاهتزاز : حلقات ساكنة سعة اهتزازها معدومة تصلها الموجة الواردة والموجة المنعكسة على تعاكس دائم.

• بطون الاهتزاز : حلقات أوسع اهتزازاً تصلها الموجة الواردة والمنعكسة على توافق دائم.

علل

بطون الاهتزاز هي عقد ضغط

إن بطن الاهتزاز والحلقة المجاورة تترافق دوماً في الاهتزاز تكاد تبدو المسافات فيما بينها ثابتة فلا نلاحظ تخلخل فيه أي يبقى الضغط ثابت فهي $\boxed{\text{عقد للضغط}}$

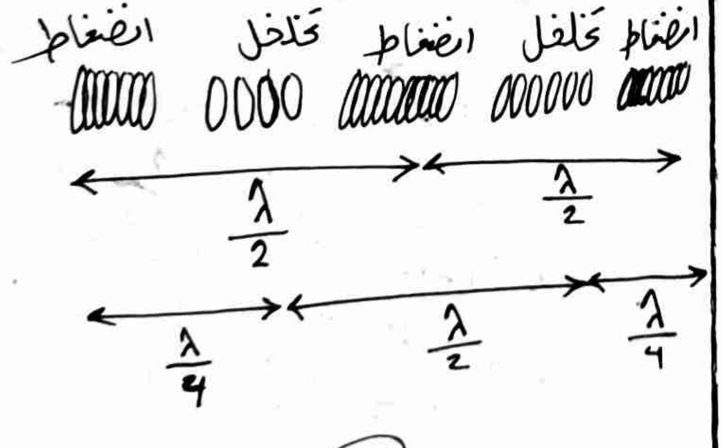
علل

عقد الاهتزاز هي بطون ضغط

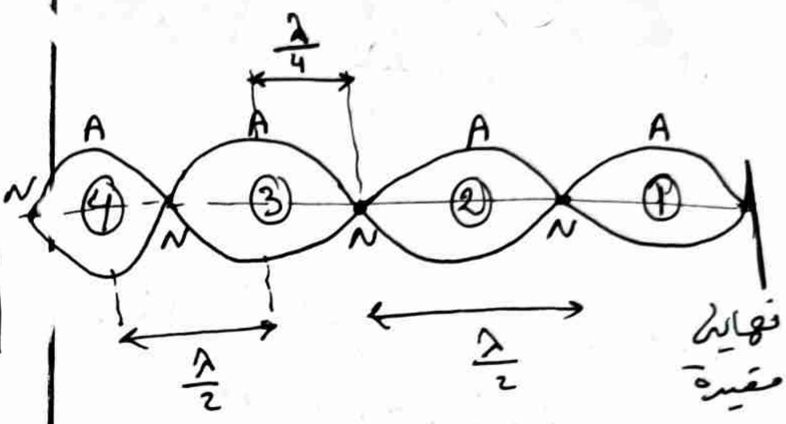
عقد الاهتزاز تبقى ساكنة وتتحرك الحلقة المجاورة على الجانبين باتجاهين متعاكسين تتقارب خلال نصف دور وتتباعد خلال نصف دور آخر فنلاحظ انضغاطاً يليه تخلخلاً أي عند الاهتزاز يحدث عندها تغير في الضغط

✓ المسافة بين عقدتين اهتزاز متتاليتين أو بطنين اهتزاز هو $\boxed{\frac{\lambda}{2}}$

وبين عقدة اهتزاز وبطن اهتزاز هو $\boxed{\frac{\lambda}{4}}$



ملاحظات مسائل للأمواج المستقرة العرضية



① البعدين متشابهين $\frac{\lambda}{2}$

عقدة - عقدة $\frac{\lambda}{2}$

بطن - بطن $\frac{\lambda}{2}$

② البعدين مختلفين $\frac{\lambda}{4}$

عقدة - بطن $\frac{\lambda}{4}$

بطن - عقدة $\frac{\lambda}{4}$

③ $L = n \cdot \frac{\lambda}{2}$

L طول الوتر ، n عدد المنازل ، λ طول الموجة

نعزل n $\Longrightarrow n = \frac{2L}{\lambda}$

نعزل λ $\Longrightarrow \lambda = \frac{2L}{n}$

④ عدد أطوال الموجة

$\frac{L}{\lambda}$ — L طول الوتر ، λ طول الموجة

واحدتها (طول موجة)

⑤ سعة نقطة $Y_{max/n}$ ؟ تبعد مسافة x معلومة عن النهاية المقيدة

$$Y_{max/n} = 2Y_{max} \cdot \left|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right|$$

$Y_{max/n}$ سعة مقدار موجب دوماً

Y_{max} سعة اهتزاز المنبع

⑥ سرعة انتشار الأمواج

$v = \lambda \cdot f$ — v م.ث$^{-1}$ ، λ طول الموجة m ، f تواتر Hz

$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ — F_T قوة شد N ، μ كتلة خطية ، v م.ث$^{-1}$

$\mu = \frac{m}{L}$ — m كتلة kg ، L طول m ، μ $kg.m^{-1}$

⑦ التواترات الخاصة للمدروجات

$$f = n \cdot \frac{v}{2L}$$

$n = 1, 2, 3, 4 \dots$ رقم المدروج (عدد المنازل)

$\boxed{n=1}$ صوت أساسي مدروج أول

⑧ حساب قوة الشد من أجل (n معلوم)

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad f = n \cdot \frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}{2 \cdot L}$$

$$f = n \cdot \frac{v}{2L} \qquad f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

نربع الطرفين

$$f^2 = \frac{n^2}{4L^2} \cdot \frac{F_T}{\mu}$$

---

⑨ حساب أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة

✓ معادلة العقد

$$\boxed{x = n \cdot \frac{\lambda}{2}}$$

$n = 0, 1, 2, 3, 4$

$n=0$ ← أول عقدة

$n=1$ ← ثاني عقدة

$$\boxed{\text{عدد العقد} = \text{عدد المغازل} + 1}$$

✓ معادلة البطون

$$\boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$$

$n = 0, 1, 2, 3$

$n=0$ ← أول بطن

$n=1$ ← ثاني بطن

$n=2$ ← ثالث بطن

$$\boxed{\text{عدد البطون} = \text{عدد المغازل}}$$

✓ لما يتغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة λ'

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

n ← عدد المغازل الجديد

✓ بكل الكتاب نعوض n أو κ من 1، 2، 3، 4

$n = 1, 2, 3, 4$

✓ إلا طلبين نبدأ من الصفر

← أبعاد العقد والبطون

← أزمنة المرور بالنواس طرفين

المنابع في المزامير

✓ منبع ذو فم ⟸ بطن اهتزاز

✓ منبع ذو لسان ⟸ عقدة اهتزاز

✓ نهاية مفتوحة ⟸ بطن

✓ نهاية مغلقة ⟸ عقدة

✓ مزمار متشابه الطرفين	مزمار مختلف الطرفين
بداية ونهاية بطن أو بداية ونهاية عقدة	بداية بطن نهاية عقدة بداية عقدة نهاية بطن
✓ ذو فم نهاية مفتوحة بطن - بطن	✓ ذو فم نهاية مغلقة بطن - عقدة
✓ ذو لسان نهاية مغلقة عقدة - عقدة	✓ ذو لسان نهاية مفتوحة عقدة - بطن

✓ كيف نجعل مزمار ذو فم متشابه الطرفين

$\boxed{\text{نجعل نهايته مفتوحة}}$

✓ كيف نجعل مزمار ذو لسان متشابه الطرفين

$\boxed{\text{نجعل نهايته مغلقة}}$

✓ كيف نجعل مزمار ذو فم مختلف الطرفين

$\boxed{\text{نجعل نهايته مغلقة}}$

✓ كيف نجعل مزمار ذو لسان مختلف الطرفين

$\boxed{\text{نجعل نهايته مفتوحة}}$

سؤال استنتج التواتر للمزمار متشابه الطرفين

الحل

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

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow L = n \cdot \frac{v}{2f}$$

تواتر المتشابه

$$\boxed{f = n \cdot \frac{v}{2L}}$$

$n = 1, 2, 3, 4$

مدروجات الصوت

صوت أساسي $n=1$ مدروج أول

مدروج ثالث

أ. محمد إدريس

سؤال استنتج التواتر للمزمار مختلف الطرفين

الحل

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

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

$$\xrightarrow{\text{نعزل } f} \boxed{f = (2n-1)\frac{v}{4L}}$$

تواتر المختلف

أ. محمد إدريس

$\boxed{(2n-1)}$ يمثل مدروجات الصوت

✓ مدروج أساسي (أول) ←

$2n-1=1$

$2n=2$

$n=1$

✓ مدروج ثالث ←

$2n-1=3$

$2n=4$

$n=2$

$\boxed{n \text{ عدد العقد الكلية}}$

✓ عدد عقده الكلية 2

$\Rightarrow n=2$

$\Rightarrow 2(2)-1$

$4-1$

5

✓ فيه عقدة واحدة

$\Rightarrow n=1$

$\Rightarrow 2(1)-1$

$2-1$

1

✓ سرعة الإنتشار v

درجة الحرارة

كثافة الغاز داخل المزمار

✓ الحرارة والسرعة طردي

$$\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$T_{\text{كلفن}\ (K)} = T_{\text{سيليزيوس}\ (C^\circ)} + 273$$

✓ كثافة الغاز والسرعة تناسب عكسي

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

D كثافة الغاز بالنسبة للهواء

كثافة $D=\frac{M}{v}$

كتلة غرامية (الجزيئية) (المولية)

$M_{O_2}=32$

$M_{H_2}=2$

$\frac{\lambda}{4}$ عقدة - بطن

$\frac{\lambda}{2}$ بطن - بطن

أختبر نفسي

أولاً: اخترِ الإجابةَ الصَّحيحة في كلٍّ ممَّا يأتي:

1. في الأمواجِ المُستقِرَّة العرضيّة المسافةُ بينَ عقدتَين مُتتاليتَين تُساوي:

a. $\frac{\lambda}{4}$ b. $\frac{\lambda}{2}$ c. λ d. 2λ

2. فرقُ الطور φ بينَ الموجةِ الوارِدة والموجةِ المُنعكِسة على نهايةٍ مُقيّدةٍ تساوي بالرّاديان:

a. $\varphi = 0$ b. $\varphi = \frac{\pi}{3}$ c. $\varphi = \frac{\pi}{2}$ d. $\varphi = \pi$

$n = 1$

3. في تجربةِ ملد معَ نهايةٍ طليقةٍ يُصدِر وتراً طولُه L صوتاً أساسياً، طولُ موجتِه λ تساوي:

a. $4L$ b. $2L$ c. L d. $\frac{L}{2}$

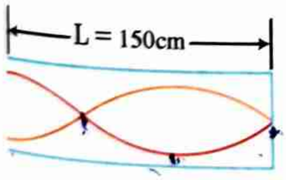
4. وترٌ مُهتَزٌّ طولُه L، وسرعةُ انتشارِ الموجةِ العرضيّة على طولِه v، وقوّةُ شدِّه F_T، فإذا زِدْنا قوّةَ شدِّه أربعَ مرّاتٍ لتصبحَ سرعةُ انتشارِه v' تساوي:

a. $\frac{v}{4}$ b. $\frac{v}{2}$ c. $2v$ d. $4v$

5. وترٌ مُهتَزٌّ طولُه L، وكتلتُه m، وكتلتُه الخطيّة μ، نقسمُه إلى قسمَين مُتساويَين، فإنَّ الكتلةَ الخطيّة لكلِّ قسمٍ تساوي:

a. 2μ b. μ c. $\frac{\mu}{2}$ d. 4μ

6. يُمثّلُ الشّكلُ أنبوباً هوائياً مُغلَقاً طولُه $L = 150\,\text{cm}$، فإنَّ طولَ الموجةِ الصّوتيّة λ تساوي:



a. $50\,\text{cm}$ b. $250\,\text{cm}$ c. $200\,\text{cm}$ d. $150\,\text{cm}$

7. طولُ العمودِ الهوائيّ المفتوح الّذي يُصدِرُ نغمتَه الأساسيّة يُعطَى بالعلاقة:

a. $L = \frac{\lambda}{4}$ b. $L = \frac{\lambda}{2}$ c. $L = \lambda$ d. $L = 2\lambda$

8. طولُ العمودِ الهوائيّ المُغلَق الذي يُصدِرُ نغمتَه الأساسيّة يُعطَى بالعلاقة:

a. $L = \frac{\lambda}{4}$ b. $L = \frac{\lambda}{2}$ c. $L = \lambda$ d. $L = 2\lambda$

13

9. وترانِ مُتجانِسان من المعدنِ نفسِه مشدودان بقوّة الشّدّ نفسِها، قطرُ الوتر الأوّل $1\,mm$ ، وقطرُ الوتر الثّاني $2\,mm$ ، فإذا كانَت سرعةُ انتشارِ اهتزازٍ عرضيّ في الوترَين v_2, v_1 على التّرتيبِ، فإنّ

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

10. مزمارٌ مُتشابِه الطّرفَين طولُه L ، وسرعةُ انتشارِ الصّوتِ في هوائه v ، فتواترُ صوتِه البسيط الأساسيّ الذي يُصدرُه يُعطَى بالعلاقة:

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

11. مِزمارٌ ذو فمٍ، نهايتُه مفتوحةٌ، عندَما يهتزُّ هواؤُه بالتّجاوبِ يتكوّنُ عند نهايته المفتوحة:

a. بطن ضغط b. بطن اهتزاز c. عقدة اهتزاز d. جميع ما سبق صحيح

12. مِزمارٌ مُتشابِهُ الطّرفَين طولُه L ، يصدرُ صوتاً أساسيّاً مواقِتاً للصّوتِ الأساسيّ لِمزمارٍ آخرَ مُختلِفِ الطّرفَين طولُه L' في الشّروطِ نفسِها. فإنَّ:

a. $L = L'$ b. $\boxed{L = 2L'}$ c. $L = 3L'$ d. $L = 4L'$

13. يصدرُ أنبوبٌ صوتيٌّ مُختلِفُ الطّرفَين صوتاً أساسيّاً، تواترُه $435\,Hz$ ، فإنّ تواتُرَ الصّوتِ التّالي الّذي يُمكِنُ أن يصدرَه يساوي:

a. $145\,Hz$ b. $217.5\,Hz$ c. $870\,Hz$ d. $\boxed{1305\,Hz}$

14. في تجربةِ ملد معَ نهايةٍ مُقيّدةٍ تتكوّنُ أربعةُ مغازلٍ عندَ استخدامِ وترٍ طولُه $L = 2\,m$ ، وهزّازةٌ تواتُرُها $f = 435\,Hz$ فتكونُ سرعةُ انتشارِ الاهتزازِ v مقدَّرة بـ $m.s^{-1}$ تُساوي:

a. $\boxed{435}$ b. 290 c. 1742 d. 870

15. إذا كانَت v_1 سرعةُ انتشارِ الصّوت في غازِ الهدروجين $(H = 1)$، و v_2 سرعةُ انتشارِ الصّوتِ في غازِ الأكسجين:

a. $v_1 = v_2$ b. $\boxed{v_1 = 4v_2}$ c. $v_1 = 8v_2$ d. $v_1 = 16v_2$

16. طولُ الموجة المُستقِرّة هو:

a. المسافةُ بينَ بطنَين مُتتاليَين أو عقدتَين مُتتاليتَين
b. مِثلي المسافة بينَ بطنَين مُتتاليَين أو عقدتَين مُتتاليتَين
c. نصفُ المسافة بينَ بطنَين متتاليَين أو عقدتَين متتاليتَين
d. نصفُ المسافة بينَ بطنٍ وعقدةٍ تليه مُباشرة.

ثانياً: أجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. في تجربةِ أمواجٍ مُستقِرَّة عرضيّة تُعطى مُعادَلة اهتزازِ نقطةٍ n من وترٍ مرنٍ تبعدُ $\bar{x}$ عن نهايتِه المُقيّدة:
$\bar{y}_{n(t)} = 2Y_{max} \sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} \sin(wt)$ ، ما بُعدُ البطنِ الثّاني عن النّهايةِ المُقيّدة؟ استنتج العلاقةَ المُحدَّدة لكلٍّ من مواضعِ بطونٍ وعقدِ الاهتزاز.

2. كيفَ نجعلُ مِزماراً ذا لسانٍ مُختلِفِ الطّرفين من النّاحيةِ الاهتزازيّة؟ استنتج العلاقةَ المُحدَّدة لتواتُرِ الصّوت البسيطِ الّذي يصدرُه هذا المِزمار بدلالةِ طولِه.

3. نُثبِّتُ بإحدى شعبتَي رنّانةٍ كهربائيّةٍ تواتُرها f طرفَ وترٍ له طولٌ مُناسِبٌ ومشدودٌ بثقلٍ مُناسِب كتلتُه m لتتكوّنَ أمواجٌ مُستقِرَّةٌ عرضيّةٌ بثلاثةِ مغازل، ولكي نحصلَ على مِغزلَين نُجري التّجربتَين الآتيتَين:
   a. نستبدلُ الرّنّانة السّابقة برنانةٍ أُخرى، تواتُرها f' مع الكتلةِ السّابقة نفسِها m. استنتج العلاقةَ بينَ التّواتُرين f' ، f.
   b. نستبدلُ الكتلةَ السّابقة m بكتلةٍ أُخرى m' مع الرّنّانة السّابقة نفسِها f. استنتج العلاقةَ بينَ الكتلتين m ، m'

4. كيفَ يتمُّ عملياً الكشفُ عن الحقلِ الكهربائيّ $\vec{E}$ والحقلِ المغناطيسيّ $\vec{B}$ في الأمواجِ المُستقِرَّة الكهرطيسيّة المُنتشِرة في الهواء؟

5. إذا تكوّنت ثلاثةُ مغازلٍ لأمواجٍ مُستقِرَّة عرضيّة في وترٍ مشدودٍ بقوّة مُناسِبة، وأردْنا الحصولَ على خمسةِ مغازلٍ بتغييرِ قوّة الشّدّ فقط، فهل نزيدُ تلك القوّةَ أم نُنقصُها؟ ولماذا؟

6. **علّل ما يأتي:**
   a. لا يحدثُ انتقالٌ للطّاقة في الأمواج المُستقِرَّة كما في الأمواج المُنتشِرة.
   b. تُسمّى الأمواجُ المُستقِرَّة بهذا الاسم.

7. في الأمواجِ المُستقِرَّة العرضيّة، هل يهتزُّ البطنُ الأوّل والبطنُ الثّالث التّالي على توافُقٍ أم على تعاكُسٍ فيما بينَهما ؟

ثالثاً: حل المسائل الآتية: (في جميع المسائل $g = 10\,m.s^{-1}$)

المسألة الأولى:

إذا كانت سرعةُ انتشار الصّوت في الهواء $v = 331\,m.s^{-1}$ بدرجة $0^\circ C$. احسب سرعةَ انتشارِ الصّوت في الدّرجة $t = 27^\circ C$.

المسألة الثانية:

يُصدِرُ أنبوبٌ صوتيّ مُختلِف الطّرفَين صوتاً أساسيّاً تواتُره $f = 435\,Hz$. فما تواتُراتُ الأصوات الثّلاثة المُتتالية التي يُمكِنُه أن يصدرَها؟

المسألة الثّالثة:

يُصدِرُ وترٌ صوتاً أساسيّاً تواتُره $250\,Hz$. كم يُصبِحُ تواتُرُ صوتِه الأساسيّ إذا نقصَ طولُ الوتر حتّى النّصف $(L' = \frac{L}{2})$ وازدادت قوّةُ الشّدّ حتّى مثليها $(F' = 2F)$.

المسألة الرابعة:

تهتزُّ رنّانة تواتُرها $f = 440\,Hz$ فوقَ عمودٍ هوائيّ مُغلَق، حدِّدِ البُعدَ الذي يحدثُ عندَه الرّنين الأوّل عندَما تكونُ درجةُ حرارةِ الهواءِ في العمود $t = 20^\circ C$، حيثُ سرعةُ انتشارِ الصّوت في هذه الحالة $v = 340\,m.s^{-1}$

المسألة الخامسة:

استُعمِلَت رنّانةٌ تواتُرُها $f = 445\,\text{Hz}$ فوقَ عمودِ رنينٍ مُغلَق لتحديدِ سرعةِ انتشار الصَّوت في غاز الهيليوم. فإذا كانَ البُعدُ بينَ صوتَين شديدَين مُتتاليَين (رنينَين متعاقبَين) $L = 110\,\text{cm}$، احسُب سرعةَ انتشار الصَّوت في غاز الهيليوم.

المسألة السادسة:

احسُب تواتُرَ الصَّوت الأساسيّ لوترٍ مشدودٍ طولُه $L = 0.7\,\text{m}$ وكتلتُه $m = 7\,\text{g}$، شُدَّ بقوّةٍ قدرُها $F_T = 49\,\text{N}$

المسألة السابعة:

يهتزُّ شعبتا رنّانةٍ كهربائيّةٍ بتواتر $f = 30\,\text{Hz}$، نصلُ إحدى الشّعبتَين بخيطٍ مرنٍ طولُه $L = 2\,\text{m}$.

1. يُشَدُّ الخيطُ بقوّةٍ شدّتُها $F_T = 7.2\,\text{N}$ فيهتزُّ مُكوِّناً مغزلاً واحداً. استنتجْ كتلةَ الخيط؟
2. احسب قوّتَي الشّدّ التي تجعلُ الخيطَ يهتزُّ بمِغزلَين ثمَّ بثلاثةِ مغازلَ معَ الرّنّانة نفسِها؟

المسألة الثامنة:

احسب سرعةَ انتشار اهتزازٍ عرضيّ في وترٍ قطرُ مقطعِه $0.1\,\text{mm}$، وكثافةُ مادّته 8، مشدودٌ بقوّةٍ شدّتُها $F_T = 100\pi\,\text{N}$.

المسألة التاسعة:

إذا كانَت سرعةُ انتشار الصَّوت في الهواء $v = 330\,\text{m.s}^{-1}$

المطلوب:

1. احسب تواتر الصَّوت الأساسيّ الذي يُصدِرُه عمودٌ هوائيٌّ طولُه $L = 2\,\text{m}$ إذا كانَ مُغلَقاً، ثمَّ إذا كانَ مفتوحاً.
2. احسب تواتر المدروج الثّالث في كلِّ حالةٍ.

المسألة العاشرة:

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

المطلوب:

1. سرعة انتشار الاهتزاز على طول الوتر.
2. تواترُ الصَّوت الأساسيّ الذي يُمكِنُ أن يصدرَ عنه.
3. التواتُرات الخاصّة لمدروجاته الثّلاثة الأولى.

المسألة الحادية عشرة:

مزمارٌ مُتشابهُ الطّرفَين طولُه $L = 1\,\text{m}$ يُصدِرُ صوتاً تواتُره $f = 3170\,\text{Hz}$، يحوي هواءً في درجةِ حرارةٍ مُعيّنة حيثُ سرعةُ انتشارِ الصَّوت $v = 340\,\text{m.s}^{-1}$.

المطلوب:

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

حل اختبر نفسي

① إفرادي: $\frac{\lambda}{2}$

② $\varphi = \pi$

إضافي: نهاية طليقة $\varphi = 0$

③ $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$n=1 \Rightarrow L = 1\cdot\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}$

$\Rightarrow \boxed{\lambda = 4L}$

④ $F'_T = 4F_T$

$v' = \sqrt{\frac{F'_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4F_T}{\mu}} = 2\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

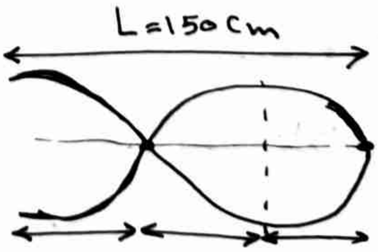
$\boxed{v' = 2v}$

⑤ $m' = \frac{m}{2}$, $L' = \frac{L}{2}$ } $\mu' = \frac{m'}{L'}$

$\mu' = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L}$

$\boxed{\mu' = \mu}$

⑥



✓ عمود هوائي مغلق

$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

رتبة الصوت (عدد فردي)

$L = 3\frac{\lambda}{4}$

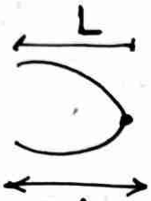
$150 = 3\cdot\frac{\lambda}{4}$

$\lambda = \frac{600}{3} = 200\,cm$

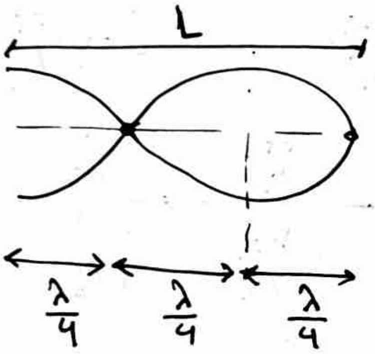
✓ عمود هوائي مفتوح

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

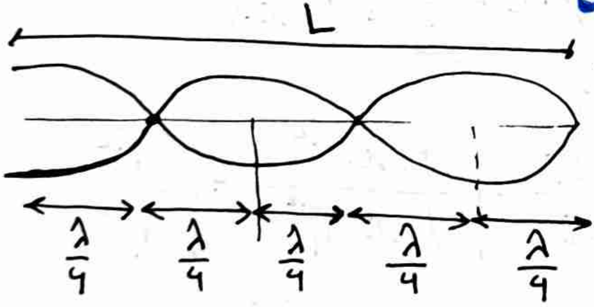
رتبة الصوت



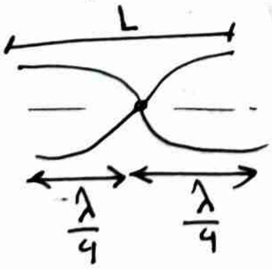
$L = \frac{\lambda}{4}$



$L = 3\frac{\lambda}{4}$

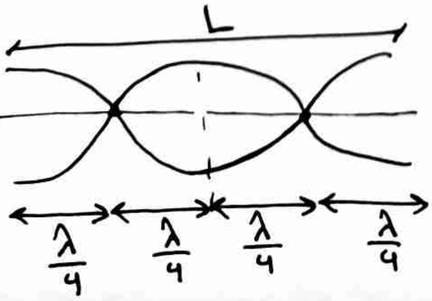


$L = 5\frac{\lambda}{4}$ وهكذا



$L = 2\cdot\frac{\lambda}{4}$

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



(7) مفتوح $L = n\cdot\frac{\lambda}{2}$

نغمة أساسية $n=1$ $\Rightarrow L = 1\cdot\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$

(8) مغلق $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

نغمة أساسية $(2n-1)=1$ $\Big\}$ $L = 1\cdot\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}$

(9) $r_2 = 2r_1$

$$v_1 = \sqrt{\frac{F_T}{\mu_1}} \qquad v_2 = \sqrt{\frac{F_T}{\mu_2}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_1}}}{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_2}}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{\mu_1}}}{\frac{1}{\sqrt{\mu_2}}} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}}$$

$$\boxed{\mu = \rho\cdot S} = \rho\cdot\pi\cdot r^2$$

قانون جديد

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\rho\cdot\pi\cdot r_2^2}{\rho\cdot\pi\cdot r_1^2}} = \sqrt{\frac{r_2^2}{r_1^2}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{4r_1^2}{r_1^2}} = \sqrt{4} = 2$$

$$\boxed{v_1 = 2v_2}$$

(10) متشابهة $f = n\cdot\frac{v}{2L}$

أساسي $n=1$ $\Rightarrow f = \frac{v}{2L}$

(11) فم - نهاية مفتوحة

← متشابهة

بطن اهتزاز

(12) متشابهة الطرفين | مختلف

L | L'

أساسي $n=1$ | أساسي $(2n-1)=1$

$$f_{\text{متشابهة}} = f_{\text{مختلف}}$$

لأن الشروط نفس: حرارة، ضغط

← نفس السرعة

$$f_{\text{متشابهة}} = f_{\text{مختلف}}$$

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

$$1\cdot\frac{v}{2L} = 1\cdot\frac{v}{4L'}$$

$$\frac{1}{2L} \times \frac{1}{4L'}$$

$$4L' = 2L$$

$$L = \frac{4L'}{2} = 2L'$$

(13)

$f_1 = 435\ HZ$

تختلف الطرفين ← عدد فردي من التوتر الأساسي

$f_2 = 3f_1 = 1305\ HZ$

$f_3 = 5f_1$

$f_4 = 7f_1$

---

(14)

مغازل $n = 4$

$L = 2\ m$

$f = 435\ HZ$

نهايتين مقيدة ← $f = n\cdot\frac{v}{2L}$

$$\Rightarrow v = \frac{2L\cdot f}{n} = \frac{2.2.435}{4}$$

$$v = 435\ m.s^{-1}$$

---

(15)

v_1 هيدروجين

v_2 أوكسجين

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

D الكثافة $D = \frac{M}{29}$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\frac{M_2}{29}}{\frac{M_1}{29}}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4$$

$$\boxed{v_1 = 4v_2}$$

(16)

✓ نصف طول الموجة
(المسافة بين بطنين متتاليين
أو عقدتين متتاليتين)

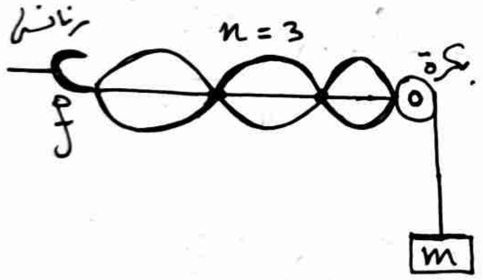
✓ طول الموجة كاملة
(مثلي المسافة بين بطنين متتاليين
أو عقدتين متتاليتين)

ثانياً:

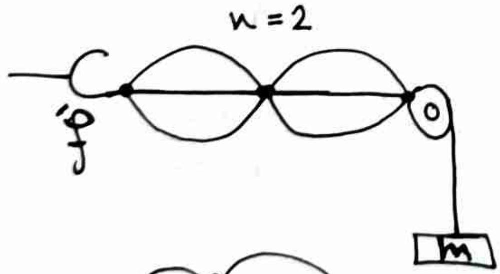
① هام جداً "محلول سابقاً"

② هام جداً "محلول سابقاً"

③



(a)



نهايتين مغلقتين $f = n\cdot\frac{v}{2L}$ $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

$$\Rightarrow f = \frac{n}{2L}\cdot\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$\Rightarrow f' = \frac{n'}{2L}\cdot\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

(19)

$$\frac{f'}{f} = \frac{n'}{n} = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow \boxed{f' = \frac{2f}{3}}$$ العلاقة المطلوبة

(b) مع الرنانة السابقة نفس $f' = f$

$$F_T = W = m.g$$

$$F'_T = W' = m'.g$$

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f = \frac{n'}{2L}\cdot\sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}$$

نقسم

$$\frac{f}{f} = \frac{n'}{n}\cdot\sqrt{\frac{F'_T}{F_T}}$$

$$1 = \frac{2}{3}\cdot\sqrt{\frac{m'.g}{m.g}}$$

$$1 = \frac{2}{3}\cdot\sqrt{\frac{m'}{m}}$$

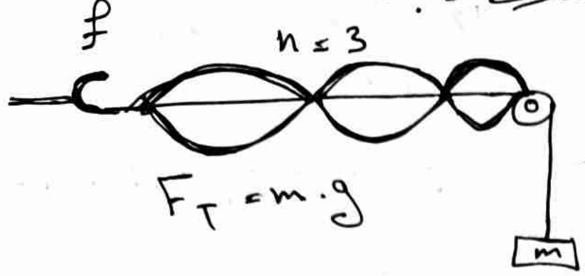
نربع

$$1 = \frac{4}{9}\cdot\frac{m'}{m}$$

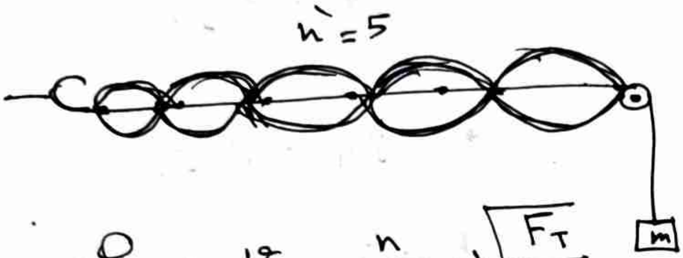
نعزل $\Rightarrow \boxed{m' = \frac{9m}{4}}$ العلاقة المطلوبة

(4) محلول سابقاً

(5)



$F_T = m.g$



$$f = n.\frac{v}{2L} = \frac{n}{2L}\cdot\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

نعزل n $\Rightarrow$ $$n = \frac{2L.f}{\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}$$

$$\Rightarrow n = 2L.f.\sqrt{\frac{\mu}{F_T}}$$

n و F_T تناسب عكسي

زيادة عدد المغازل نقص قوة الشد

⑥

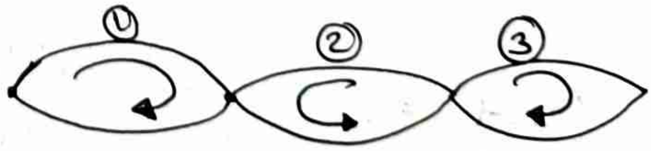
[a] لأن الأمواج المستقرة هي عبارة عن أمواج واردة وأمواج منعكسة فالطاقة تنتقل باتجاهين متعاكسين فيحدث توزيع جديد للطاقة عند البطن طاقة عظمى max وعند العقدة طاقة معدومة 0 دون تخامد (ضياع)

أما الأمواج المنتشرة يحدث ضياع بسبب المسافات البعيدة

(b) لأن نقاط الوسط تهتز مراوحة في مكانها فتأخذ شكلاً ثابتاً وتظهر وكأنها ساكنة

(c) يهتز البطن الأول والثالث على توافق فيما بينهما لأن فرق المسير بينهما هو λ

أي أن نقاط مغزليين متجاورين تهتز فيما بينها على تعاكس بالطور



المسألة ① درس

$v_1 = 331\ m.s^{-1}$

$t_1 = 0\ C^\circ$

$v_2 = ?$ $\qquad t_2 = 27\ C^\circ$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

حرارة مطلقة طردي

$$v_2 = \sqrt{\frac{t_2+273}{t_1+273}} \cdot v_1$$

$$= \sqrt{\frac{300}{273}} \cdot 331$$

$$= \frac{10\sqrt{3}}{\sqrt{273}} \times 331$$

$$= \frac{3310\sqrt{3}}{\sqrt{273}}\ m.s^{-1}$$

المسألة ②

مختلف الطرفين

$(2n-1) = 1 \Rightarrow$ صوت أساسي

تواتره $f_1 = 435\ HZ$

الذي يليه $f_2 = 3 f_1 = 1305\ HZ$

$f_3 = 5 f_1 = 2175\ HZ$

$f_4 = 7 f_1 = 3045\ HZ$

عدد فردي

المسألة (3)

$f_{\text{تردد أساسي}} = 250\ HZ$

$f_{\text{جديد أساسي}} = ?$

$L'_{\text{جديد}} = \frac{L_{\text{قديما}}}{2}$

$F' = 2F$

أوجد العلاقة عندها

$f_{\text{قبل التغير}} = n \cdot \frac{v}{2L} = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

$\boxed{n = 1 \leftarrow \text{أساسي}}$

$f_{\text{قبل}} = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

$f_{\text{بعد التغير}} = \frac{n}{2L'} \cdot \sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}$

μ لا تتغير إذا أنقص الوتر أو غيّر القوة

صوت أساسي $\boxed{n = 1}$

$f_{\text{بعد}} = \frac{1}{2L'} \cdot \sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}$

نسب

$$\frac{f_{\text{بعد}}}{f_{\text{قبل}}} = \frac{\frac{1}{2L'} \cdot \sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}}{\frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}$$

$$\frac{f_{\text{بعد}}}{f_{\text{قبل}}} = \frac{L}{L'} \cdot \sqrt{\frac{F'_T}{F_T}}$$

$$\frac{f_{\text{بعد}}}{f_{\text{قبل}}} = \frac{L}{L'} \cdot \sqrt{\frac{2F}{F}}$$

$$\frac{f_{\text{بعد}}}{f_{\text{قبل}}} = \frac{L}{\frac{L}{2}} \cdot \sqrt{2}$$

$$\frac{f_{\text{بعد}}}{f_{\text{قبل}}} = 2\sqrt{2}$$

$$f_{\text{بعد}} = f_{\text{قبل}} \times 2\sqrt{2}$$

$$= 250 \times 2\sqrt{2}$$

$$= 500\sqrt{2}$$

المسألة (4)

$f = 440\ HZ$

عمود هوائي مغلقة ← يعني مختلف الطرفين

$(2n-1) = 1 \leftarrow$ الرنين الأول (الأساسي)

$t = 20C^{\circ}$

$v = 340\ m.s^{-1}$

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

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

$$L = 1 \cdot \frac{340}{4 \times 440}$$

$$L = \frac{34}{4 \times 44} = \frac{17}{4 \times 22} = \frac{17}{88}\, m$$

المسألة (5) درس

$$f = 445\ HZ$$

✓ البعد بين صوتين شديدين متتاليين ($\frac{\lambda}{2}$)

$$L = 110\, cm = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 220\, cm$$

$$v = \lambda \cdot f = 220 \times 10^{-2} \times 445 = 979\, m.s^{-1}$$

✓ البعد بين صوتين خافتين متتالين هو ($\frac{\lambda}{2}$)

✓ البعد بين صوت شديد وصوت خافت هو ($\frac{\lambda}{4}$)

المسألة (6) درس

صوت أساسي ⇐ $n = 1$

$L = 7 \times 10^{-1}\, m$

$m = 7 \times 10^{-3}\, kg$

$F_T = 49\, N$

$$f = n \cdot \frac{v}{2L} = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{m}{L}$$

$$\Rightarrow f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$\Rightarrow f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{L \cdot F_T}{m}}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 7 \cdot 10^{-1}} \cdot \sqrt{\frac{7 \cdot 10^{-1} \cdot 49}{7 \cdot 10^{-3}}}$$

$$= \frac{1}{14 \cdot 10^{-1}} \sqrt{\frac{49}{10^{-2}}}$$

$$= \frac{1}{14 \cdot 10^{-1}} \cdot \frac{7}{10^{-1}}$$

$$= \frac{100}{2} = 50\, HZ$$

المسألة (7) درس

$f = 30\, HZ$

$L = 2\, m$

(1) $F_T = 72 \cdot 10^{-1}\, N$; عدد المغازل $n = 1$

$f_{\text{مشدود}} = n \cdot \frac{v}{2L}$ (وترية مقيدة)

$$f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad \boxed{\mu = \frac{m}{L}}$$

$$f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{L \cdot F_T}{m}}$$

$$f^2 = \frac{n^2}{4L^2} \cdot \frac{L \cdot F_T}{m}$$

$\boxed{n=3} \Longrightarrow 30 = \frac{3}{2.2} \cdot \sqrt{\frac{F_T \cdot 2}{10^{-3}}}$

$10 = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{\frac{F_T \cdot 2}{10^{-3}}}$

نربع

$100 = \frac{1}{16} \cdot \frac{F_T \cdot 2}{10^{-3}}$

$100 = \frac{F_T}{8 \cdot 10^{-3}}$

$F_T = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 8 \cdot 10^{-1} N$

المسألة (8) درس

قطر $2r = 0{,}1mm = 10^{-1} \times 10^{-3} = 10^{-4} m$

نصف القطر $r = \frac{10^{-4}}{2} = 0{,}5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-5} m$

الكثافة $D = 8$

$\boxed{\rho \text{ الكتلة الحجمية} = \text{الكثافة} \times \rho_{\text{ماء}}}$

$\rho = 8 \times 1000$

$\rho = 8000 \; Kg \cdot m^{-3}$

$F_T = 100\pi \; N$

$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\rho \cdot S}} = \sqrt{\frac{F_T}{\rho \cdot \pi r^2}}$

$\boxed{\mu = \rho \cdot S}$

$\boxed{S = \pi R^2}$

$v = \sqrt{\frac{100\pi}{8000 \cdot \pi \cdot 25 \cdot 10^{-10}}}$

$v = \sqrt{\frac{1}{80 \cdot 25 \cdot 10^{-10}}}$

$m = \frac{n^2 \cdot L \cdot F_T}{4 \cdot L^2 \cdot f^2}$

$m = \frac{n^2 \cdot F_T}{4 \cdot L \cdot f^2}$

$m = \frac{1 \cdot 72 \cdot 10^{-1}}{4 \cdot 2 \cdot 900}$

$m = \frac{9 \cdot 10^{-1}}{900} = 10^{-3} kg$

(2) $F_T = ?$ $n = 2$ مغزلين

$F_T = ?$ $n = 3$ ثلاث مغازل

$f = n \cdot \frac{v}{2L} = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

$f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$

$f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{L \cdot F_T}{m}}$

مغزلين

$\boxed{n=2} \Longrightarrow 30 = \frac{2}{2.2} \sqrt{\frac{F_T \cdot 2}{10^{-3}}}$

نربع

$900 = \frac{1}{4} \cdot \frac{F_T \cdot 2}{10^{-3}}$

$900 = \frac{F_T}{2 \cdot 10^{-3}}$

$\Longrightarrow F_T = 1800 \cdot 10^{-3} = 18 \cdot 10^{-1} N$

$$v = \sqrt{\frac{1}{2000\cdot10^{-10}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{10^{+7}}{2}}$$

$$v = \sqrt{0{,}5\cdot10^{+7}} = \sqrt{5\cdot10^{6}}$$

$$v = \sqrt{5}\cdot10^{3}\ m.s^{-1}$$

المسألة (9) درس

عمود هوائي مفتوح (متشابه الطرفين)	عمود هوائي مغلق (مختلف الطرفين)
$f = n.\frac{v}{2L}$	$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$
مدروج أساسي $\Rightarrow \boxed{n=1}$	مدروج أساسي $\Rightarrow (2n-1)=1$
مدروج ثالث $n=3$	مدروج ثالث $(2n-1)=3$

$v = 330\ m.s^{-1}$

$L = 2m$

✓ عمود هوائي مغلق

$$\boxed{f = (2n-1)\cdot\frac{v}{4L}} = 1.\frac{330}{4.2}$$

$$f = \frac{330}{8}\ Hz$$

$$f_3 = 3.\frac{330}{4.2} = \frac{990}{8}\ Hz$$

✓ عمود هوائي مفتوح

$$\boxed{f_1 = n.\frac{v}{2L}} = 1.\frac{330}{2.2} = \frac{330}{4}\ Hz$$

$$f_3 = 3.\frac{330}{2.2} = \frac{990}{4}\ Hz$$

المسألة (10) درس

$L = 1m$

$m = 20\times10^{-3} = 2.10^{-2}\ kg$

$F_T = 2N$

(1) $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$

$$v = \sqrt{\frac{L.F_T}{m}} = \sqrt{\frac{1.\ 2}{2.10^{-2}}}$$

$$v = 10\ m.s^{-1}$$

---

(2) وتر مشدود $\Rightarrow \boxed{f = n.\frac{v}{2L}}$

$\boxed{\text{أساسي}\ n=1}$

$$f_1 = 1.\frac{10}{2.1} = 5\ Hz$$

---

(3) $f = n.\frac{v}{2L}$

(1) مدروج $n=1 \Rightarrow f_1 = 1.\frac{10}{2.1} = 5\ Hz$

(2) مدروج $n=2 \Rightarrow f_2 = 2.\frac{10}{2.1} = 10\ Hz$

(3) مدروج $n=3 \Rightarrow f_3 = 3.\frac{10}{2.1} = 30\ Hz$

ملاحظات الطالب

المسألة (11) درس حامد جـ ١

متشابه الطرفين

$L = 1\,m$

$f = 170\,Hz$

$v = 340\,m.s^{-1}$

(1)

$$\boxed{\text{عدد أطوال الموجة} = \frac{L}{\lambda}}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} = 2\,m$$

$$\text{عدد أطوال الموجة} = \frac{1}{2}\,m$$

---

(2) $L' = ?$

مختلف الطرفين

أساسي $\Rightarrow (2n-1) = 1$

موافقة

$$f_{\text{مختلف}} = f_{\text{متشابه}}$$

$$f_{\text{مختلف}} = (2n-1)\frac{v}{4L'}$$

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

أساسي $(2n-1) = 1$

(نفس الحرارة ونفس الغاز) $v = 340\,m.s^{-1}$

$f = 170\,Hz$

موافقة ← نفس الصوت ← نفس f

$$L' = 1 \cdot \frac{340}{4 \cdot 170} = \frac{1}{2}\,m$$

c. احسب الاستطاعة المستهلكة في الدارة.

4. نضيف بين طرفي المأخذ السابق على التسلسل مع المقاومة R والوشيعة مكثّفة سعتها C فتبقى الشدَّة المنتجة للتيّار نفسها، احسب قيمة سعة هذه المكثّفة.

5. نضيف إلى المكثّفة C في الدارة السابقة مكثّفة C' تجعل الشدَّة على توافق بالطور مع التوتُّر المطبق. احسب السعة المكافئة للمكثّفتين وحدّد طريقة الضمّ واحسب سعة المكثّفة المضافة C'.

المسألة (27):

نطبّق بين نقطتين (a,b) فرقاً في الكمون متناوباً جيبياً قيمته المنتجة $40\sqrt{3}\,\mathrm{V}$ وتواتره $f = 50\,\mathrm{Hz}$.

1. نربط بين نقطتين (a,b) على التسلسل مقاومة صرفة $R = 20\,\Omega$ ووشيعة مقاومتها الأوميّة $r = 10\,\Omega$ وممانعتها $20\,\Omega$

المطلوب:

a. احسب الممانعة الكلّيّة والشدَّة المنتجة المارَّة في الدارة.

b. احسب الاستطاعة المتوسِّطة المصروفة في الجملة وعامل استطاعتها.

c. احسب الطاقة الحراريّة المنتشرة عن المقاومة الصرفة خلال زمن $10\,\mathrm{min}$ واكتب تابع التوتُّر اللحظيّ بين طرفي المقاومة الصرفة.

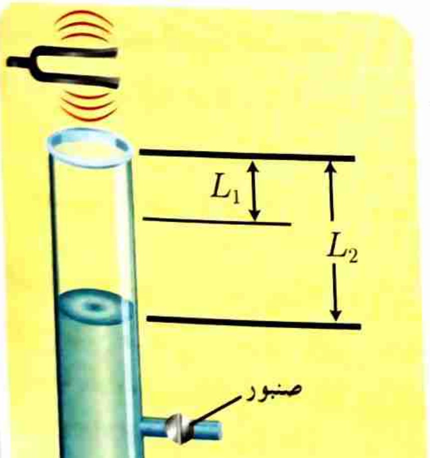
2. نعيد وصل الوشيعة على التفرُّع مع المقاومة الصرفة بين النقطتين السابقتين (a,b)

المطلوب:

a. احسب قيمة الشدَّة المنتجة للتيّار المارّ في الدارة الأصليَّة قبل التفرُّع باستخدام إنشاء فرينل.

b. احسب قيمة الاستطاعة المتوسِّطة المستهلكة في جملة الفرعين وقيمة عامل الاستطاعة عندئذ.

المسألة (28):



أنبوب أسطوانيّ مملوء بالماء وله صنبور عند قاعدته، تهتزّ رنّانة فوق طرفه العلويّ المفتوح، وعند إنقاص مستوى الماء في الأنبوب، سُمع صوت شديد يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_1 = 17\,\mathrm{cm}$، وباستمرار إنقاص مستوى الماء سُمع صوت شديد ثانٍ يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_2 = 49\,\mathrm{cm}$، فإذا علمت أنّ سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة $v = 340\,\mathrm{m.s^{-1}}$. احسب تواتر الرنّانة المستخدمة.

المسألة (29):

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

المطلوب:

1. احسب البُعد بين بطنين متتاليين، ثمّ استنتج رتبة الصوت.

2. نسخّن المزمار إلى الدرجة $t = 819^\circ\mathrm{C}$، استنتج طول الموجة المتكوّنة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه.

3. احسب طول مزمار آخر ذي فم، نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة $0^\circ\mathrm{C}$، تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصوت الصادر عن المزمار السابق (في الدرجة $0^\circ\mathrm{C}$).

المسألة (30):
خيط مرن أفقيّ طوله $L = 1\,\text{m}$ وكتلته $m = 10\,\text{g}$، نربط أحد طرفيه برنّانة كهربائيّة شعبتاها أفقيّتان تواترها $f = 50\,\text{Hz}$، ونشدّ الخيط على محزّ بكرة بثقل مناسب لتكون نهايته مقيّدة، فإذا علمت أنّ طول الموجة المتكوّنة $40\,\text{cm}$.

المطلوب:

1. ما عدد المغازل المتكوّنة على طول الخيط؟
2. احسب السعة بنقطة تبعد $20\,\text{cm}$ ثمّ بنقطة تبعد $30\,\text{cm}$ عن النهاية المقيّدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع $Y_{\max} = 1\,\text{cm}$.
3. احسب الكتلة الخطّيّة للخيط، واحسب قوّة شدّ هذا الخيط، وسرعة انتشار الاهتزاز فيه.
4. احسب قوّة شدّ الخيط التي تجعله يهتزُّ بمغزلين، وحدّد أبعاد العقد ولبطون عن النهاية المقيّدة في هذه الحالة.
5. نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه. هل تتغيّر كتلته الخطّيّة باعتبار أنّه متجانس.

المسألة (31):
وتر طوله $L = 1.5\,\text{m}$، وكتلته $m = 15\,\text{g}$ نجعله يهتزُّ بالتجاوب بواسطة هزّازة تواترها $f = 100\,\text{Hz}$ يتشكّل فيه ثلاثة مغازل

المطلوب حساب:

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

المسألة (32):
مزمار ذو فم، نهايته مفتوحة، طوله $L = 3.4\,\text{m}$ مملوء بالهواء يصدر صوتاً تواتره $f = 1000\,\text{Hz}$ حيث سرعة انتشار الصوت في هواء المزمار $v = 340\,\text{m.s}^{-1}$ في درجة حرارة التجربة:

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

المسألة (33):
يصدر مزمار ذو فم نهايته مفتوحة صوتاً بإمرار هواء بدرجة $t = 15^\circ\text{C}$، فيتكوّن داخله عقدتان للاهتزاز البعد بينهما $50\,\text{cm}$،

المطلوب:

1. طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار.
2. طول المزمار.
3. تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار.

4. طول مزمار آخر ذي فم نهايته مغلقة يعطي في الدرجة $t = 15^\circ\mathrm{C}$ صوتاً أساسيّاً مواقتاً للصوت الصادر عن المزمار السابق.
سرعة انتشار الصوت في الهواء بالدرجة $t = 0^\circ\mathrm{C}$ تساوي $v = 331\,\mathrm{m.s^{-1}}$.

المسألة (34):

1. لدينا مزمار متشابه الطرفين طوله $L_1 = 3.32\,\mathrm{m}$ يصدر صوتاً تواتره $f = 1024\,\mathrm{Hz}$، وهو يحوي هواء بدرجة $t = 15^\circ\mathrm{C}$ ينتشر فيه الصوت بسرعة $v = 340\,\mathrm{m.s^{-1}}$. احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار.
2. نريد أن يحوي المزمار نصف عدد أطوال الموجة السابقة وهو يصدر الصوت السابق نفسه بتغيير درجة حرارة هوائه فقط لتصبح t'، احسب قيمة t'.
3. إذا تكوّن في طرفي المزمار بطنان للاهتزاز وعقدة واحدة فقط في منتصفه بدرجة الحرارة $t = 15^\circ\mathrm{C}$ بتغيير قوّة النفخ عند منبعه الصوتيّ. احسب تواتر الصوت الصادر عنه حينئذٍ.

المسألة (35):

استُعمل عمود هوائيّ مغلق لقياس سرعة انتشار الصوت بواسطة رنّانة تواترها $f = 392\,\mathrm{Hz}$، فسُمع أوّل صوت شديدٍ عندما كان طول عمود الهواء مساوياً $L_1 = 21\,\mathrm{cm}$، وسُمع الصوت الشديد الثاني عندما كان طول عمود الهواء مساوياً $L_2 = 65.3\,\mathrm{cm}$. احسب سرعة انتشار الصوت في هذه الحالة. هل درجة الحرارة في العمود الهوائيّ أكبر أم أصغر من درجة حرارة الغرفة؟ (والتي تساوي $t = 20^\circ\mathrm{C}$).

المسألة (36):

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

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

المسألة (37):

يعمل أنبوب لتوليد الأشعّة السينيّة بتوتّر $8 \times 10^4\,\mathrm{V}$ حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عمليّاً.

المطلوب:

1. استنتج بالرموز الطاقة الحركيّة للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف)، ثمّ احسب قيمتها.
2. احسب سرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بالهدف.
3. احسب أقصر طول موجة للأشعّة السينيّة الصادرة.

$c = 3 \times 10^8\,\mathrm{m.s^{-1}}$, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$, $h = 6.6 \times 10^{-34}\,\mathrm{J.s}$, $\mathrm{e} = 1.6 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$

يهمل ثقل الإلكترون

المسألة (28) عامة :

من الأسفل مغلقة ومن الأعلى مفتوح

← $\boxed{\text{عمود هوائي مغلقة}}$

$L_1 = 17\,cm$ صوت شديد أول

$L_2 = 49\,cm$ صوت شديد ثاني

$v = 340\,m.s^{-1}$

مختلف الطرفين

$v = \lambda . f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$

عدد فردي

$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$\boxed{\text{صوت أول} \Rightarrow (2n-1) = 1}$

$\Rightarrow L_1 = 1 . \frac{\lambda}{4}$

صوت ثاني $(2n-1) = 3$ $\Rightarrow L_2 = 3 . \frac{\lambda}{4} = \frac{3\lambda}{4}$

نطرح $\Rightarrow L_2 - L_1 = \frac{2\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2}$

$2(L_2 - L_1) = \lambda$

$2(49 - 17) = \lambda$

$2(32) = \lambda$

$\boxed{64 \times 10^{-2} = \lambda}$ m

$\Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{64.10^{-2}}$

$f = 531{,}25\ Hz$

المسألة (29) عامة هامة

ذو مزمار ذو نهاية مفتوحة ← متشابه

$L = 3m$

$t = 0C°$ $\quad v = 330\,m.s^{-1}$

$f = 110$

(1) البعد بين بطنين متتاليين ✓

" " عقدتين متتاليتين

هو $\frac{\lambda}{2}$

نحسب $\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} = 3m$

البعد بين بطنين $= \frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1{,}5\,m$

إضافي : البعد بين بطن وعقدة

$\frac{\lambda}{4} = \frac{3}{4}$

حساب رتبة الصوت n

$f = n . \frac{v}{2L} \Rightarrow 110 = n . \frac{330}{2.3}$

$1 = n . \frac{3}{2.3}$

$1 = n \frac{1}{2} \Rightarrow n = 2$

طريقة ثانية

$$\boxed{L = n \cdot \frac{\lambda}{2}}$$

$$3 = n \cdot \frac{3}{2}$$

$$1 = n \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{n = 2}$$

(2) $v_2 = ?$ $\quad t_2 = 819\ C^\circ$

$v_1 = 330\ m.s^{-1}$ $\quad t_1 = 0\ C^\circ$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\frac{v_2}{330} = \sqrt{\frac{t_2 + 273}{t_1 + 273}}$$

$$v_2 = 330 \cdot \sqrt{\frac{819+273}{0+273}}$$

$$v_2 = 330 \cdot \sqrt{\frac{1092}{273}}$$

$$= 330\sqrt{4}$$

$$= 330 \times 2$$

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

$$\boxed{\lambda_2 = \frac{v_2}{f}} = \frac{660}{110} = 6m$$

يصدر الصوت السابق نفس

$\Rightarrow$ نفس التواتر

أ. محمد إدريس

L'

(3) احسب طول عمود هوائي آخر ذو فم ونهايته مغلقة

(مختلف الطرفين)

تواتر مدروج الهام السابق = تواتر الصوت الصادر السابق

$$f_{مختلف} = (2n-1)\frac{v}{4L'}$$

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

مدروج ثالث قيمة $\boxed{(2n-1) = 3}$

$\boxed{v_1 = 330\ m.s^{-1}}$ عند الحرارة $0C^\circ$

$$\boxed{f_{مختلف} = f_{متشابه} = 110\ Hz}$$

$$L' = 3 \cdot \frac{330}{4 \cdot 110}$$

$$L' = 3 \cdot \frac{3}{4} = \frac{9}{4} m$$

أ. محمد إدريس

المسألة (30) عاشقة

$L = 1\ m$

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

$f = 50\ Hz$

$\lambda = 40 \times 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-1}\ m$

طرفين مقيدة

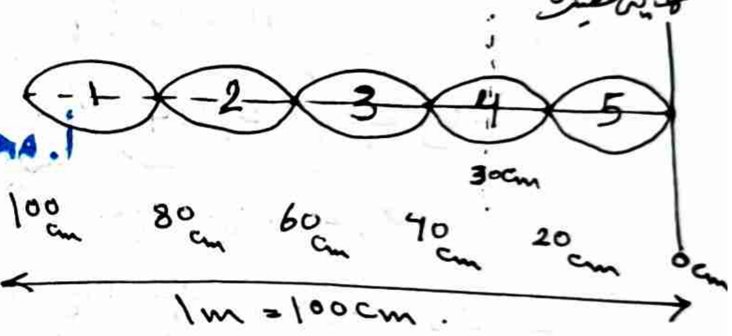
① عدد المغازل

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

$$\Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2 \cdot 1}{4 \cdot 10^{-1}} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-1}}$$

② مغازل $\boxed{n = 5}$

نهاية مقيدة



$X = 20\ cm = 20 \cdot 10^{-2}\ m$ $\quad Y_{max/n} = ?$

$X = 30\ cm = 30 \cdot 10^{-2}\ m$

$Y_{max} = 1\ cm = 1 \times 10^{-2}\ m$

$$Y_{max/n} = 2 Y_{max} \cdot \left| \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \right|$$

$$Y_{max/n} = 2 \cdot 10^{-2} \left| \sin \frac{2\pi \cdot 20 \cdot 10^{-2}}{40 \cdot 10^{-2}} \right|$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} \left| \underbrace{\sin \pi}_{0} \right| = 0$$

السعة معدومة ← هي عقدة

$$Y_{max/n} = 2 \cdot Y_{max} \cdot \left| \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \right|$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} \left| \sin \frac{2\pi \cdot 30 \cdot 10^{-2}}{40 \cdot 10^{-2}} \right|$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} \left| \underbrace{\sin \frac{3\pi}{2}}_{-1} \right|$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} |-1|$$

$$= 2 \cdot 10^{-2}\ m$$

← في سعة ← هي بطن

③ الكتلة الخطية

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2}\ kg$$

قوة الشد

$$f = n \cdot \frac{v}{2L}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f = n \cdot \frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}{2L}$$

$$f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

ن . ح

$$f^2 = \frac{n^2}{4L^2} \cdot \frac{F_T}{\mu}$$

$$2500 = \frac{25}{4 \cdot 1} \cdot \frac{F_T}{10^{-2}}$$

$$100 = \frac{1}{4} \cdot F_T \cdot 10^{+2}$$

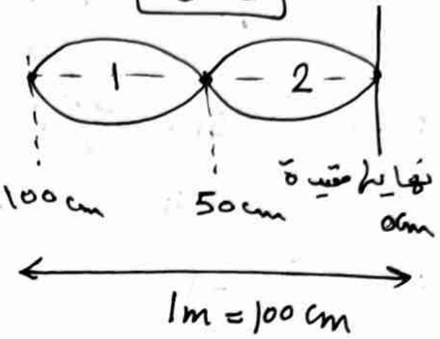
$\boxed{4 = F_T}\ N$

سرعة انتشار الاهتزاز

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4}{10^{-2}}} = 20\ m.s^{-1}$$

(4)

$\boxed{n = 2}$



قوة الشد

$$f = n\frac{v}{2L} \qquad f = n.\frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}{2L}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad f = \frac{n}{2L}\cdot\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

نربع الطرفين

$$f^2 = \frac{n^2}{4L}\cdot\frac{F_T}{\mu}$$

$$2500 = \frac{4}{4.1}\cdot\frac{F_T}{10^{-2}}$$

$$\boxed{25 = F_T}\ N$$

ثم نحدد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة

✓ أبعاد العقد

$$\boxed{x = n.\frac{\lambda}{2}}$$

ملاحظة لبس نغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة

قانون $\boxed{\lambda = 2.\frac{L}{n}} = 2.\frac{1}{2} = 1m$

أول عقدة $\boxed{n = 0} \Rightarrow x_1 = 0.\frac{\lambda}{2} = 0m$

ثاني عقدة $\boxed{n = 1} \Rightarrow x_2 = 1.\frac{1}{2} = \frac{1}{2}m$

ثالث عقدة $\boxed{n = 2} \Rightarrow x_3 = 2.\frac{1}{2} = 1m$

✓ أبعاد البطون

أول بطن $\boxed{n = 0} \Rightarrow \boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$

$x_1 = 1.\frac{\lambda}{4} = \frac{1}{4}m$

ثاني بطن $\boxed{n = 1}$ $x_2 = 3.\frac{1}{4} = \frac{3}{4}m$

ثالث بطن $\boxed{n = 2}$ $\boxed{x_3 = 5.\frac{1}{4} = \frac{5}{4}m}$

هذا البطن مرفوض لأنه لا ينتمي للوتر (خارج الوتر)

ملاحظة هامة جداً

بكل الكتاب (n) تبدأ من 1 أو (k)

عدا حالتين نبدأ من الصفر $\boxed{n = 0}$ $\boxed{k = 0}$

← حدد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة

← بالنواس المرن عين أزمنة المرور بمركز التوازن

(5) نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه حل تتغير الكتلة الخطية

الحل

$L'_{\text{جديد}} = \frac{L}{2}$

$m'_{\text{جديدة}} = \frac{m}{2}$

$\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}}$

$\mu' = \frac{m}{L} = \mu$

لا تتغير الكتلة

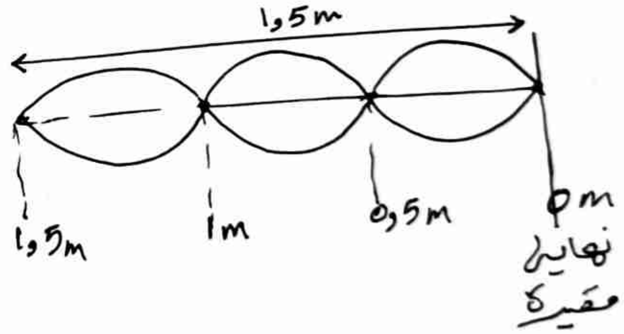
المسألة (31) شاقة

$L = 15 \times 10^{-1} m$

$m = 15 \cdot 10^{-3} kg$

$f = 100 \, HZ$

$n = 3$ مغازل



(1) حساب λ

$$\boxed{L = n \cdot \frac{\lambda}{2}}$$

نعزل $\Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \cdot 1,5}{3} = 1m$

(2) $\boxed{\mu = \frac{m}{L}} = \frac{15 \cdot 10^{-3}}{15 \cdot 10^{-1}} = 10^{-2} kg \cdot m^{-1}$

(3) $\boxed{v = \lambda \cdot f} = 1 \cdot 100 = 100 m \cdot s^{-1}$

(4) $\boxed{v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}$

ن.ع

$v^2 = \frac{F_T}{\mu}$

$\Rightarrow F_T = v^2 \cdot \mu = 10000 \cdot 10^{-2}$

$= 100 N$

طريقة ثانية

$f = n \cdot \frac{v}{2L}$

$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

$f = n \frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}{2L}$

$f = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

ن.ع

$f^2 = \frac{n^2}{4L^2} \cdot \frac{F_T}{\mu}$

$f^2 = \frac{n^2}{4L^2} \cdot \frac{F_T}{\frac{m}{L}}$

$f^2 = \frac{n^2}{4L} \cdot \frac{F_T}{m}$

$10000 = \frac{9}{4 \cdot 15 \cdot 10^{-1}} \cdot \frac{F_T}{15 \cdot 10^{-3}}$

$10000 = \frac{9}{60 \cdot 10^{-1}} \cdot \frac{F_T}{15 \cdot 10^{-3}}$

$$10000 = \frac{3}{2} \cdot \frac{F_T}{15 \cdot 10^{-3}}$$

$$10000 = \frac{3 \cdot F_T \cdot 10^{3}}{30}$$

$$10000 = \frac{F_T \cdot 10^{3}}{10}$$

$$10000 = F_T \cdot 10^{2}$$

$$\boxed{100 = F_T} \; N$$

5 أبعاد العقد $\boxed{x = n \cdot \frac{\lambda}{2}}$

أول عقدة $n = 0 \Rightarrow x_1 = 0\,m$

ثاني عقدة $n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2}\,m$

ثالث عقدة $n = 2 \Rightarrow x_3 = 1\,m$

رابع عقدة $n = 3 \Rightarrow x_4 = 1{,}5\,m$

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

أول بطن $n = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{1}{4}\,m$

ثاني بطن $n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{3}{4}\,m$

ثالث بطن $n = 2 \Rightarrow x_3 = \frac{5}{4}\,m$

المسألة 32 كاملة

متشابه الطرفين ← $\boxed{\text{ذو فم مفتوحين}}$

$L = 34 \times 10^{-1}\,m$

$f = 1000\,HZ$

$v = 340\,m.s^{-1}$

1. $\frac{L}{\lambda}$ عدد أطوال الموجة

نحسب λ

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 34 \cdot 10^{-2}\,m$$

$$\text{عدد أطوال الموجة} = \frac{L}{\lambda} = \frac{34 \cdot 10^{-1}}{34 \cdot 10^{-2}} = 10 \text{ طول موجة}$$

2. بطن — ذو فم مفتوحين

$$f = n \cdot \frac{v}{2L} = 1 \cdot \frac{340}{2 \cdot 34 \cdot 10^{-1}}$$

صوت بسيط $\boxed{n=1}$ $\quad f = 50\,HZ$

(3) $v_1 = 331\ m.s^{-1}$

$t_1 = 0\ C°$

$v_2 = 340$ $\quad t_2 = ?$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

نربع

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{v_2^2 . T_1}{v_1^2}$$

$$T_{2\ \text{كلفن}} = \frac{(340)^2.(0+273)}{(331)^2} = 288K$$

$$t_{2\ \text{سيلزيوس}} = T_{\text{كلفن}} - 273$$
$$= 288 - 273$$
$$= 15\ C°$$

المسألة (33) ناقش

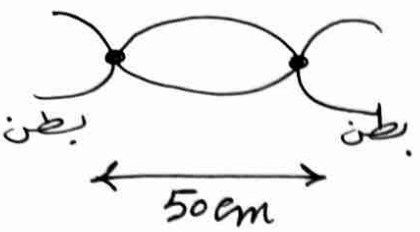
متشابه الطرفين

ذو طرفي نهاية مفتوحة

بطن بطن

$t = 15C°$

البعد بين العقدتين 50cm



(1) عقدة-عقدة أو $\frac{\lambda}{2}$

$$\frac{\lambda}{2} = 50 \Rightarrow \lambda = 100cm = 1m$$

(2) طول المزمار

$$L_{\text{متشابه}} = n.\frac{\lambda}{2} = 2.\frac{1}{2} = 1m$$

عدد العقد

(3) صوت بسيط $\quad v = \lambda . f$

? = ✓ ?

$t_1 = 0C° \longrightarrow v_1 = 331 m.s^{-1}$

$t_2 = 15C° \longrightarrow v_2 = ?$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$v_2 = v_1 . \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$v_2 = 331 . \sqrt{\frac{15+273}{0+273}} = 340 m.s^{-1}$$

$$\Rightarrow v = \lambda . f$$
$$340 = 1 . f$$
$$f = 340\ HZ$$

(36)

4) مم نهايتيه مغلقة — مختلف الطرفين

$L' = ?$

$$f_{مختلف} = (2n-1)\frac{v}{4L'}$$

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

مدروج أساسي $\Rightarrow \boxed{(2n-1) = 1}$

$v = 340\ m.s^{-1}$

مساوية لتواتر الصوت الصادر من أنبوب مفتوح سابق

نفس التواتر $\leftarrow$ $f = 340$

$$L' = 1.\frac{340}{4.340} = \frac{1}{4}\ m$$

الأرقام برهما الآلة الحاسبة

المسألة (34) عاقلة

$L = 332\times10^{-2}\ m$

$f = 1024\ Hz$

$t = 15C^\circ \quad v = 340\ m.s^{-1}$

1) $\boxed{عدد\ أطوال\ الموجة = \frac{L}{\lambda}}$

$$\boxed{\lambda = \frac{v}{f}} = \frac{340}{1024} = 332\times10^{-3}\ m$$

$$عدد\ أطوال\ الموجة = \frac{L}{\lambda} = \frac{332.10^{-2}}{332.10^{-3}} = 10$$ طول موجة

2) الصوت نفسه $\leftarrow$ نفس التواتر

$f' = f = 1024\ Hz$

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{\frac{t'+273}{t+273}}$$

$t = 15C^\circ \qquad v = 340\ m.s^{-1}$

$\boxed{v' = \lambda'.f'}$

ليصبح عدد أطوال الموجة نصف ما كان عليه

$$عدد\ أطوال\ الموجة\ الجديد = \frac{10}{2} = 5$$

$$\Rightarrow 5 = \frac{L}{\lambda'} = \frac{332.10^{-2}}{\lambda'}$$

$$\Rightarrow \lambda' = 664.10^{-3}\ m$$

$$\Rightarrow v' = 664.10^{-3}.1024$$

$$v' = 679\ m.s^{-1}$$

$$\Rightarrow \frac{679}{340} = \sqrt{\frac{t'+273}{288}}$$

نربع الطرفين ونعزل t

$$\Rightarrow t = 879C^\circ$$

3) $f = \dfrac{v}{\lambda}$

$\boxed{n=1} \Leftarrow$ عقدة واحدة

(37) $\boxed{L = n.\dfrac{\lambda'}{2}} \leftarrow$ متشابه

$$\Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \cdot 332 \cdot 10^{-2}}{1}$$

$$\lambda = 664 \cdot 10^{-2}\ m$$

$$\Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{664 \cdot 10^{-2}} = 51,2\ HZ$$

المسألة 35 هامة

نفس فكرة $\boxed{28\ \text{هامة}}$

عمود هوائي مغلق | مختلف الطرفين

$f = 392\ HZ$

أول صوت $\boxed{n=1}$ $L_1 = 21\ m$

صوت ثاني $\boxed{n=2}$ $L_2 = 65,3\ m$

$$L_{\text{مختلف}} = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

نطرح

$$\begin{cases} L_1 = 1 \cdot \frac{\lambda}{4} & \text{أول صوت } \boxed{n=1} \\ L_2 = 3 \cdot \frac{\lambda}{4} & \text{ثاني صوت } \boxed{n=2} \end{cases}$$

$$L_2 - L_1 = 2\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow \lambda = 2(L_2 - L_1)$$

$$= 2(65,3 - 21)$$

$$= 44,3 \times 2$$

$$= 88,6\ m$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = 88,6 \times 392$$

$$v = 347,3\ m \cdot s^{-1}$$

$t = 15\ C^{\circ}$ $v = 340\ m \cdot s^{-1}$

$t = 20\ C^{\circ}$ $v = 343\ m \cdot s^{-1}$

$t = 0\ C^{\circ}$ $v = 331\ m \cdot s^{-1}$

$$347,3 > 343\ m \cdot s^{-1}$$

⇐ إنَّ درجة الحرارة بالعمود الهوائي أكبر من درجة حرارة الغرفة

المسألة 36 هامة جداً

ذو فم نهايته مغلقة | مختلف الطرفين

$v = 324\ m \cdot s^{-1}$

صوت أساسي $\Rightarrow (2n-1) = 1$

$f = 162\ HZ$

① طول المزمار

$$f_{\text{مختلف}} = (2n-1)\frac{v}{4L}$$

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

$$= 1 \cdot \frac{324}{4 \cdot 162} = \frac{1}{2}\ m$$

$$O_2 \xrightarrow{\text{نستبدل}} H_2$$

$v_1 = 324\ m.s^{-1}$ $\quad$ $v_2 = ?$

عند غاز تناسب عكسي

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1\ \text{أوكسجين}}{D_2\ \text{هيدروجين}}} = \sqrt{\frac{\frac{M_{O_2}}{29}}{\frac{M_{H_2}}{29}}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4$$

$$v_2 = 4 \cdot v_1 = 4 \cdot 324$$

أ. محمد إدريس

$$v_2 = 1296\ m.s^{-1}$$

$$f_2 = (2n-1)\frac{v_2}{4L}$$

$$= \underbrace{1}_{\text{الصوت الأساسي}} \cdot \frac{1296}{4 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$= 648\ HZ$$

[redacted]

أ. محمد إدريس