لطلاب النخبة في

الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

بكلوريات @baca11111

القناة الرئيسية: t.me/baca11111

- ✓ مراجعة عامة لقوانين الصف الأول الثانوي والثاني الثانوي.
- ✓ ملخص شامل لقوانين كل بحث في الكتاب.
- ✓ حل كافة الأسئلة النظرية الواردة في الكتاب.
- ✓ حل كافة مسائل الكتاب (دروس – عامة) بعدة طرق وفقاً لسلالم التصحيح.
- ✓ رسومات واضحة ودقيقة لتوضيح حل المسائل.
- ✓ مناقشة عدة طرق لحل بعض المسائل.
- ✓ نماذج إضافية محلولة للمسائل.
- ✓ حل التفكير الناقد لجميع دروس الكتاب.
- ✓ تصويب الأخطاء المطبعية في الكتاب.

وفق المنهاج الحديث المعدّل

إعداد المدرسين:

أ. عمر أبودان & أ. علي الفقير

مراجعة عامة

مقدمة: كل نقطة مادية تتحرك على مسار منحني

لها شعاع سرعة مماس للمسار يعطى بالعلاقة:

$$\vec{v} = \frac{\overline{dx}}{dt}$$

ولهذا المتحرك شعاع تسارع له مركبتين:

$$\vec{a} = \vec{a_t} + \vec{a_c}$$

1) العلاقة الجبرية للتسارع المماسي:

$$\bar{a_t} = \frac{d\bar{v}}{dt} = (\bar{v})'_t$$

2) علاقة التسارع الناظمي:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

توابع الحركة المستقيمة المنتظمة	توابع الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام
تسارع $\bar{a} = 0$	$\bar{a} = const$
سرعة $\bar{v} = const$	$\bar{v} = \bar{a}t + \bar{v_0}$
فاصلة $\bar{\chi} = \bar{v}t + \bar{\chi_0}$	$\bar{\chi} = \frac{1}{2}\bar{a}t^2 + \bar{v_0}t + \bar{\chi_0}$
مسافة $\bar{\chi} - \bar{\chi_0} = \bar{v}t$	$v^2 - v_0^2 = 2\bar{a}(\bar{\chi} - \bar{\chi_0})$

ملاحظة:

مشتق	تابع
$(\bar{\chi})'_t = \omega\cos\omega t$	$\bar{\chi} = \sin\omega t$
$(\bar{\chi})'_t = -\omega\sin\omega t$	$\bar{\chi} = \cos\omega t$

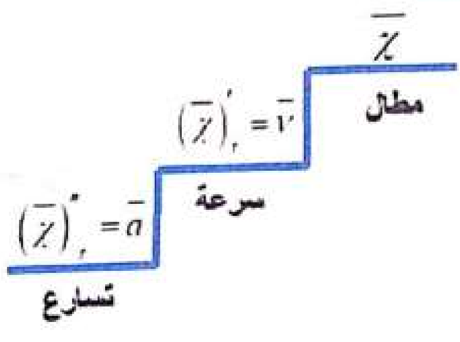
مثال:

- $\bar{\chi} = 2\sin(5t + \frac{\pi}{3}) \Rightarrow$

$(\bar{\chi})'_t = 10\cos(5t + \frac{\pi}{3})$

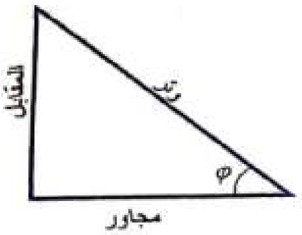
- $\bar{\chi} = 5\cos(2t) \Rightarrow (\bar{\chi})'_t = -10\sin(2t)$

ملاحظة:



النسب المثلثية:

الزاوية (تيتا θ ، فاي φ)



- **في المثلث القائم:**

$\sin\varphi$ الوتر = المقابل $\Leftarrow$ $\sin\varphi = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$

$\cos\varphi$ الوتر = المجاور $\Leftarrow$ $\cos\varphi = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$

$\tan\varphi = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi}$

النسب المثلثية للزوايا الشهيرة:

	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π
	0°	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	-1	0
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1
tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	غير معرف	0	غير معرف	0

حيث: $3.14\,rad$ تقابل $\pi = 180^\circ$.

سؤال: أوجد مايلي:

$\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{3}rad$

$\sin\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

- **المساحة:** تقاس بواحدة m^2.

1) مساحة المربع = الضلع × الضلع.

2) مساحة المستطيل = الطول × العرض.

3) مساحة الدائرة = πr^2.

4) مساحة سطح الكرة = $4\pi r^2$.

- **الحجم لأسطوانة** = مساحة القاعدة × الارتفاع.

(ويقاس بواحدة: m^3)

الحركة الدورانية	الحركة الانسحابية
➢ الفاصلة الزاوية: $\overline{\theta}$ وتقاس بواحدة: rad.	➢ الفاصلة: $\overline{\chi}$ وتقاس بواحدة: m.
➢ السرعة الزاوية: $\overline{\omega} = \frac{\overline{d\theta}}{dt}$ تقاس بواحدة: $rad.s^{-1}$	➢ شعاع السرعة: $\overline{v} = \frac{\overline{d\chi}}{dt}$ تقاس قيمة السرعة: $m.s^{-1}$
➢ التسارع الزاوي: $\overline{\alpha} = \frac{\overline{d\omega}}{dt}$ يقاس بواحدة: $rad.s^{-2}$.	➢ شعاع التسارع: $\overline{a} = \frac{\overline{dv}}{dt}$ تقاس قيمة التسارع: $m.s^{-2}$
➢ نظرية التسارع الزاوي (العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني): $(m.N)\ \sum \overline{\Gamma}_{\Delta} = I_{\Delta}\overline{\alpha}$	➢ قانون نيوتن الثاني (العلاقة الأساسية في التحريك): $(N)\ \sum \overline{F} = m\overline{a}$
➢ الطاقة الحركية: $E_k = \frac{1}{2} I_{\Delta}\omega^2$	➢ الطاقة الحركية: $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
➢ الطاقة الكامنة المرونية: $E_p = \frac{1}{2} K \theta^2$	➢ الطاقة الكامنة المرونية: $E_p = \frac{1}{2} K \chi^2$
➢ الطاقة الميكانيكية: $(J)\quad E_{tot} = E_k + E_p$	➢ الطاقة الميكانيكية: $(J)\quad E_{tot} = E_k + E_p$
➢ عمل عزم قوة ثابتة: $\overline{W} = \Gamma_{\Delta}.\overline{\theta}$	➢ العمل: $\overline{W} = F d \cos\theta \ ,\ \theta = (\overrightarrow{F}\hat{,}\overrightarrow{d})$ ينعدم العمل اذا تعامدت القوة مع الانتقال.
➢ العزم الحركي: $\overline{L} = I_{\Delta}\overline{\omega}\quad (Kg.m^2.rad.s^{-1})$	➢ شعاع كمية الحركة: $\overline{P} = m\overline{v}\quad (Kg.m.s^{-1})$

بعض العلاقات الضرورية:

	العلاقة	الواحدة
الكتلة الحجمية	$\rho = \frac{m}{V}$	$(Kg.m^{-3})$
عمل الثقل	$\overline{W} = m g h$	(J)
عزم مزدوجة الفتل	$\overline{\Gamma}_{\eta/\Delta} = -K\overline{\theta}$	(m.N)
الاستطاعة الميكانيكية	$P = \frac{W}{t}$	(Watt)
عزم القوة	$\overline{\Gamma}_{\Delta} = d\overline{F}$	(m.N)

• ينعدم العزم اذا لاقت القوة محور الدوران، أو وازته.

• العلاقة ما بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية:

$$\overline{\omega} = \frac{\overline{v}}{r} \Rightarrow \boxed{\overline{v} = \overline{\omega}\, r}$$

• العلاقة بين التسارع المماسي والتسارع الزاوي:

$$\overline{a}_t = \overline{\alpha} r$$

○ الدور: هو زمن دورة كاملة لمتحرك أو زمن هزة واحدة (أو نوسة واحدة)، ويرمز له بالرمز T ، ويقاس بواحدة s (الثانية).

○ التواتر: هو عدد الدورات في الثانية أو عدد الهزات في الثانية (أو عدد النوسات)، ويرمز له بالرمز f ، ويقاس بواحدة Hz.

• العلاقة ما بين الدور والتواتر:

$T = \frac{1}{f}$ أو $f = \frac{1}{T}$

حيث: $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

* الاهتزازات الحرة:

الدور الخاص T_0 ، التواتر الخاص f_0

حيث: $f_0 = \frac{1}{T_0}$

* الاهتزازات القسرية:

الدور T ، التواتر f

حيث: $f = \frac{1}{T}$

الشعاع: هو قطعة مستقيمة موجهة.

لكل شعاع أربعة عناصر:

1- نقطة التأثير.

2- الحامل.

3- الجهة.

4- الشدة (الطويلة): موجبة دوماً.

الجداء الداخلي (الداخلي):

$\vec{c} = \vec{a}.\vec{b} \Rightarrow \vec{c} = ab.\cos(\widehat{\vec{a}.\vec{b}})$

مثال:

$\overline{W} = \overline{F}.\overline{d} \Rightarrow \overline{W} = F.d\cos(\widehat{\overline{F}.\overline{d}})$

الجداء الخارجي (الشعاعي):

$\vec{c} = \vec{a} \wedge \vec{b}$

أي أن $\vec{a}$ تعامد $\vec{c}$ و $\vec{b}$ تعامد $\vec{c}$ ، أي أن $\vec{c}$ يعامد المستوي المحدد بالشعاعين $\vec{a},\vec{b}$.

$c = a.b.\sin(\widehat{\vec{a}\,\vec{b}})$

- شدة محصلة شعاعين على حامل واحد:

$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$

1) في حالة الشعاعين على حامل واحد وفي جهة واحدة، يكون: $c = a + b$

2) في حالة الشعاعين على حامل واحد وفي جهتين مختلفتين يكون:

$c = a - b$ المحصلة بجهة الأكبر، حيث: $a > b$

- شدة محصلة شعاعين متعامدين: $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$

حسب فيثاغورث:

$c^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow c = \sqrt{a^2 + b^2}$

- شدة محصلة شعاعين بينهما زاوية: $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$

$c^2 = a^2 + b^2 + 2ab\cos(\widehat{\vec{a}\,\vec{b}})$

$c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos(\widehat{\vec{a}\,\vec{b}})}$

نظرية الطاقة الحركية: إن تغير الطاقة الحركية لجسم صلب خلال فاصل زمني معين يساوي مجموع أعمال القوى الخارجية خلال الفاصل الزمني نفسه بين وضعين:

$$\boxed{\Delta \overline{E_k} = \sum \overline{W}_{F(1\to2)}}$$

تطبيق: خيط غير قابل للإمتطاط، طوله $1m$ مثبت من الأعلى، ينتهي بكرة صغيرة، نزيح الكرة عن وضع التوازن ليصنع الخيط مع الشاقول زاوية $\theta = 60^\circ$ ونترك الكرة دون سرعة ابتدائية، والمطلوب: استنتج سرعة الكرة عندما يصنع الخيط زاوية θ مع شاقول نقطة التعليق، ثم احسب سرعة الكرة لحظة وصولها شاقول نقطة التعليق.

الحل:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

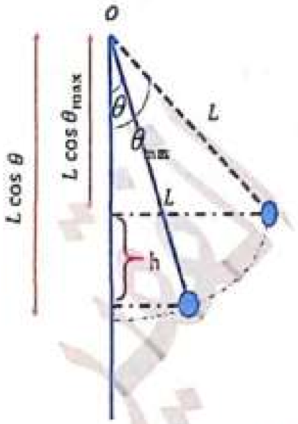
- الوضع الأول: عندما يصنع زاوية: $\theta_{max} = \frac{\pi}{3} rad$.

- الوضع الثاني: عند المرور بشاقول نقطة التعليق $\bar{\theta} = 0$.

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

بما أن: $E_{k_1} = 0 \Leftarrow v_0 = 0$

$\overline{W}_{\overline{T}} = 0$ لأن $\overline{T}$ تعامد الانتقال العنصري في كل لحظة.



$E_{k_2} = \overline{W}_{\overline{w}}$

$\frac{1}{2} m\, v^2 = m\, g\, h \Rightarrow$

$v^2 = 2 g h \Rightarrow$

$v = \sqrt{2 g h}$

ولكن:

$h = L\cos\theta - L\cos\theta_{max}$

$h = L(\cos\theta - \cos\theta_{max})$

$v = \sqrt{2 g L(\cos\theta - \cos\theta_{max})}$

حيث: $\bar{\theta} = 0$ عند المرور في الشاقول

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

$v = \sqrt{2 g L(1 - \cos\theta_{max})}$

نعوض: $v = \sqrt{2 \times 10 \times 1(1 - \frac{1}{2})}$

وتكون قيمة السرعة:

$v = \sqrt{10} = \pi\, m.s^{-1}$

الوحدة الأولى: الحركة والتحريك

استفد لحل مسائل (النواس المرن):

لإيجاد التابع الزمني لمطال الحركة الجيبية الانسحابية (التوافقية البسيطة) انطلاقاً من شكله العام:

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض)

- التابع الزمني للمطال:

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

حيث ثوابت الحركة: $(X_{max}\ ,\ \omega_0\ ,\ \bar{\varphi})$.

A- نحسب سعة الحركة X_{max}:

إذا كان طول القطعة التي يتحرك عليها الجسم معلوم

$$2X_{max} = \text{طول القطعة} \Rightarrow X_{max} = \frac{\text{طول القطعة}}{2}$$

- يمكن حساب X_{max} من شروط البدء.

مثلاً: عند إزاحة الجسم مسافة $5cm$ ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t=0$، فيكون: $X_{max} = 5cm$ (لأنه دون سرعة ابتدائية)

B- نحسب النبض الخاص ω_0: (حسب معطيات المسألة)

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{أو} \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \quad \text{أو} \quad \omega_0 = 2\pi f_0$$

C- نحسب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء حسب معطيات المسألة، نعوض في التابع الزمني للمطال.

تطبيقات تمهيدية:

تطبيق (1):

جسم صلب معلق بنابض مرن شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة، ثابت صلابته $k = 16N.m^{-1}$، نزيح هذا الجسم عن موضع التوازن نحو الأسفل مسافة قدرها $10\ cm$ ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$، فيتحرك بحركة توافقية بسيطة بدور خاص $4\ s$ والمطلوب:

1) استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام.

2) احسب قوة الارجاع في نقطة مطالها $x = 0.1m$

1) التابع الزمني لمطال الحركة:

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

نحسب ثوابت الحركة $(X_{max}\ ,\ \omega_0\ ,\ \bar{\varphi})$:

نحسب المطال الأعظمي X_{max}:

بما أن الجسم الصلب تُرك دون سرعة ابتدائية فيكون:

$$X_{max} = 10cm = 0.1m$$

نحسب النبض الخاص ω_0:

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

نحسب الطور الإبتدائي $\bar{\varphi}$ من شروط البدء:

$$t = 0\ ,\quad \bar{x} = X_{max} = 0.1\ m$$

نعوض:

$$X_{max} = X_{max}\cos\bar{\varphi} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0\ rad$$

فيكون التابع الزمني للمطال:

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

2) حساب قوة الإرجاع $\bar{F}$

$$\bar{F} = -k\,\bar{x} = -16\times0.1 = -1.6N$$

تطبيق (2): يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة بدور خاص $(4\ s)$ وبسعة اهتزاز $(6\ cm)$، وبفرض مبدأ الزمن لحظة مرور الجسم بنقطة مطالها $x = 3\ cm$ وهو يتحرك بالاتجاه السالب، والمطلوب:

1) استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام.

2) حدد لحظتي المرور الأول والمرور الثاني في مركز التوازن.

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

نحسب النبض الخاص ω_0: $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}\ rad.s^{-1}$

حيث سعة الاهتزاز: $X_{max} = 6\times10^{-2}\ m$

نحسب الطور الإبتدائي $\bar{\varphi}$ من شروط البدء:

$$t = 0\ ,\quad \bar{x} = 3\times10^{-2}\ m\ ,\quad v < 0$$

$$3\times10^{-2} = 6\times10^{-2}\cos\bar{\varphi} \Rightarrow$$

$$\cos\bar{\varphi} = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{\varphi} = \frac{\pi}{3}\ rad \quad \text{أو} \quad \bar{\varphi} = \frac{5\pi}{3}\ rad$$

لمعرفة $\bar{\varphi}$ يجب أن تكون $v < 0$ لتحقق شروط المسألة:

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

في لحظة البدء:

$$t = 0 \Rightarrow \bar{v}_0 = -\omega_0 X_{max} \sin\bar{\varphi}$$

نعوض إما $\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{3}\, rad$:

$$\bar{v}_0 = -\omega_0 X_{max} \sin(\frac{\pi}{3}) < 0$$

مقبول لأنه يحقق شروط البدء، يجعل السرعة سالبة.

وإما $\bar{\varphi} = \frac{5\pi}{3}\, rad$:

$$\bar{v}_0 = -\omega_0 X_{max} \sin(\frac{5\pi}{3}) > 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء، يجعل السرعة موجبة.

فيكون التابع الزمني:

$$\bar{\chi} = 6\times10^{-2} \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}) \quad (m)$$

2) تحديد لحظتي المرور الأول والثاني في مركز التوازن

• عند المرور بوضع التوازن $\chi = 0$

نعوض في تابع المطال:

$$0 = 6\times10^{-2} \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}) \Rightarrow \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}) = 0$$

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

$$\Rightarrow 3t = 1 + 6K \Rightarrow t = \frac{1}{3} + 2k$$

زمن المرور الأول: $k = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{3}s$

زمن المرور الثاني: $k = 1 \Rightarrow t_2 = \frac{7}{3}s$

تابع السرعة

$$\bar{v} = (\bar{\chi})'_t \Rightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin\omega_0 t$$

• السرعة أعظمية (طويلة)

$v_{max} = |\pm\omega_0 X_{max}|$ عند المرور في مركز الاهتزاز.

• السرعة معدومة $v = 0$ عند المرور في المطالين الأعظميين (الموضعين الطرفيين).

تابع التسارع

$$\bar{a} = (\bar{\chi})''_t = (\bar{v})'_t \Rightarrow \bar{a} = -\omega_0^2 \bar{\chi}$$

• التسارع أعظمي (طويلة)

$a_{max} = |\pm\omega_0^2 X_{max}|$ عند المرور في المطالين الأعظميين

• التسارع معدوم $a = 0$ عند المرور في مركز الاهتزاز.

ملاحظة:

1) تكون شدة محصلة القوى عظمى عند المرور في الوضعين الطرفيين، أي: $\bar{\chi} = \mp X_{max}$

$$F_{max} = m\, a_{max} = m\,\omega_0^2 X_{max}$$

2) تكون شدة محصلة القوى معدومة عند المرور في مركز الاهتزاز.

$$\chi = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow F = m a = 0$$

بعض العلاقات الضرورية:

• إن قوة الثقل تسبب في النابض الشاقولي استطالة سكونية χ_0

حيث: $W = k\,\chi_0 \Rightarrow$

$$\chi_0 = \frac{m g}{k}$$

• يمكن حساب مقدار الاستطالة السكونية للنابض χ_0 دون معرفة قيمة الكتلة m باستخدام العلاقة:

$$W = k\,\chi_0$$

$$m g = m\,\omega_0^2\,\chi_0 \Rightarrow$$

$$\chi_0 = \frac{g}{\omega_0^2}$$

• علاقة الدور الخاص:

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} \quad \text{أو} \quad \boxed{T_0 = \frac{\text{زمن الهزات } (t)}{\text{عدد الهزات } (N)}}$$

• يمكن حساب كتلة النواس المرن من العلاقة:

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

- **الطاقة الحركية:**

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega_0^2 X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

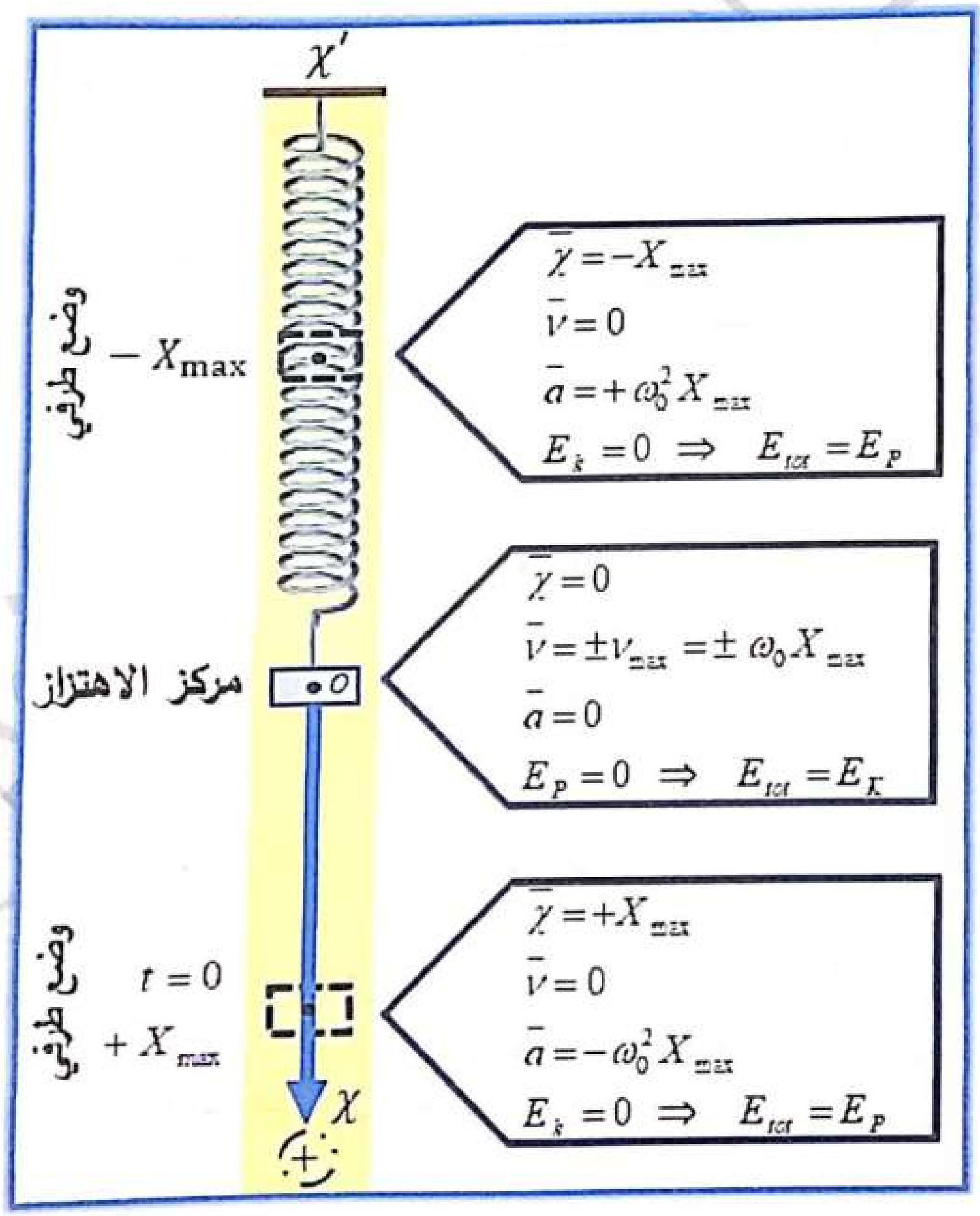
- **الطاقة الكامنة المرونية:**

$$E_p = \frac{1}{2} k \chi^2 = \frac{1}{2} k X_{max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

- **الطاقة الكلية (الميكانيكية):**

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

ويمكن معرفة k إذا كانت E_{tot} , X_{max} معلومتان



اختبر نفسي (نواس مرن)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 16:

1) a- $\overline{\chi} = 0.08\cos(\pi t + \pi)$

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

3) d- لا تلتقيان لأن مطال الأولى $-X_{max}$ ومطال الثانية $+X_{max}$

ثانياً: حل الأسئلة النظرية ص 17:

1) تابع المطال: $\overline{\chi} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

$$\frac{\chi^2}{X^2_{max}} = \cos^2(\omega_0 t + \overline{\varphi})$$

تابع السرعة: $\overline{v} = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

$$\frac{v^2}{\omega_0^2 X^2_{max}} = \sin^2(\omega_0 t + \overline{\varphi})$$

$$\cos^2(\omega_0 t + \overline{\varphi}) + \sin^2(\omega_0 t + \overline{\varphi}) = 1$$

$$\frac{\chi^2}{X^2_{max}} + \frac{v^2}{\omega_0^2 X^2_{max}} = 1$$

$$\chi^2\omega_0^2 + v^2 = \omega_0^2 X^2_{max} \Rightarrow v^2 = \omega_0^2(X^2_{max} - \chi^2)$$

وتكون قيمة السرعة: $v = \omega_0\sqrt{X^2_{max} - \chi^2}$

طريقة ثانية:

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

$$\frac{1}{2}k X^2_{max} = \frac{1}{2}k\,\chi^2 + \frac{1}{2}m v^2$$

ولكن: $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_0^2}$

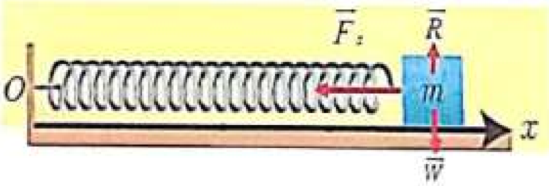
$$\frac{1}{2}k X^2_{max} = \frac{1}{2}k\,\chi^2 + \frac{1}{2}\frac{k}{\omega_0^2}v^2$$

$$X^2_{max} = \chi^2 + \frac{1}{\omega_0^2}v^2 \Rightarrow (X^2_{max} - \chi^2) = \frac{v^2}{\omega_0^2}$$

$$v^2 = \omega_0^2(X^2_{max} - \chi^2) \Rightarrow v = \omega_0\sqrt{X^2_{max} - \chi^2}$$

2-a) دراسة حركة النواس المرن الأفقي:

• القوى الخارجية المؤثرة على الجسم:



- قوة الثقل: $\overrightarrow{W}$.

- قوة توتر النابض: $\overrightarrow{F}_s$

- قوة رد فعل السطح الأفقي على الجسم: $\overrightarrow{R}$.

• بتطبيق قانون نيوتن الثاني:

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

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

بالاسقاط على محور أفقي موجب $\overrightarrow{o\chi}$

$$-F_s = m\,\overline{a} \quad .....(1)$$

تؤثر على النابض القوة $\overrightarrow{F}'_s$ التي تسبب استطالة $\overline{\chi}$ حيث:

$$F'_s = F_s = k\,\overline{\chi}$$

نعوض في (1): $-k\,\overline{\chi} = m\,(\overline{\chi})''_t \Rightarrow$

$$(\overline{\chi})''_t = -\frac{k}{m}\overline{\chi}$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية، تقبل حلاً جيبياً من الشكل: $\overline{\chi} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن:

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

$$(\overline{\chi})''_t = \overline{a} = -\omega_0^2 X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi}) = -\omega_0^2\,\overline{\chi}$$

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد:

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

وهذا محقق لأن m, k موجبان

فحركة الجسم هي حركة توافقية بسيطة تابعها الزمني للمطال: $\overline{\chi} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

2-b) الطاقة الحركية: $E_k = E_{tot} - E_p$

$$E_k = E_{tot} - E_p = \frac{1}{2}k X^2_{max} - \frac{1}{2}k\,\chi^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}k\,(X^2_{max} - \chi^2)$$

الوضع A: $\overline{\chi_A} = \frac{X_{max}}{2}$

$$E_{k_A} = \frac{1}{2}k\,(X^2_{max} - \frac{X^2_{max}}{4}) = \frac{3}{8}k X^2_{max}$$

$$E_{k_A} = \frac{3}{4}(\frac{1}{2}k X^2_{max}) = \frac{3}{4}E_{tot}$$

الوضع B: $\overline{\chi_B} = \frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$

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

$$E_{k_B} = \frac{1}{2}(\frac{1}{2}k X^2_{max}) = \frac{1}{2}E_{tot}$$

بزيادة القيمة المطلقة للمطال تقل الطاقة الحركية وتزداد الطاقة الكامنة المرونية.

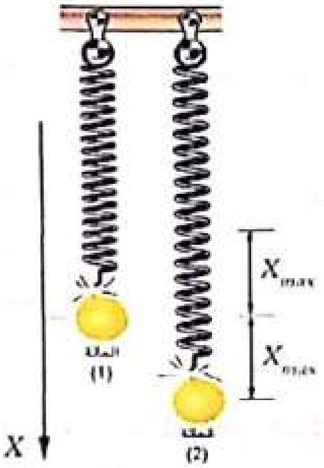
3- لحظة انفصال الجسم يخضع لقوة ثقله

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

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

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

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



- **الانفصال عند مركز الاهتزاز:** قذف شاقولي نحو الأعلى لأن الجسم مزود بسرعة ابتدائية، فحركته مستقيمة متغيرة بانتظام، طورها الأول صعود (متباطئة بانتظام) وطورها الثاني هبوط (متسارعة بانتظام).
- **الانفصال عند المطال الأعظمي الموجب:** سقوط حر لأن السرعة الابتدائية للجسم معدومة.

المسألة الأولى ص 17:

1) إيجاد ثوابت الحركة ($\bar{\varphi}$ ، ω_0 ، X_{max}):

- بالمطابقة مع التابع الزمني للمطال:

$$\bar{x} = 0.1\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$$
$$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

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

- حساب النبض الخاص للحركة:

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

2) حساب كتلة الجسم m:

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_0^2} \Rightarrow m = \frac{10}{\pi^2} = \frac{10}{10} = 1Kg$$

3) حساب قيمة السرعة عندما: $x = 6cm$

- تابع المطال:

$$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$
$$\frac{x^2}{X_{max}^2} = \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

تابع السرعة:

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$
$$\frac{v^2}{\omega_0^2 X_{max}^2} = \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

وبما أن: $\cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) + \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = 1$

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

وبالإصلاح: $v^2 = \omega_0^2 (X_{max}^2 - x^2) \Rightarrow$

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

نعوض: $\bar{v} = \pi\sqrt{(1\times10^{-1})^2 - (6\times10^{-2})^2}$

$$\bar{v} = \pi\sqrt{100\times10^{-4} - 36\times10^{-4}} = \pi\sqrt{64\times10^{-4}}$$
$$\bar{v} = \mp 8\pi\times10^{-2} = \mp 2\times4\pi\times10^{-2}$$
$$\bar{v} = \mp 2\times12.5\times10^{-2}$$

$\bar{v} = 25\times10^{-2} m.s^{-1}$ بما أن الحركة بالاتجاه الموجب

المسألة الثانية ص 18:

1) حساب قيمة ثابت صلابة النابض k:

$$E_{tot} = \frac{1}{2}k X_{max}^2 \Rightarrow k = \frac{2E_{tot}}{X_{max}^2} = \frac{2\times0.05}{0.01} \Rightarrow$$
$$k = 10N.m^{-1}$$

2) حساب قيمة الدور الخاص T_0:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.4}{10}} = 2\pi(\frac{2}{10})$$
$$T_0 = \frac{4\pi}{10} = \frac{12.5}{10} \Rightarrow T_0 = 1.25s$$

3) حساب قيمة السرعة في مركز الاهتزاز:

- في مركز الاهتزاز تكون السرعة عظمى، والطاقة الحركية مساوية للطاقة الميكانيكية:

$$E_{tot} = E_p + E_k$$
$$x = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow$$
$$E_{tot} = E_k = \frac{1}{2}m v^2$$
$$v = \sqrt{\frac{2E_{tot}}{m}} = \sqrt{\frac{2(0.05)}{0.4}} \Rightarrow v = 0.5m.s^{-1}$$

طريقة ثانية:

في مركز الاهتزاز تكون السرعة عظمى (طويلة)

$$v_{max} = \omega_0 X_{max} = \frac{2\pi}{T_0}X_{max}$$
$$v_{max} = \frac{2\pi}{1.25}\times0.1 = \frac{1}{2} \Rightarrow v_{max} = 0.5m.s^{-1}$$

المسألة الثالثة صفحة 18:

1) إيجاد الاستطالة السكونية للنابض χ_0:

القوى الخارجية المؤثرة في مركز عطالة الجسم:

– قوة ثقله $\overrightarrow{W}$

– قوة توتر النابض $\overrightarrow{F}_{s_0}$

وبما أن الجسم ساكن: $\sum \overrightarrow{F} = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{W} + \overrightarrow{F}_{s_0} = \vec{0}$

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

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

تؤثر على النابض القوة $\overrightarrow{F}'_{s_0}$ التي تسبب له الاستطاعة χ_0

حيث: $F'_{s_0} = F_{s_0} = k\,\chi_0$

بالتعويض نجد: $W = k\,\chi_0 \Rightarrow m\,g = k\,\chi_0$

$\chi_0 = \dfrac{m\,g}{k}$ ....(1)

نحسب ثابت صلابة النابض k: $k = m\,\omega_0^2$ .... (2)

حيث: $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T_0}$

نحسب T_0: $T_0 = \dfrac{t}{N} = \dfrac{8}{10} = 0.8\,s$

$\Rightarrow \omega_0 = \dfrac{2\pi}{T_0} = \dfrac{2\pi}{0.8}\ rad.s^{-1}$

نعوض في (2):

$k = 1 \times (\dfrac{2\pi}{0.8})^2 = \dfrac{40}{0.64}$

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

نعوض في (1):

$\chi_0 = \dfrac{1\times 10}{62.5} = 0.16\,m$

طريقة ثانية لحساب χ_0:

بعد استنتاج:

$m\,g = k\,\chi_0$

$\dfrac{m}{k} = \dfrac{\chi_0}{g}$

نعوض في علاقة الدور الخاص:

$T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{\chi_0}{g}}$

نعوض: $0.8 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\chi_0}{10}}$

$0.4 = \sqrt{\chi_0} \Rightarrow \chi_0 = 0.16\,m$

2) حساب السرعة العظمى (طويلة):

• تكون السرعة عظمى (طويلة) عند المرور بمركز الاهتزاز: $v_{max} = \omega_0 X_{max}$ ....(3)

نحسب المطال الأعظمي X_{max}:

$X_{max} = \dfrac{\text{طول القطعة}}{2} = \dfrac{0.24}{2} = 0.12\,m$

نحسب ω_0: $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{0.8} = \dfrac{5\pi}{2}\,rad.s^{-1}$

نعوض في (3):

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

3) حساب قيمة التسارع عندما: $\chi = 0.1\,m$

$\bar{a} = -\omega_0^2\,\chi$

نعوض: $\bar{a} = -(\dfrac{5\pi}{2})^2 \times 0.1 = -\dfrac{25\pi^2}{4} \times 0.1$

$\bar{a} = -6.25\,m.s^{-2}$

4) حساب الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطاله $\bar{\chi} = -0.04\,m$:

الطاقة الكامنة المرونية:

$E_p = \dfrac{1}{2}k\,\chi^2$

حيث: $k = 62.5 = \dfrac{125}{2}$ ، $E_p = \dfrac{1}{2} \times \dfrac{125}{2} \times 16 \times 10^{-4}$

$E_p = 5 \times 10^{-2}\ J$

الطاقة الحركية:

$E_k = E_{tot} - E_p$ ....(4)

نحسب الطاقة الكلية:

$E_{tot} = \dfrac{1}{2}k\,X_{max}^2$

$E_{tot} = \dfrac{1}{2} \times \dfrac{125}{2} \times (0.12)^2$

$E_{tot} = \dfrac{1}{2} \times \dfrac{125}{2} \times 0.0144$

$E_{tot} = 0.45\,J$

ولحساب الطاقة الحركية، نعوض في (4):

$E_k = 0.45 - 0.05$

$E_k = 0.4\,J$

المسألة الرابعة ص 18:

1) استنتاج التابع الزمني للمطال:

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض)

- بما أن الحركة توافقية بسيطة، فالتابع الزمني للمطال:

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

ثوابت الحركة (X_{max} , ω_0 . $\bar{\varphi}$):

a) سعة الحركة: $X_{max} = 0.1m$.

b) النبض الخاص: $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\, rad.s^{-1}$

c) إيجاد الطور الإبتدائي $\bar{\varphi}$ من شروط البدء:

$t = 0$, $\bar{\chi} = \frac{X_{max}}{2}$, $\bar{v} \langle 0$

نعوض في التابع الزمني:

$\frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cos(0 + \bar{\varphi})$

$\Rightarrow \cos\bar{\varphi} = \frac{1}{2} \Rightarrow (\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{3} rad$ أو $\bar{\varphi} = +\frac{5\pi}{3} rad)$

نختار القيمة التي تجعل السرعة سالبة حسب معطيات المسألة:

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

في البدء تكون السرعة: $v_0 = -\omega_0 X_{max} \sin\bar{\varphi}$

إما: $\bar{\varphi} = \frac{5\pi}{3} rad$

$v_0 = -\omega_0 X_{max} \sin(\frac{5\pi}{3})$

$v_0 = -\omega_0 X_{max} \times (-\frac{\sqrt{3}}{2}) \Rightarrow$

$v_0 \rangle\ 0$

مرفوض، يخالف شروط البدء، يحقق السرعة موجبة.

و إما: $\bar{\varphi} = \frac{\pi}{3} rad$

$v_0 = -\omega_0 X_{max} \sin(\frac{\pi}{3})$

$v_0 = -\omega_0 X_{max} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

مقبول، يوافق شروط البدء، يحقق السرعة سالبة.

أي: $\bar{\varphi} = \frac{\pi}{3} rad$، فيكون التابع الزمني:

$\bar{\chi} = 0.1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$ (m)

2) **إيجاد لحظتي المرور الأول والثالث بوضع التوازن عند المرور بوضع التوازن:** $X = 0$ ، نعوض:

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

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

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

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

$2\pi t = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} + \pi k \Rightarrow 2t = \frac{1}{6} + k$

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

- المرور الأول: $k = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{12} s$
- المرور الثاني: $k = 1 \Rightarrow t_2 = \frac{7}{12} s$
- المرور الثالث: $k = 2 \Rightarrow t_3 = \frac{13}{12} s$

- **حساب شدة قوة الارجاع** عندما: $\chi = 0.1m$.

$F = |-k\ \bar{\chi}|$

$F = |-16 \times 0.1|$

$F = 1.6\ N$

3) حساب m:

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

$m = \frac{T_0^2 k}{4\pi^2}$

$m = \frac{(1)^2 \times 16}{4 \times 10} = 0.4 Kg$

طريقة ثانية:

$m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{16}{4\pi^2} \Rightarrow$

$m = 0.4 Kg$

استفد لحل مسائل (نواس الفتل):

• **تابع المطال الزاوي لنواس الفتل:** $\bar{\theta}=\theta_{max}\cos(\omega_0 t+\bar{\varphi})$

حيث: $\bar{\theta}$ المطال الزاوي في اللحظة t، واحدته rad.

θ_{max} المطال الزاوي الأعظمي (السعة الزاوية)، واحدته rad.

ω_0 النبض الخاص للحركة، واحدته $rad.s^{-1}$.

$\bar{\varphi}$ الطور الابتدائي للحركة، واحدته rad.

• **النبض الخاص للحركة** ω_0:

$$\boxed{\omega_0=\sqrt{\frac{k}{I_\Delta}}} \quad \text{أو} \quad \boxed{\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}}$$

• **الدور الخاص للحركة:** $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$

• **ثابت فتل السلك** k: $k=k'\frac{(2r)^4}{L}$

k': ثابت يتعلق بنوع مادة السلك.

$2r$: قطر السلك ، L: طول السلك.

• **تابع السرعة الزاوية:**

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

• **تابع التسارع الزاوي:** $\bar{\alpha}=(\bar{\omega})'_t=(\bar{\theta})''_t=-\omega_0^2\bar{\theta}$

• **عزم الإرجاع:** $\bar{\Gamma}_{\tau/\Delta}=-k\bar{\theta}$

• **الطاقة الحركية:** $E_k=\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$

• **الطاقة الكامنة المرونية:** $E_p=\frac{1}{2}k\theta^2$

• **الطاقة الميكانيكية (الكلية):** $E_{tot}=\frac{1}{2}k\theta_{max}^2$

ملاحظة: يمكن حساب الطاقة الحركية من العلاقة:

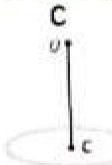
$$E_k=E_{tot}-E_p$$

• **عزوم العطالة:**

a) عزم عطالة نقطة مادية (كتلة نقطية): $I_\Delta=mr^2$

b) عزم عطالة ساق حول محور يمر من مركز عطالته: $I_{\Delta/c}=\frac{1}{12}mL^2$

c) عزم عطالة قرص حول محور يمر من مركز عطالته: $I_{\Delta/c}=\frac{1}{2}mr^2$



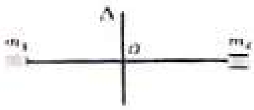
d) عزم عطالة جملة مؤلفة من أجزاء يساوي مجموع عزوم عطالة أجزائها: $I_\Delta=I_{\Delta_1}+I_{\Delta_2}+I_{\Delta_3}$ (جملة)

استفد من خلال حل التطبيقات الآتية:

تطبيق (1): ساق مهملة الكتلة طولها $1m$ تحمل في كل من طرفيها كتلة نقطية $0.1Kg$ ، والمطلوب: أوجد عزم عطالة الجملة حول محور دوران يمر من منتصف الساق.

حساب عزم عطالة الجملة

بما أن الجملة مؤلفة من أجزاء:



$$I_\Delta(\text{جملة})=I_{\Delta/m_1}+I_{\Delta/m_2}=m_1r_1^2+m_2r_2^2$$

بما أن:

$$m_1=m_2=m\ ,\ r_1=r_2=r \Rightarrow I_\Delta=2mr^2$$

$$I_\Delta\ (\text{جملة})=2(0.1)(\frac{1}{2})^2=\frac{0.2}{4}=5\times10^{-2}\,Kg.m^2$$

تطبيق (2): يتألف نواس فتل من ساق أفقية تهتز بدور خاص $1\ s$ ، نقسم سلك الفتل إلى قسمين متساويين، ونعلق الساق من المنتصف بأحد نصفي السلكين، والمطلوب: استنتج الدور الخاص الجديد لهذا النواس انطلاقاً من علاقة الدور بشكله العام.

إيجاد الدور الخاص:

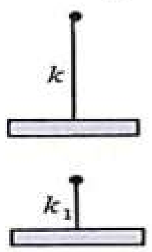
الحالة الأولى: $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$ قديم

الحالة الثانية: $T'_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}}$ جديد

ننسب العلاقتين: $\frac{T'_0}{T_0}=\sqrt{\frac{k}{k_1}}$

حيث: $k=k'\frac{(2r)^4}{L}$

ولكن: $k_1=k'\frac{(2r)^4}{\frac{L}{2}}=2k'\frac{(2r)^4}{L}=2k$



$$\frac{T'_0}{T_0}=\sqrt{\frac{k}{2k}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$T'_0=\frac{1}{\sqrt{2}}T_0 \Rightarrow$$

$$T'_0=\frac{1}{\sqrt{2}}s$$

اختبر نفسي (نواس فتل غير متخامد)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 25:

1) c.

2) c. إنقاص طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.

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

ثانياً: حل الأسئلة النظرية ص 26:

1) **برهن أن حركة نواس الفتل جيبية دورانية**

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

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

نشتق بالنسبة للزمن

$$\frac{1}{2}\times 2k\,\overline{\theta}(\overline{\theta})'_t + \frac{1}{2}\times 2I_\Delta\,\overline{\omega}(\overline{\omega})'_t = 0$$

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

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

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

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل: $\overline{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

$$\overline{\alpha} = (\overline{\theta})''_t = -\omega_0^2\,\overline{\theta}$$

بالموازنة مع المعادلة التفاضلية نجد:

$$\omega_0^2 = \frac{k}{I_\Delta} \quad \Rightarrow \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}} \rangle\, 0$$

وهذا ممكن لأن k ، I_Δ موجبان فحركة نواس الفتل جيبية دورانية تابعها الزمني: $\overline{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

2) **العلاقة بين طولي السلكين:**

$$T_{0_1} = 2T_{0_2} \;............(1)$$

$$T_{0_2} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_2}} \quad ، \quad T_{0_1} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}}$$

نعوض في (1):

$$2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}} = 2\times 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_2}}$$

$$\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}} = 2\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_2}} \Rightarrow \frac{1}{k_1} = 4\frac{1}{k_2} \Rightarrow k_2 = 4k_1$$

نلاحظ من العلاقة $k = k'\frac{(2r)^4}{L}$ أن ثابت الفتل يتناسب عكساً مع طول سلك الفتل، إذاً نكتب: $L_1 = 4L_2$

طريقة ثانية:

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

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

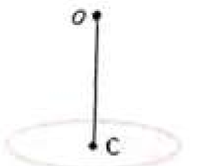
$$T_0 = const\,\sqrt{L}$$

$$\frac{T_{0_1}}{T_{0_2}} = \frac{const\,\sqrt{L_1}}{const\,\sqrt{L_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{2T_{0_2}}{T_{0_2}} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$$

$$\frac{2}{1} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{4}{1} = \frac{L_1}{L_2}$$

$$L_1 = 4\,L_2$$

المسألة الأولى ص26:



1) **حساب الدور الخاص** T_0

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

نحسب عزم العطالة I_Δ

$$I_\Delta = \frac{1}{2}m\,r^2 = \frac{1}{2}\times 2\times(4\times10^{-2})^2$$

$$I_\Delta = 16\times10^{-4}\,Kg.m^2$$

نعوض:

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

2) **لاستنتاج التابع الزمني،**

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض):

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

نحسب ثوابت الحركة $(\theta_{max}\ ,\ \omega_0\ ,\ \overline{\varphi})$:

نحسب سعة الحركة θ_{max}:

بما أن القرص تُرِكَ دون سرعة ابتدائية فيكون:

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

نحسب النبض الخاص ω_0 :

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

نحسب الطور الإبتدائي $\overline{\varphi}$ من شروط البدء:

$$t = 0 \ , \ \overline{\theta} = \theta_{max}$$

نعوض في معادلة المطال:

$$\frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}\cos(0 + \overline{\varphi})$$

$$\cos\overline{\varphi} = 1 \ \Rightarrow \ \overline{\varphi} = 0 \ rad$$

فيكون التابع الزمني للمطال الزاوي:

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

3) **حساب الطاقة الكامنة من أجل:** $\overline{\theta} = \frac{\pi}{8} rad$

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

• **حساب الطاقة الحركية:**

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

$$E_k = \frac{1}{2}\times 16\times 10^{-3}\times(\frac{\pi}{4})^2 - \frac{1}{8}\times 10^{-2} = (\frac{1}{2} - \frac{1}{8})10^{-2}$$

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

المسألة الثانية ص 26:

1) **لاستنتاج التابع الزمني للمطال:**

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض)

التابع الزمني للمطال الزمني:

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

نحسب ثوابت الحركة $(\theta_{max} \ , \ \omega_0 \ , \ \overline{\varphi})$:

بما ان الساق تُركت دون سرعة ابتدائية:

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

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

إيجاد الطور الابتدائي $\overline{\varphi}$ من شروط البدء:

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

نعوض في معادلة المطال

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

التابع الزمني:

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

2) **حساب قيمة السرعة الزاوية** ω **:**

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

نعوض:

$$\overline{\omega} = -\frac{4\pi}{5}\times\frac{\pi}{3}\sin\frac{4\pi}{5}t$$

عند المرور الأول بوضع توازن يوافق ربع دور ، أي:

$$t = \frac{T_0}{4} = \frac{2.5}{4} = \frac{5}{8}s$$

نعوض:

$$\overline{\omega} = -\frac{4\pi}{5}\times\frac{\pi}{3}\sin\frac{4\pi}{5}\times\frac{5}{8}$$

$$\overline{\omega} = -\frac{4\pi^2}{15}\sin\frac{\pi}{2} = -\frac{40}{15} \ \Rightarrow$$

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

3) **حساب** L **أو البعد بين الكتلتين:** $L = 2r$

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2mr^2}{k}} \ \Rightarrow$$

$$T_0^2 = 4\pi^2\frac{2mr^2}{k}$$

$$r = \sqrt{\frac{T_0^2 k}{4\pi^2\times 2m}}$$

$$r = \sqrt{\frac{6.25\times 16\times 10^{-3}}{40\times 2\times 125\times 10^{-3}}} \ \Rightarrow$$

$$r = 0.1m$$

ولكن:

$$L = 2r \ \ \Rightarrow \ \ L = 0.2m$$

المسألة الثالثة ص 27:

1) **لاستنتاج التابع الزمني:**

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض):

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

نحسب ثوابت الحركة $(\theta_{max}\ ,\ \omega_0\ ,\ \bar{\varphi})$:

نحسب المطال الأعظمي θ_{max}:

بما أن الساق تُركت دون سرعة ابتدائية فيكون:

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

نحسب النبض الخاص ω_0:

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

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

نحسب الطور الإبتدائي $\bar{\varphi}$، من شروط البدء:

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

نعوض في التابع الزمني:

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

فيصبح التابع الزمني: $\bar{\theta} = \frac{\pi}{3} \cos 2\pi t\ \ (rad)$

2) **حساب السرعة الزاوية $\bar{\omega}$ للمرور الثاني في وضع التوازن:**

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

نعوض:

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

عند الانتقال من المطال الأعظمي θ_{max} إلى وضع التوازن للمرة الثانية فيكون:

$$t = \frac{T_0}{4} + \frac{T_0}{2} = \frac{3}{4}T_0 = \frac{3}{4}s$$

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

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

3) حساب التسارع الزاوي $\bar{\alpha}$، بمطال زاوي: $\bar{\theta} = -30^o$

$$\bar{\alpha} = (\bar{\theta})''_t = -\omega_0^2 \theta \Rightarrow$$

$$\bar{\alpha} = -(2\pi)^2 \times (-\frac{\pi}{6})$$

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

b) **إيجاد الدور الخاص:**

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \quad ....(1)$$

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta + 2mr^2}{k}} \quad ....(2)$$

ننسب العلاقتين (1) و (2):

$$\frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{I_\Delta + 2mr^2}{I_\Delta}}$$

$$2mr^2 = 2 \times 75 \times 10^{-3} \times (20 \times 10^{-2})^2$$

$$2mr^2 = 150 \times 10^{-3} \times 400 \times 10^{-4}$$

$$2mr^2 = 6 \times 10^{-3}\ Kg.m^2$$

نعوض:

$$\frac{T'_0}{1} = \sqrt{\frac{2\times10^{-3} + 6\times10^{-3}}{2\times10^{-3}}}$$

$$T'_0 = 2s$$

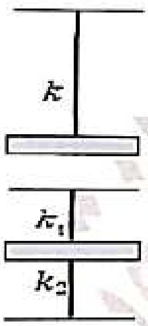
- **حساب ثابت فتل سلك التعليق k:**

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

$$T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{k} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 I_\Delta}{T_0^2}$$

$$k = \frac{4\times10\times2\times10^{-3}}{(1)^2} = 8\times10^{-2}\ m.N.rad^{-1}$$

c) **إيجاد الدور الجديد T'_0:**



الحالة الأولى: قديم $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$

الحالة الثانية: جديد $T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1 + k_2}}$

ننسب العلاقتين:

$$\frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{k_1 + k_2}}$$

حيث:

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

نلاحظ أن ثابت الفتل يتناسب عكساً مع طول سلك الفتل.

نعوض:

$$\frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{2k + 2k}} = \sqrt{\frac{k}{4k}} = \frac{1}{2}$$

$$T'_0 = \frac{1}{2}T_0 = \frac{1}{2}s$$

استفد لحل مسائل (النواس الثقلي)

1) الدور الخاص للنواس الثقلي المركب من أجل السعات الزاوية الصغيرة بشكله العام:

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

أما من أجل السعات الزاوية الكبيرة يصبح الدور الخاص:

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

2) لحساب الدور الخاص يجب معرفة: $(m\,,\,d\,,\,I_\Delta)$

- حساب عزم العطالة:

a) إذا كان النواس مؤلف من أجزاء فيكون:

$$I_\Delta = I_{\Delta_1} + I_{\Delta_2} + I_{\Delta_3} ....$$

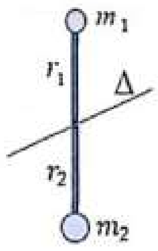
b) لحساب عزم عطالة جسم صلب متجانس، حول محور لا يمر من مركز العطالة، نطبق نظرية هايغنز:

$$I_\Delta = I_{\Delta/c} + m\,d^2$$

- حساب m: $m = m_1 + m_2 + ...$

- حساب بعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران $d = oc$

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

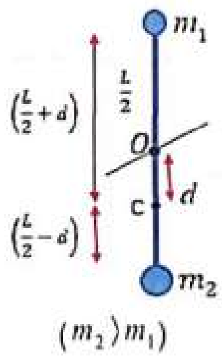


مثال: ساق مهملة الكتلة، في طرفها العلوي كتلة صغرى m_1، وفي طرفها السفلي كتلة كبرى m_2 والمحور يمر بين الكتلتين: $d = \frac{m_2\,r_2 - m_1\,r_1}{m_1 + m_2} \rangle 0$

- أما إذا كان المحور خارج الكتلتين: $d = \frac{m_2\,r_2 + m_1\,r_1}{m_1 + m_2}$

- وإذا انطبق المحور على الكتلة m_1 فتصبح $r_1 = 0$

ملاحظة:



$(m_2 \rangle m_1)$

طريقة ثانية لحساب d

شرط التوازن الدوراني:

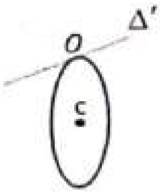
$$\sum \overline{\Gamma}_\Delta = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma}_{\overline{W}_1} + \overline{\Gamma}_{\overline{W}_2} = 0$$

$$\overline{\Gamma}_{\overline{W}_1} - \overline{\Gamma}_{\overline{W}_2} = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma}_{\overline{W}_1} = \overline{\Gamma}_{\overline{W}_2}$$

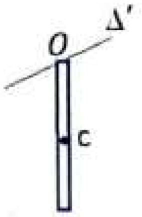
$$m_1\,g\,(\frac{L}{2}+d) = m_2\,g\,(\frac{L}{2}+d)$$

نحسب d

- إيجاد d لبعض الأشكال:



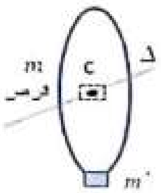
1) قرص والمحور يمر من نقطة من محيطه: $oc = d = r$



2) ساق والمحور يمر من طرفها العلوي:

$$oc = d = \frac{L}{2}$$

3) قرص مع كتلة نقطية على محيطه والمحور يمر من منتصف القرص:



$$d = \frac{m'\,r'}{m + m'}$$

حيث m كتلة القرص

m' كتلة نقطية معلقة على القرص

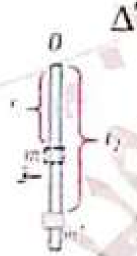
4) ساق مع كتلة نقطية معلّقة بطرفها والمحور يمر من منتصف الساق:

$$d = \frac{m'\,r'}{m + m'}$$

حيث: m: كتلة الساق

m': الكتلة النقطية المضافة

5) ساق وكتلة نقطية معلّقة في نقطة منها والمحور يمر من طرفها العلوي:



$$d = \frac{m\,r + m'\,r'}{m + m'}$$

نعوض:

$$d = \frac{m\,\frac{L}{2} + m'\,r_2}{m + m'}$$

- حساب السرعة الزاوية في النوسات كبيرة السعة:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

حيث: $E_k = \frac{1}{2} I_\Delta\,\omega^2$ ، $\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W}_{\overline{F}(1\to2)}$

ويكون دوماً: $\Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{2\,m\,g\,h}{I_\Delta}}$

- اذا طُلب حساب السرعة الخطية لنقطة، يجب حساب السرعة الزاوية، ثم نطبق العلاقة: $\overline{v} = \overline{\omega}\,r$

حيث: r بُعد النقطة المدروسة عن محور الدوران.

ملاحظة:

لإيجاد السرعة الزاوية في السعات الزاوية الصغيرة نشتق تابع المطال الزاوي:

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

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

استفد من خلال حل التطبيقات الآتية:

تطبيق (1):

ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها $1m$ ، نثبت في طرفها العلوي كتلة نقطية $1\ Kg$ وفي طرفها السفلي كتلة نقطية $2\ Kg$، والمطلوب:

1- احسب عزم عطالة الجملة حول محور يمر من منتصفها.

2- احسب بُعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران.

الحل:

1) نحسب عزم العطالة I_Δ:

بما أن النواس مؤلف من أجزاء، فيكون:

$$I_\Delta = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} + I_\Delta(\text{ساق})$$

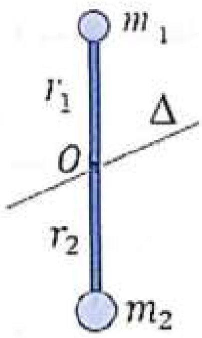
$$\Rightarrow I_\Delta = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + 0$$

$$I_\Delta = 1\times\frac{1}{4} + 2\times\frac{1}{4}$$

$$I_\Delta = \frac{3}{4}Kg.m^2$$

2) حساب بُعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران d:

بما أن المحور يمر بين الكتلتين:



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

حيث: $r_1 = r_2 = \frac{L}{2}$

$$d = \frac{2\times\frac{1}{2} - 1\times\frac{1}{2}}{1+2}$$

$$d = \frac{1}{6}m$$

تطبيق (2): ساق شاقولية كتلتها m طولها L، نثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية m' تساوي كتلة الساق، والمطلوب:

1- اوجد عزم عطالة الجملة حول محور يمر من منتصف الساق، ثم أوجد بُعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران.

2- نغير محور الدوران بحيث نجعله يمر من طرف الساق العلوي، أوجد عزم عطالة الجملة حول هذا المحور، ثم أوجد بُعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران.

علماً أن: $I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m L^2$

1) حساب عزم عطالة الجملة I_Δ:

بما أن المحور يمر من منتصف الساق:

$$I_\Delta = I_\Delta(\text{ساق}) + I_{\Delta/m'} \ ....(1)$$

عزم عطالة الساق، بما أن المحور يمر من مركز العطالة

$$(\text{ساق})\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m L^2$$

وعزم عطالة الكتلة: $I_{\Delta/m'} = m'\left(\frac{L}{2}\right)^2$

حيث: $m = m'$ ، نعوض في (1):

$$I_\Delta = \frac{1}{12}m L^2 + m\frac{L^2}{4} = \frac{1}{3}m L^2$$

نحسب بُعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران d:

حيث: $r = 0$

$$d = \frac{m'r'}{m+m'} = \frac{m\frac{L}{2}}{2m} = \frac{L}{4}$$

2) حساب عزم العطالة I_Δ:

$$I_\Delta = I_\Delta(\text{ساق}) + I_{\Delta/m'} \ ....(2)$$

عزم عطالة الساق:

$$I_\Delta(\text{ساق}) = \frac{1}{12}m L^2 + m\frac{L^2}{4} = \frac{1}{3}m L^2$$

عزم عطالة الكتلة: $I_{\Delta/m'} = m'r^2 = m L^2$

نعوض في (2) :

$$I_\Delta = \frac{1}{3}m L^2 + m L^2 = \frac{1}{3}m L^2 + \frac{3}{3}m L^2 = \frac{4}{3}m L^2$$

نحسب بُعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران d:

$$d = \frac{m'r' + m r}{m+m'} = \frac{m L + m\frac{L}{2}}{2m}$$

$$d = \frac{\frac{2}{2}L + \frac{L}{2}}{2} = \frac{3}{4}L$$

النواس الثقلي البسيط

ما يجب تذكره في النواس البسيط:

- دور النواس الثقلي البسيط في السعات الزاوية الصغيرة:

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

أما في السعات الزاوية الكبيرة:

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

- **لحساب سرعة كرة النواس في لحظة معينة:**

نطبق نظرية الطاقة الحركية في السعات الزاوية الكبيرة:

$$\boxed{\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)}}$$

حيث: $E_k = \frac{1}{2}m v^2$

- **حساب طول النواس البسيط المواقت لنواس مركب**

شرط التواقت: $\boxed{T_0\ (\text{مركب}) = T_0\ (\text{بسيط})}$

ملاحظة:

* عندما يصنع خيط النواس زاوية $\overline{\theta}$ مع شاقول نقطة التعليق، يمكننا حساب h في النواس الثقلي من العلاقة:

$$h = L\ (\cos\overline{\theta} - \cos\theta_{max})$$

* تصبح العلاقة السابقة عندما تكون الكرة في شاقول نقطة التعليق:

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

اختبر نفسي (النواس الثقلي)

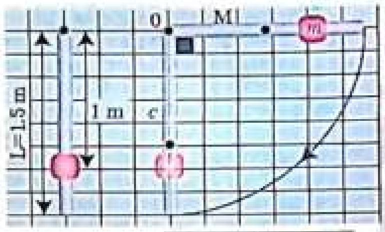
أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 37:

1) a- إيقاف الميقاتية وخفض القرص بمقدار ضئيل ثم إعادة تشغيلها.

2) c- تؤخر الميقاتية الثانية، ويجب تعديلها.

3) a- الشخص B.

المسألة الأولى ص 39:



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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{(m' + M)\, g\, d}} \quad .... (1)$$

حساب عزم عطالة النواس I_Δ:

نحسب عزم عطالة الساق I_1: نطبق نظرية هايغنز:

$$I_1(\text{ساق}) = I_{\Delta/c} + M\,d^2$$

$$I_1(\text{ساق}) = \frac{1}{12}M\,L^2 + M\,(\frac{L}{2})^2 = \frac{1}{3}M\,L^2$$

$$I_1\,(\text{ساق}) = \frac{1}{3}\times 0.5\times(1.5)^2 = 0.375\,Kg.m^2$$

نحسب عزم عطالة الكتلة النقطية $I_{\Delta/m'}$:

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

نحسب عزم عطالة الجملة I_Δ:

$$I_\Delta(\text{جملة}) = I_1\,(\text{ساق}) + I_{\Delta/m'}\,(\text{كتلة نقطية})$$

$$I_\Delta(\text{جملة}) = 0.375 + 0.5 = 0.875\,Kg.m^2$$

حساب بعد مركز عطالة الجملة حول الدوران $oc = d$:

[نعتبر كتلة الساق متجمعة في مركزها (منتصفها)]:

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

حيث: $(r_1 = oc_1 = \frac{L}{2} = 0.75\,m \quad , \quad r_2 = 1\,m)$

$$d = \frac{M\,\frac{L}{2} + m'\,r_2}{M + m'} = \frac{0.5\times 0.75 + 0.5\times 1}{0.5 + 0.5} = 0.875\,m$$

نحسب كتلة الجملة m:

$$m = M + m' = 0.5 + 0.5 = 1\,Kg$$

نعوض في (1):

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

2) حساب الطاقة الحركية لحظة المرور بالشاقول

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: عندما تصنع زاوية $\bar{\theta}_1 = \frac{\pi}{2}$ (المطال الأعظمي)

- الوضع الثاني: عندما تصنع زاوية $\bar{\theta}_2 = 0$.

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W}_{\vec{w}} + \overline{W}_{\vec{R}}$$

حيث: $E_{k_1} = 0$ لأن السرعة الابتدائية معدومة.

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

$$E_{k_2} - 0 = (m' + M)\, g\, h + 0$$

$$h = d\,\cos 0 - d\,\cos\frac{\pi}{2} \Rightarrow h = d$$

$$E_{k_2} = (M + m')\,g\,d$$

$$E_{k_2} = (0.5+0.5)\times 10\times 0.875 = 8.75\,J$$

• حساب السرعة الخطية v' للكتلة النقطية m' في الشاقول:

نحسب السرعة الزاوية ω:

$$E_{k_2} = \frac{1}{2}I_\Delta\,\omega^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\,E_{k_2}}{I_\Delta}} = \sqrt{\frac{2\times 8.75}{0.875}} = 2\sqrt{5}\,rad.s^{-1}$$

ومنه نجد السرعة الخطية:

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

المسألة الثانية ص 39:

1) استنتاج قيمة المطال الأعظمي θ_{max}

• نطبق نظرية الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: عندما يصنع زاوية $\bar{\theta}_1 = \theta_{max}$.

- الوضع الثاني: عند المرور بالشاقول $\bar{\theta}_2 = 0$.

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W}_{\vec{w}} + \overline{W}_{\vec{T}}$$

حيث: $E_{k_1} = 0$ لأن السرعة الابتدائية معدومة.

$\overline{W}_{\vec{T}} = 0$ لأن $\vec{T}$ عمودي على الانتقال العنصري

$$E_{k_2} = m_1\,g\,h \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\,v^2 = m_1\,g\,h \Rightarrow v^2 = 2g\,h$$

حيث h في الشاقول: $h = l(1-\cos\theta_{max})$

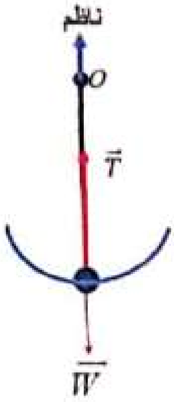
$$v^2 = 2\,g\,l(1-\cos\theta_{max}) = 2\,g\,l - 2\,g\,l\cos\theta_{max}$$

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

$$\cos\theta_{max} = \frac{2g\,l - v^2}{2g\,l} = \frac{2\times 10\times 40\times 10^{-2} - 4}{2\times 10\times 40\times 10^{-2}}$$

$$\cos\theta_{max} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{3}\,rad$$

2) **إيجاد قوة توتر خيط النواس T**



القوى الخارجية المؤثرة في كرة النواس:

- **قوة ثقل الكرة:** $\overrightarrow{W}$
- **قوة توتر الخيط:** $\vec{T}$

نطبق قانون نيوتن الثاني:

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

وبإسقاط طرفي العلاقة على محور ينطبق على حامل $\vec{T}$ وبجهته، نجد:

$$-mg + T = m a_c$$

حيث: a_c: التسارع الناظمي: $a_c = \frac{v^2}{l}$

$$T = (mg + \frac{mv^2}{l}) = m(g + \frac{v^2}{l})$$

$$T = 0.1(10 + \frac{4}{0.4}) = 2N$$

المسألة الثالثة ص 39:

1) **إيجاد سرعة الكرة v:**

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: عندما تصنع زاوية $\bar{\theta} = \theta_{max}$.
- الوضع الثاني: عند المرور بالشاقول $\bar{\theta} = 0$.

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W}_{\vec{W}} + \overline{W}_{\vec{T}}$$

حيث: $E_{k_1} = 0$ لأن السرعة الابتدائية معدومة.

$\overline{W}_{\vec{T}} = 0$ لأن $\vec{T}$ عمودي على الانتقال العنصري في كل لحظة.

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = mgh + 0$$

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

2) **إيجاد المطال الأعظمي θ_{max} من الشكل**

$$h = l(1-\cos\theta_{max}) \Rightarrow \cos\theta_{max} = 1 - \frac{h}{l} = 1 - \frac{0.8}{1.6}$$

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

3) **حساب الدور الخاص T_0':** $T_0' = T_0\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]$

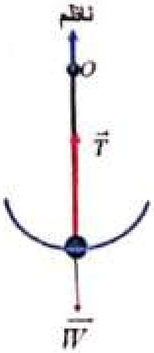
نحسب الدور الخاص T_0 في السعات الزاوية الصغيرة:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.6}{10}} = 2\pi\sqrt{\frac{16}{100}} = 2\pi\frac{4}{10} = \frac{8\pi}{10}s$$

باعتبار: $4\pi = 12.5$ ، $T_0 = 2.5s$

نعوض: $T_0' = 2.5\,(1 + \frac{(\frac{\pi}{3})^2}{16}) = 2.673\,s$

4) **إيجاد قوة توتر الخيط T:**



القوى الخارجية المؤثرة في الكرة:

* قوة ثقل الكرة: $\overrightarrow{W}$
* قوة توتر الخيط: $\vec{T}$

نطبق قانون نيوتن الثاني:

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

بالاسقاط على محور ينطبق على حامل $\vec{T}$ وبجهته:

$$-W + T = m a_c$$

$$\Rightarrow T = mg + m\frac{v^2}{l} = m(g + \frac{v^2}{l})$$

$$T = 0.5(10 + \frac{16}{1.6}) = 10N$$

المسألة الرابعة ص 40:

1) **حساب الدور الخاص في السعات الزاوية الصغيرة T_0**

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{(m_1+m_2)\,g\,d}}$$

نحسب m: $m = m_1 + m_2 = 0.4 + 0.2 = 0.6\,Kg$

نحسب I_Δ (جملة): $I_\Delta(\text{جملة}) = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$

$$I_\Delta(\text{جملة}) = m_1(\frac{L}{2})^2 + m_2 L^2$$

$$I_\Delta(\text{جملة}) = 0.4\times\frac{1}{4} + 0.2(1)^2 = 0.3\,Kg.m^2$$

نحسب بعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران $oc = d$

بما أن المحور خارج الكتلتين: $d = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m_1 + m_2}$

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

نعوض: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.3}{0.6\times 10\times\frac{2}{3}}} = \sqrt{3}\,s$

2-a) **حساب السرعة الخطية للكتلة m_2:**

السرعة الخطية لمركز العطالة: $v_c = \omega d$

السرعة الخطية للكتلة m_2: $v_{m_2} = \omega r_2$

ننسب العلاقتين: $\frac{v_{m_2}}{v_c} = \frac{r_2}{d} \Rightarrow v_{m_2} = \frac{r_2}{d}v_c = \frac{L\times 4\pi}{\frac{2}{3}\times 3\sqrt{3}}$

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

2-b) إيجاد المطال الزاوي الأعظمي θ_{max}

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: عندما تصنع الساق زاوية $\theta_1=\theta_{max}$ مع الشاقول.
- الوضع الثاني: عند مرور الساق بالشاقول $\theta_2=0$.

$$\overline{\Delta E_k}=\sum \overline{W}_{\vec F(1\to 2)} \Rightarrow E_{k_2}-E_{k_1}=\overline{W}_{\vec w}+\overline{W}_{\vec R}$$

حيث: $E_{k_1}=0$ لأن السرعة الابتدائية معدومة.

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

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

عند المرور في الشاقول: $h=d\,(1-\cos\theta_{max})$

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

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

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

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

$$\cos\theta_{max}=1-\frac{0.3\times\frac{16\pi^2}{9\times 3}}{2\times 0.6\times 10\times\frac{2}{3}\times\frac{4}{9}}$$

$$\cos\theta_{max}=1-\frac{0.3\times 16\,\pi^2}{2\times 0.6\times 9\times 3\times 10\times\frac{2}{3}\times\frac{4}{9}}$$

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

المسألة الخامسة ص 40:

1) لاستنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي للنواس الثقلي

بسعات زاوية صغيرة : $\left(\theta_{max}=\frac{1}{2\pi}\ (0.24\,\text{rad})\right)$

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض):

• التابع الزمني للمطال الزاوي: $\bar\theta=\theta_{max}\cos(\omega_0 t+\bar\varphi)$

نحسب ثوابت الحركة (θ_{max} , ω_0 , $\bar\varphi$):

نحسب المطال الأعظمي الزاوي θ_{max}: بما أن الساق تُركت دون سرعة ابتدائية فيكون: $\theta=\theta_{max}=\frac{1}{2\pi}\,rad$

نحسب ω_0:

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

نحسب الطور الابتدائي $\bar\varphi$ من شروط البدء :

$\bar\theta=\theta_{max}$, $t=0$

نعوض في تابع المطال الزاوي:

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

التابع الزمني: $\bar\theta=\frac{1}{2\pi}\cos\left(\frac{4\pi}{5}t\right)\ (rad)$

2) حساب L: بما أن سعة الاهتزاز أقل من $0.24\,rad$

فيكون الدور الخاص: $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{2m\,g\,d}}$

نحسب عزم عطالة الجملة I_Δ : حيث: $m=m'$

$$I_\Delta=I_{s/m}+I_{s/m'}=m\,r_1^2+m'\,r_2^2$$

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

نحسب بُعد مركز عطالة الجملة عن محور الدوران d: $oc=d$

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

نعوض: $$T_0=2\pi\sqrt{\frac{\frac{10}{16}m\,L^2}{2m\,g\,\frac{L}{4}}}=2\sqrt{\frac{5L}{4}}$$

$$T_0^2=\frac{4\times 5L}{4}\quad\Rightarrow\quad T_0^2=5L$$

$$L=\frac{T_0^2}{5}=\frac{6.25}{5}\quad\Rightarrow\quad L=1.25m$$

3) حساب قيمة السرعة الزاوية العظمى (طويلة) ω_{max} :

$$\omega_{max}=\omega_0\,\theta_{max}=\frac{5}{2}\times\frac{1}{2\pi}=0.4\,rad.s^{-1}$$

4) استنتاج الدور الخاص T_0':

• إذا انفصلت الكتلة السفلية عن الساق ستبقى الكتلة التي تبعد $d=\frac{L}{4}$ عن محور الدوران، وأصبح لدينا نواس بسيط، نستنتج دوره الخاص

حيث: $d=\frac{L}{4}$, $I_\Delta=m\left(\frac{L}{4}\right)^2$

نعوض في العلاقة: $T_0'=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\,g\,d}}$

$$T_0'=2\pi\sqrt{\frac{m\left(\frac{L}{4}\right)^2}{m\,g\left(\frac{L}{4}\right)}}=2\pi\sqrt{\frac{L}{4g}}=2\pi\sqrt{\frac{1.25}{4\times 10}}$$

$$T_0'=\frac{\sqrt{5}}{2}s$$

ميكانيك المائع

استفد لحل المسائل:

1- معدل التدفق الحجمي:

- رمزه : Q'

- دستوره :

$$\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t} = s\,v}$$

حيث: Q' يقدر بواحدة $(m^3.s^{-1})$.

2- معدل التدفق الكتلي:

- رمزه: Q

- دستوره:

$$\boxed{Q = \frac{m}{\Delta t}}$$

حيث: Q يقدر بواحدة $(Kg.s^{-1})$.

3- العلاقة بين معدل التدفق الحجمي Q' ومعدل التدفق الكتلي Q

$$Q = \frac{m}{\Delta t} = \frac{\rho V}{\Delta t}$$

$$\boxed{Q = \rho Q'}$$

$$\Rightarrow Q = \rho s\, v$$

4- معادلة الاستمرارية:

$$\boxed{Q' = s_1 v_1 = s_2 v_2 = const \quad \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{s_1}{s_2}}$$

نلاحظ أن سرعة تدفق المائع تتناسب عكساً مع مساحة مقطع الأنبوب الذي يتدفق منه المائع.

5- العمل الكلي (الميكانيكي):

$$W_{tot} = -m\,g\,(z_2 - z_1) + \Delta V\,(P_1 - P_2)$$

- ويمكن حساب العمل الكلي بين وضعين:

$$W_{tot} = \Delta E_k = E_{k_2} - E_{k_1} = \frac{1}{2} m\, v_2^2 - \frac{1}{2} m\, v_1^2$$

$$W_{tot} = \frac{1}{2}\rho\,\Delta V\,(v_2^2 - v_1^2)$$

6- نظرية برنولي للجريان المستقر بين وضعين:

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

أي:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

حالة خاصة:

إذا كان الأنبوب أفقي $z_1 = z_2$ فيكون:

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

8- سرعة تدفق السائل من فتحة صغيرة أسفل خزان واسع جداً، تعطى بالعلاقة:

$$\boxed{v = \sqrt{2gh}}$$

اختبر نفسي (ميكانيك الموائع):

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص51:

1) **A-** a. تزداد.

B - b. مبدأ برنولي.

2) c. غير قابل للانضغاط وعديم اللزوجة.

3) c. $v_2 = 4v_1$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً باستخدام العلاقات الرياضية لكلٍ مما يأتي ص51:

1) حسب معادلة الاستمرارية:

$$s_1 v_1 = s_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{s_1}{s_2}$$

نلاحظ أن سرعة الجريان تتناسب عكساً مع مساحة مقطع مجرى النهر، لذلك تزداد السرعة عندما تنقص مساحة المقطع، وتنقص السرعة عندما تزداد مساحة المقطع.

2) تندفع ستائر النوافذ المفتوحة إلى خارج السيارة، عندما تتحرك بسرعة معينة، حسب معادلة برنولي:

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

يصبح تأثير ضغط الهواء خارج النوافذ أقل من تأثيره داخل النوافذ، وبالتالي يخرج الهواء من داخل السيارة إلى خارج السيارة ويُخرج معه الستائر.

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

4) حسب معادلة الاستمرارية: $s_a v_a = s_b v_b$

- عندما توجه فوهة الخرطوم نحو الأسفل:

سرعة جريان الماء **تزداد** كلما اقترب من سطح الأرض: $v_b > v_a$

فينقص مساحة مقطع الماء المتدفق: $s_b < s_a$

- عندما توجه فوهة الخرطوم نحو الأعلى:

سرعة جريان الماء **تنقص** كلما ابتعد عن سطح الأرض: $v_b < v_a$

فيزداد مساحة مقطع الماء المتدفق: $s_b > s_a$

5) يندفع الماء بسرعة كبيرة من ثقب صغير، حسب معادلة الاستمرارية $s_1 v_1 = s_2 v_2$

لأن سرعة تدفق الماء تتناسب عكساً مع مساحة المقطع، أي كلما صغُرت مساحة المقطع تزداد سرعة التدفق، أي:

$$s_2 < s_1 \Rightarrow v_2 > v_1$$

6) عندما تضيق فوهة الخرطوم، تزداد سرعة تدفق الماء، فتزداد طاقته الحركية، وبالتالي تصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أبعد، حسب معادلة الاستمرارية:

$$s_1 v_1 = s_2 v_2$$

7) تكون فتحات الغاز في موقد الغاز صغيرة، ليندفع منها الغاز بسرعة كبيرة.

حسب معادلة الاستمرارية: $s_1 v_1 = s_2 v_2$

السرعة تتناسب عكساً مع مساحة المقطع.

8) عند إغلاق جزء من فتحة الخرطوم، تنقص مساحة مقطع الأنبوب، فتزداد سرعة خروج الماء، وتزداد طاقته الحركية، فيصل الماء إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أبعد حسب معادلة الاستمرارية: $s_1 v_1 = s_2 v_2$

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

المسألة الأولى: ص 52

1) حساب Q' معدل التدفق الحجمي:

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{600\times10^{-3}}{300} \Rightarrow Q' = 2\times10^{-3}\, m^3.s^{-1}$$

2) حساب سرعة تدفق الماء v:

$$Q' = s\,v \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{2\times10^{-3}}{5\times10^{-4}} = 4\, m.s^{-1}$$

3) حساب سرعة تدفق الماء v_2 من أجل: $s_2 = \frac{1}{4}s_1$

$$s_1 v_1 = s_2 v_2 \Rightarrow s_1 v_1 = \frac{1}{4} s_1 v_2$$

$$v_2 = 4v_1 = 4\times4 \Rightarrow v_2 = 16\, m.s^{-1}$$

المسألة الثانية: ص 52

1) حساب v_1 , v_2 ، $Q' = s_1 v_1 = s_2 v_2$

سرعة دخول الماء: $v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{5\times10^{-3}}{10\times10^{-4}} = 5\, m.s^{-1}$

سرعة خروج الماء: $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{5\times10^{-3}}{5\times10^{-4}} = 10\, m.s^{-1}$

2) حساب قيمة ضغط الماء P_1: حسب نظرية برنولي:

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

ولكن الضغط عند الفوهة العلوية:

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

حيث: $z_2 - z_1 = h$ (الارتفاع)

$$P_1 = 10^5 + \frac{1}{2}\times1000(100-25) + 1000\times10(20)$$

$$P_1 = 100000 + 37500 + 200000$$

$$P_1 = 337500\, Pa$$

3) حساب العمل الميكانيكي:

$$W = \Delta E_k = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$$W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow W = \frac{1}{2} m\,(v_2^2 - v_1^2)$$

$$W = \frac{1}{2}\rho \Delta V\,(v_2^2 - v_1^2)$$

$$W = \frac{1}{2}\times1000\times100\times10^{-3}\,(100-25)$$

$$W = 50\times75 = 3750 J$$

طريقة ثانية:

$$W = -m\,g\,h + (P_1 - P_2)\Delta V$$

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

$$W = -100\times10\times20 + (3.375\times10^5 - 10^5)\times100\times10^{-3}$$

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

$$W = 3750 J$$

المسألة الثالثة: ص 52

1) حساب Q' معدل التدفق الحجمي للماء:

$$Q' = s\,v = 10\times10^{-4}\times50\times10^{-2}$$

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

2) سرعة التدفق من كل ثقب v_1 :

$$Q'\ (\text{دخول}) = Q'_1 + Q'_2 + ...$$

بما أن الثقوب متماثلة: $Q' = n\,s_1 v_1$

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

المسألة الرابعة: ص 52

1) حساب سرعة تدفق المحلول v_1:

$$Q' = s_1 v_1 = s_2 v_2$$

$$v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{5\times10^{-5}}{1.25\times10^{-4}} = 0.4\, m.s^{-1}$$

2) حساب سرعة تدفق المحلول v_2:

$$v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{5\times10^{-5}}{4\times10^{-4}\times10^{-4}} = \frac{5000}{4} = 1250\, m.s^{-1}$$

المسألة الخامسة: ص 52

حساب الزمن اللازم لملء الحوض:

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

$$\frac{V}{\Delta t} = \frac{V}{\Delta t_1} + \frac{V}{\Delta t_2} + \frac{V}{\Delta t_3}$$

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

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

$$\Delta t = \frac{1}{7}\times3600 \Rightarrow \Delta t = 514.285 s$$

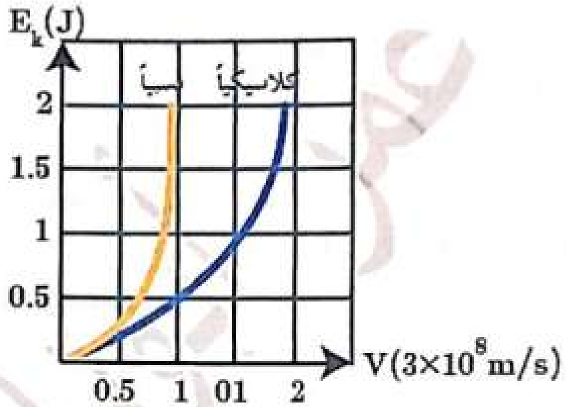
اختبر نفسي (النسبية الخاصة)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي ص64:

1- a- (c)

2- b- أكبر.

3- a-



ثانياً: أجب عن السؤالين الآتيين ص64:

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

2- طاقته الحركية معدومة لإنعدام سرعته، طاقته الكامنة الثقالية معدومة بالنسبة للمستوي المرجعي لأن ارتفاع الجسم عنه معدوم، طاقته الكلية النسبية غير معدومة لأنها مجموع الطاقة الحركية والطاقة والطاقة السكونية، حيث أن طاقته الحركية معدومة إلا أن طاقته السكونية موجودة ما زال يمتلك طاقة سكونية.

$$E = E_0 + E_k = m_0c^2 + 0 = m_0c^2 \neq 0$$

المسألة الأولى ص65

1) حساب أقصى ارتفاع عن سطح الأرض (كلاسيكياً):

زمن تحلل الميونات إلى جسيمات أخف:

$$t = 2.2\times10^{-6} s$$

سرعة الميونات:

$$v = 0.995\times3\times10^8$$

$$v = 2.985\times10^8 m.s^{-1}$$

فيكون أقصى ارتفاع:

$$d = vt = 2.985\times10^8\times2.2\times10^{-6}$$

$$d = 656.7 m$$

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

2) حساب الزمن الذي تستغرقه الميونات في رحلتها (نسبياً):

حسب الميكانيك النسبي، عمر الميونات في المختبر وهي ساكنة تقريباً بالنسبة للمراقب الأرضي:

$$t_0 = 2.2\times10^{-6} s$$

وعمر الميونات وهي متحركة: t

$$t = \gamma t_0$$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-0.99}} = \frac{1}{\sqrt{0.00975}} = \frac{1}{0.1} \Rightarrow \gamma \approx 10$$

نعوض:

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

- حساب أقصى ارتفاع عن سطح الأرض:

$$d = vt = 0.995\times3\times10^8\times2.2\times10^{-5}$$

$$d = 6567 m$$

واضح أن d نسبي أكبر بعشرة مرات من d كلاسيكي، لأن الزمن تمدد عشرة مرات.

3) حساب المسافة التي تقطعها الميونات:

بالنسبة لمراقب يتحرك مع الميونات، تعتبر الميونات ساكنة بالنسبة له، فيكون زمنها (عمرها): $t_0 = 2.2\times10^{-6} s$

أما المسافة الساكنة للرحلة (المسافة بين نقطة تولد الميونات وسطح الأرض): $L_0 = 6567 m$

أما المسافة التي تقطعها الميونات لمراقب متحرك مع الميونات يرى الأرض تقترب منه بسرعة $0.995\ c$

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

المسألة الثانية ص66:

حساب قيمة سرعة الجسم:

طول الجسم وهو ساكن: $b_0 = 2a$

طول الجسم وهو متحرك: $b = a$

لدينا العلاقة: $L = \frac{L_0}{\gamma}$

حيث: L الطول في حالة الحركة.

L_0 الطول في حالة السكون

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

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

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

$$4c^2 - 4v^2 = c^2 \Rightarrow$$

$$4v^2 = 3c^2$$

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

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = \frac{\sqrt{3}}{2} \times (3\times10^8)$$

$$v = 1.5\sqrt{3}\times10^8\ m.s^{-1}$$

المسألة الثالثة ص66:

1) حساب كمية حركة الإلكترون وفق الميكانيك الكلاسيكي:

وفق القوانين الكلاسيكية لا تتغير الكتلة بين حالتي السكون والحركة

$$P' = m_e v$$

$$P' = 9\times10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3\times10^8$$

$$P' = 18\sqrt{2}\times10^{-23}\ Kg.m.s^{-1}$$

2) حساب كمية حركة الإلكترون وفق الميكانيك النسبي:

وفق القوانين النسبية، تزداد كتلة الالكترون عندما يتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء:

$$P = m_e v = \gamma m_{0_e} v = \gamma P'$$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{4\times2}{9}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{9}}}$$

$$\gamma = 3$$

$$P = 3\times18\sqrt{2}\times10^{-23}$$

$$P = 54\sqrt{2}\times10^{-23}\ Kg.m.s^{-1}$$

المسألة الرابعة ص66:

- **حساب الطاقة السكونية:**

$$E_0 = m_0 c^2 = 1.67\times10^{-27} \times (3\times10^8)^2$$

$$E_0 = 15.03\times10^{-11}\ J$$

- **حساب الطاقة الحركية:**

$$E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0$$

$$E_k = 2E_0 = 2\times15.03\times10^{-11} \Rightarrow$$

$$E_k = 30.06\times10^{-11}\ J$$

- **حساب الكتلة** m:

$$E = mc^2 = \gamma m_0 c^2 = \gamma E_0$$

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

$$\gamma = 3$$

$$m = \gamma m_0 = 3\times1.67\times10^{-27}$$

$$m = 5.01\times10^{-27}\ Kg$$

الوحدة الثانية: الكهرباء والمغناطيسية

استفد لحل المسائل (المغناطيسية):

1- الحقول المغناطيسية المتولدة عن تيارات كهربائية

A) شدة شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار مستقيم:

$$\boxed{B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}}$$

حيث: d بُعد النقطة المعتبرة عن محور السلك.

I شدة التيار.

B) شدة شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار دائري:

$$\boxed{B = 2\pi\times10^{-7}\frac{N}{r}I}$$

حيث: r نصف قطر الملف الوسطي.

N عدد اللفات الملف الدائري

ويمكن حسابها بالعلاقة:

$$\boxed{N = \frac{\text{طول سلك الملف}}{\text{طول اللفة الواحدة}} = \frac{\ell'}{2\pi r}}$$

C) شدة شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار حلزوني (وشيعة):

$$\boxed{B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N}{L}I}$$

حيث: $\frac{N}{L}$ نسبة عدد لفات الوشيعة على طولها (عدد اللفات في واحدة الأطوال ويساوي ثابت).

- **عدد اللفات المتراصة في الطبقة الواحدة N':**

$$\boxed{N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}} = \frac{\ell}{2r}}$$

- **من أجل حساب عدد طبقات الوشيعة :**

$$\boxed{\text{عدد طبقات الوشيعة} = \frac{\text{العدد الكلي للفات (N)}}{\text{عدد اللفات المتراصة في الطبقة}}}$$

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{N}{N'}$$

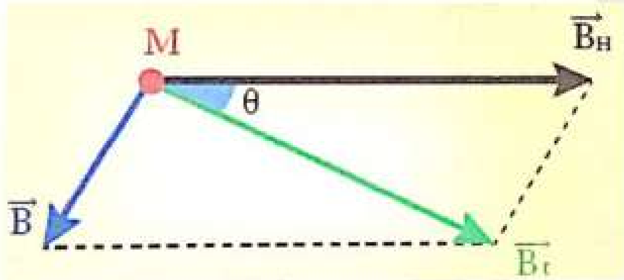
2) نضع إبرة بوصلة صغيرة تحت سلك تبعد بعداً مناسباً عن محور السلك:

A) قبل إمرار التيار تستقر الإبرة وفق منحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_H$.

B) بعد إمرار التيار يتولد حقل مغناطيسي $\vec{B}$ يؤلف مع $\vec{B}_H$ حقلاً محصلاً $\vec{B}_{tot}$ قد تنحرف الإبرة بزاوية θ وتستقر وفق منحى محصلة الحقول $\vec{B}_{tot}$.

وتُحسب قيمة الزاوية من العلاقة:

$$\boxed{\tan\theta = \frac{B}{B_H}}$$



3) التدفق المغناطيسي:

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

حيث: $\hat{\alpha} = (\hat{\vec{B}\,.\,\vec{n}})$

B : شدة الحقل المغناطيسي المحصل الذي يجتاز الدارة.

s : مساحة سطح الدارة.

اختبر نفسي (المغناطيسية)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 84

1) c- $4B$

2) d- $\alpha = \frac{\pi}{3} rad$

3) c- التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشيعة.

4) d- $\frac{1}{8}B$

5) b- $2B$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي: ص 85

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

2) نعلم أن خطوط الحقل تمس في كل نقطة من نقاطها شعاع الحقل المغناطيسي في تلك النقطة، أي لو تقاطع خطي الحقل المغناطيسي لكان هناك حاملين لشعاع الحقل المغناطيسي في نقطة التقاطع نفسها وباتجاهين مختلفين وهذا مستحيل.

3) لأن الشحنة الكهربائية الساكنة لا تولد تيار كهربائي، وبالتالي لا ينتج عن ذلك حقل مغناطيسي لتيار كهربائي.

ثالثاً: ضع كلمة "صح" أمام العبارة الصحيحة وكلمة "خطأ" أمام العبارة الخاطئة، ثم صححها فيما يأتي: ص85

1) " خطأ " لكل مغناطيس قطبان (متساويان) في شدتهما.

2) " صح ".

3) " خطأ " تنقص شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما كانت النقطة المدروسة أبعد عن محور السلك (لأن B يتناسب عكساً مع d).

4) " خطأ " تزداد شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى ضعف شدته في حالة إنقاص عدد لفاتها إلى النصف، فإن النسبة $\frac{N}{L}$ هي نسبة ثابتة بتقسيم الوشيعة ينقص طول سلكها إلى النصف فتنقص مقاومتها الأومية إلى النصف فتزداد شدة التيار الكهربائي مرتين مما يزيد شدة الحقل المغناطيسي مرتين.

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N}{L}I$$

$$B_1 = 4\pi\times10^{-7}\frac{\frac{N}{2}}{\frac{L}{2}}(2I)$$

$$B_1 = 4\pi\times10^{-7}\frac{N}{L}(2I)$$

$$B_1 = 2B$$

رابعاً: أجب عما يأتي: ص85

يجب وضع السلك المستقيم الأفقي عمودياً على حامل الإبرة لينطبق الحقل الناتج عن التيار $\vec{B}$ على المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_H$.

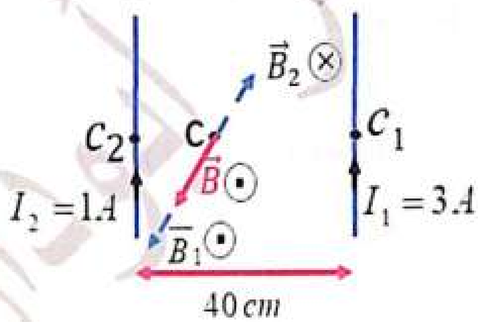
المسألة الأولى ص85

1) حساب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة c:

$$\overrightarrow{B}=\overrightarrow{B}_1+\overrightarrow{B}_2$$

حسب قاعدة اليد اليمنى: (نضع الساعد يوازي السلك بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من نهايات الأصابع، نوجه باطن الكف نحو النقطة المدروسة، فيشير إبهام اليد اليمنى إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي)، بما أن الحقلين على حامل واحد وفي جهتين متعاكستين محصلتهما:

$$B=B_1-B_2 \,..........(1)$$



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

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

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

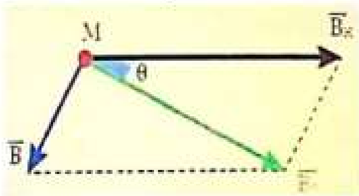
$$B_2=2\times10^{-7}\frac{1}{20\times10^{-2}}=1\times10^{-6}T$$

نعوض في (1):

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

2) <u>قبل إمرار التيار في السلكين:</u> تستقر الابرة وفق منحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\overrightarrow{B}_H$.

<u>بعد مرور التيار في السلكين:</u> يتولد حقل مغناطيسي $\overrightarrow{B}$ محصل للتيارين يؤلف مع $\overrightarrow{B}_H$ حقلاً محصلاً كلياً $\overrightarrow{B}_{tot}$، فتنحرف الابرة بزاوية θ وتستقر وفق منحاها.



$$\tan\theta=\frac{B}{B_H}=\frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}}=\frac{1}{10}=0.1$$

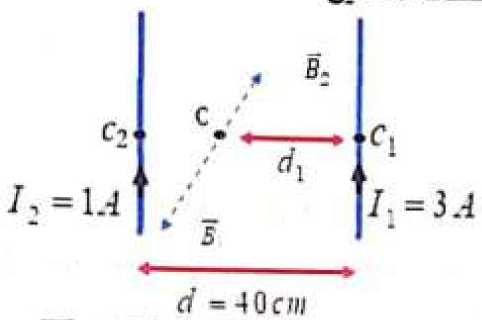
بما أن الزاوية صغيرة:

$$\tan\theta\simeq\theta$$

أي:

$$\theta\simeq0.1\,rad$$

3) تحديد النقطة الواقعة بين السلكين التي تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين:



$$\overrightarrow{B}=\overrightarrow{B}_1+\overrightarrow{B}_2$$

ولكن: $\overrightarrow{B}=\overrightarrow{0}$ $\Rightarrow$ $\overrightarrow{B}_1+\overrightarrow{B}_2=\overrightarrow{0}$

حسب قاعدة اليد اليمنى الحقلين على حامل واحد وفي جهتين متعاكستين.

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

نفرض أن بُعد النقطة عن السلك الأول d_1 (الأقرب لسلك الذي يمر فيه التيار الكهربائي الأقل شدة) وبُعدها عن السلك الثاني: $d_2=d-d_1$

وبما أن: $B_1=B_2$

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

$$\frac{I_1}{d_1}=\frac{I_2}{d_2}=\frac{I_1+I_2}{d_{total}}$$

$$\frac{3}{d_1}=\frac{4}{40\times10^{-2}} \quad\Rightarrow$$

$d_1=0.3m$ بُعد النقطة عن السلك الأول.

$$d_2=d-d_1=0.4-0.3$$

$d_2=0.1m$ بُعد النقطة عن السلك الثاني.

4) لا يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين، لأن للحقلين المغناطيسيين محصلة غير معدومة كون شعاعي الحقل المغناطيسي على حامل واحد وفي جهة واحدة.

المسألة الثانية ص86

1) حساب شدة الحقل المغناطيسي B المتولد عند مركز الملف:

$$B = 2\pi\times10^{-7}\frac{N}{r}I$$

نحسب شدة التيار I

$$U = RI \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}A$$

نعوض:

$$B = 2\pi\times10^{-7}\frac{400}{2\times10^{-2}}\times\frac{1}{2} = 2\pi\times10^{-3}T$$

2) حساب التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف ذاته $\overline{\Delta\Phi}$:

$$\overline{\Delta\Phi} = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\,\pi r^2 B_2\cos\alpha - N\,\pi r^2 B_1\cos\alpha$$

حيث: $\hat{\alpha} = (\overrightarrow{B}, \overrightarrow{n}) = 0$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\,\pi r^2 (B_2 - B_1)\cos\alpha$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 400\times\pi\times4\times10^{-4}(0 - 2\pi\times10^{-3})\times1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = -32\pi^2\times10^{-5} = -32\times10^{-4}\,Weber$$

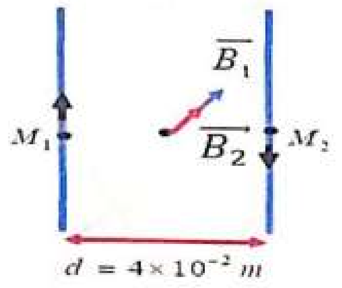
المسألة الثالثة ص86:

حساب شدة التيارين: I_1, I_2:

– الحالة الأولى: $\overrightarrow{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$

التياران بجهتين متعاكستين، فيكون للحقلين $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2}$ حامل واحد وفي جهة واحدة، لهما محصلة شدتها:

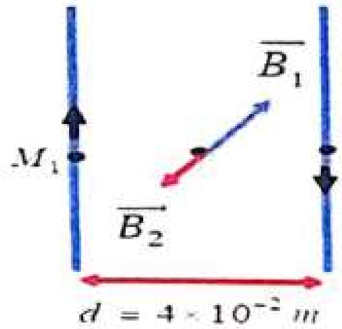
$$B = B_1 + B_2 \ ....(1)$$



– الحالة الثانية: $\overrightarrow{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$

التياران بجهة واحدة، فيكون للحقلين $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2}$ حامل واحد وفي جهتين متعاكستين، لهما محصلة شدتها:

$$B' = B_1 - B_2 \ ....(2)$$



بجمع العلاقتين نجد:

$$B + B' = 2B_1$$

$$4\times10^{-7} + 2\times10^{-7} = 2B_1$$

$$6\times10^{-7} = 2B_1$$

$$B_1 = 3\times10^{-7}T$$

نعوض في (1):

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

$$B_2 = 4\times10^{-7} - 3\times10^{-7} = 1\times10^{-7}T$$

نحسب شدة التيار I_1:

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

$$I_1 = \frac{3\times10^{-7}\times2\times10^{-2}}{2\times10^{-7}} = 3\times10^{-2}A$$

نحسب شدة التيار I_2:

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

$$I_2 = \frac{1\times10^{-7}\times2\times10^{-2}}{2\times10^{-7}} = 1\times10^{-2}A$$

طريقة ثانية:

حساب شدة التيارين: I_1, I_2: $\overrightarrow{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$

– الحالة الأولى: التياران بجهتين متعاكستين، ويكون للحقلين $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2}$ حامل واحد وفي جهة واحدة، لهما محصلة شدتها:

$$B = B_1 + B_2$$

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

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

نعوض:

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

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

- **الحالة الثانية:** التياران بجهة واحدة، ويكون للحقلين $\overrightarrow{B}_1,\overrightarrow{B}_2$ حامل واحد وفي جهتين متعاكستين، لهما محصلة شدتها:

$$B'=B_1-B_2$$

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

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

نعوض:

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

$$\Rightarrow\ I_1-I_2=2\times10^{-2}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

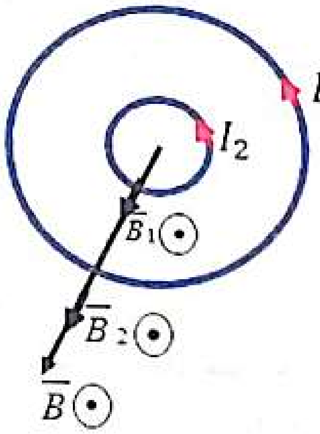
بحل جملة المعادلتين (1) و (2) نجد:

$$I_1=3\times10^{-2}\,A$$

$$I_2=1\times10^{-2}\,A$$

المسألة الرابعة ص86:

1) تحديد جهة التيار الواجب إمراره في الملف الثاني وشدته:



نحسب شدة الحقل المغناطيسي B_1:

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

$$B_1=2\pi\times10^{-7}\frac{200\times8}{10\times10^{-2}}$$

$$B_1=4\pi\times10^{-4}\times8=12.5\times8\times10^{-4}$$

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

بما أن الحقل المحصل $\overline{B}$ أمام مستوي الرسم وشدته $5\times10^{-2}\,T$، أي ($B > B_1$) لذلك يجب أن يكون $\overline{B}_2$ أمام مستوي الرسم ليكون:

$$B=B_1+B_2$$

وبالتالي يجب أن تكون جهة I_2 بعكس جهة دوران عقارب الساعة.

$$B_2=B-B_1$$

نعوض:

$$B_2=5\times10^{-2}-1\times10^{-2}=4\times10^{-2}\,T$$

نحسب شدة التيار I_2:

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

$$I_2=\frac{B_2 r_2}{2\pi\times10^{-7}N}=\frac{4\times10^{-2}\times4\times10^{-2}}{2\pi\times10^{-7}\times200}$$

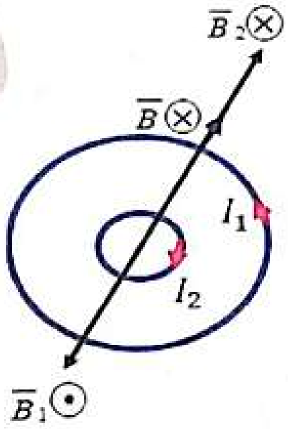
$$I_2=\frac{4}{\pi}\times10$$

$$I_2=\frac{4\pi}{\pi^2}\times10=4\pi\,A \quad \text{أو} \quad I_2=12.5\,A$$

2) بما أن الحقل المغناطيسي المحصل $\overline{B}$ خلف مستوي الرسم فيجب أن يكون $\overline{B}_2$ خلف مستوي الرسم، وبالتالي المحصلة:

$$B'=B_2-B_1$$

وبالتالي يجب أن تكون جهة I_2 بجهة دوران عقارب الساعة.



$$B_2 = B' + B_1$$

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

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

نحسب شدة التيار I_2:

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

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

$$I_2 = \frac{4\times10^{-2}\times4\times10^{-2}}{2\pi\times10^{-7}\times200}$$

$$I_2 = 12.5\,A$$

3) تكون شدة محصلة شعاعي الحقلين معدومة:

$$\vec{B} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{B_1} + \vec{B_2} = \vec{0}$$

حسب قاعدة اليد اليمنى شعاعي الحقلين على حامل واحد،

وبجهتين متعاكستين ومتساويين بالشدة:

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

$$B_2 = B_1$$

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

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \quad \Rightarrow$$

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

$$I_2 = 3.2\,A$$

جهة I_2 بجهة دوران عقارب الساعة

المسألة الخامسة ص86:

حساب عدد لفات الملف الدائري:

بما أن الحقلين متساويين:

$$B_1\,(\text{ملف}) = B_2\,(\text{وشيعة})$$

$$2\pi\times10^{-7}\frac{N_1 I_1}{r} = 4\pi\times10^{-7}\frac{N_2 I_2}{L}$$

$$\frac{N_1 I_1}{r} = 2\,\frac{N_2 I_2}{L}$$

ولكن: $I_1 = I_2$

نعوض:

$$\frac{N_1}{5\times10^{-2}} = 2\,\frac{100}{20\times10^{-2}}$$

$N_1 = 50$ لفة

استفد لحل المسائل (فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي)

1- العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية (قوة لورنز):

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

شدة شعاع القوة المغناطيسية:

$$F = q\,v\,B \sin\theta$$

حيث: $\hat{\theta} = (\vec{v}\,\hat{,}\,\vec{B})$

2- عندما يتحرك إلكترون بسرعة $\vec{v}$ ضمن منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$، حيث $\vec{v} \perp \vec{B}$

فتكون حركة الإلكترون دائرية منتظمة:

A) نصف قطر المسار الدائري يحقق أن:

$$\boxed{r = \frac{m\,v}{e\,B}}$$

B) دور حركة الالكترون يحقق أن:

$$\boxed{T = \frac{2\pi m_e}{e\,B}}$$

3- العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية:

$$\vec{F} = I\,\vec{L} \wedge \vec{B}$$

شدة شعاع القوة الكهرطيسية:

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

حيث: $\hat{\theta} = (I\vec{L}\,\hat{,}\,\vec{B})$

4- تعطى شدة القوة الكهرطيسية في دولاب بارلو بالعلاقة:

$$F = I\,r\,B$$

- عزم القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب:

القوة × ذراع القوة = عزم القوة الكهرطيسية

$$\Gamma_{\Delta} = \frac{r}{2} F$$

- حساب الاستطاعة إذا دار الدولاب بسرعة زاوية ثابتة:

$$P = \Gamma . \omega = \Gamma \times 2\pi f$$

حساب العمل:

$$\boxed{W = P\ \Delta t}$$

5- عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل):

$$\overline{W} = F\,\overline{\Delta\chi}$$

$$\overline{W} = I\,B\,L\,\Delta\chi$$

$$\overline{W} = I\,B\,\Delta s$$

حيث: $\Delta\Phi = B\,\Delta s > 0$: يمثل تزايد التدفق المغناطيسي.

$$\overline{W} = I\,\overline{\Delta\Phi}$$

أو:

$$\overline{W} = I\,B\,L\,v\,\Delta t$$

6 - عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية:

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

حيث: $\hat{\alpha} = (\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n})$

يسمى الجداء: $M = N\,I\,s$ العزم المغناطيسي، ويقدر في الجملة الدولية بواحدة: $(A.m^2)$.

7- العلاقة بين زاوية دوران الإطار θ' والتيار المار في الإطار I :

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

نسمي $G = \dfrac{N\,s\,B}{k}$ ثابت المقياس الغلفاني ويعبر عن حساسية المقياس الغلفاني، وبتكبيره تزداد الحساسية.

فتصبح علاقة زاوية دوران الإطار:

$$\boxed{\theta' = G\,I}$$

اختبر نفسي (فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 100:

1) b

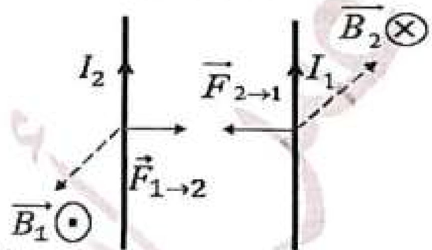
2) a- $m.s^{-1}$.

3) b- دائرية منتظمة.

4) d- تبقى شدته ثابتة.

5) b- يزداد.

ثانياً: حل الأسئلة النظرية ص 101:



1) يولد التيار المستقيم I_1 المار في السلك الأول حقلاً مغناطيسياً يؤثر في كل نقطة من الجزء L_2 من السلك المستقيم الثاني حقلاً مغناطيسياً منتظماً شدته:

$$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d}.....(1)$$

يؤثر الحقل $\overrightarrow{B_1}$ في جزء من الناقل L_2 الذي يمر فيه التيار I_2 بقوى كهرطيسية لها محصلة شدتها:

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

نعوض (1) في (2):

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

وبدراسة مماثلة لمحصلة القوى $\overrightarrow{F}_{2\to1}$ الناتجة عن تأثير الحقل المغناطيسي B_2 المتولد عن التيار I_2 له جهة I_1

$$F_{2\to1} = 2\times10^{-7}\frac{I_1 . I_2}{d}L_1$$

وباعتبار $L_1 = L_2 = L$ نجد: $F_{2\to1} = F_{1\to2} = F$

$$F = 2\times10^{-7}\frac{I_1\times I_2}{d}L$$

2) يؤثر الحقل المغناطيسي في شحنة متحركة بسرعة $\vec{v}$ بقوة مغناطيسية (قوة لورنز) $\vec{F}$، وبإهمال ثقل الشحنة:

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

شدة القوة:

$$F = q\,v B\sin\theta$$

بما أن: $\vec{v}\perp\vec{B} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2}rad \Rightarrow \sin\theta = 1$

$$\Rightarrow\quad F = q\,v\,B$$

شدة الحقل المغناطيسي:

$$\Rightarrow\quad B = \frac{F}{q\,v}$$

• **تعريف التسلا:** شدة شعاع حقل مغناطيسي منتظم إذا تحركت ضمنه شحنة كهربائية قدرها كولوناً واحداً بسرعة $1(m.s^{-1})$ تعامد خطوط هذا الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية شدتها نيوتن واحد.

3) عند إمرار التيار الكهربائي المراد قياس شدته في إطار المقياس، فإن الحقل المغناطيسي المنتظم يؤثر فيه بمزدوجة كهرطيسية تنشأ عن القوتين الكهرطيسيتين المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين، تعمل هذه المزدوجة على تدوير الإطار حول محور الدوران فينشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل مقاومة تمنع استمرار الدوران ويستقر الإطار بعد أن يدور بزاوية θ' تتناسب طرداً مع I شدة التيار الكهربائي الذي يجتازه.

$$\sum\overline{\Gamma}_{\Delta} = 0 \quad\Rightarrow\quad \overline{\Gamma}_{\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{\eta}/\Delta} = 0$$

نعوض:

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

ولكن: $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}rad$ $\quad\sin\alpha = \cos\theta'$

نعوض:

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

وبما أن θ' زاوية صغيرة، فإن: $\cos\theta' = 1$

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

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

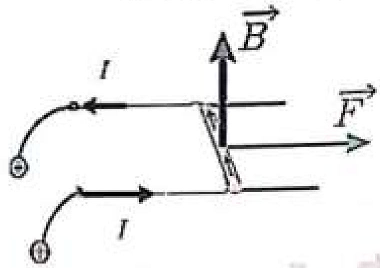
حيث: $G = \frac{Ns\,B}{k}$ يمثل ثابت المقياس الغلفاني، واحدته في الجملة الدولية: $(rad.A^{-1})$

$$\theta' = G\,I$$

لزيادة حساسية المقياس الغلفاني عملياً نستخدم سلك تعليق رفيع جداً من الفضة.

المسألة الأولى ص 102:

1) عناصر شعاع القوة الكهرطيسية $\overrightarrow{F}$:



1- نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الساق النحاسية) الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.

2- الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم (الساق النحاسية) وشعاع الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B}$.

3- الجهة: تحقق الأشعة $(\overrightarrow{F}, \overrightarrow{B}, I\overrightarrow{L})$ ثلاثية مباشرة (وفق قاعدة اليد اليمنى).

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

4- الشدة: $F = I\,L\,B\sin\theta$

حيث: $\hat{\theta} = (I\overrightarrow{L}\,\hat{,}\,\overrightarrow{B}) = \frac{\pi}{2}\ rad$

$$F = 40\times4\times10^{-2}\times10^{-1}\times1$$
$$F = 16\times10^{-2}\ N$$

2) حساب قيمة العمل W:

$$W = F.\Delta\chi$$
$$W = 16\times10^{-2}\times15\times10^{-2}$$
$$W = 24\times10^{-3}\ J$$

3) حساب قيمة الزاوية التي يجب إمالة السكتين بها عن الأفق

جملة المقارنة خارجية، والجملة المدروسة هي الساق المتوازنة

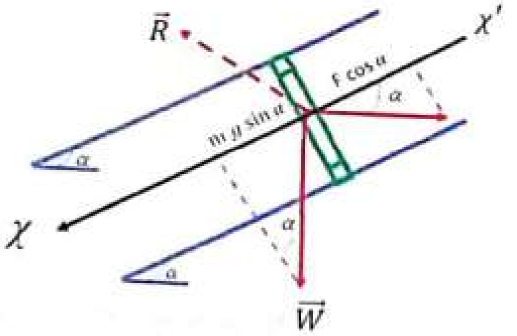
القوى الخارجية المؤثرة في الساق:

- قوة ثقل الساق : $\overrightarrow{W}$.
- القوة الكهرطيسية : $\overrightarrow{F}$.
- محصلة قوتا رد فعل السكتين: $\overrightarrow{R}$.

نطبق شرط التوازن الانسحابي: $\sum\overrightarrow{F} = \vec{0}$

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

بالإسقاط على محور $\overline{\chi'\chi}$ المار من منتصف الساق والموازي للسكتين



$$W\sin\alpha - F\cos\alpha + 0 = 0 \Rightarrow W\sin\alpha = F\cos\alpha$$

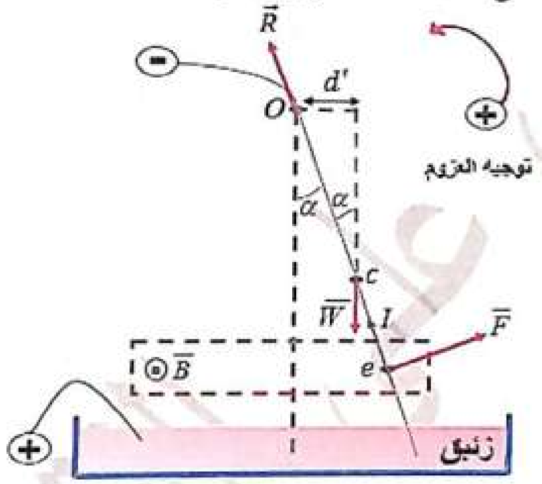
$$F\cos\alpha = m\,g\sin\alpha \Rightarrow \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \tan\alpha = \frac{F}{m\,g}$$

$$\tan\alpha = \frac{I\,L\,B\sin\frac{\pi}{2}}{m\,g} = \frac{40\times4\times10^{-2}\times10^{-1}\times1}{16\times10^{-3}\times10}$$

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

المسألة الثانية ص 102:

استنتاج العلاقة المحددة لزاوية انحراف السلك عن الشاقول:



القوى الخارجية المؤثرة في الساق:

- قوة ثقل الساق : $\overrightarrow{W}$
- القوة الكهرطيسية : $\overrightarrow{F}$
- قوة رد فعل محور الدوران $\overrightarrow{R}$.

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

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

حيث $\overline{\Gamma}_{\overrightarrow{R}/\Delta} = 0$ لأن رد الفعل $\overrightarrow{R}$ يلاقي محور الدوران Δ

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

نختار جهة موجبة للدوران بعكس جهة دوران عقارب الساعة:

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

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

حيث: L طول الجزء من الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي.

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

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

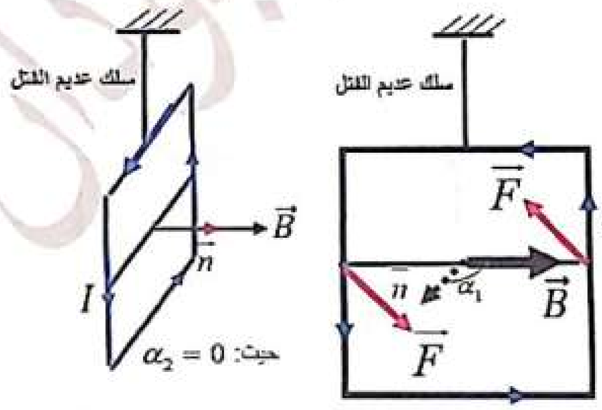
$$\sin\alpha = 0.04 \langle 0.24$$

بما أن الزاوية صغيرة: $\sin\alpha \simeq \alpha$

$$\Rightarrow \quad \alpha \simeq 0.04\ rad$$

المسألة الثالثة ص 102:

1-a) حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية التي يخضع لها الإطار لحظة إمرار التيار $\overline{\Gamma}_\Delta$ (كهرطيسية):



$$\overline{\Gamma}_\Delta (\text{كهرطيسية}) = N\ I\ s\ B\ \sin\alpha$$

حيث: $\hat{\alpha} = (\hat{\vec{n}}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}\ rad$

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

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

2) حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية $\overline{W}$:

$$\overline{W} = I\ \overline{\Delta\Phi}$$

$$\overline{\Delta\Phi} = (\Phi_2 - \Phi_1) = N\ s\ B\ (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

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

ولكن:

الوضع الأول: $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}\ rad$ خطوط الحقل توازي مستوي الإطار الشاقولي.

الوضع الثاني: $\alpha_2 = 0\ rad$ توازن مستقر.

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

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

b) حساب التدفق المغناطيسي $\overline{\Phi}$:

1) الوضع الأول: الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي

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

الوضع الثاني: عندما يدور الإطار بزاوية $\theta' = 30^o$ ثم يتوازن

التدفق المغناطيسي: $\overline{\Phi} = N\ s\ B\ \cos\alpha$ ....(1)

لكن: $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}$ حيث: θ' زاوية دوران الإطار.

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

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}\ rad \quad \Rightarrow \quad \cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$$

نعوض في (1) $\Phi = 100\times4\pi\times10^{-4}\times4\times10^{-2}\times\frac{1}{2}$

باعتبار: $(4\pi = 12.5)$ $\quad \Phi = 25\times10^{-4}\ Weber$

2) استنتاج علاقة ثابت فتل سلك التعليق k:

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

$\Gamma_\Delta (\text{كهرطيسية}) + \overline{\Gamma}_{\vec{\eta}/\Delta} = 0$ ....(2)

ولكن: $\Gamma_\Delta (\text{كهرطيسية}) = d'\ F$ ....(3)

$$d' = d\ \sin\alpha$$

نعوض في (3): $\Gamma_\Delta (\text{كهرطيسية}) = N\ I\ L\ B\ d\ \sin\alpha$

ولكن: $\Gamma_\Delta (\text{كهرطيسية}) = N\ I\ s\ B\ \sin\alpha \ ,\ s = L\ d$

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

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

$$\overline{\Gamma}_\Delta (\text{كهرطيسية}) = N\ I\ s\ B\ \cos\theta'$$

نعوض في(2): $N\ I\ s\ B\ \cos\theta' - k\ \theta' = 0$

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

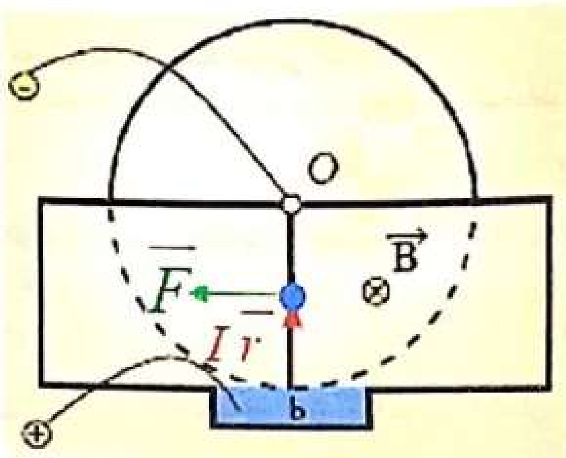
$$k = \frac{N\ I\ s\ B\ \cos\theta'}{\theta'}$$

نعوض: $k = \dfrac{100\times2\times10^{-3}\times4\pi\times10^{-4}\times4\times10^{-2}\times\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\pi}{6}}$

$$k = 96\sqrt{3}\times10^{-7}\ m.N.rad^{-1}$$

المسألة الرابعة ص 103:

1) الرسم:



2) حساب شدة التيار المار في الدولاب I:

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

حيث: $L = r$

$\hat{\theta} = (I\vec{r}\,\hat{,}\,\vec{B}) = \frac{\pi}{2}\ rad$

$F = I\,r\,B \quad \Rightarrow$

$I = \frac{F}{r\,B}$

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

$I = 40A$

3) حساب عزم القوة الكهرطيسية Γ_Δ:

حيث: $d = \frac{r}{2}$,

$\Gamma_\Delta = d\,F$

$\Gamma_\Delta = \frac{r}{2}F$

$\Gamma_\Delta = \frac{10\times10^{-2}}{2}\times4\times10^{-2}$

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

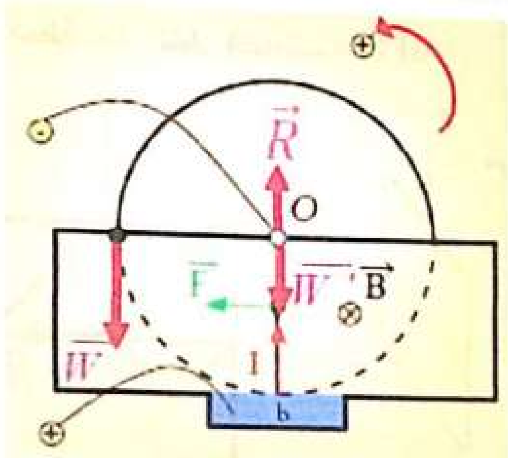
4) حساب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الافقي للدولاب لمنعه عن الدوران:

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة في الدولاب المتوازن:

- قوة ثقل الدولاب : $\vec{W'}$.
- القوة الكهرطيسية : $\vec{F}$.
- قوة رد فعل محور الدوران: $\vec{R}$.
- قوة ثقل الكتلة المضافة $\vec{W}$.



شرط التوازن الدوراني:

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

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

حيث: $\overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران Δ

$\overline{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = 0$ لأن $\vec{W'}$ يلاقي محور الدوران Δ

نختار جهة موجبة بعكس جهة دوران عقارب الساعة، نجد:

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

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

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

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

استفد لحل المسائل (التحريض الكهرطيسي)

1- القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة:

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

A) إذا تغيرت شدة الحقل المغناطيسي المحرض:

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

B) إذا تغيرت الزوايا:

$$\overline{\Delta\Phi} = N\,B\,s\,(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

2- الاستطاعة الكهربائية:

$$P = \varepsilon\, i$$

3- الاستطاعة الحرارية (الضائعة):

$$P' = R\, i^2$$

4- التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin\omega t$$

حيث: $\varepsilon_{max} = N\,B\,s\,\omega$

5- التابع الزمني للتيار الكهربائي المتحرض:

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

$$\bar{i} = \frac{\varepsilon_{max}}{R}\sin\omega t$$

6- التحريض الذاتي:

A) ذاتية الوشيعة:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$$

يمكن حساب عدد لفات الوشيعة N من إحدى العلاقتين:

$$N = \frac{\text{طول سلك الوشيعة}}{\text{طول محيط اللفة}} = \frac{\ell'}{2\pi r}$$

$$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}\ (\ell)}{\text{قطر السلك}\ (2r)}$$

حيث N': عدد اللفات بطبقة واحدة لوشيعة حلقاتها متراصة.

B) القوة المحركة المتحرضة الذاتية:

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

C) الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة تُحسب من أحد العلاقتين، حسب المعطيات:

$$E_L = \frac{1}{2}L I^2$$

$$E_L = \frac{1}{2}\Phi I$$

اختبر نفسي (التحريض الكهرطيسي)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 122:

1- a- $(10^{-4}\ H)$.

2- b- $(\frac{B\,L\,v}{R})$.

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي ص 122:

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

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

2- عند تحريك الساق الناقلة على تماس مع السكتين، يتولد تياراً متحرضاً ناتج عن حركة الساق بحيث يُنتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه بحسب قانون لنز، وكون السبب هو حركة الساق لذا تتولد القوة الكهرطيسية جهتها تعاكس جهة شعاع سرعة الساق.

ثالثاً: ماذا تتوقع حدوثه في كل من الحالات معللاً إجابتك ص122:

1- تزداد شدة التيار المتحرض من اجل مقاومة ثابتة.

لأن: شدة التيار تتناسب طرداً مع سرعة تدحرج الساق

$$i = \frac{B\ L\ v}{R} = const\ (v)$$

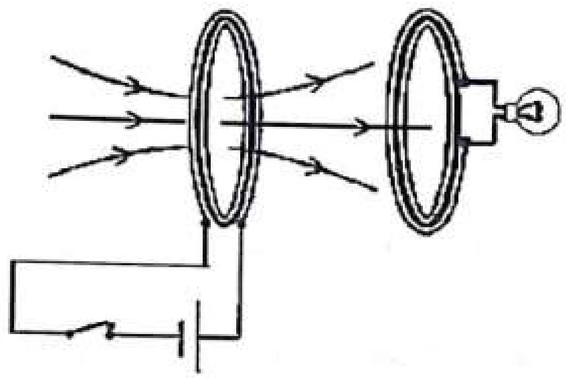
2- يتولد تيار متحرض في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً حسب قانون لنز.

لأنه: عند تقريب القطب الشمالي للمغناطيس يتزايد التدفق المغناطيسي (المحرض) الذي يجتاز حلقات الوشيعة، فحسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض بحيث تنتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه وكما نعلم الوجه الشمالي للوشيعة يتنافر مع القطب الشمالي للمغناطيس ليمنع عملية التقريب.

3- يتولد فرق كمون بين طرفي الحلقة يكافئ قوة محركة كهربائية متحرضة.

لأن: الالكترونات الحرة تتأثر بقوة لورنز (المغناطيسية) فتنتقل الالكترونات لتتراكم شحنات سالبة عند طرف الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقة يكافئ قوة كهربائية محركة متحرضة.

رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية ص123:



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

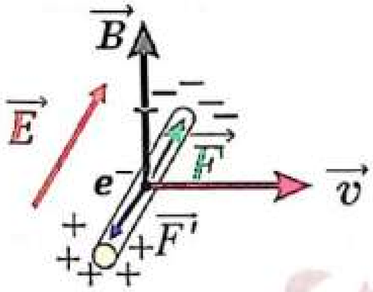
ليضيء المصباح يجب أن يتغير التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول ويمكن تحقيق ذلك:

- بفتح وغلق القاطعة باستمرار في دارة الملف الأول.

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

- تحريك أحد الملفين نحو الآخر.
- استبدال البيل الكهربائي بمنبع تيار كهربائي متناوب.

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



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

3-a) المرحلة OA: تزايد شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فيتوهج المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءته الخافتة.

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

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

3-b) عند فتح الدارة تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر من القوة المحركة الكهربائية المتحرضة عند غلق القاطعة

لأن: القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة

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

تتناسب عكساً مع dt، وزمن تناقص شدة التيار في المرحلة BC أصغر من زمن تزايد شدة التيار في المرحلة OA لذا تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر عند فتح الدارة

3-c) تزداد الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة في المرحلة OA.

تكون الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة ثابتة في المرحلة AB.

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

4-a) عبارة شدة الحقل المغناطيسي:

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

4-b) عبارة التدفق المغناطيسي:

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

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

(4-c

$$\Phi = N\,(4\pi\times10^{-7}\frac{N}{\ell}i)s$$

$$\Phi = (4\pi\times10^{-7}\frac{N^2}{\ell}s)i = L\,i$$

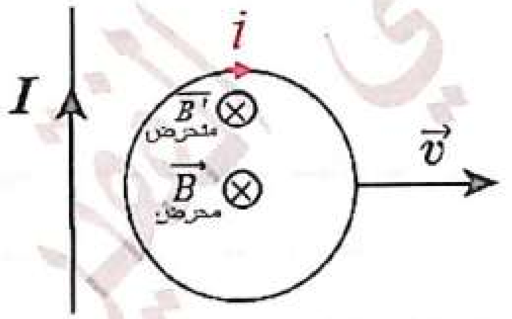
حيث:

$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2}{\ell}s$ ذاتية الوشيعة واحدتها هنري (H)

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

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

a+b (5



عند ابتعاد الملف الدائري عن السلك، يتناقص التدفق المغناطيسي يؤدي إلى تولد تيار متحرض في الملف الدائري يولد بدوره حقلاً مغناطيسياً متحرضاً ($\vec{B'}$ متحرض) تتفق جهته مع جهة الحقل المحرض ($\vec{B}$ محرض).

c- عند توقف الملف الدائري عن الحركة يصبح تدفق الحقل المحرض ثابت أي لا يوجد تغير في التدفق حسب قانون فاراداي فينعدم التيار المتحرض.

المسألة الأولى ص 123:

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

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\overline{\Delta\Phi}}{\Delta t} \quad \text{.........(1)}$$

$$\overline{\Delta\Phi} = \Phi_2 - \Phi_1$$

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

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

نعوض في (1):

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{N\ (\overline{\Delta B})\, s\cos\alpha}{\Delta t} \quad \text{.........(2)}$$

ولكن: $\hat{\alpha} = (\overrightarrow{n}, \overrightarrow{B}) = 0$

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

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

نعوض في (2):

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

بما أن التدفق المحرض يزداد حسب قانون لنز، تكون جهة الحقل المتحرض $\overrightarrow{B'}$ عكس جهة الحقل المحرض $\overrightarrow{B}$، أي سوف يتولد تيار متحرض تدفق حقله المغناطيسي Φ' يعاكس في الجهة التدفق المحرض Φ وجهة هذا التيار هي جهة التفاف أصابع اليد اليمنى، إبهامها بجهة الحقل المغناطيسي المتحرض.

2- **نوع الوجه المقابل للقطب الشمالي هو:** قطب شمالي.

3- **حساب شدة التيار المار في الملف:**

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{-2\times 10^{-2}}{20} \quad \Rightarrow \quad \bar{i} = -10^{-3} A$$

4- **حساب الاستطاعة الكهربائية المتولدة عن الملف الدائري:**

$$\bar{P} = \bar{\varepsilon}\,\bar{i} = -2\times 10^{-2} \times (-10^{-3}) = 2\times 10^{-5} Watt$$

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

نستنتج أن: الاستطاعة الكهربائية قد تحولت إلى استطاعة حرارية.

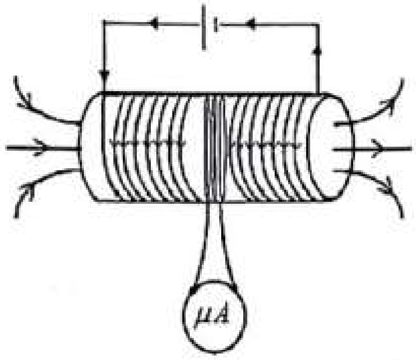
المسألة الثانية ص 124:

1- حساب شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة B

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

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

2- حساب شدة التيار المتحرض (دلالة المقياس):



الوشيعة جملة محرضة و**الملف** جملة متحرضة، قطع التيار عن الوشيعة يؤدي لتناقص التدفق المغناطيسي الناتج عن الوشيعة (الحقل المحرض) الذي يجتاز الملف وهذا يؤدي حسب قانون فارادي إلى نشوء تيار متحرض في الملف

$$\bar{\varepsilon} = R\ \bar{i} \quad \Rightarrow \quad \bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \text{.........(1)}$$

ولكن:

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

نعوض:

$$\bar{i} = -\frac{\overline{\Delta\Phi}}{R\,\Delta t} \text{.............(2)}$$

ولكن:

$$\overline{\Delta\Phi} = \Phi_2 - \Phi_1$$

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

$$\overline{\Delta\Phi} = (B_2 - B_1) N\ s\cos\alpha$$

حيث: $\hat{\alpha} = (\overrightarrow{n}, \overrightarrow{B}) = 0 \quad \Rightarrow \quad \cos\alpha = 1$

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

نعوض في (2):

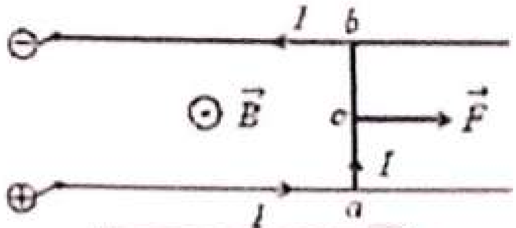
$$\bar{i} = \frac{N\ (B_2 - B_1)\pi r^2}{R\,\Delta t}$$

$$\bar{i} = -\frac{100(0 - 2\times 10^{-2})\pi(4\times 10^{-4})}{16 \times 0.5}$$

$$\bar{i} = \pi \times 10^{-4} A$$

المسألة الثالثة ص 124:

1- حساب شدة الحقل المغناطيسي المنتظم $\vec{B}$:



تجربة السكتين الكهرطيسية

$$F = 2W = 2mg$$

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

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

نحسب شدة الحقل المغناطيسي:

$$F = I\,L\,B\sin\theta \quad \Rightarrow \quad B = \frac{F}{I\,L\sin\theta}$$

بما أن: $\sin\frac{\pi}{2} = 1 \quad \Rightarrow \quad I\,\vec{L} \perp \vec{B}$

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

$$B = 0.2T$$

2- حساب عمل القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق:

$$\overline{W} = F\,\overline{\Delta\chi}$$

$$\overline{W} = F\,v\,\Delta t = 12\times 10^{-1}\times 0.4\times 2$$

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

3- استنتاج عبارة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة وحساب قيمتها:

عند تحريك ساق طولها L على تماس مع السكتين بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودياً على شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$، فإنها تنتقل خلال زمن Δt مسافة:

$$\Delta\chi = v\,\Delta t$$

فتتغير مساحة السطح الذي تخترقه خطوط الحقل بمقدار:

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

ويتغير التدفق المغناطيسي:

$$\overline{\Delta\Phi} = B\,\Delta s = B\,L\,v\,\Delta t$$

فتتولد قوة محركة تحريضية قيمتها المطلقة:

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

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

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

$$\varepsilon = 3\times 10^{-1}\,Volt$$

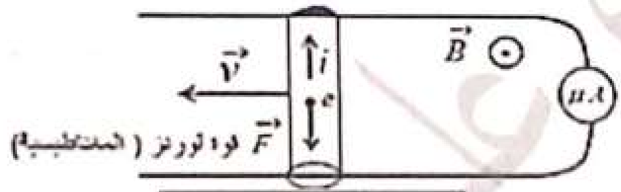
وتكون شدة التيار المتحرض:

$$\overline{\varepsilon} = R\,\overline{i}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3\times 10^{-1}}{5} \quad \Rightarrow$$

$$i = 6\times 10^{-2}\ A$$

الشكل التوضيحي الذي يبين جهة كل من ($\vec{v}, \vec{B}$) وجهة التيار المتحرض:



تجربة السكتين التحريضية

4- حساب الاستطاعة الكهربائية الناتجة:

$$P = \varepsilon\,i$$

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

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

حساب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق أثناء تدحرجها:

$$F = i\,L\,B\sin\theta = i\,L\,B\sin\frac{\pi}{2}$$

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

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

المسألة الرابعة ص 124:

1- بيان نشوء قوة كهرطيسية تعيق حركة الساق:

عند تحريك الساق بسرعة ثابتة عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي، فإن كل إلكترون حر في الساق سيتحرك بهذه السرعة وسطياً، ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنه يخضع لتأثير القوة المغناطيسية:

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

وبتأثير هذه القوة تتحرك الإلكترونات الحرة عبر الدارة فيتولد تيار كهربائي متحرض ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فتنشأ قوة كهرطيسية تعيق جهة حركة الساق.

2- استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة، وحساب قيمتها:

- تتحرك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ خلال الفاصل الزمني Δt فتنتقل مسافة:

$$\Delta\chi = v\,\Delta t$$

- فتتغير مساحة السطح الذي تخترقه خطوط الحقل المغناطيسي بمقدار:

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

- ويتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الدارة بمقدار:

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

$$\overline{\Delta\Phi} = B\,L\,\Delta\chi\,\cos\alpha$$

$$\overline{\Delta\Phi} = B\,L\,\Delta v\,\Delta t\,\cos\alpha$$

- فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة، قيمتها المطلقة:

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

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

- فيتولد تيار كهربائي متحرض:

$$\varepsilon = R\,i \quad\Rightarrow\quad i = \frac{\varepsilon}{R}$$

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

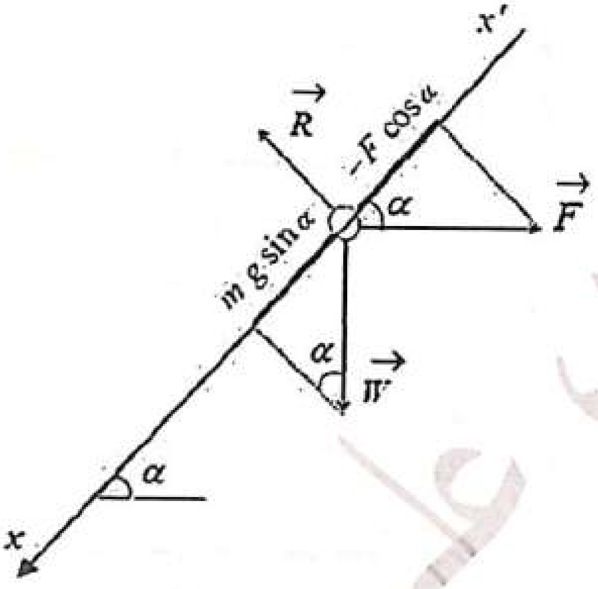
- فتكون قيمة المقاومة الكلية:

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

$$R = \frac{0.8\times40\times10^{-2}\times2\times\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} \quad\Rightarrow$$

$$R = 32\times10^{-2}\,\Omega$$

3- استنتاج العلاقة المحددة لكتلة الساق، وحساب قيمتها:



جملة المقارنة خارجية، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة.

القوى الخارجية المؤثرة في الساق:

- قوة ثقل الساق: $\vec{W}$.
- القوة الكهرطيسية: $\vec{F}$.
- محصلة رد فعل السكتين: $\vec{R}$.

- بما أن السرعة ثابتة فيكون التسارع معدوم، نكتب:

$$\sum\vec{F} = \vec{0} \quad\Rightarrow\quad \vec{W}+\vec{F}+\vec{R} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور $\overrightarrow{\chi'\chi}$:

كما في الشكل السابق:

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

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

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{F}{m\,g} \quad\Rightarrow\quad \tan\alpha = \frac{F}{m\,g}$$

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

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

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

$$m = 32\sqrt{2}\times 10^{-3}\,Kg$$

المسألة الخامسة ص 125:

1- التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الناشئة في الإطار:

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin\omega t$$

$$\varepsilon_{max} = N\,B\,s\,\omega ......(1)$$

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

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

نعوض في (1):

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

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

نعوض في التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

$$\bar{\varepsilon} = 16\times 10^{-2}\sin 20\,t \quad (Volt)$$

2- تعيين اللحظتين الأولى والثانية التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الناشئة معدومة:

$$\bar{\varepsilon} = 16\times 10^{-2}\sin 20t \quad \Rightarrow \quad \sin 20t = 0$$

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

لحظة الانعدام الأولى:

$$k = 0 \quad \Rightarrow \quad t = 0$$

لحظة الانعدام الثانية:

$$k = 1 \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\pi}{20}s$$

3- التابع الزمني للتيار الكهربائي المتحرض:

$$\bar{\varepsilon} = R\,\bar{i}$$

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

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

$$\bar{i} = 4\times 10^{-2}\sin 20\,t \quad (A)$$

اختبر نفسي (الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 135:

1- a- $(T_0' = \sqrt{2}\, T_0)$

2- a- $(f_0' = f_0)$

ثانياً: اجب عن الأسئلة الآتية ص 136:

1- لا يمكن اعتبارها دارة مهتزة، لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة، فالمقاومة الأومية تبدد كامل الطاقة بشكل حراري بفعل جول.

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

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

3- الطاقة الكلية في دارة مهتزة هي مجموع طاقة المكثفة وطاقة الوشيعة: $E = E_C + E_L$

ولكن:

$E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة.

$E_L = \frac{1}{2} L\, i^2$ الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة

نعوض: $E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L\, i^2 \,......(1)$

ولكن: $\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t)$

$\bar{i} = -\omega_0\, q_{max} \sin(\omega_0 t)$

نعوض في (1):

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}\cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2} L\, \omega_0^2\, q^2_{max} \sin^2(\omega_0 t)$$

ولكن: $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}\cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2} L\, \frac{1}{LC}\, q^2_{max} \sin^2(\omega_0 t)$$

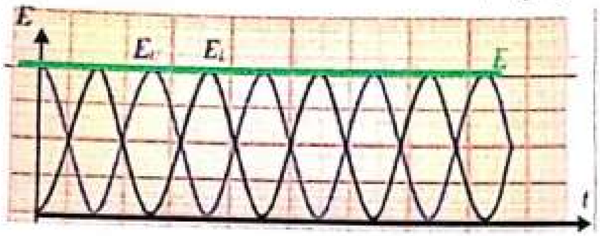
$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}\Big[\underbrace{\cos^2(\omega_0 t) + \sin^2(\omega_0 t)}_{(1)}\Big]$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C} = const$$

وبالمقابل نصل إلى العلاقة:

$$E = \frac{1}{2} L\, I^2_{max} = const$$

إن الطاقة الكلية لدارة تحتوي مكثفة وذاتية صرفة (ليس لها مقاومة) ثابتة



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

ثم يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة وتتناقص شدته حتى يصبح تيار الوشيعة معدوم، وتصبح شحنة المكثفة عظمى فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى: $E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}$

وهذا يتحقق في **نهاية نصف الدور الأول.**

أما **في نصف الدور الثاني:** تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغير شحنة لبوسي المكثفة وهكذا يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة.

5- بسبب تبدد الطاقة على شكل طاقة حرارية ضائعة بفعل جول في المقاومة الأومية.

6- يعطى التابع الزمني للشحنة بشكله العام بالعلاقة:

$\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ (C)

بما أن مبدأ الزمن لحظة بلوغ المكثفة شحنتها العظمى فإن: $\varphi = 0$ وبالتالي: $\bar{q} = q_{max} \cos \omega_0 t$

وهو التابع الزمني للشحنة بشكله المختزل

- إن تابع الشدة هو مشتق تابع الشحنة بالنسبة للزمن، أي:

$\bar{i} = (\bar{q})'_t = -\omega_0\, q_{max} \sin \omega_0 t$

$\bar{i} = \omega_0\, q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$\bar{i} = I_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$ (A) وهو **تابع شدة التيار**

- بمقارنة التابع الزمني للشدة مع التابع الزمني للشحنة نلاحظ أن تابع شدة التيار الكهربائي على ترابع متقدم بالطور على التابع الزمني لشحنة المكثفة بمقدار $\frac{\pi}{2} rad$.

ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً مع كتابة العلاقات المناسبة عند اللزوم ص136:

1- تُعطى علاقة ممانعة المكثفة (الاتساعية):

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

نلاحظ أن ممانعة المكثفة (الاتساعية) تتناسب عكساً مع تواتر التيار المتناوب، ففي حالة التيارات منخفضة التواتر تكون ممانعة المكثفة كبيرة.

2- تُعطى العلاقة التي تمثل ممانعة الوشيعة بالشكل:

$$Z_L = \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}$$

فإذا كانت r مهملة، تؤول الممانعة إلى ردية الوشيعة:

$$X_L = \omega L = 2\pi f\, L$$

نلاحظ أن ردية الوشيعة المهملة المقاومة تتناسب طرداً مع تواتر التيار، ففي حالة التيارات عالية التواتر تكون ممانعة الوشيعة كبيرة.

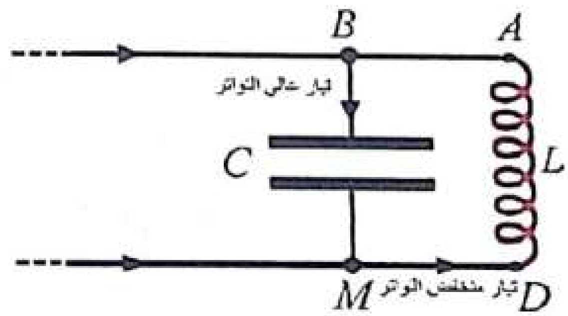
3- عند تراكب تيار عالي التواتر مع تيار منخفض التواتر

- يمر التيار عالي التواتر في المكثفة بسهولة لأنها تبدي ممانعة صغيرة لها.

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

- يمر التيار منخفض التواتر في الوشيعة بسهولة لأنها تبدي ممانعة صغيرة لها

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



المسألة الأولى ص136:

1- حساب تواتر الاهتزازات الكهربائية المار في الدارة:

$$f_0 = \frac{1}{T_0} \;......(1)$$

نحسب الدور الخاص T_0: $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ ....(2)

نحسب سعة المكثفة C:

$$C = \frac{q}{U} = \frac{0.5\times10^{-6}}{50} = 10^{-8}\,F$$

نحسب ذاتية الوشيعة L:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2}{\ell}s \;......(3)$$

ولكن: $N = \frac{\text{طول سلك الوشيعة}}{\text{محيط اللفة}} = \frac{\ell'}{2\pi r}$

حيث: $s = \pi r^2$

نعوض في (3): $L = 4\pi\times10^{-7}\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2 \ell}\times\pi r^2$

$$L = 10^{-7}\times\frac{\ell'^2}{\ell} = 10^{-7}\times\frac{(16)^2}{10\times10^{-2}} = 256\times10^{-6}\,H$$

نعوض في (2): $T_0 = 2\pi\sqrt{256\times10^{-6}\times10^{-8}}$

$$T_0 = 32\pi\times10^{-7} = 8\times4\,\pi\times10^{-7} = 10^{-5}\,s$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{10^{-5}} = 10^5\,Hz$$

2- حساب شدة التيار الأعظمي:

$$I_{max} = \omega_0 q_{max} = q_{max}\times2\pi f_0$$

$$I_{max} = 0.5\times10^{-6}\times2\pi\times10^5 = \pi\times10^{-1}\,A$$

المسألة الثانية ص136

حساب سعة المكثفة اللازمة C:

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 L f_0^2} \;...(1)$$

نحسب التواتر الخاص f_0:

$$f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{200} = 15\times10^5\,Hz$$

نعوض في (1):

$$C = \frac{1}{4\times10\times0.1\times10^{-6}\times225\times10^{10}} = \frac{1}{9}\times10^{-6}\,F$$

المسألة الثالثة ص136:

1- عند نهاية شحن المكثفة تكون شحنتها عظمى

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

$$q_{max} = 2\times10^{-5}\times6 = 12\times10^{-5}\,C$$

2- عندما تلامس القاطعة الوضع 2 تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه سعة الاهتزاز حتى تبلغ الصفر (لعدم وجود مولد)، بسبب تبدد الطاقة على دفعات بشكل حراري في مقاومة الوشيعة بفعل جول

المسألة الرابعة ص137:

1- حساب شحنة المكثفة والطاقة المختزنة فيها:

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

$$q_{max} = 10^{-12}\times10^{3} = 10^{-9}\,C$$

نحسب الطاقة المختزنة:

$$E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}$$

$$E_C = \frac{1}{2}\times\frac{(10^{-9})^2}{10^{-12}} = \frac{10^{-18}}{2\times10^{-12}} = 5\times10^{-7}\,J$$

2- a- تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب جيبي تكون فيه سعة الاهتزاز ثابتة لعدم وجود ضياع في الطاقة.

b- حساب تواتر الاهتزازات الكهربائية:

$$f_0 = \frac{1}{T_0}\,........(1)$$

نحسب الدور الخاص T_0:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{16\times10^{-3}\times10^{-12}} = 8\times10^{-7}\,s$$

نعوض في (1):

$$f_0 = \frac{1}{8\times10^{-7}} = 12.5\times10^{5}\,Hz$$

c- التابع الزمني لكل من الشحنة وشدة التيار:

بما أن مبدأ الزمن لحظة بلوغ المكثفة شحنتها العظمى فإن $\varphi = 0$، فيكون تابع الشحنة:

$$\bar{q} = q_{max}\cos\omega_0 t$$

ولكن:

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi\times12.5\times10^{5}$$

$$\omega_0 = 25\,\pi\times10^{5}\,rad.s^{-1}$$

فيكون تابع الشحنة:

$$\bar{q} = 10^{-9}\cos(25\,\pi\times10^{5})t\ \ (C)$$

تابع شدة التيار:

$$\bar{i} = \omega_0\,q_{max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

$$\bar{i} = 25\,\pi\times10^{5}\times10^{-9}\cos(25\,\pi\times10^{5}t + \frac{\pi}{2})$$

$$\bar{i} = 25\,\pi\times10^{-4}\cos(25\,\pi\times10^{5}t + \frac{\pi}{2})\ \ (A)$$

المسألة الخامسة ص137:

1- حساب القيمة العظمى لشحنة المكثفة q_{max}:

$$q_{max} = C\,U_{max} = 10^{-12}\times10^{3}$$

$$q_{max} = 10^{-9}\,C$$

2- حساب تواتر التيار المهتز في الوشيعة f_0:

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-12}\times10^{-3}}}$$

$$f_0 = 5\times10^{6}\,Hz$$

- حساب النبض الخاص ω_0:

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi\times5\times10^{6}$$

$$\omega_0 = \pi\times10^{7}\,rad.s^{-1}$$

- كتابة التابع الزمني للشدة اللحظية:

يُعطى تابع الشحنة بشكله المختزل بالعلاقة:

$$\bar{q} = q_{max}\cos\omega_0 t$$

ولكن:

$$\bar{i} = (\bar{q})'_t = -\omega_0\,q_{max}\sin\omega_0 t$$

$$\bar{i} = \omega_0 q_{max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

نعوض:

$$\bar{i} = \pi\times10^{7}\times10^{-9}\cos(\pi\times10^{7}t + \frac{\pi}{2})$$

$$\bar{i} = \pi\times10^{-2}\cos(\pi\times10^{7}t + \frac{\pi}{2})\ \ (A)$$

استفد لحل المسائل (التيار المتناوب)

1) الحالة العامة دارة تحوي مقاومة و وشيعة و مكثفة على التسلسل (R, L, C):

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

حالات خاصة:

- ممانعة المقاومة: $X_R = R$

المقاومة تجعل التوتر اللحظي المطبق بين طرفيها على توافق بالطور مع الشدة اللحظية، حيث: $\varphi = 0\ rad$

- ممانعة الذاتية (وشيعة مهملة المقاومة):

$X_L = \omega L$

الذاتية تجعل التوتر اللحظي يتقدم بالطور عن الشدة اللحظية بمقدار $\frac{\pi}{2}\ rad$.

- ممانعة المكثفة: $X_C = \frac{1}{\omega C}$

المكثفة تجعل التوتر اللحظي يتأخر عن الشدة اللحظية بمقدار $\frac{\pi}{2}\ rad$.

- ممانعة (ذاتية + مقاومة) (وشيعة):

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

الوشيعة تجعل التوتر اللحظي يتقدم بالطور عن الشدة اللحظية بمقدار φ.

- ممانعة (مكثفة + مقاومة) موصولتان على التسلسل:

$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

(مكثفة + مقاومة) تجعل التوتر اللحظي يتقدم بالطور عن الشدة اللحظية بمقدار φ.

- التوتر الأعظمي: $U_{max} = Z\ I_{max}$
- التوتر المنتج: $U_{eff} = Z\ I_{eff}$

- فرق الطور: $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$

2) في الدارة التسلسلية تكون الشدة نفسها في أجزاء الدارة، ويختلف التوتر بين طرفي كل جزء.

أما في الدارة التفرعية يكون التوتر نفسه بين طرفي كل فرع وتختلف الشدة حسب عناصر الفرع.

3) لحساب الاستطاعة المتوسطة (المستهلكة):

a) في الدارة التسلسلية: $P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff}\ \cos\varphi$

b) في الدارة التفرعية: $P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$

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

باعتبار أن كل فرع يعتبر دارة تسلسلية.

4) لحساب عامل الاستطاعة:

a) في الدارة التسلسلية: $\cos\overline{\varphi} = \frac{R}{Z}$

أو من رسم تمثيل فرينل.

b) في الدارة التفرعية:

$P_{avg}\ (\text{كلية}) = U_{eff}\ I_{eff}\ \cos\overline{\varphi}$

$\cos\overline{\varphi} = \frac{P_{avg}\ (\text{كلية})}{U_{eff}\ I_{eff}(\text{قبل التفرع})}$

أو من رسم تمثيل فرينل.

5) إذا وجد في دارة عدة مكثفات متماثلة موصولة، وأعطيت السعة المكافئة للمكثفات وسعة إحدى المكثفات، وطُلِبَ معرفة طريقة ضم المكثفات وعددها:

a) إذا كان $C_{(\text{مكافئة})} > C_1$ فالضم على التفرع.

عدد المكثفات: $N = \frac{C}{C_1}$ ويكون: $C = C_1 + C_2$

b) إذا كان $C_{(\text{مكافئة})} < C_1$ فالضم على التسلسل.

عدد المكثفات: $N = \frac{C_1}{C}$ ويكون: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

اختبر نفسي (التيار المتناوب الجيبي) ص156:

أولاً: أعط تفسيراً علمياً موضحاً بالعلاقات المناسبة:

1- لأن الوشيعة تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع الدور الأول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الثاني الذي يليه.

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

نعوض في:

$$P_{avg_L} = U_{eff}\ I_{eff}\ \cos(\frac{\pi}{2})$$

فنجد:

$$P_{avg_L} = 0$$

2- لأن المكثفة تختزن طاقة كهربائية خلال ربع الدور الأول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الثاني الذي يليه.

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

نعوض في:

$$P_{avg_C} = U_{eff}\ I_{eff}\ \cos(\frac{\pi}{2})$$

فنجد:

$$P_{avg_C} = 0$$

3- بسبب وجود العازل بين لبوسيها الذي يسبب انقطاع في الدارة.

أو

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

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

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

5- إن الالكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار تواتره صغير تكاد تهتز بتوافق كامل فتبدو مقاطع الدارة في كل لحظة وكأن تياراً متواصلاً يجتازها شدته هي الشدة اللحظية للتيار المتناوب وجهته هي جهة التيار المتناوب في هذه اللحظة، كذلك اختلاف قيم الممانعات يؤدي إلى اختلاف التوترات المنتجة لتبقى النسبة:

$$\frac{U_{eff_R}}{X_R} = \frac{U_{eff_L}}{X_L} = \frac{U_{eff_C}}{X_C} = \text{const}$$

6- لأن L ذاتية الدارة تتغير بتغير وضع النواة الحديدية داخل الوشيعة وبالتالي تتغير ممانعتها: $X_L = \omega L$

فتتغير الشدة المنتجة:

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

7- تهتز الالكترونات في الدارة بالنبض الذي يفرضه المولد لذلك تسمى الاهتزازات الكهربائية الحاصلة بالاهتزازات القسرية، ويشكل المولد فيها جملة محرضة وبقية الدارة جملة مجاوبة.

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

- الاستنتاج:

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

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

تصرف الاستطاعة في المقاومة حرارياً بفعل جول:

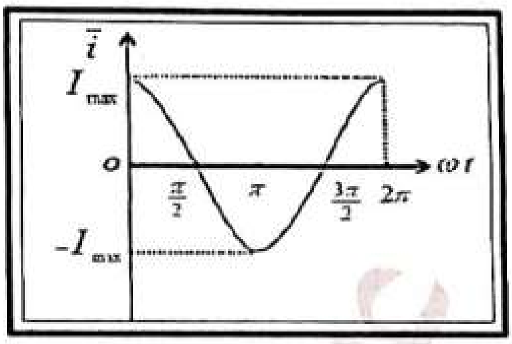
$$P' = R\, I_{eff}^2$$

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

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

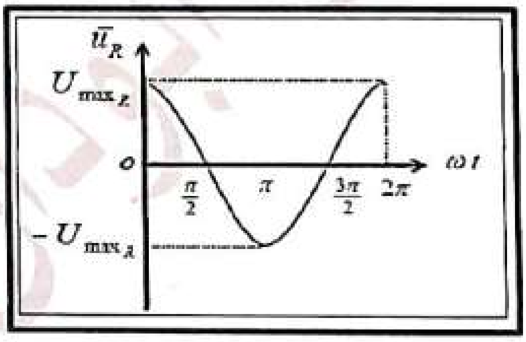
الاستطاعة الحرارية الضائعة تتناسب عكساً مع مربع عامل الاستطاعة، فعندما تصبح قيمة عامل الاستطاعة كبيرة تنقص الاستطاعة الضائعة، فيزداد مقدار نقل الطاقة.

ثالثاً: ص156



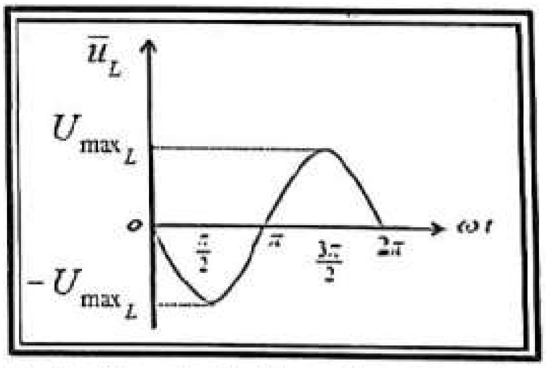
المنحني البياني للشدة اللحظية

$$\bar{i}_R = I_{max}\cos\omega t \quad (A)$$



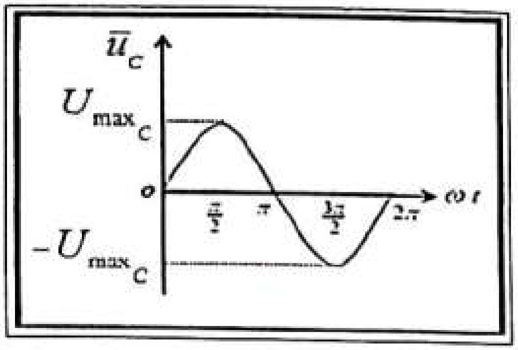
المنحني البياني للتوتر اللحظي في حالة مقاومة فقط

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



المنحني البياني للتوتر اللحظي في حالة وشيعة مهملة المقاومة

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



المنحني البياني للتوتر اللحظي في حالة مكثفة فقط

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

رابعاً: ص157

1- التواتر المشاهد هو **تواتر متناوب جيبي**.

2- تعيين دور وتواتر هذه الإشارة:

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

نحسب الدور:

زمن التدريجة الواحدة × عدد التدريجات = **الدور**

$$T = 12\times 0.2 = 2.4\,ms$$

$$T = 24\times 10^{-4}\,s$$

نحسب التواتر:

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

$$f = 614.66\,Hz$$

3- حساب القيمة المنتجة للتوتر U_{eff}:

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

$U_{max}\ 0.5\times 10$ (تدريجة) $= 5\,Volt$

$$U_{eff} = \frac{5}{\sqrt{2}}\,Volt$$

المسألة الأولى ص 157:

1- حساب التوتر المنتج للتيار U_{eff} وتواتره f:

$$\bar{u} = 130\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

بالمقارنة مع تابع التوتر اللحظي:

$$\bar{u} = U_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

نجد: $U_{max} = 130\sqrt{2}\,Vollt \quad , \quad \omega = 100\pi\, rad.s^{-1}$

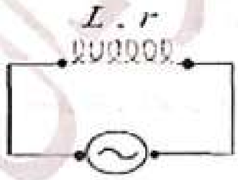
نحسب التوتر المنتج للتيار U_{eff}: $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

$$U_{eff} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = 130\,Volt$$

نحسب التواتر f: $\omega = 2\pi f$

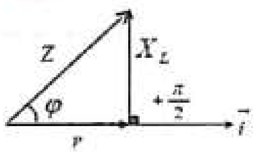
$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} \Rightarrow f = 50\,Hz$$

2- حساب شدة التيار المنتجة I_{eff}:



$$U_{eff} = Z_{(L)} I_{eff}$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z_{(L)}} \text{........(1)}$$



نحسب ممانعة الدارة Z: $Z_{(L)} = \sqrt{r^2 + X_L^2}$ .....(2)

ولكن: $X_L = \omega L = 100\pi \times \frac{3}{5\pi} = 60\Omega$

نعوض في (2):

$$Z_{(L)} = \sqrt{625+3600} \Rightarrow Z_{(L)} = 65\Omega$$

نعوض في (1): $I_{eff} = \frac{130}{65} \Rightarrow I_{eff} = 2A$

حساب عامل استطاعة الدارة $\cos\bar{\varphi}$:

$$\cos\bar{\varphi} = \frac{r}{Z_{(L)}} = \frac{25}{65} = \frac{5}{13} = 0.38$$

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة:

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

نعوض: $P_{avg} = 130 \times 2 \times \frac{5}{13}$

$$P_{avg} = 100\,Watt$$

طريقة ثانية:

$$P_{avg} = r\, I_{eff}^2 = 15 \times (2)^2 = 100\,Watt$$

3- حساب ذاتية الوشيعة L:

بما أن التيار بأكبر قيمة له، فالدارة في حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$$

$$L = \frac{1}{\omega_r(\omega_r C)} = \frac{1}{100\pi(100\pi \times \frac{1}{4000\pi})}$$

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

حساب الشدة المنتجة للتيار I'_{eff}:

$$U_{eff} = R\, I'_{eff} \Rightarrow$$

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{130}{30} = \frac{13}{3}\,A$$

أو: $I'_{eff} = 4.3A$

المسألة الثانية ص 157:

1- حساب مقاومة الوشيعة r:

$$r = \frac{U}{I} = \frac{6}{0.5} = 12\Omega$$

حساب ذاتية الوشيعة L:

يجب حساب X_L من العلاقة:

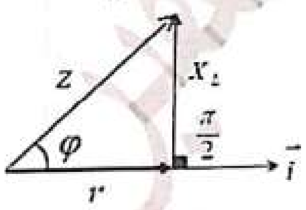
$$Z_{(L)} = \sqrt{r^2 + X_L^2} \text{ ......(1)}$$

نحسب $Z_{(L)}$:

$$U_{eff} = Z_{(L)} I_{eff}$$

$$Z_{(L)} = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{130}{10}$$

$$Z_{(L)} = 13\Omega$$



نعوض في (1):

$$Z_{(L)}^2 = r^2 + X_L^2 \Rightarrow$$

$$X_L^2 = Z_{(L)}^2 - r^2$$

$$X_L^2 = (13)^2 - (12)^2 = 169 - 144 = 25$$

$$X_L = 5\Omega$$

نحسب L:

$$X_L = \omega L$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{5}{100\pi} \Rightarrow L = \frac{1}{20\pi} H$$

2- حساب عدد لفات الوشيعة N:

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

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

$$N = \sqrt{\frac{1 \times 1}{20\pi \times 4\pi \times 10^{-7} \frac{1}{80}}} = \sqrt{10^6} = 10^3$$

$N = 1000$ لفة

3- حساب سعة المكثفة C:

بما أن عامل الاستطاعة يساوي الواحد، فالدارة في حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$$

$$C = \frac{1}{\omega_r (\omega_r \mathrm{L})} = \frac{1}{100\pi (100\pi \times \frac{1}{20\pi})}$$

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

حساب الشدة المنتجة للتيار I'_{eff}:

$$U_{eff} = R\, I'_{eff} \Rightarrow I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{130}{12} = \frac{65}{6}$$

$$I'_{eff} = 10.8\ A$$

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة:

$$P_{avg} = U_{eff}\, I'_{eff}\, \cos\bar{\varphi}$$

بما أن الدارة في حالة تجاوب كهربائي:

$$\cos\bar{\varphi} = 1 \quad , \quad I'_{eff} = 10.8A \Rightarrow$$

$$P_{avg} = 130 \times \frac{65}{6} \times 1 \Rightarrow P_{avg} = 1408.33\, Watt$$

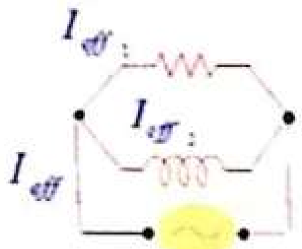
طريقة ثانية لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة:

$$P_{avg} = r\, I_{eff}^2 = 12 \times (\frac{130}{12})^2$$

$$P_{avg} = 1408.33\, Watt$$

المسألة الثالثة ص 157:

1- حساب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ U_{eff}، وتواتر التيار f:



$$\bar{u} = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t)$$

بالمقارنة مع تابع التوتر اللحظي:

$$\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

نجد: $U_{max} = 200\sqrt{2}Vollt \ , \ \omega = 100\pi\, rad.s^{-1}$

نحسب التوتر المنتج للتيار U_{eff}:

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

$$U_{eff} = 200Volt$$

نحسب التواتر f:

$$\omega = 2\pi f$$

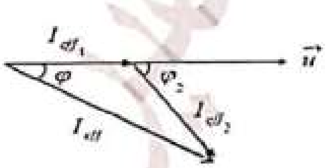
$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} \Rightarrow f = 50Hz$$

2- حساب قيمة المقاومة الصرفة R:

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

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_1}} = \frac{200}{4} \Rightarrow R = 50\Omega$$

نحسب ممانعة الوشيعة $Z_{(L)}$



$$U_{eff} = Z_{(L)} I_{eff_2}$$

$$Z_{(L)} = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}$$

$$Z_{(L)} = \frac{200}{5} \Rightarrow Z_{(L)} = 40\ \Omega$$

3- حساب عامل استطاعة الوشيعة $\cos\bar{\varphi}_2$:

$$\overline{I_{eff}} = \overline{I_{eff_1}} + \overline{I_{eff_2}}$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

نعوض:

$$49 = 16 + 25 + 2\times 4\times 5\cos\overline{\varphi}_2$$

$$\cos\overline{\varphi}_2 = 0.2$$

حساب مقاومة الوشيعة r:

$$\cos\overline{\varphi}_2 = \frac{r}{Z_L}$$

$$r = Z_L \cos\overline{\varphi}_2 = 40\times 0.2$$

$$r = 8\Omega$$

4- حساب الاستطاعة الكلية المستهلكة للدارة P_{avg}:

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

$$P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff_1}\cos\overline{\varphi}_1 + U_{eff}\, I_{eff_2}\cos\overline{\varphi}_2$$

$$P_{avg} = 200\times 4\times 1 + 200\times 5\times 0.2$$

$$P_{avg} = 800 + 200 = 1000\ Watt$$

حساب عامل استطاعة الدارة $\cos\overline{\varphi}$:

$$\cos\overline{\varphi} = \frac{P_{avg}}{U_{eff}\, I_{eff}} = \frac{1000}{200\times 7}$$

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

2- حساب قيمة المقاومة الأومية للمصباح R:

$$U_{eff} = R\, I_{eff_1} \Rightarrow$$

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_1}} = \frac{120}{6} = 20\Omega$$

نكتب تابع الشدة اللحظية:

$$\overline{i}_1 = I_{max_1}\cos\omega t$$

حيث: $\varphi = 0$ لأن الدارة تحوي مقاومة فقط

لكن:

$$I_{max_1} = I_{eff_1}\sqrt{2} \Rightarrow I_{max_1} = 6\sqrt{2}\, A$$

$$\overline{i}_1 = 6\sqrt{2}\cos(120\pi t) \quad (A)$$

3- حساب ممانعة الوشيعة Z_2:

$$Z_2 = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}}$$

$$Z_2 = \frac{120}{10} \Rightarrow Z_2 = 12\ \Omega$$

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الوشيعة:

$$P_{avg_2} = U_{eff}\, I_{eff_2}\cos\overline{\varphi}_2$$

نعوض: $P_{avg_2} = 120\times 10\times\frac{1}{2}$

$$P_{avg_2} = 600\ Watt$$

نكتب تابع شدة التيار اللحظية:

$$\overline{i} = I_{max_2}\cos(\omega t + \overline{\varphi}_2)$$

نحسب I_{max_2}:

$$I_{max_2} = I_{eff}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}\, A$$

نحسب $\overline{\varphi}_2$:

$$\cos\overline{\varphi}_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \overline{\varphi}_2 = \mp\frac{\pi}{3}\ rad$$

بما أن الفرع يحوي وشيعة فهي توخر تابع الشدة عن تابع التوتر: $\overline{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3} rad$

$$\overline{i}_2 = 10\sqrt{2}\cos(120\pi t - \frac{\pi}{3}) \quad (A)$$

المسألة الرابعة ص 158:

1- حساب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ U_{eff}، وتواتر التيار f:

$$\overline{u} = 120\sqrt{2}\cos(120\pi t)$$

بالمقارنة مع تابع التوتر اللحظي:

$$\overline{u} = U_{max}\cos(\omega t + \overline{\varphi})$$

نجد:

$$U_{max} = 120\sqrt{2} Vollt \ ,\ \omega = 120\pi\, rad.s^{-1}$$

نحسب التوتر المنتج للتيار U_{eff}:

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

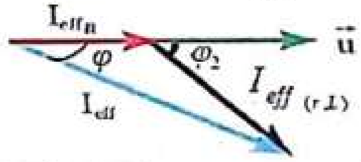
$$U_{eff} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = 120 Volt$$

نحسب التواتر f:

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{120\pi}{2\pi} \Rightarrow f = 60 Hz$$

4- حساب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل:

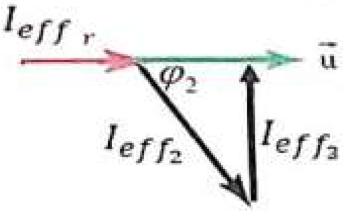


نحسب I_{eff}:
$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff\,1}} + \overrightarrow{I_{eff\,2}}$$
$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2\, I_{eff_1}^2\, I_{eff_2}^2 \cos(\overline{\varphi_2} - \overline{\varphi_1})$$
حيث: $\varphi_1 = 0\ rad \quad , \quad \varphi_2 = -\frac{\pi}{3}\ rad$
$$I_{eff} = \sqrt{36 + 100 + 2\times 6\times 10\times \frac{1}{2}} = \sqrt{196}$$
$$I_{eff} = 14\,A$$

5- حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين:
$$P_{avg} = P_{avg\,1} + P_{avg\,2}$$
$$P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff_1} \cos\overline{\varphi}_1 + U_{eff}\, I_{eff_2} \cos\overline{\varphi}_2$$
$$P_{avg} = 120\times 6\times 1 + 120\times 10\times \frac{1}{2}$$
$$P_{avg} = 1320\ Watt$$

نحسب عامل الاستطاعة $\cos\overline{\varphi}$:
$$\cos\overline{\varphi} = \frac{P_{avg}}{I_{eff}\, U_{eff}} = \frac{1320}{14\times 120}$$
$$\cos\overline{\varphi} = \frac{11}{14}$$

6- حساب سعة المكثفة C:
$$U_{eff} = X_C\, I_{eff\,3} \Rightarrow X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,3}} \ldots\ldots(1)$$



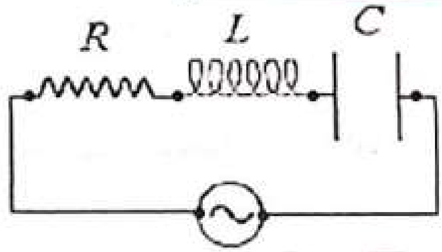
نحسب $I_{eff\,3}$ من إنشاء فرينل

من الشكل نجد: $\sin\varphi_2 = \frac{I_{eff\,3}}{I_{eff\,2}}$
$$I_{eff\,3} = I_{eff\,2} \sin\varphi_2 = 10\times\frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$I_{eff\,3} = 5\sqrt{3}\,A$$

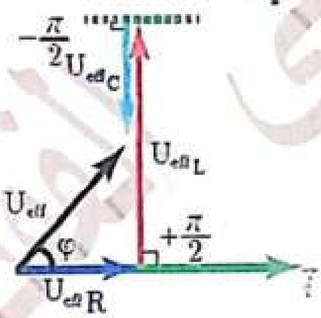
نعوض في (1):
$$X_C = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{24}{\sqrt{3}} = 8\sqrt{3}\ \Omega$$

نحسب سعة المكثفة C:
$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad\Rightarrow\quad C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{120\,\pi\times 8\sqrt{3}}$$
$$C = \frac{1}{96\,\pi\sqrt{3}}\,F$$

المسألة الخامسة ص 158:



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



$$\overrightarrow{U_{eff}} = \overrightarrow{U_{eff\,R}} + \overrightarrow{U_{eff\,L}} + \overrightarrow{U_{eff\,C}}$$
$$U_{eff}^2 = U_{eff\,R}^2 + (U_{eff\,L} - U_{eff\,C})^2$$
$$U_{eff} = \sqrt{U_{eff\,R}^2 + (U_{eff\,L} - U_{eff\,C})^2}$$
$$U_{eff} = \sqrt{900 + (80-40)^2}$$
$$U_{eff} = \sqrt{900 + 1600} = \sqrt{2500}$$
$$U_{eff} = 50\ Volt$$

2- حساب قيمة الشدة المنتجة المارة في الدارة I_{eff}

بما أن الوصل على التسلسل، فالشدة نفسها في جميع أجزاء الدارة، وحسب معطيات المسألة يمكن حساب الشدة المنتجة في المكثفة والتي تكون نفسها لجميع أجزاء الدارة

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

ولكن:

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

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{1}{2000\pi}} \Rightarrow X_C = 20\Omega$$

نعوض:

$$I_{eff} = I_{eff\,C}$$

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

حيث: $\varphi = 0\ rad$ ينطبق التيار على محور الشدة مبدأ قياس الأطوار.

التابع الزمني للشدة اللحظية: $\bar{i} = I_{max} \cos \omega t$

$$\bar{i} = 2\sqrt{2} \cos 100\pi\, t \quad (A)$$

3- حساب الممانعة الكلية للدارة Z:

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

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

$$Z = 25\Omega$$

4- حساب ذاتية الوشيعة L:

نحسب X_L:

$$U_{eff\,L} = X_L\, I_{eff}$$

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

$$X_L = \frac{80}{2} = 40\Omega$$

نحسب L:

$$X_L = \omega L \Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{40}{100\pi}$$

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

التابع الزمني للتوتر بين طرفي الذاتية:

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

$$\bar{u}_L = 80\sqrt{2} \cos(100\pi\, t + \frac{\pi}{2}) \quad (Volt)$$

5- حساب عامل استطاعة الدارة $\cos\bar{\varphi}$:

$$\cos\bar{\varphi} = \frac{R}{Z} \ldots\ldots(1)$$

نحسب R:

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

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

$$R = \frac{30}{2} = 15\Omega$$

نعوض في (1):

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

$$\cos\bar{\varphi} = 0.6$$

طريقة ثانية لحساب عامل استطاعة الدارة $\cos\bar{\varphi}$:

$$\cos\bar{\varphi} = \frac{U_{eff\,R}}{U_{eff}} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 0.6$$

6- a- تحديد طريقة ضم المكثفتين:

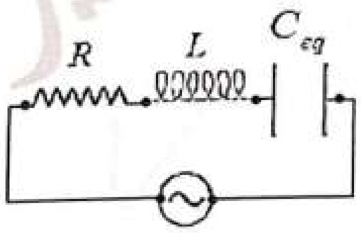
نقارن بين سعة المكثفة المكافئة وسعة المكثفة السابقة:

$$X_L = \frac{1}{\omega C_{eq}} \Rightarrow 40 = \frac{1}{100\pi C_{eq}}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{4000\pi} F \ \langle\ C = \frac{1}{2000\pi} F$$

ومنه فإن طريقة ضم المكثفتين هي على التسلسل.

6-b- حساب سعة المكثفة C':



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

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

c-6- حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة:

نحسب I'_{eff}:

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

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

نحسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة:

$$P_{avg} = R\ I'^{2}_{eff} = 15 \times (\frac{10}{3})^2$$

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

طريقة ثانية لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة:

$$P_{avg} = U_{eff}\ I'_{eff} \cos\varphi' \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حساب الشدة المنتجة للتيار في حالة التجاوب:

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

حيث: $Z' = R$

لحساب المقاومة الأومية R نطبق قانون أوم على المقاومة قبل حدوث التجاوب (قبل إضافة C')

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

$$30 = R \times 2$$

$$R = 15\Omega$$

نعوض:

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

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

في حالة التجاوب: $\varphi' = 0\, rad$

نعوض في (1)

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

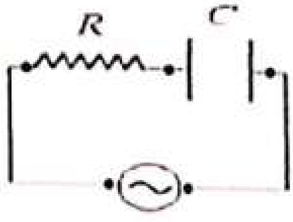
$$P_{avg} = \frac{500}{3} Watt$$

المسألة السادسة ص 158:

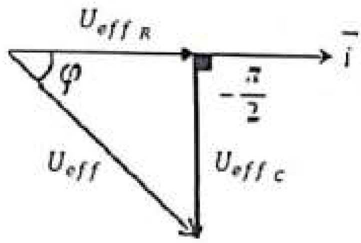
1- حساب قيمة المقاومة R:

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

نحسب I_{eff}:



يجب حساب فرق الكمون بين طرفي المكثفة U_{eff_C} من إنشاء فرينل:



$$\overrightarrow{U_{eff}} = \overrightarrow{U_{eff_R}} + \overrightarrow{U_{eff_C}}$$

$$U^2_{eff} = U^2_{eff_R} + U^2_{eff_C}$$

$$(100)^2 = (60)^2 + U^2_{eff_C}$$

$$U_{eff_C} = 80\, Volt$$

$$U_{eff_C} = X_C\, I_{eff} \Rightarrow I_{eff} = \frac{U_{eff_C}}{X_C} \ldots\ldots(1)$$

نحسب X_C:

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

نحسب النبض ω:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50$$

$$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$$

نعوض:

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

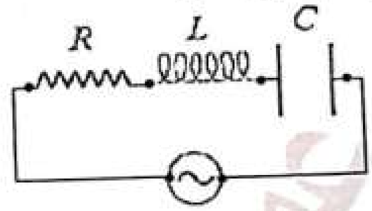
نعوض في (1):

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

نعوض في العلاقة: $U_{eff_R} = R\, I_{eff}$

$R = \frac{60}{2} \quad \Rightarrow \quad R = 30\,\Omega$

2- حساب ذاتية الوشيعة L:



I_{eff} (قبل) = I'_{eff} (بعد)

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

Z (قبل الإضافة) = Z' (بعد الإضافة)

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

نربع الطرفين: $X_C^2 = (X_L - X_C)^2$

بجذر الطرفين: $X_C = \pm(X_L - X_C)$

إما:

$X_C = X_L - X_C$

$2X_C = X_L \Rightarrow 2X_C = L\,\omega$

$L = \frac{2X_C}{\omega} = \frac{2\times 40}{100\pi} = \frac{8}{10\pi} = \frac{4}{5\pi} H$

مقبول $L = \frac{4}{5\pi} H$

وإما:

$X_C = -X_L + X_C$

$X_L = 0$

$L\,\omega = 0$

مرفوض $L = 0$

(لأن الدارة تحوي وشيعة).

3- حساب قيمة التواتر الجديد f':

حالة طنين (تجاوب كهربائي): $X_L = X_C$

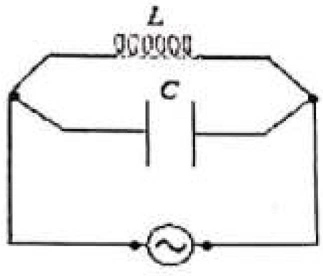
$\omega' L = \frac{1}{\omega' C} \quad \Rightarrow \quad \omega' = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

$2\pi f' = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad \Rightarrow \quad f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{4}{5\pi}\times\frac{1}{4000\pi}}} = \frac{\sqrt{5000}}{2}$

$f' = 35.35\,Hz$

4- حساب قيمة الشدة المنتجة الأصلية للدارة باستخدام إنشاء فرينل



نحسب I_{eff_C}: $U_{eff} = X_C\, I_{eff_C}$

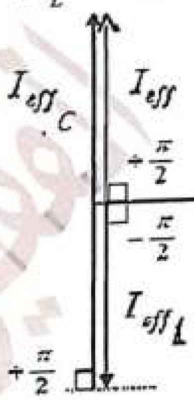
$I_{eff_C} = \frac{100}{40} = 2.5\,A$

نحسب X_L: $X_L = L\,\omega$

$X_L = \frac{4}{5\pi}\times 100\pi \quad \Rightarrow \quad X_L = 80\,\Omega$

نحسب I_{eff_L}: $U_{eff} = X_L\, I_{eff_L}$

$I_{eff_L} = \frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{100}{80} = \frac{10}{8} = 1.25\,A$



نحسب I_{eff} من إنشاء فرينل

من الشكل نجد: $\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_L}} + \overrightarrow{I_{eff_C}}$

بما أن الشدتين على حامل واحد وفي جهتين متعاكستين:

$I_{eff} = I_{eff_C} - I_{eff_L}$

$I_{eff} = 2.5 - 1.25 \quad \Rightarrow \quad I_{eff} = 1.25\,A$

اختبر نفسي (المحولات الكهربائية)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 165:

1- a - $I_{eff_P}=18A$

2- a - 2

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي ص 165:

1- للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول الحراري.

2- للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول الحراري، ثم تخفض إلى 220 $Volt$ لتوافق عمل الأجهزة الكهربائية الموجودة.

3- لإنقاص تيارات فوكو، وبالتالي تحسين مردود المحولة.

المسألة الأولى ص165:

1- حساب نسبة التحويل μ :

$$\mu=\frac{N_S}{N_P}=\frac{375}{125} \quad \Rightarrow \quad \mu=3$$

المحولة رافعة للتوتر، لأن: $\mu>1$

2- حساب قيمة التوتر المنتج بين طرفي كلٍ من الدارة الثانوية والأولية:

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

$$U_{eff_S}=\frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff_S}=120\ Volt$$

$$\mu=\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} \Rightarrow U_{eff_P}=\frac{U_{eff_S}}{\mu}=\frac{120}{3}$$

$$U_{eff_P}=40\,Volt$$

3- حساب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة الثانوية:

$$I_{eff_R}=\frac{U_{eff_S}}{R}=\frac{120}{30} \Rightarrow I_{eff_R}=4\ A$$

4- حساب ردية الوشيعة X_L:

$$X_L=\frac{U_{eff_S}}{I_{eff_L}}=\frac{120}{3} \Rightarrow X_L=40\ A$$

- التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعة:

$$i_L=I_{max_L}\cos(\omega t+\varphi_L)$$

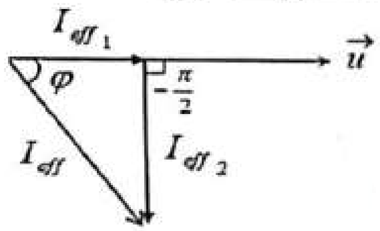
$$I_{max_L}=I_{eff_L}\sqrt{2}=3\sqrt{2}\,A$$

$$\omega=100\pi\ rad.s^{-1}$$

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

$$i_L=3\sqrt{2}\cos(100\pi\, t-\frac{\pi}{2})\ \ (A)$$

5- حساب قيمة الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية باستخدام إنشاء فرينل:



$$\overrightarrow{I_{eff}}=\overrightarrow{I_{eff_1}}+\overrightarrow{I_{eff_2}}$$

$$I_{eff}^2=I_{eff_1}^2+I_{eff_2}^2$$

$$I_{eff}^2=16+9 \Rightarrow I_{eff}^2=5\,A$$

6- حساب قيمة الاستطاعة المتوسطة المُستهلكة في الدارة:

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

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

$$P_{avg_1}=120\times4\times1 \Rightarrow P_{avg_1}=480\ Watt$$

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

$$P_{avg_2}=120\times3\times0 \Rightarrow P_{avg_2}=0\,Watt$$

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

$$P_{avg}=480+0=480\,Watt$$

- حساب عامل استطاعة الدارة:

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

$$480=120\times5\ \cos\varphi$$

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

المسألة الثانية ص165:

1- حساب النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل في حالة رفع التوتر إلى 4500 V:

باستخدام علاقة المحولات المثالية:

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

$$I_{eff\ s} = \frac{I_{eff\ r}\, U_{eff\ r}}{U_{eff\ s}} = \frac{10\times 400}{4500}$$

$$I_{eff\ s} = 0.89\,A$$

الاستطاعة الضائعة:

$$P' = R\, I^2_{eff\ s}$$

$$P' = 30\times(0.89)^2$$

$$P' = 24\ Watt$$

$$P = I_{eff}\, U_{eff} = 10\times 400$$

$$P = 4000\ Watt$$

النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة:

$$\frac{P'(\text{الضائعة})}{P\ (\text{المتولدة})}\times 100 = \frac{24}{4000}\times 100 = 0.6\%$$

2- حساب النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل في حالة عدم رفع التوتر:

عندما لا يرتفع التوتر في خط النقل تكون قيمة التيار فيه هي نفسها $(I_S = 10A)$ وتكون بالتالي الاستطاعة الضائعة في خط النقل هي:

$$P' = R\, I_s^2$$

$$P' = 10^2\times 30 \quad \Rightarrow \quad P' = 3000\ Watt$$

النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة:

$$\frac{P'(\text{الضائعة})}{P\ (\text{المتولدة})}\times 100 = \frac{3000}{4000}\times 100 = 75\%$$

3- حساب الاستطاعة الضائعة في خط النقل حين يسري فيه تيار مقداره (0.89 A):

عند تبريد خط النقل الاستطاعة الضائعة:

$$P' = R\, I^2_{eff\ s} = 5\times(0.89)^2$$

$$P' = 4\,Watt$$

المسألة الثالثة ص166:

1- حساب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في المقاومة:

$$P_{avg\ 1} = U_{eff\ s}\, I_{eff\ s1}\ \cos\overline{\varphi}_1$$

نحسب $U_{eff\ s}$:

$$\frac{U_{eff\ s}}{U_{eff\ r}} = \frac{N_S}{N_P}$$

من نسبة التحويل لدينا:

$$U_{eff\ s} = \frac{N_S\, U_{eff\ r}}{N_P}$$

$$U_{eff\ s} = \frac{125\times 3000}{3750} = 100\ Volt$$

وباعتبار $\varphi_1 = 0$ حالة مقاومة نعوض:

$$1000 = 100\times I_{eff\ s_1}\times 1 \ \Rightarrow\ I_{eff\ s_1} = 10A$$

2- حساب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الوشيعة:

$$P_{avg\ 2} = U_{eff\ s}\, I_{eff\ s2}\ \cos\overline{\varphi}_2$$

نعوض: $\varphi_2 = \frac{\pi}{3}\ rad$

$$1000 = 100\times I_{eff\ s_2}\times\frac{1}{2} \ \Rightarrow\ I_{eff\ s_2} = 20A$$

3- حساب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في ثانوية المحولة:

$$\overrightarrow{I_{eff\ s}} = \overrightarrow{I_{eff\ s1}} + \overrightarrow{I_{eff\ s2}}$$

بالتربيع نجد:

$$I^2_{eff\ s} = I^2_{eff\ s_1} + I^2_{eff\ s_2} + 2I_{eff\ s1}\, I_{eff\ s2}\cos(\overline{\varphi}_2 - \overline{\varphi}_1)$$

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

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

4- حساب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة الأولية للمحولة:

$$\frac{I_{eff\ P}}{I_{eff\ s}} = \frac{N_S}{N_P}$$

$$I_{eff\ P} = \frac{10\sqrt{7}\times 125}{3750} = \frac{\sqrt{7}}{3}\ A$$

المسألة الرابعة ص166:

1- حساب قيمة المقاومة R:

$$\frac{U_{eff\ s}}{U_{eff\ p}}=\frac{N_S}{N_P} \Rightarrow \frac{U_{eff\ s}}{10}=\frac{375}{125}$$

$$U_{eff\ s}=30\,Volt$$

حسب مبدأ مصونية الطاقة:

[الطاقة الحرارية المنتشرة بفعل جول في المقاومة خلال الفاصل الزمني Δt] = [الطاقة الحرارية التي يمتصها ماء المسعر خلال الفاصل الزمني Δt]

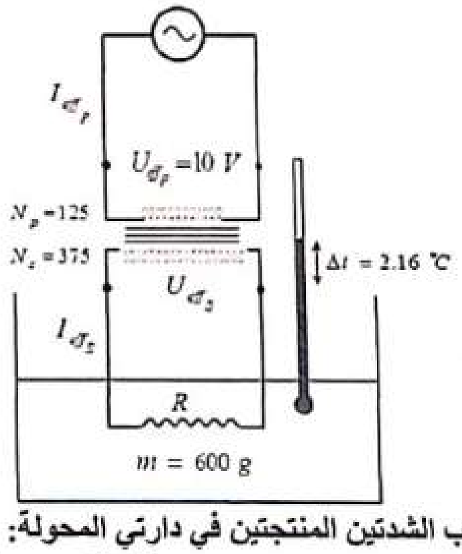
$$m\ C\ \Delta t=R\ I^2_{eff\ s}\ t$$

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

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

$$0.6\times4200\times2.16=\frac{(30)^2}{R}\times60$$

$$R=10\Omega$$



2- حساب الشدتين المنتجتين في دارتي المحولة:

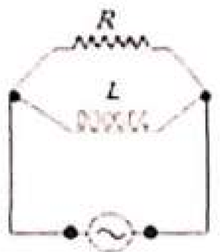
$$U_{eff\ s}=R\ I_{eff\ s}$$

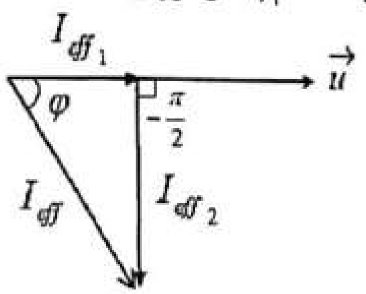
$$30=10\times I_{eff\ s} \Rightarrow I_{eff\ s}=3A$$

$$\frac{N_S}{N_P}=\frac{I_{eff\ P}}{I_{eff\ s}} \Rightarrow \frac{375}{125}=\frac{I_{eff\ P}}{3}$$

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

3- a- حساب الشدة المنتجة للتيار في فرع الوشيعة باستخدام إنشار فرينل:





نحسب $I_{eff\ 2}$ من تمثيل فرينل:

$$\overrightarrow{I_{eff}}=\overrightarrow{I_{eff\ 1}}+\overrightarrow{I_{eff\ 2}}$$

$$I^2_{eff}=I^2_{eff\ 1}+I^2_{eff\ 2}$$

$$25=9+I^2_{eff\ 2} \Rightarrow I_{eff\ 2}=4A$$

تابع الشدة اللحظية:

$$\bar{i}_2=I_{max_2}\cos(\omega t+\bar{\varphi}_2)\ldots\ldots\ (1)$$

$$I_{max_2}=I_{eff\ 2}\sqrt{2}=4\sqrt{2}\ A$$

$$\bar{\varphi}_2=-\frac{\pi}{2}\ rad$$

نعوض في (1):

$$\bar{i}_2=4\sqrt{2}\cos(100\pi t-\frac{\pi}{2})\ (A)$$

b- حساب ذاتية الوشيعة L:

نحسب X_L:

$$X_L=\frac{U_{eff\ 2}}{I_{eff\ 2}}=\frac{30}{4}\ \Omega$$

نحسب L:

$$X_L=\omega L$$

$$L=\frac{X_L}{\omega}=\frac{30}{100\pi\times4}=\frac{3}{40\pi}H$$

c- حساب الاستطاعة المتوسطة في جملة الفرعين:

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

$$P_{avg}=U_{eff}\ I_{eff_1}\cos\bar{\varphi}_1+U_{eff}\ I_{eff_2}\cos\bar{\varphi}_2$$

حيث:

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

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

نعوض:

$$P_{avg}=30\times3\times1+30\times4\times0$$

$$P_{avg}=90\ Watt$$

الوحدة الثالثة: الأمواج المستقرة

استفد لحل المسائل:

الأمواج المستقرة العرضية من أجل نهاية مقيدة:

- طول الموجة λ هي المسافة التي يقطعها الاهتزاز خلال دور واحد. $\lambda = \frac{v}{f}$ أو $\lambda = vT$
- سعة الموجة المستقرة $Y_{max/n}$:

$$Y_{max/n} = 2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\chi\right|$$

– تحديد أبعاد عقد الاهتزاز (N) عن النهاية المقيدة:

حيث: $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$ ، $\chi = n\frac{\lambda}{2}$

– تحديد بطون الاهتزاز (A) عن النهاية المقيدة:

حيث: $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$ ، $\chi = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$

سرعة انتشار اهتزاز عرضي في وتر مشدود بقوة F_T

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

حيث: μ الكتلة الخطية واحدتها $(Kg.m^{-1})$.

$\mu = \frac{m}{L}$ أو $\mu = \rho s = \rho\pi r^2$

حيث: ρ الكتلة الحجمية لمادة الوتر.

$s = \pi r^2$ مساحة مقطع الوتر.

تواتر الصوت البسيط الصادر عن الوتر (f) من أجل نهاية مقيدة:

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

حيث:

f تواتر الصوت البسيط الصادر عن الوتر (Hz).

F_T قوة شد الوتر (N).

L طول الوتر (m).

μ الكتلة الخطية للوتر ($Kg.m^{-1}$).

n عدد صحيح يمثل عدد المغازل المتكونة في الوتر أو رتبة الصوت الصادر عنه (المدروج).

المزامير:

A) المزمار متشابه الطرفين: طوله L : $L = n\frac{\lambda}{2}$

حيث: $n = 1, 2, 3, \ldots\ldots\ldots$ عدد صحيح موجب.

ولكن: $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2L}$

f تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار (Hz).

L طول المزمار (m).

v سرعة انتشار الصوت في غاز المزمار $(m.s^{-1})$.

n عدد صحيح موجب يمثل رتبة صوت المزمار (مدروجات الصوت).

B) المزمار مختلف الطرفين: $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

حيث: $n = 1, 2, 3, \ldots\ldots\ldots$ عدد صحيح موجب.

ولكن: $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{4L}$

f تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار (Hz).

L طول المزمار (m).

v سرعة انتشار الصوت في غاز المزمار $(m.s^{-1})$.

$(2n-1)$ يمثل رتبة صوت المزمار (مدروجات الصوت)، وهو عدد فردي.

ملاحظات:

- عدد أطوال الموجة = $\frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}}$
- تتناسب سرعة انتشار الصوت في غاز معين طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة حرارته المطلقة T (كلفن).

$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ حيث: $T(K) = 273 + t(^oC)$

- تتناسب سرعتا انتشار الصوت في غازين مختلفين عكساً مع الجذر التربيعي لكثافتهما D_1, D_2 بالنسبة للهواء، إذا كان الغازان في درجة حرارة واحدة، ولهما رتبة ذرية واحدة أي:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

حيث: M: الكتلة المولية للغاز (الكتلة الجزيئية الغرامية).

تعطى كثافة غاز بالنسبة للهواء بالعلاقة: $D = \frac{M}{29}$

اختبر نفسي (الأمواج المستقرة)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 192:

1- b- $\frac{\lambda}{2}$.

2- d- $\varphi' = \pi$.

3- a- $4L$.

4- c- 2ν.

5- b- μ.

6- c- $200\ cm$.

7- b- $L = \frac{\lambda}{2}$.

8- a- $L = \frac{\lambda}{4}$.

9- b - $\nu_1 = 2\nu_2$.

10- a- $f = \frac{\nu}{2L}$

11- b- بطن اهتزاز.

12- b- $L = 2L'$.

13- d- $1305\ Hz$.

14- a- 435.

15- b- $\nu_{H_2} = 4\nu_{O_2}$.

16- b- مثلي المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية ص 194:

1- معادلة اهتزاز نقطة n من وتر مرن تبعد $\overline{\chi}$ عن نهايته المقيدة:

$$\overline{y}_{n(t)} = 2Y_{max} \sin\frac{2\pi}{\lambda}\overline{\chi} \sin(\omega t)$$

تكون سعة الاهتزاز:

$$Y_{max/n} = 2Y_{max} \left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\overline{\chi}\right|$$

* استنتاج مواضع بطون الاهتزاز A:

نقاط سعة اهتزازها عظمى دوماً تحدد أبعادها $\overline{\chi}$ عن النهاية المقيدة.

$$Y_{max/n} = 2Y_{max} \Rightarrow \sin\left|\frac{2\pi}{\lambda}\overline{\chi}\right| = 1$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}\chi = (2n+1)\frac{\pi}{2}$$

$$\chi = (2n+1)\frac{\lambda}{4} \quad , \quad (n = 0, 1, 2, 3 \ldots\ldots)$$

* استنتاج مواضع عقد الاهتزاز N:

نقاط سعة اهتزازها معدومة دوماً تحدد أبعادها $\overline{\chi}$ عن النهاية المقيدة.

$$Y_{max/n} = 0 \Rightarrow \left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\chi\right| = 0$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}\chi = n\pi$$

$$\chi = n\frac{\lambda}{2} \quad , \quad (n = 0, 1, 2, 3 \ldots\ldots)$$

* بعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة:

$$\chi = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$$

البطن الثاني: $n = 1$:

$$\chi = (2\times1+1)\frac{\lambda}{4} = \frac{3\lambda}{4}$$

2- نجعل مزماراً ذا لسان مختلف الطرفين من الناحية الاهتزازية: بجعل نهايته مفتوحة.

* استنتاج العلاقة المحددة لتواتر الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزمار:

طول المزمار L يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة.

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \quad , \quad n = 1, 2, 3, \ldots\ldots$$

لكن: $\lambda = \frac{\nu}{f}$ ،

$$L = (2n-1)\frac{\nu}{4f}$$

$$f = (2n-1)\frac{\nu}{4L}$$

3-a-

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

بما أن المقادير (L, F_T, μ) بقيت ثابتة فعدد المغازل يتناسب طرداً مع تواتر الرنانة:

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=const\ (n)$$

$$f'=\frac{n'}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\text{const}\ (n')$$

نتسب العلاقتين:

$$\frac{f}{f'}=\frac{n}{n'}=\frac{3}{2}\ \Rightarrow$$

$$f'=\frac{2}{3}f$$

3-b-

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

بما أن (f) بقي نفسه، و (L, μ) بقيا ثابتين فعدد المغازل يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر:

$$\left.\begin{array}{l} f=\dfrac{n}{2L}\sqrt{\dfrac{F_T}{\mu}} \\ f=\dfrac{n'}{2L}\sqrt{\dfrac{F'_T}{\mu}} \end{array}\right] \Rightarrow n\sqrt{F_T}=n'\sqrt{F'_T}$$

نجد:

$$\frac{n'}{n}=\frac{\sqrt{F_T}}{\sqrt{F'_T}}=\frac{\sqrt{m\ g}}{\sqrt{m'g}}$$

$$\frac{n'}{n}=\frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m'}}$$

$$\frac{n'^2}{n^2}=\frac{m}{m'}$$

$$\frac{4}{9}=\frac{m}{m'}$$

$$m'=\frac{9}{4}\ m$$

4- نكشف عن الحقل الكهربائي $\overrightarrow{E}$ بواسطة هوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل، يمكن تغيير طوله، وعند وصل طرفي الهوائي المستقبل براسم اهتزاز مهبطي، وتغيير طول الهوائي حتى يرتسم على شاشة راسم الاهتزاز خط بياني بسعة عظمى فيكون أصغر طول للهوائي المستقبل مساوياً $\frac{\lambda}{2}$.

نكشف عن الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B}$ بواسطة حلقة نحاسية عمودية على $\overrightarrow{B}$ فيولد فيها توتراً نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

5- عدد المغازل يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر:

$$\left.\begin{array}{l} f=\dfrac{n}{2L}\sqrt{\dfrac{F_T}{\mu}} \\ f=\dfrac{n'}{2L}\sqrt{\dfrac{F'_T}{\mu}} \end{array}\right] \Rightarrow n\sqrt{F_T}=n'\sqrt{F'_T}$$

نتسب العلاقتين:

$$\frac{n'}{n}=\frac{\sqrt{F_T}}{\sqrt{F'_T}}$$

$$\frac{5}{3}=\frac{\sqrt{F_T}}{\sqrt{F'_T}}\ \Rightarrow\ \frac{25}{9}=\frac{F_T}{F'_T}$$

$$F'_T=\frac{9}{25}F_T$$

عندما تنقص قوة الشد يزداد عدد المغازل.

<u>علل ما يأتي:</u>

a- لا يحدث انتقال للطاقة في الأمواج المستقرة لأن الأمواج الواردة والامواج المنعكسة تنقل الطاقة في اتجاهين متعاكسين.

b- تسمى الأمواج المستقرة بهذا الاسم لأن نقاط الوسط تهتز مراوحة في مكانها فتأخذ شكلاً ثابتاً وتظهر وكأنها ساكنة.

6- يهتز البطن الأول والبطن الثالث التالي على توافق بالطور فيما بينهما (لأن المسافة بينهما $d=\lambda$)

المسألة الأولى ص 194:

حساب سرعة انتشار الصوت في الدرجة $t = 27\,^oC$:

$$\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \Rightarrow \frac{v_2}{331}=\sqrt{\frac{273+27}{273+0}}$$

$$v_2 = 331\sqrt{\frac{300}{273}}$$

$$v_2 \simeq 347\ m.s^{-1}$$

المسألة الثانية ص 194:

إيجاد تواترات الأصوات الثلاثة المتتالية:

تواترات أنبوب مختلف الطرفين

$$f=(2n-1)\frac{v}{4L} \quad , \quad n=1,2,3,.....$$

- الصوت الأساسي (المدروج الأول)

$$(2n-1)=1 \Rightarrow f_1=\frac{v}{4L}=435\,Hz$$

$$f=(2n-1)f_1$$

- المدروج الثالث

$$(2n-1)=3 \Rightarrow f_3=3f_1=3\times435=1305\ Hz$$

- المدروج الخامس

$$(2n-1)=5 \Rightarrow f_5=5f_1=5\times435=2175\ Hz$$

- المدروج السابع

$$(2n-1)=7 \Rightarrow f_7=7f_1=7\times435=3045\ Hz$$

المسألة الثالثة ص 194:

حساب تواتر الصوت الأساسي إذا نقص طول الوتر حتى النصف $(L'=\frac{L}{2})$ وازدادت قوة الشد حتى مثليها $:(F'=2F)$

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

الصوت الأساسي: $n=1$ ، μ نفسها.

$$f_1=\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad , \quad f_1'=\frac{1}{2L'}\sqrt{\frac{F_T'}{\mu}}$$

ننسب العلاقتين:

$$\frac{f_1}{f_1'}=\frac{L'}{L}\sqrt{\frac{F_T}{F_T'}}$$

حيث: $L'=2L\ ,\ F_T'=2F_T$,

$$\frac{f_1}{f_1'}=\frac{\frac{L}{2}}{\frac{L}{1}}\sqrt{\frac{F_T}{2F_T}}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{f_1}{f_1'}=\frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$f_1'=2\sqrt{2}f_1=2\sqrt{2}\times250=500\sqrt{2}$$

$$f_1'=707\,Hz$$

المسألة الرابعة ص 194:

تحديد البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول:

بما أنه عمود هوائي مغلق فهو مختلف الطرفين

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

الرنين الأول: $(2n-1)=1$

$$L_1=\frac{\lambda}{4}=\frac{v}{4f}=\frac{340}{4\times440}$$

$$L_1=0.193\,\mathrm{m}$$

المسألة الخامسة ص 195:

حساب سرعة انتشار الصوت في غاز الهيليوم:

$$L=\frac{\lambda}{2}=\frac{v}{2f}$$

$$v=2Lf=2\times1.1\times445$$

$$v=979\,m.s^{-1}$$

المسألة السادسة ص 195:

حساب تواتر الصوت الأساسي:

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T\,L}{m}}$$

الصوت الأساسي: $n=1$

$$f_1=\frac{1}{2\times0.7}\sqrt{\frac{49\times0.7}{7\times10^{-3}}}=\frac{1}{1.4}\times70$$

$$f_1=50\,Hz$$

المسألة السابعة ص 195:

1- استنتاج كتلة الخيط:

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$f^2=\frac{n^2}{4L}\frac{F_T\,L}{m}\quad\Rightarrow\quad m=\frac{n^2F_T}{4Lf^2}$$

$$m=\frac{(1)^2\times7.2}{4\times2\times900}=\frac{7.2}{5600}=0.001\ Kg$$

أو $m=1\times10^{-3}\ Kg$

2- حساب قوتي الشد التي تجعل الخيط يهتز بمغزلين ثم بثلاثة مغازل مع الرنانة نفسها:

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T\,L}{m}}$$

- يهتز بمغزلين $n'=2$:

$$30=\frac{2}{2\times2}\sqrt{\frac{F'_T\times2}{10^{-3}}}\quad\Rightarrow\quad F'_T=1.8N$$

- يهتز بثلاثة مغازل $n''=3$:

$$30=\frac{3}{2\times2}\sqrt{\frac{F''_T\times2}{10^{-3}}}\quad\Rightarrow\quad F''_T=0.8N$$

طريقة ثانية:

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}\quad,\quad f=\frac{n'}{2L}\sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}$$

ننسب العلاقتين:

عندما $n'=2$:

$$1=\frac{n}{n'}\sqrt{\frac{F_T}{F'_T}}\Rightarrow\frac{n'}{n}=\sqrt{\frac{F_T}{F'_T}}$$

$$\frac{2}{1}=\sqrt{\frac{7.2}{F'_T}}\quad\Rightarrow\quad4=\frac{7.2}{F'_T}$$

$$F'_T=\frac{7.2}{4}=1.8N$$

عندما $n''=3$:

$$\frac{n''}{n}=\sqrt{\frac{F_T}{F''_T}}$$

$$\frac{3}{1}=\sqrt{\frac{7.2}{F''_T}}\quad\Rightarrow\quad F''_T=\frac{7.2}{9}$$

$$F''_T=0.8N$$

المسألة الثامنة ص 195:

حساب سرعة انتشار الاهتزاز العرضي في وتر:

$$v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}=\sqrt{\frac{F_T\,L}{m}}$$

$$v=\sqrt{\frac{F_T\,L}{\rho V}}=\sqrt{\frac{F_T\,L}{\rho L s}}=\sqrt{\frac{F_T}{\rho\pi r^2}}$$

$$v=\sqrt{\frac{100\pi}{0.8\pi(5\times10^{-5})^2}}=\sqrt{\frac{100\pi}{2\pi\times10^{-5}}}$$

$$v=\sqrt{5\times10^6}\quad\Rightarrow\quad v=2236\,m.s^{-1}$$

المسألة التاسعة ص 195:

1- حساب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره عمود هوائي إذا كان مغلقاً (مختلف الطرفين):

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

الرنين الأول: $(2n-1)=1$

$$L=\frac{\lambda}{4}\quad\Rightarrow$$

$$\lambda=4L=4\times2$$

$$\lambda=8m$$

$$f_1=\frac{v}{\lambda}=\frac{v}{4L}$$

$$f_1=\frac{330}{8}$$

$$f_1=41.25\,Hz$$

حساب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره عمود هوائي إذا كان مفتوحاً (متشابه الطرفين):

حيث: $L=n\frac{\lambda}{2}$ ولكن $n=1$

$$L=\frac{\lambda}{2}\quad\Rightarrow$$

$$\lambda=2L=2\times2=4m$$

$$f_1=\frac{v}{\lambda}=\frac{v}{2L}$$

$$f_1=\frac{330}{4}=82.5\,Hz$$

2- حساب تواتر المدروج الثالث في حالة عمود الهواء مغلقاً:

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}=(2n-1)\frac{v}{4f}$$

$$f=(2n-1)\frac{v}{4L}$$

المدروج الثالث: $(2n-1)=3$

$$f=3f_1=3\times 41.25=123.75\ Hz$$

حساب تواتر المدروج الثالث في حالة عمود الهواء مفتوحاً:

$$L=n\frac{\lambda}{2}=n\frac{v}{2f}$$

المدروج الثالث: $n=3$

$$f=n\frac{v}{2L}=nf_1=3\times 82.5$$

$$f=247.5\,Hz$$

المسألة العاشرة ص 195:

1- حساب سرعة الاهتزاز على طول الوتر:

$$v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}$$

$$v=\sqrt{\frac{F_T\,L}{m}}$$

$$v=\sqrt{\frac{2\times 1}{20\times 10^{-3}}}$$

$$v=10\,m.s^{-1}$$

2- حساب تواتر الصوت الأساسي الذي يمكن أن يصدر عن وتر الآلة الموسيقية:

$$f_1=\frac{n\,v}{2L}=\frac{(1)\times v}{2L}=\frac{10}{2\times 1}\quad\Rightarrow$$

$$f_1=5\,Hz$$

3- حساب التواترات الخاصة للمدرجات الثلاثة الأولى للوتر:

$$L=n\frac{\lambda}{2}\ \Rightarrow\ L=\frac{n\,v}{2f}\ \Rightarrow\ f=\frac{n}{2L}v$$

• المدروج الثاني:

$$n=2\ \Rightarrow f_2=\frac{2}{2\times 1}10\ \Rightarrow f_2=10\,Hz$$

• المدروج الثالث:

$$n=3\ \Rightarrow f_3=\frac{3}{2\times 1}10\ \Rightarrow f_3=15\,Hz$$

• المدروج الرابع:

$$n=4\ \Rightarrow f_4=\frac{4}{2\times 1}10\ \Rightarrow f_4=20\ Hz$$

المسألة الحادية عشر ص 195:

1- حساب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار:

$$\text{عدد أطوال الموجة في المزمار}=\frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}}$$

$$\text{عدد أطوال الموجة في المزمار}=\frac{L}{\lambda}=\frac{L}{\frac{v}{f}}$$

$$\text{عدد أطوال الموجة في المزمار}=\frac{L.f}{v}=\frac{1\times 170}{340}$$

$$\text{عدد أطوال الموجة في المزمار}=0.5$$

2- حساب طول المزمار الآخر مختلف الطرفين L':

$$L'=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

$$L'=(2n-1)\frac{v}{4f}$$

صوت أساسي $(2n-1)=1$:

$$L'=(2\times 1-1)\frac{340}{4\times 170}$$

$$L'=0.5\,m$$

الوحدة الرابعة: الإلكترونيات والجسم الصلب

اختبر نفسي (النماذج الذرية والطيوف)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 207:

1- a- يمتص طاقة.

2- d- يصبح ذو طاقة معدومة

3- a- تزداد

4- a- الإلكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أخفض.

5- c- تمتص طاقة الاشعاع المطابق لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين.

المسألة الأولى ص 208:

1- حساب قوة التجاذب الكهربائي بين البروتون والإلكترون:

$$F_E = k\,\frac{e^2}{r^2} = 9\times10^9\,\frac{e^2}{r^2}$$

$$F_E = 9\times10^9\,\frac{2.56\times10^{-38}}{0.28\times10^{-20}}$$

$$F_E = 82\times10^{-9}\,N$$

2- حساب سرعة دوران الإلكترون الخطية على مداره السابق:

حركة الإلكترون حول النواة دائرية منتظمة، أي:

شدة قوة العطالة النابذة = شدة القوة الكهربائية

$$F_E = F_C$$

$$F_C = m_e\,a_c = m_e\,\frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{r\,F_C}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{0.53\times10^{-10}\times82\times10^{-9}}{9.1\times10^{-31}}}$$

$$v = 2\times10^6\,m.s^{-1}$$

3- حساب تواتر دوران الإلكترون:

$$v = \omega . r = 2\,\pi f\,r$$

$$f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{2\times10^6}{2\pi\times0.53\times10^{-10}}$$

$$f \simeq 0.6\times10^{16}\,Hz$$

المسألة الثانية ص 208:

حساب الطاقة المتحررة:

$$\Delta E = E_3 - E_2$$

$$\Delta E = (-1.51)-(-3.4) = 1.89\,eV$$

$$\Delta E = 1.89\times1.6\times10^{-19} = 3\times10^{-19}\,J$$

حساب طول موجة الإشعاع :

$$\Delta E = h.f = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{h.c}{\Delta E} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{3\times10^{-19}}$$

$$\lambda = 6.6\times10^{-7}\,m$$

المسألة الثالثة ص 208:

1- حساب النسبة بين قوة التجاذب الكتلي بين بروتون والكترون والقوة الكهربائية التي تجذب بها النواة الالكترون

$$F_1 = G\,\frac{m_e\,m_p}{a^2}$$

$$F_2 = k\,\frac{e^2}{a^2}$$

ننسب العلاقتين:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{G\,m_e\,m_p}{k\,e^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times9.1\times10^{-31}\times1.67\times10^{-27}}{9\times10^9\times(1.6\times10^{-19})^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} \simeq \frac{1}{10^{39}} \Rightarrow$$

$$F_2 = 10^{39}\,F_1$$

نستنتج أن $F_2 \rangle\rangle F_1$ ، لهذا نهمل قوة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

2- حساب قيمة الطاقة في السوية الأساسية:

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}$$

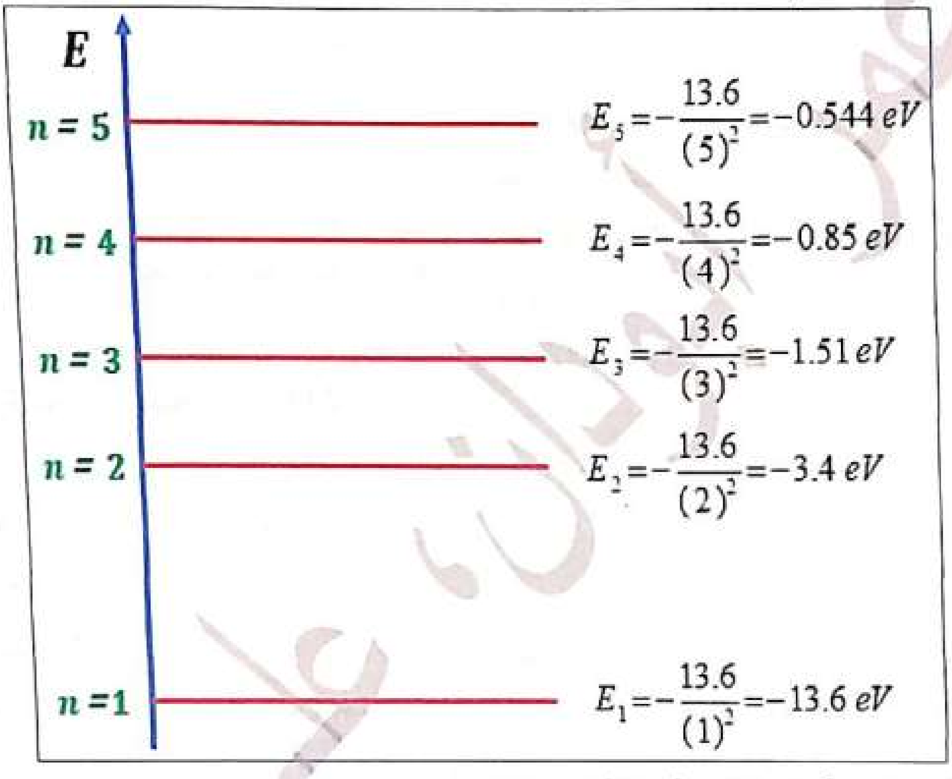
بما أن: $n = 1$

$$\Rightarrow \quad E_1 = -\frac{13.6}{(1)^2} = -13.6\ eV$$

تحويل إلى جول:

$$E_1 = -13.6\ eV \times 1.6\times10^{-19} = -21.76\times10^{-19}\ J$$

3- رسم مخطط طاقة السويات الخمسة الأولى:



4- حساب الرقم n للسوية التي تتواجد فيها الذرة بعد الامتصاص:

$$\Delta E = hf = 6.63\times10^{-34}\times2.91\times10^{15} = 19.2\times10^{-19}\ J$$

تحويل إلى إلكترون فولت:

$$\Delta E = \frac{19.2\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} \simeq 12\ eV$$

$$\Delta E = E_n - E_1 \quad \Rightarrow \quad E_n = \Delta E + E_1$$

$$E_n = 19.2\times10^{-19} - \frac{13.6}{(1)^2}\times1.6\times10^{-19} = -2.56\times10^{-19}\ J$$

$$E_n = -\frac{13.6}{(n)^2}\times1.6\times10^{-19}$$

$$-2.56\times10^{-19} = -\frac{13.6}{(n)^2}\times1.6\times10^{-19}$$

$$n = 3$$

اختبر نفسي (انتزاع الإلكترونات وتسريعها)

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية ص 216:

1- لا يمكن تحديد موضع الكترون في لحظة ما وبدقة، وإنما يمكن تحديد احتمال وجود الالكترون في لحظة ما في موضع معين

2- نعم تختلف. فالالكترون الواقع على سطح المعدن يخضع لقوى جذب كهربائية ناتجة عن تأثير الحقول الكهربائية لأيونات المعدن الموجبة على هذا الالكترون، بينما في الذرة الالكترون يخضع لحقل كهربائي واحد ناتج عن الشحنة الموجبة لنواة الذرة.

3- يتحرر الالكترون من سطح المعدن ولكن بسرعة ابتدائية معدومة، بل ولكي يتحرر مبتعداً عن سطح المعدن لا تكفي هذه الطاقة بل يجب أن تكون أكبر.

ثانياً: اختر الإجابة الصحيحة ص 216:

1 c– يقفز من سوية أدنى (دنيا) إلى سوية أعلى (عليا).

2- d – تحقق c بالإضافة لعدم اصطدامه بأي جسيم أثناء خروجه من السطح.

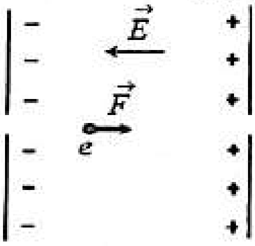
المسألة الأولى ص217:

حساب سرعة الالكترون لحظة خروجه من المكثفة:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

* الوضع الأول: نافذة اللبوس السالب.

* الوضع الثاني: نافذة اللبوس الموجب.



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

$$E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec F(1\to2)}$$

$$E_{k_2} - 0 = F\,d = e\,E\,d$$

$$E_{k_2} = e\,U_{AB}$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = e\,U_{AB} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2e\,U_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times10^3}{9\times10^{-31}}} = \sqrt{3.5}\times10^7\ m.s^{-1}$$

حساب تسارع الالكترون لحظة خروجه من المكثفة:

$$v^2 - v_0^2 = 2ad$$

$$3.5\times10^{14} - 0 = 2a\times10^{-2}$$

$$a = 1.75\times10^{16}\ m.s^{-2}$$

المسألة الثانية ص217:

1- حساب تسارع الالكترون:

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec F$: القوة الكهربائية ، حيث: $\vec F = e\vec E$ لها حامل $\vec E$ وتعاكسه بالجهة وشدتها ثابتة.

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك: $\sum \vec F = m_e \vec a$

$$\vec F = e\vec E = m_e \vec a \ ....(1)$$

باعتبار:

مبدأ الفواصل نقطة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

مبدأ الزمن لحظة دخول الالكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

بإسقاط العلاقة (1) على محور $\overline{x'x}$ أفقياً:

$$v_{0x} = v_0 = v_x$$

$$F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = const$$

إن حركة المسقط على $\overline{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة:

$$x = v_x t + x_0$$

حيث: $x_0 = 0$

$$x = v\,t \ ....(1)$$

بإسقاط العلاقة (1) على محور $\overline{y'y}$ شاقولياً موجهاً نحو الأعلى:

$$v_{0y} = 0$$

$$F_y = F \Rightarrow m_e a_y = e\,E$$

$$\Rightarrow a_y = \frac{e\,E}{m_e} = const$$

فحركة المسقط على $\overline{y'y}$ مستقيمة متسارعة بانتظام.

$$a = a_y = \frac{e\,E}{m_e}$$

$$a = \frac{1.602\times10^{-19}\times200}{9.1\times10^{-31}}$$

$$a = 3.51\times10^{13}\ m.s^{-2}$$

2- حساب الزمن الذي يستغرقه الالكترون:

من (1):

$$t = \frac{x}{v} = \frac{0.1}{3\times10^6} = 3.33\times10^{-8}\,s$$

اختبر نفسي (الأشعة المهبطية)

أولاً: علل ما يأتي ص 222:

1- لأنها تمتلك شحنة كهربائية (عبارة عن الكترونات "شحنتها سالبة") فالحقل الكهربائي يحرفها نحو اللبوس الموجب، والحقل المغناطيسي يحرفها بتأثير قوة لورنز عمودياً على خطوط الحقل.

2- لأنها تمتلك طاقة حركية

المسألة الأولى ص222:

حساب السرعة التي يغادر بها الالكترون المهبط المعدني:

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times18\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} = 2\times10^{6}\ m.s^{-1}$$

المسألة الثانية ص222:

حساب عدد الأيونات (أزواج الأيونات المتشكلة) خلال وحدة الزمن:

$$I = \frac{N\,e}{t} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{I\,t}{e}$$

$$N = \frac{4.8\times10^{-12}\times1}{1.6\times10^{-19}} = 3\times10^{7}$$

المسألة الثالثة ص222:

حساب طول المسار الحر الوسطي (L) للإلكترون في الهواء:

$$E(\text{طاقة تأيين}) = e\,U_{AC}$$

$$U_{AC} = \frac{E}{e}$$

$$U_{AC} = \frac{10\times1.6\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 10\,V$$

$$U_{AC} = E.d = E.L$$

$$L = \frac{U_{AC}}{E} = \frac{10}{3\times10^{6}} = \frac{1}{3}\times10^{-5}\ m$$

اختبر نفسي (الفعل الكهرحراري)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 228:

1- b- الالكترونات الحرة من سطح المعدن بتسخينه لدرجة حرارة مناسبة.

2- d- بالتوتر السالب المطبق على الشبكة.

3- a- ضبط الحزمة الالكترونية.

4- a- لحماية الشاشة من الحقول الخارجية.

ثانياً: اشرح الدور المزدوج لشبكة وهلنت في جهاز راسم الاهتزاز الالكتروني ص 229:

- تجميع الإلكترونات الحرة الصّادرة عن المهبط في نقطةٍ تقعُ على محورِ الأنبوب.
- التّحكّم بعددِ الإلكترونات النّافذة من ثقب الشبكة من خلال تغيير التّوتّر السّالب المُطبّق على الشّبكة ممّا يغيّرُ من شدّة إضاءةِ الشّاشة.

ثالثاً: حل المسألة الآتية ص 229:

1- حساب سرعة أحد الكترونات هذه الحزمة:

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$9.6\times10^{-16} = \frac{1}{2}\times9\times10^{-31} v^2$$

$$v \simeq \sqrt{21.3}\times10^7 \ m.s^{-1}$$

2- حساب عدد الالكترونات التي تصل الصفيحة المعدنية في الثانية الواحدة:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} \quad \Rightarrow$$

$$n = \frac{I\,t}{e}$$

$$n = \frac{10\times10^{-6}\times1}{1.6\times10^{-19}}$$

$n = 6.25\times10^{13}$ الكترون

3- حساب كمّيّة الحرارة المُنتشِرة خلالَ 30 ثانيةً عند اصطدامِ هذهِ الحزمة بصفيحةٍ معدنيّةٍ وتحوُلِ طاقتِها الحركيّة بالكاملِ إلى طاقةٍ حراريّة:

حساب عدد الالكترونات في 30 s:

$$N = 30\times n = 30\times6.25\times10^{13}$$

$$N = 1875\times10^{12}$$

الطاقة الحركية للالكترون الواحد	×	عدد الإلكترونات	=	الطاقة الحرارية

$$E = N\ E_k$$

$$E = 1875\times10^{12}\times9.6\times10^{-16}$$

$$E = 18\times10^{-2} J$$

اختبر نفسي (نظرية الكم والفعل الكهرضوئي)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 237:

1- b- فوتونات.

2- b- شدة الضوء الوارد.

3- a- تواتر الضوء الوارد.

4- d- $f > f_s$.

5- c- أكبر من طاقة الإنتزاع

ثانياً: ص 238

1) a. طاقة الفوتون أصغر من طاقة الانتزاع $hf \langle E_s$:
إن الطاقة الحركية للإلكترون تزداد ويبقى مرتبطاً بالمعدن، ولا يحدث الفعل الكهرضوئي.

b. طاقة الفوتون أكبر من طاقة الانتزاع $hf \rangle E_s$:
يجري انتزاع الإلكترون من المعدن باستهلاك جزء من طاقة الفوتون يساوي: E_s، ويبقى الجزء الآخر مع الإلكترون على شكل طاقة حركية، أي يخرج الإلكترون من المعدن بطاقة حركية تساوي:

$$E_k = hf - E_s$$

2) شرط عمل الحجيرة الكهرضوئية:

طول موجة الضوء الوارد أصغر أو يساوي طول موجة العتبة:

$$\lambda \le \lambda_s$$

المسألة الأولى ص 238:

1- بيان فيما إذا كانت الالكترونات تُنتزع من سطح المعدن أم لا:

نحسب طاقة الضوء الساقط:

$$E = hf$$

$$E = 6.6\times10^{-34}\times7.3\times10^{14} = 4.818\times10^{-19} J$$

نلاحظ أن $E \rangle E_s$ ، أي تُنتزع الالكترونات من سطح المعدن لأن طاقة الفوتون الساقط أكبر من طاقة انتزاع الالكترون من مهبط الحجيرة

2- حساب الطاقة الحركية للالكترونات في حال انتزاعها:

$$E_k = E - E_s = 4.818\times10^{-19} - 3.2\times10^{-19}$$

$$E_k = 1.618\times10^{-19} J$$

وهي الطاقة الحركية لحظة الخروج من مهبط الحجيرة.

المسألة الثانية ص 238:

1- حساب تواتر عتبة الإصدار:

$$E_s = hf_s \quad \Rightarrow \quad f_s = \frac{E_s}{h}$$

$$f_s = \frac{33\times10^{-20}}{6.64\times10^{-34}} = 5\times10^{14}\ Hz$$

2- حساب طول موجة عتبة الإصدار:

$$\left.\begin{array}{l} c = \lambda_s f_s \ ....\ (1) \\ E_s = hf_s \ ....(2) \end{array}\right] \Rightarrow \frac{c}{E_s} = \frac{\lambda_s}{h}$$

نجد:

$$\lambda_s = h\frac{c}{E_s}$$

نعوض:

$$\lambda_s = 6.6\times10^{-34}\ \frac{3\times10^8}{33\times10^{-20}}$$

$$\lambda_s = 0.6\times10^{-6}\ m$$

طريقة ثانية: $\lambda_s = \frac{c}{f_s} = \frac{3\times10^8}{5\times10^{14}} = 0.6\times10^{-6} m$

3- حساب الطاقة الحركية العظمى للالكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة:

$$E = hf\ ....(3)$$

$$c = \lambda f\ ....(4)$$

نسب العلاقتين (3) و (4):

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^8} = \frac{6.6\times10^{-34}}{0.5\times10^{-6}}$$

$$E = 39.6\times10^{-20}\ J$$

$$E_k = E - E_s = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20}$$

$$E_k = 6.6\times10^{-20}\ J$$

حساب سرعة الالكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة:

$$E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-20}}{9\times10^{-31}}}$$

$$v \simeq 3.8\times10^5\ m.s^{-1}$$

المسألة الثالثة ص 238:

1- حساب طاقة انتزاع الالكترون من مادة المهبط:

$$E_s = hf_s\ ....(1)$$

$$c = \lambda_s f_s\ ....(2)$$

نسب العلاقتين (1) و (2):

$$\frac{E_s}{c} = \frac{h}{\lambda_s}$$

$$\frac{E_s}{3\times10^8} = \frac{6.6\times10^{-34}}{66\times10^{-8}}$$

$$E_s = 3\times10^{-19}\ J$$

طريقة ثانية:

$$E_s = hf_s = h\frac{c}{\lambda_s} = 6.6\times10^{-34}\ \frac{3\times10^8}{66\times10^{-8}}$$

$$E_s = 3\times10^{-19}\ J$$

2- حساب كمية حركة الفوتون الوارد:

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}}$$

$$P = 1.5\times10^{-27}\ Kg.m.s^{-1}$$

3- حساب الطاقة الحركية للالكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة الكهرضوئية:

$$E = hf\ ....(3)$$

$$c = \lambda f\ ....(4)$$

نسب العلاقتين (3) و (4):

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^8} = \frac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}}$$

$$E = 4.5\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = E - E_s$$

$$E_k = 4.5\times10^{-19} - 3\times10^{-19}$$

$$E_k = 1.5\times10^{-19}\ J$$

4- حساب قيمة كمون الإيقاف:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

- الوضع الأول: المهبط.
- الوضع الثاني: المصعد.

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to2)}$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W}$$ (قوة كهربائية)

يحقق كمون الإيقاف وصول الالكترون إلى المصعد بسرعة معدومة :

$$E_{k_2} = 0$$

$$0 - E_{k_1} = e(-U_0)$$

$$U_0 = \frac{E_{k_1}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.94\,Volt$$

حساب سرعة الالكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة:

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times0.96\times10^{-19}}{9.1\times10^{-31}}} = \sqrt{21}\times10^5\,m.s^{-1}$$

أو:

$$v \simeq 4.6\times10^5\,m.s^{-1}$$

المسألة الرابعة ص 239:

حساب تواتر العتبة للخلية الكهرضوئية:

$$E_s = hf_s \quad \Rightarrow \quad f_s = \frac{E_s}{h}$$

$$f_s = \frac{30\times10^{-20}}{6.64\times10^{-34}}$$

$$f_s \simeq 4.5\times10^{14}\,Hz$$

حساب الطاقة الحركية للالكترون المُنتزع:

$$E = hf \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$c = \lambda f \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

ننسب العلاقتين (1) و (2):

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^8} = \frac{6.6\times10^{-34}}{5\times10^{-7}}$$

$$E = 3.96\times10^{-19}\,J$$

$$E_k = E - E_s$$

$$E_k = 3.96\times10^{-19} - 3\times10^{-19}$$

$$E_k = 0.96\times10^{-19}\,J$$

اختبر نفسي
(الفيزياء الطبية – الاشعة السينية X - Ray)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 244:

1– c– بزيادة التوتر المطبق بين المصعد والمهبط.

2– b– بزيادة كثافة المادة.

3– b– أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها كبيرة.

4– d– العناصر الثقيلة.

ثانياً: فسر الأشعة السينية ذات قدرة عالية على النفاذ؟ ص 245.

لأن طول موجاتها قصيرة جداً، فتواترها عالٍ، وتحمل طاقة عالية

ثالثاً: اكتب ثلاثاً من خواص الأشعة السينية. ص 245

1. ذات قدرة عالية على النفاذ.
2. تصدر عن ذرات العناصر الثقيلة.
3. تسبب التألق لبعض الأجسام التي تسقط عليها.

رابعاً: حل المسألة الآتية: ص 245

1. حساب الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف):

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: المهبط.
- الوضع الثاني: مقابل المهبط.

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\overline{F}(1\to 2)}$$

$E_{k_2} - E_{k_1} = W$ (قوة كهربائية)

$$E_k - 0 = F.d = e\,E\,d = e\,U_{AC}$$

$$E_k = 1.6\times10^{-19}\times 8\times10^{14} = 128\times10^{-16}\ J$$

2. حساب سرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بالهدف:

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times128\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}} = \sqrt{28.44\times10^{15}}$$

$$v = \sqrt{284.4}\times10^{7} = 16.86\times10^{7}\ m.s^{-1}$$

3. حساب أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة:

$$E = E_k$$

$$h\,f_{max} = e\,U_{AC} \ \Rightarrow$$

$$h\frac{c}{\lambda_{min}} = e\,U_{AC}$$

$$\lambda_{min} = \frac{h\,c}{e\,U_{AC}} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times8\times10^{4}}$$

$$\lambda_{min} = 0.1547\times10^{-10}\ m$$

اختبر نفسي (أشعة الليزر)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 251:

1– a– مترابطة في الطور.

2– b– يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة على الذرة المثارة أم لم يكن هناك حزمة

3– a– عدد الذرات في السوية غير المثارة.

4– d– عدد الذرات في السوية المثارة.

ثانياً: فسر ما يأتي ص 252:

1– لأن الإصدار المحثوث يعيد الذرات إلى السوية الأساسية فتخسر طاقة، فلا بد من مؤثر خارجي يقدم الطاقة للوسط المضخم لإثارة الذرات من جديد ويعوض عن انتقال الذرات إلى الحالة الطاقية الأساسية، بحيث يبقى $N^{*} \rangle N$

2– لأن حزمة الليزر وحيدة اللون.

ثالثاً: اكتب خواص حزمة الليزر ص 252

1. وحيدة اللون، أي لها ذات التواتر.
2. مترابطة بالطور، فوتونات الأشعة المحثوثة لها طور الفوتون الذي حثها نفسه.
3. انفراج حزمة الليزر صغير، أي لا يتوسع مقطع الحزمة كثيراً عند الابتعاد عن منبع الليزر.

الوحدة الخامسة: الفيزياء الفلكية

اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة ص 265:

1- c- أقل من 70% .

2- c- 3 سنة أرضية .

3- b- ينزاح نحو الأزرق.

4- b- معدل تغير سرعة تمدد الكون مع المسافة.

5- c- 0.1 .

6- b- ذات طاقة هائلة.

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية ص266:

1- لأنه كوكب غازي أما أقماره فهي صخرية.

2- عندما يكون المنبع الموجي ساكناً بالنسبة للمراقب يكون

طول موجته : $\lambda = \frac{v}{f}$

حيث: $f = \frac{v}{\lambda}$ ، v سرعة انتشار الموجة

عندما يقترب المنبع الموجي بسرعة v' من المراقب يصبح

طول موجته: $\lambda' = \frac{v - v'}{f}$ ، نعوض f

$$\lambda' = \frac{v - v'}{\frac{v}{\lambda}} = (\frac{v - v'}{v})\lambda$$

$$\lambda' = (1 - \frac{v'}{v})\lambda$$

أي أن λ' أصغر من λ، لذلك تسمى هذه الظاهرة الانزياح نحو الأزرق.

3- بما أن السرعة الكونية الأولى: هي السرعة التي تجعل الجسم يدور ضمن مدار حول الأرض، على ارتفاع h من سطحها بحركة دائرية منتظمة، أي يكون:

(قوة العطالة النابذة) = (قوة جذب الأرض للجسم)

$$F_G = F_C \quad \Rightarrow \quad G\frac{m\,M}{2} = m\,a_c$$

$$G\frac{m\,M}{2} = m\frac{v_1^2}{r} \quad \Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

حيث $r = R + h$ ولكن $R \langle\langle h$ فتهمل h أمام R وتكون $r = R$

بما أن السرعة الكونية الثانية: هي السرعة التي تجعل الطاقة الحركية للجسم مبتعداً عن الأرض تساوي طاقة الجذب الكامنة، أي:

$$E_k = E_p \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}m\,v_2^2 = F_c\,r$$

$$\frac{1}{2}m\,v_2^2 = G\frac{m\,M}{r^2}r \quad \Rightarrow \quad v_2 = \sqrt{\frac{2G\,M}{r}}$$

نسب السرعتين: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2r}{r}}$

فتكون العلاقة بين السرعتين الكونيتين الأولى و الثانية:

$$v_2 = \sqrt{2}\,v_1$$

المسألة الأولى ص 266:

بيان فيما إذا كانت الأرض ستبلغ القمر إذا تجمعت كتلتها حول المركز:

إذا أصبحت الأرض ثقباً أسوداً فيجب أن يكون نصف قطرها:

$$r' = \frac{2G\,M}{c^2}\,.......(1)$$

ونعلم أن ثقل الجسم هو قوة جذب الأرض لهذا الجسم أي:

$$m\,g = G\frac{m.M}{r^2} \quad \Rightarrow \quad G\,M = g\,r^2$$

نعوض في (1):

$$r' = \frac{2\,g\,r^2}{c^2}$$

$$r' = \frac{2\times 10\times(6400\times 10^3)^2}{(3\times 10^8)^2}$$

$$r' = 9\times 10^{-3}\,m$$

لن تبتلع الأرض القمر عندئذ لأن جاذبيتها للقمر لن تتغير، فكتلة الأرض لم تتغير والبُعد بينهما لم يتغير (لاعتبارهما نقطيتان قياساً بالبُعد بينهما)

المسألة الثانية ص 266:

- حساب نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي:

حسب ظاهرة دوبلر فإن:

$$\lambda' = (1+\frac{v'}{c})\lambda$$

$$\lambda' = \lambda + \lambda\frac{v'}{c} \Rightarrow \lambda' - \lambda = \lambda\frac{v'}{c}$$

نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$$

نحسب v' من قانون هابل: $v' = H_0 d$

نعوض:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{H_0 d}{c} \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

نحسب H_0 :

$$\text{سنة ضوئية} = 3\times10^8 \times 60\times60\times24\times365.25 = 9.46728\times10^{15}\ m$$

$$\text{فرسخ فلكي}\quad pc = 3.26\times 9.46728\times10^{15} = 3\times10^{16}\ m$$

ونعلم أن:

$$H_0 = 68\,Km.s^{-1}/M.pc = \frac{68\times10^3}{10^6\times3\times10^{16}} = \frac{68}{3}\times10^{-19}\,s^{-1}$$

نعوض في (1):

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\frac{68}{3}\times10^{-19}\times932\times10^6\times3\times10^8\times365.25\times24\times3600}{3\times10^8}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0.066$$

- حساب طول موجة الطيف بعد الإزاحة:

$$\frac{\lambda'-\lambda}{\lambda} = 0.066 \Rightarrow \lambda'-\lambda = 0.066\,\lambda$$

$$\lambda' = 1.066\,\lambda = 1.066\times500\times10^{-9} = 533\times10^{-9}\ m$$

المسألة الثالثة ص 266:

حساب الطاقة التي يتلقاها $1(Km)^2$ من سطح المريخ خلال دقيقة واحدة:

- الطاقة الصادرة عن الشمس خلال ثانية:

$$\Delta E = \Delta m\ c^2 = 4.22\times10^{11}\times9\times10^{16}$$

$$\Delta E = 38\times10^{27}\,J$$

- الطاقة الصادرة عن الشمس خلال دقيقة:

$$\Delta E = 60\times38\times10^{27}$$

$$\Delta E = 2280\times10^{27}\,J$$

- الطاقة المقدمة خلال دقيقة لكل $1(Km)^2$ لسطح كرة ($s = 4\pi R^2$) مركزها الشمس ونصف قطرها:

$$R = 1.52\,AU = 1.52\times150\times10^6 = 228\times10^6\,Km$$

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^2} = \frac{2280\times10^{27}}{4\pi\times(228\times10^6)^2} = \frac{2280\times10^{27}}{12.5\times(228\times10^6)^2} = \frac{2280\times10^{27}}{649800\times10^{12}}$$

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^2} \simeq 35\times10^{11}\,J.(Km)^{-2}$$

وهي الطاقة التي يتلقاها $1(Km)^2$ من سطح المريخ خلال دقيقة.

المسائل العامة

مسألة عامة (1) ص 270

1- حساب نبض الحركة ω_0:

$$\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{10}{0.1}}=10\,rad.s^{-1}$$

2- استنتاج التابع الزمني لمطال الحركة:

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض)

- بما أن الحركة توافقية بسيطة، فالتابع الزمني للمطال:

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

ثوابت الحركة (X_{max} ، ω_0 ، $\bar{\varphi}$):

نحسب X_{max}:

من شروط البدء: $t=0$, $\bar{\chi}=0$, $v=-3m.s^{-1}$

يكون في وضع التوازن السرعة عظمى:

$$\bar{v}=v_{max}=\left|\mp\omega_0 X_{max}\right|$$

وبما أن الجسم يتحرك بالاتجاه السالب، فإن:

$$\bar{v}=-\omega_0 X_{max}$$

نعوض: $-3=-10X_{max}\Rightarrow X_{max}=\frac{3}{10}=0.3m$

نحسب الطور الإبتدائي $\bar{\varphi}$:

من شروط البدء، حيث اللحظة $t=0$ يكون $\chi=0$ ،

نعوض: $0=X_{max}\cos(0+\bar{\varphi})$

$X_{max}\neq 0 \Rightarrow \cos\bar{\varphi}=0$

$$\Rightarrow \bar{\varphi}=\frac{\pi}{2}rad \quad \text{أو} \quad \bar{\varphi}=\frac{3\pi}{2}rad$$

نختار القيمة التي تجعل السرعة سالبة:

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

في بدء الحركة $t=0$: $v_0=-\omega_0 X_{max}\sin\bar{\varphi}$

- إما: $\bar{\varphi}=\frac{\pi}{2}rad$ $\quad v_0=-\omega_0 X_{max}\sin\frac{\pi}{2}$

وهذا مقبول، يوافق شروط البدء.

- وإما: $\bar{\varphi}=\frac{3\pi}{2}rad$ $\quad v_0=-\omega_0 X_{max}\sin\frac{3\pi}{2}$

$$v_0=-\omega_0 X_{max}(-1)\Rightarrow v_0=+\omega_0 X_{max}$$

وهذا مرفوض، يخالف شروط البدء

أي: $\bar{\varphi}=\frac{\pi}{2}rad$ ، فيكون التابع الزمني للحركة:

$$\bar{\chi}=0.3\cos(10t+\frac{\pi}{2})\quad (m)$$

3- حساب شدة قوة الإرجاع في نقطة مطالها 3 cm:

$$\bar{F}=-k\,\bar{\chi}=-10(0.03)=-0.3N$$

وتكون شدة قوة الإرجاع: $F=0.3N$

مسألة عامة (2) ص 270

1- استنتاج التابع الزمني لمطال الحركة:

نتبع ثلاث خطوات (دستور، ثوابت، تعويض)

- بما أن الحركة توافقية بسيطة، فالتابع الزمني للمطال:

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

ثوابت الحركة (X_{max} ، ω_0 ، $\bar{\varphi}$):

- سعة الاهتزاز: $X_{max}=8\times10^{-2}m$

- نحسب نبض الحركة ω_0:

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

نحسب الطور الابتدائي $\bar{\varphi}$:

من شروط البدء: $t=0$, $\bar{\chi}=\frac{X_{max}}{2}$, $\bar{v}<0$

نعوض في التابع الزمني:

$$\frac{X_{max}}{2}=X_{max}\cos(\omega_0\times0+\bar{\varphi})\Rightarrow \cos\bar{\varphi}=\frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \bar{\varphi}=\frac{5\pi}{3}rad \quad \text{أو} \quad \bar{\varphi}=\frac{\pi}{3}rad$$

نختار قيمة $\bar{\varphi}$ التي تجعل $\bar{v}<0$:

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

في بدء الحركة $t=0$: $v_0=-\omega_0 X_{max}\sin\bar{\varphi}$

- إما: $\bar{\varphi}=\frac{\pi}{3}rad$ $\quad v_0=-\omega_0 X_{max}\sin\frac{\pi}{3}$

$$v_0=-\omega_0 X_{max}\times\frac{\sqrt{3}}{2}<0$$

وهذا مقبول، يوافق شروط البدء

* وإما: $\bar{\varphi}=\frac{5\pi}{3}rad$

$$v_0=-\omega_0 X_{max}\sin\frac{5\pi}{3}=-\omega_0 X_{max}(-\frac{\sqrt{3}}{2})$$

$$v_0=\omega_0 X_{max}\frac{\sqrt{3}}{2}>0$$

وهذا مرفوض، يخالف شروط البدء.

نعوض في تابع مطال الحركة:

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

2- تعيين لحظتي المرور الأول والثالث في وضع التوازن:

عند المرور في وضع التوازن فإن: $\overline{x} = 0$ نعوض في التابع الزمني للمطال:

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

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

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

نوحد المقامات: $\Rightarrow \underset{(3)}{\frac{\pi}{2}}t+\underset{(2)}{\frac{\pi}{3}} = \underset{(3)}{\frac{\pi}{2}}+\underset{(6)}{\frac{\pi}{1}}k$

$\Rightarrow 3\pi t+2\pi = 3\pi+6\pi k \Rightarrow 3t = 1+6k$

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

- المرور **الأول** $k=0$: $t_1 = \frac{1}{3}s$
- المرور **الثاني** $k=1$: $t_2 = \frac{1}{3}+2 = \frac{1}{3}+\frac{6}{3} = \frac{7}{3}s$
- المرور **الثالث** $k=2$: $t_3 = \frac{1}{3}+4 = \frac{1}{3}+\frac{12}{3} = \frac{13}{3}s$

3- تعيين المواضع التي تكون فيها شدة القوى عظمى، وحساب قيمتها:

تكون شدة محصلة القوى عظمى، في الوضعين الطرفيين:

عندما: $\overline{x} = \mp X_{max} = 8\times10^{-2}\,m$

أي: $a = a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$

$F = F_{max} = m\,a_{max}$

نعوض:

$F_{max} = m\,\omega_0^2\,x_{max}$

$F_{max} = 0.5\times(\frac{\pi}{2})^2\times8\times10^{-2} \Rightarrow F_{max} = 0.1N$

تعيين الموضع التي تنعدم فيه شدة محصلة القوى:

شدة محصلة القوى معدومة عند المرور في مركز $x = 0$ الاهتزاز:

$x = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow F = 0$

4- حساب قيمة ثابت صلابة النابض:

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 4 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{2}{\pi} = \sqrt{\frac{m}{k}}$

نربع الطرفين: $\frac{4}{\pi^2} = \frac{m}{k} \Rightarrow$

$k = \frac{\pi^2.m}{4} = \frac{10\times0.5}{4} \Rightarrow k = \frac{5}{4}N.m^{-1}$

طريقة ثانية:

$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = \omega_0^2\,m = \frac{\pi^2}{4}\times0.5$

$k = \frac{5}{4}N.m^{-1}$

لا تتغير قيمة ثابت صلابة النابض باستبدال الكتلة المعلقة.

5- حساب الكتلة التي تجعل الدور الخاص 1 s:

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

نربع الطرفين: $1 = 4\pi^2\frac{m'}{\frac{5}{4}} \Rightarrow 5 = 4\pi^2\times4m'$

$m' = \frac{5}{160} = \frac{1}{32}Kg$

مسألة عامة (3) ص 270

1- حساب دور الميقاتية T_0:

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$ .... (1)

نحسب عزم العطالة (جملة) I_Δ:

$I_{\Delta(\text{جملة})} = I_{\Delta(\text{قرص})}+I_{\Delta(m_1)}+I_{\Delta(m_2)}+I_{\Delta(\text{ساق})}$

حيث: $m_1 = m_2 = m$

$I_{\Delta(\text{جملة})} = \frac{1}{2}M_1R^2+2(mr^2)+\frac{1}{12}M_2L^2$

$I_{\Delta(\text{قرص})} = \frac{1}{2}M_1R^2 = \frac{1}{2}(0.12)(0.05)^2$

$I_{\Delta(\text{قرص})} = 1.5\times10^{-4}\,Kg.m^2$

$I_{\Delta(\text{كتلتين})} = 2(mr^2) = 2\times0.05\times(0.02)^2$

$I_{\Delta(\text{كتلتين})} = 0.1\times4\times10^{-4} = 0.4\times10^{-4}\,Kg.m^2$

$I_{\Delta(\text{ساق})} = \frac{1}{12}M_2L^2 = \frac{1}{12}(0.012)(0.1)^2$

$I_{\Delta(\text{ساق})} = 1\times10^{-3}\times0.01 = 0.1\times10^{-4}\,Kg.m^2$

$I_{\Delta(\text{جملة})} = 1.5\times10^{-4}+0.4\times10^{-4}+0.1\times10^{-4}$

$I_{\Delta(\text{جملة})} = 2\times10^{-4}\,Kg.m^2$

نعوض في (1):

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times10^{-4}}{8\times10^{-4}}} = \pi s$

2- حساب البعد الجديد بين الكتلتين، إذا أردنا أن يزداد الدور بمقدار $0.86\ s$:

$$T_0' = 3.14 + 0.86 = 4s$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I'_{\Delta\,(\text{جملة})}}{k}} \Rightarrow 4 = 2\pi\sqrt{\frac{I'_{\Delta\,(\text{جملة})}}{8\times10^{-4}}}$$

$$\frac{2}{\pi} = \sqrt{\frac{I'_{\Delta\,(\text{جملة})}}{8\times10^{-4}}} \Rightarrow \frac{4}{\pi^2} = \frac{I'_{\Delta\,(\text{جملة})}}{8\times10^{-4}}$$

$$I'_{\Delta\,(\text{جملة})} = 3.2\times10^{-4}\ Kg.m^2$$

$$I'_{\Delta\,(\text{جملة})} = I_{\Delta\,(\text{قرص})} + I_{\Delta(m_1)} + I_{\Delta(m_2)} + I_{\Delta\,(\text{ساق})}$$

$$3.2\times10^{-4} = 1.5\times10^{-4} + 2I_{\Delta\,(\text{كتلتين})} + 0.1\times10^{-4}$$

$$1.6\times10^{-4} = 2m\,r'^2 = 2\times0.05\,r'^2$$

$$r'^2 = \frac{1.6\times10^{-4}}{0.1} = 16\times10^{-4}$$

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

$$\ell' = 2r' = 8\times10^{-2}\ m$$

مسألة عامة (4) ص 271

1- حساب الدور الخاص لاهتزاز النواس من أجل السعات الزاوية الصغيرة:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{M\,g\,d}} \ .... (1)$$

نحسب I_Δ: بما أن الحلقة تنوس حول محور لا يمر مركز عطالتها، نطبق نظرية هايغنز:

حيث: $oc = d = R$

$$I_\Delta = I_{\Delta/c} + M\,d^2$$

$$I_\Delta = M\,R^2 + M\,R^2 = 2M\,R^2$$

نعوض في (1):

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2M\,R^2}{M\,g\,R}} = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times12.5\times10^{-2}}{10}} = 1s$$

2- حساب طول النواس البسيط المواقت L':

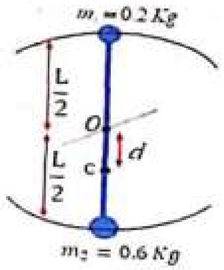
$$T_0\ (\text{مركب}) = T_0\ (\text{بسيط})$$

$$1 = 2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}} \Rightarrow 1 = 4\pi^2\frac{L'}{g}$$

$$L' = \frac{1}{4} = 0.25m$$

مسألة عامة (5) ص 271

1- حساب الدور الخاص للنواس:



$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\,g\,d}} \ ... (1)$$

نحسب m:

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 0.2 + 0.6$$

$$m = 0.8\,Kg$$

نحسب عزم العطالة (جملة) I_Δ:

$$I_{\Delta\,(\text{جملة})} = I_{\Delta(m_1)} + I_{\Delta(m_2)}$$

$$I_{\Delta\,(\text{جملة})} = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 = 0.2\times\frac{1}{4} + 0.6\times\frac{1}{4}$$

$$I_{\Delta\,(\text{جملة})} = \frac{0.1}{2} + \frac{0.3}{2} = \frac{0.4}{2} = 0.2\,Kg.m^2$$

نحسب $oc = d$:

$$d = \frac{m_2 r_2 - m_1 r_1}{m_1 + m_2} = \frac{0.6\times\frac{1}{2} - 0.2\times\frac{1}{2}}{0.6+0.2} = \frac{0.3-0.1}{0.8}$$

$$d = \frac{1}{4}m$$

نعوض في (1):

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{0.8\times10\times\frac{1}{4}}} = 2s$$

2- حساب طول النواس البسيط المواقت L':

$$T_0\ (\text{مركب}) = T_0\ (\text{بسيط})$$

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

$$1 = \sqrt{L'} \Rightarrow L' = 1m$$

3- حساب دور النواس لو ناس بسعة زاوية:

$$\theta_{max} = 0.4\,rad$$

حساب دور النواس بسعة زاوية كبيرة:

$$\theta_{max} = 0.4\,rad \ \rangle\, 0.24\,rad$$

$$T_0' = T_0\left(1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right) = 2\left(1 + \frac{(4\times10^{-1})^2}{16}\right)$$

$$T_0' = 2\left(1 + \frac{16\times10^{-2}}{16}\right) = 2(1 + 0.01)$$

$$T_0' = 2.02s$$

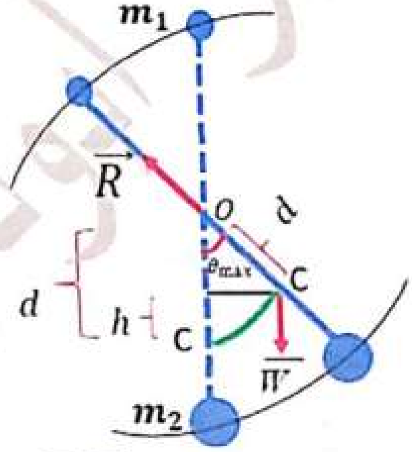
4-a- استنتاج علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس بالرموز لحظة مرورها بشاقول محور التعليق، وحساب قيمتها:

بما أن الزاوية كبيرة، نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: عندما يصنع النواس زاوية:

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

- الوضع الثاني: عندما يصنع النواس زاوية: $\bar{\theta} = 0\ rad$ عند المرور بالشاقول.



$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)} \Rightarrow$$

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

حيث: $E_{k_1} = 0$ لأن السرعة الابتدائية معدومة.

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

$$\frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 = m g h \Rightarrow \omega^2 = \frac{2 m g h}{I_\Delta}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 m g h}{I_\Delta}}$$

عند المرور بالشاقول:

$$h = d - d \cos\theta_{max}$$

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

$$h = \frac{1}{4}(1 - \frac{1}{2}) = \frac{1}{8} m$$

نعوض:

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times 0.8\times 10\times \frac{1}{8}}{0.2}} = \sqrt{10} = \sqrt{\pi^2}$$

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

4-b- حساب السرعة الخطية لمركز عطالة جملة النواس لحظة المرور بالشاقول:

$$v_c = \omega r = \omega d$$

$$v_c = \pi \times \frac{1}{4} = \frac{\pi}{4} m.s^{-1}$$

5- حساب قيمة ثابت فتل سلك التعليق k:

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

$$\frac{I_\Delta}{k} = 1 \Rightarrow k = I_\Delta$$

نحسب عزم عطالة $I_{\Delta\ (\text{جملة})}$:

$$I_{\Delta\ (\text{جملة})} = I_{\Delta(m_1)} + I_{\Delta(m_2)}$$

$$I_{\Delta\ (\text{جملة})} = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

بما أن: $m_1 = m_2$ والبعد نفسه

$$I_{\Delta\ (\text{جملة})} = 2 m r^2$$

$$I_{\Delta\ (\text{جملة})} = 2\times 0.2\times \frac{1}{4}$$

$$I_{\Delta\ (\text{جملة})} = 0.1 Kg.m^2$$

بالتعويض في $k = I_\Delta$ نجد:

$$k = 0.1\ m.N.rad^{-1}$$

6- حساب قيمة التسارع الزاوي لنواس الفتل عند المرور بوضع $\bar{\theta} = 0.5\ rad$:

$$\bar{\alpha} = -\omega_0^2 \bar{\theta} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \times \frac{1}{2}$$

$$\bar{\alpha} = -\left(\frac{2\pi}{2\pi}\right)^2 \times \frac{1}{2}$$

$$\bar{\alpha} = -\frac{1}{2} rad.s^{-2}$$

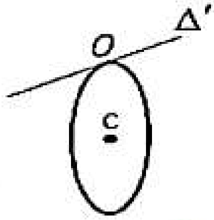
مسألة عامة (6) ص 271

1- استنتاج العلاقة المحددة للدور الخاص للنواس الثقلي المركب في حالة السعات الزاوية الصغيرة، وحساب قيمته:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\,g\,d}} \;.....\;(1)$$

نحسب I_Δ:

بما أن المحور لا يمر من مركز عطالة القرص، نطبق نظرية هايغنز:



$$I_\Delta = I_{\Delta/c} + m\,d^2$$

حيث: $d = r$

$$I_\Delta = \frac{1}{2} m\,r^2 + m\,r^2 = \frac{3}{2}\, m\,r^2$$

نعوض في (1):

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}\,m\,r^2}{m\,g\,r}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3}{2}\frac{r}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{3}{2}\frac{\frac{2}{3}}{10}} \;\Rightarrow\; T_0 = 2s$$

2- حساب طول النواس البسيط المواقت للنواس المركب:

$$T_0\,(\text{مركب}) = T_0\,(\text{بسيط})$$

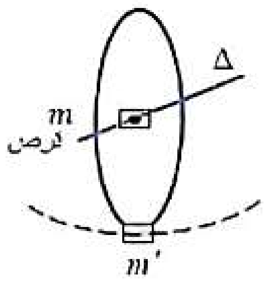
$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}}$$

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{L'}{\pi^2}} \;\Rightarrow\; L' = 1m$$

3- حساب الدور الجديد للنواس من أجل السعات الزاوية الصغيرة:

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

نحسب I_Δ:



$$I_\Delta = I_\Delta\,(\text{قرص}) + I_\Delta$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2} m\,r^2 + m'\,r^2$$

بما أن: $m = m'$

$$I_\Delta = \frac{3}{2} m\,r^2$$

نحسب $oc = d$:

بما أن المحور يمر من أحد الكتلتين:

$$d = \frac{m'\,r}{m+m'}$$

$$d = \frac{m'\,r}{2m'} = \frac{r}{2}$$

نعوض:

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3}{2}\frac{\frac{2}{3}}{\pi^2}}$$

$$T_0 = 2\,s$$

4- حساب قيمة السعة الزاوية θ_{max}:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: عندما يصنع النواس زاوية $\theta_1 = \theta_{max}$ مع الشاقول.
- الوضع الثاني: عند مرور النواس بالشاقول $\theta_2 = 0$.

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

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

حيث: $E_{k_1} = 0$ لأن السرعة الابتدائية معدومة.

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

$$\frac{1}{2} I_\Delta\,\omega^2 + 0 = (m+m')\,g\,h + 0$$

عند المرور في الشاقول: $h = d\,(1-\cos\theta_{max})$

$$\frac{1}{2}\left(\frac{3}{2} m\,r^2\right)\frac{v^2}{r^2} = 2m\,g\,\frac{r}{2}(1-\cos\theta_{max})$$

$$\frac{3}{4} v^2 = g\,r\,(1-\cos\theta_{max})$$

$$\frac{3}{4}\times\frac{4\pi^2}{9} = 10\times\frac{2}{3}(1-\cos\theta_{max})$$

$$\frac{1}{2} = 1-\cos\theta_{max} \;\Rightarrow\; \cos\theta_{max} = \frac{1}{2}$$

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

مسألة عامة (7) ص 272

1- حساب سرعة جريان الماء عند النقطة (b):

حسب معادلة الاستمرارية:

$$\underbrace{s_1 v_1}_{a} = \underbrace{s_2 v_2}_{b}$$

$$\pi r_1^2 \times v_1 = \pi r_2^2 \times v_2$$

$$(5\times10^{-2})^2 \times 4 = (10\times10^{-2})^2 \times v_2$$

$$v_2 = \frac{25\times4\times10^{-4}}{100\times10^{-4}} = 1\, m.s^{-1}$$

2- حساب قيمة فرق الضغط $(P_a - P_b)$

حسب معادلة برنولي:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

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

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v_a^2 + \rho g z_a = P_b + \frac{1}{2}\rho v_b^2 + \rho g z_b$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho v_b^2 - \frac{1}{2}\rho v_a^2 + \rho g z_b - \rho g z_a$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho (v_b^2 - v_a^2) + \rho g (z_b - z_a)$$

حيث: $h = z_b - z_a$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho (v_b^2 - v_a^2) + \rho g h$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\times1000\times(1^2 - 4^2) + 1000\times10\times0.5$$

$$P_a - P_b = -7500 + 5000$$

$$P_a - P_b = -2500\ Pa$$

مسألة عامة (8) ص 272

- **حساب سرعة المركبة v:**

$$v = \frac{d_0}{t_0} ....(1)$$

حيث: d_0 المسافة المقطوعة ، t_0 : زمن الرحلة

نعوض في (1):

$$v = \frac{4(c)}{\frac{8}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 3\times10^8$$

$$v = 1.5\sqrt{3}\times10^8\, m.s^{-1}$$

وهي سرعة المركبة وفق قياسات المحطة الأرضية

- **حساب طول المركبة L:**

$$L = \frac{L_0}{\gamma} ....(2)$$

نحسب γ :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\frac{3}{4}c^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{3}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{4-3}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}}$$

$$\gamma = 2$$

نعوض في (2):

$$L = \frac{100}{2} = 50\, m$$

وهو طول المركبة وفق قياسات المحطة الأرضية.

- **حساب عرض المركبة:**

يبقى العرض على حاله، لأن شعاع سرعة المركبة دوماً موازياً لطول المركبة.

- **حساب المسافة التي قطعتها المركبة:**

$$L' = \frac{L'_0}{\gamma}$$

$$L'_0 = \gamma\, L'$$

$$L'_0 = 4 \times 2 = 8\ (Light\ \ year)$$

- **حساب زمن الرحلة t :**

$$t = \gamma\ t_0 = 2\times\frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}}\ \text{(year)}$$

وهو زمن الرحلة وفق قياسات المحطة الأرضية.

مسألة عامة (9) ص 272

1- حساب الطاقة السكونية E_0 :

$$E_0 = m_0 c^2 = 1.67\times10^{-27}\times(3\times10^8)^2$$

$$E_0 = 1.67\times10^{-27}\times9\times10^{16}$$

$$E_0 = 15.03\times10^{-11}\,J$$

تحويل إلى eV :

$$E_0 = \frac{15.03\times10^{-11}}{1.6\times10^{-19}} = 9.4\times10^8\ eV$$

2- حساب سرعة البروتون v:

بما أن:

$$E = 3E_0$$

$$m\,c^2 = 3m_0\,c^2 \quad\Rightarrow\quad m = 3m_0$$

ولكن:

$$m = \gamma\, m_0$$

$$\gamma = 3$$

حيث:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad\Rightarrow\quad 3 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$9 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad\Rightarrow\quad 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1-\frac{1}{9} = \frac{8}{9} \quad\Rightarrow\quad v^2 = \frac{8}{9}c^2$$

$$v = \frac{2}{3}\sqrt{2}\times3\times10^8$$

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

3- حساب الطاقة الحركية E_k :

$$E = E_0 + E_k \quad\Rightarrow$$

$$E_k = E - E_0$$

$$E_k = 3E_0 - E_0 \quad\Rightarrow$$

$$E_k = 2E_0 = 2\times15.03\times10^{-11}$$

$$E_k = 30.06\times10^{-11}\ J$$

4- حساب كمية الحركة P :

$$P = m\ v = \gamma\ m_0\ v$$

$$P = 3\ m_0\ v$$

$$P = 3\times1.67\times10^{-27}\times2\sqrt{2}\times10^8$$

$$P = 10.02\sqrt{2}\times10^{-19}\ Kg.m.s^{-1}$$

5- استنتاج أن: $E^2 = P^2c^2 + E_0^2$

$$E = m\,c^2 = \gamma\, m_0\, c^2 = \gamma\, E_0$$

$$E = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\,.\,E_0$$

$$E\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = E_0$$

$$E^2\,(1-\frac{v^2}{c^2}) = E_0^2$$

$$E^2 - E^2\frac{v^2}{c^2} = E_0^2$$

$$E^2 = E^2\frac{v^2}{c^2} + E_0^2$$

$$E^2 = m^2\,c^4\,\frac{v^2}{c^2} + E_0^2$$

$$E^2 = m^2\,c^2\,v^2 + E_0^2$$

نجد:

$$E^2 = P^2c^2 + E_0^2$$

التأكد حسابياً:

- نحسب (E^2):

$$E = 3E_0 = 3\times15.03\times10^{-11}$$

$$E = 45.09\times10^{-11}\ J$$

$$E^2 = 2033.108\times10^{-22}$$

- نحسب $(P^2c^2 + E_0^2)$:

$$P^2c^2 + E_0^2 = (14.1704199\times10^{-19})^2\,(3\times10^8)^2 + (15.03\times10^{-11})^2$$

$$P^2c^2 + E_0^2 = 2033.108\times10^{-22}$$

مسألة عامة (10) ص 273

1- حساب شدة الحقل المتولد في مركز الوشيعة:

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N.I}{L}$$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\times\frac{400\times16\times10^{-3}}{40\times10^{-2}}$$

$$B = 2\times10^{-5}\,T$$

2- حساب عدد الطبقات:

* عدد الطبقات = $\frac{\text{عدد اللفات الكلي}}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة}} = \frac{N}{N'}$

* عدد اللفات في الطبقة الواحدة = $\frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}} = \frac{\ell}{2\pi r}$

$N' = \frac{40\times10^{-2}}{2\times10^{-3}} = 200$ لفة

عدد الطبقات $= \frac{400}{200} = 2$ طبقة

3- حساب التدفق المغناطيسي عبر الحلقة:

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

فتكون الزاوية : $\hat{\alpha} = (\overrightarrow{n}\,\hat{,}\,\overrightarrow{B}) = \frac{\pi}{3}\,rad$

نعوض:

$$\overline{\Phi} = 1\times2\times10^{-6}\times2\times10^{-4}\times\frac{1}{2}$$

$$\overline{\Phi} = 2\times10^{-9}\,Weber$$

مسألة عامة (11) ص 273

1- حساب التدفق المغناطيسي $\overline{\Phi}$:

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

حيث : $\hat{\alpha} = (\overrightarrow{n}\,\hat{,}\,\overrightarrow{B}) = 0$ لأن: $\overrightarrow{n} // \overrightarrow{B}$

نحسب s :

$$s = \pi r^2 = \pi(40\times10^{-2})^2$$

$$s = 16\pi\times10^{-2}\,m^2$$

نعوض:

$$\overline{\Phi} = 100\times0.5\times16\pi\times10^{-2}\times1$$

$$\overline{\Phi} = 25\,Weber$$

2- حساب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي $\overline{\Delta\Phi}$:

عندما يدور الملف الدائري بزاوية 45^o، فإن الناظم يدور بنفس الزاوية، أي: $\alpha_2 = \frac{\pi}{4}\,rad$.

$$\overline{\Delta\Phi} = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ B\ s\ \cos\alpha_2 - N\ B\ s\ \cos\alpha_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ B\ s\ (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

حيث: $\alpha_2 = \frac{\pi}{4}\,rad \quad , \quad \alpha_1 = 0\,rad$

$$\overline{\Delta\Phi} = 100\times0.5\times16\pi\times10^{-2}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}-1\right)$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 8\pi\left(\frac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right) = 25\left(\frac{1-1.4}{1.4}\right)$$

$$\overline{\Delta\Phi} \simeq -7.25\,Weber$$

مسألة عامة (12) ص 273

حساب شدة الحقل المغناطيسي $\vec{B}$:

$$\vec{B}_{tot} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

بما أن الحقول على حامل واحد وبجهة واحدة وحسب الشكل تكون الجهة نحو الخلف، فتكون شدة المحصلة:

$$B_{tot} = B_1 + B_2 + B_3$$

لكي تكون محصلة الحقول المغناطيسية معدومة في مركز المربع c، يجب أن تكون شدة الحقل المغناطيسي B_4 مساوية قيمة ومعاكسة جهة للحقل $\vec{B}$، أي جهة $\vec{B_4}$ نحو الأمام وجهة التيار بعكس جهة التيارات الثلاثة.

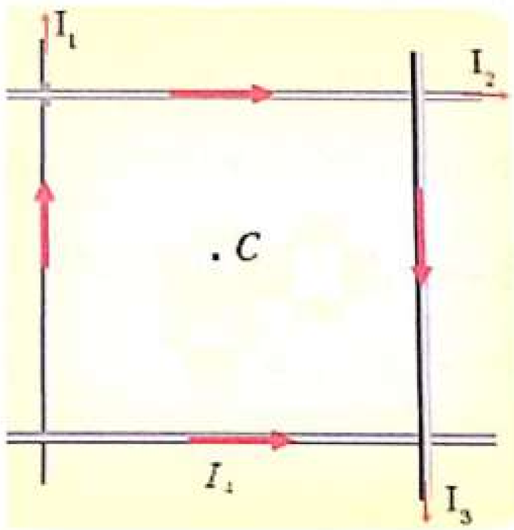
$$B_4 = B_{tot} = B_1 + B_2 + B_3$$

$$2\times10^{-7}\frac{I}{d_4} = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} + 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2} + 2\times10^{-7}\frac{I_3}{d_3}$$

بما أن : $d_1 = d_2 = d_3 = d_4$

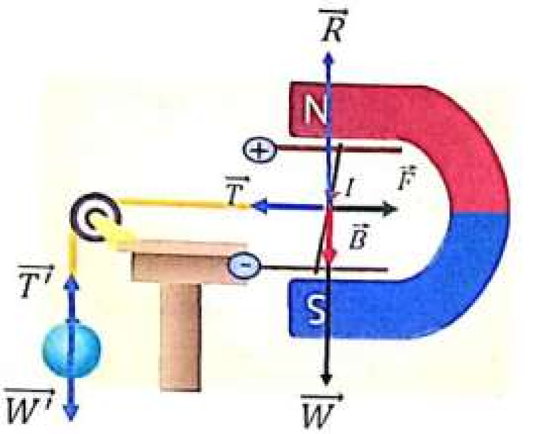
بالاختصار:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$
$$I = 10 + 5 + 15$$
$$I = 30\ A$$



مسألة عامة (13) ص 273

1- حساب كتلة الجسم المعلق m' :



- ندرس حركة الساق:

القوى الخارجية المؤثرة على الساق:

- $\vec{W}$: ثقل الساق.
- $\vec{R}$: رد فعل السكتين على الساق.
- $\vec{F}$: القوة الكهرطيسية.
- $\vec{T}$: قوة توتر الخيط.

بما أن الساق متوازنة، فيكون شرط التوازن:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

نعوض:

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

بالاسقاط على محور أفقي موجه بجهة $\vec{F}$:

$$0 + 0 + F - T = 0$$
$$\Rightarrow \quad F = T$$

- ندرس حركة الجسم المعلق الذي كتلته m' :

القوى الخارجية المؤثرة على الجسم المعلق الذي كتلته m'

- $\vec{W'}$: ثقل الجسم المعلق.
- $\vec{T'}$: قوة توتر الخيط.

شرط التوازن:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$
$$\vec{W'} + \vec{T'} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور شاقولي موجه بجهة $\vec{T'}$:

$$-W' + T' = 0$$
$$\Rightarrow \quad T' = W'$$

بما أن الخيط مهمل الكتلة، فيكون:

$$T' = T$$

$$\Rightarrow \quad F = W' = m' g$$

$$I\,L\,B\,\sin\frac{\pi}{2} = m' g$$

$$m' = \frac{I\,L\,B\,\sin\frac{\pi}{2}}{g}$$

$$m' = \frac{15\times10\times10^{-2}\times2\times10^{-2}}{10}$$

$$m' = 3\times10^{-3}\ Kg$$

2- حساب شدة قوة رد فعل السكتين على الساق R:

من أجل حساب R ، نسقط العلاقة الشعاعية:

$$\overrightarrow{W} + \overrightarrow{R} + \overrightarrow{F} + \overrightarrow{T} = \overrightarrow{0}$$

على محور شاقولي موجه بجهة $\overrightarrow{R}$:

$$-W + R + 0 + 0 = 0$$

$$R = W = m\,g$$

$$R = 20\times10^{-3}\times10$$

$$R = 0.2 N$$

مسألة عامة (14) ص 273

حساب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في السلك:

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

حيث: $\hat{\theta} = (I\overrightarrow{L}\,\hat{,}\,\overrightarrow{B}) = 30^o$

نعوض: $F = 20\times0.1\times2\times10^{-3}\times\frac{1}{2}$

$$F = 2\times10^{-3}\ N$$

مسألة عامة (15) ص 274

1- الموازنة حسابياً بين شدة ثقل الالكترون وشدة قوة لورنز:

A- شدة ثقل الالكترون:

$$W_e = m_e\,g = 9\times10^{-31}\times10$$

$$W_e = 9\times10^{-30}\ N$$

B- شدة قوة لورنز:

$$F = e\,v\,B\,\sin(\overrightarrow{v}\,\hat{,}\,\overrightarrow{B})$$

$$F = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{6}\times5\times10^{-3}\times1$$

$$F = 6.4\times10^{-15}\ N$$

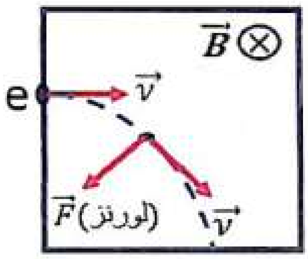
$$\frac{W_e}{F} = \frac{9\times10^{-30}}{64\times10^{-16}} = \frac{9}{64}\times10^{-14}$$

$$\Rightarrow W_e = \frac{9}{64}\times10^{-14}\,.\,F$$

نستنتج أن: $W_e \langle\langle F$ ، لذلك نهمل شدة ثقل الإلكترون أمام شدة قوة لورنز.

2- برهان أن حركة الالكترون دائرية منتظمة:

- يخضع الالكترون لتأثير قوة لورنز المغناطيسية فقط بإهمال ثقله.
- نطبق العلاقة الأساسية في التحريك:



$$\sum\overrightarrow{F} = m_e\,\overrightarrow{a}$$

$$\overrightarrow{F}\ (\text{لورنز}) = m_e\,\overrightarrow{a}$$

$$e\,\overrightarrow{v}\,\Lambda\,\overrightarrow{B} = m_e\,\overrightarrow{a}$$

$$\overrightarrow{a} = \frac{e}{m_e}\overrightarrow{v}\,\Lambda\,\overrightarrow{B}$$

وحسب خواص الجداء الخارجي، فإن $\overrightarrow{a}\perp\overrightarrow{v}$ وبالتالي حركة الالكترون دائرية منتظمة.

$$F = F_C \Rightarrow e\,v\,B\,\sin\frac{\pi}{2} = m_e\,a_c$$

باعتبار: $\overrightarrow{B}\perp\overrightarrow{v}$

$$e\,v\,B = m_e\,\frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow \quad r = \frac{m_e\,v}{e\,B}$$

نعوض:

$$r = \frac{9\times10^{-31}\times8\times10^{6}}{1.6\times10^{-19}\times5\times10^{-3}} = 9\times10^{-3}\ m$$

3- حساب دور الحركة T:

$$v = \omega\,r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r}$$

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\times9\times10^{-3}}{8\times10^{6}}$$

$$T = 2.25\times10^{-3}\ s$$

مسألة عامة (16) ص 274

1- حساب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كلٍ من الضلعين الشاقوليين:

$$F_1 = N\ I\ L\ B\ \sin\theta$$

حيث: $\hat{\theta} = (I\,\vec{L}\ \hat{,}\ \vec{B}) = \frac{\pi}{2}\ rad$ لحظة إمرار التيار، وبما أن الشكل إطار مربع.

فتكون مساحة سطح المربع: $s = L^2$

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

نعوض:

$$F_1 = 50\times5\times5\times10^{-2}\times10^{-2}\times1$$

$$F_1 = 125\times10^{-3}\ N$$

2- حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الاطار:

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

لحظة امرار التيار كان $\vec{B}$ يوازي سطح الاطار، فيكون: $\vec{n} \perp \vec{B}$ أي الزاوية تكون: $\alpha = \frac{\pi}{2} rad$

نعوض:

$$\bar{\Gamma}_\Delta = 50\times5\times25\times10^{-4}\times10^{-2}\times1$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta = 625\times10^{-5}\ m.N$$

3- حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية:

$$\bar{W} = I\ \overline{\Delta\Phi}\ ....(1)$$

$$\overline{\Delta\Phi} = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ B\ s\ \cos\alpha_2 - N\ B\ s\ \cos\alpha_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ B\ s\ (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

- الوضع الأول: $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \vec{n} \perp \vec{B}$
- الوضع الثاني: $\alpha_2 = 0\,rad$ التدفق أعظمي.

$$\overline{\Delta\Phi} = 50\times10^{-2}\times25\times10^{-4}\ (1-0)$$

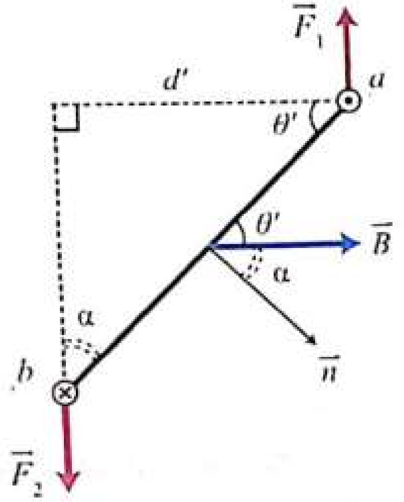
$$\overline{\Delta\Phi} = 125\times10^{-5}\ Weber$$

نعوض في (1):

$$\bar{W} = 5\times125\times10^{-5}$$

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

4- استنتاج علاقة ثابت فتل السلك k بالرموز، وحساب قيمته:



عند إمرار التيار الكهربائي في إطار المقياس، فإن الحقل المغناطيسي يؤثر في الإطار بمزدوجة كهرطيسية تعطى بالعلاقة: $\bar{\Gamma}_{\Delta(\text{مزدوجة كهرطيسية})} = N\ I\ s\ B\ \sin\alpha$

حيث: $\hat{\alpha} = (\vec{n}\ \hat{,}\ \vec{B})$

وهذه المزدوجة تسبب دوران الاطار حول محور دورانه، فينشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل تمانع استمرار دوران الإطار $\bar{\Gamma}_{\text{ف}/\Delta} = -k\ \theta'$

حيث: θ' زاوية دوران الإطار.

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

$$\bar{\Gamma}_{\Delta(\text{مزدوجة كهرطيسية})} + \bar{\Gamma}_{\text{ف}/\Delta} = 0$$

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

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

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

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

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

وبما أن: $\theta' = 0.02\ rad$ صغيرة

$$\Rightarrow \cos\theta' = 1$$

نعوض: $N\ I\ s\ B = k\ \theta'$

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

نعوض:

$$k = \frac{50\times 25\times 10^{-4}\times 10^{-2}}{0.02}\times 2\times 10^{-3}$$

$$k = 12.5\times 10^{-5}\ m.N.rad^{-1}$$

- حساب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G :

بما أن: $\theta' = \frac{N\,s\,B}{k} I \Rightarrow \theta' = G\ I$

$$G = \frac{N\,s\,B}{k} = \frac{50\times 25\times 10^{-4}\times 10^{-2}}{125\times 10^{-6}}$$

$$G = 10\ rad.A^{-1}$$

طريقة ثانية:

$$\theta' = G\ I \quad \Rightarrow \quad G = \frac{\theta'}{I}$$

$$G = \frac{0.02}{2\times 10^{-3}} = 10\ rad.A^{-1}$$

5- حساب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد k' :

حيث: $G' = 10\,G$

- الحالة الأولى: $G = \frac{N\,B\,s}{k}$
- الحالة الثانية: $G' = \frac{N\,B\,s}{k'}$

ننسب العلاقتين: $\frac{G}{G'} = \frac{k'}{k}$

$$\frac{G}{10\,G} = \frac{k'}{k} \quad \Rightarrow \quad k = 10\,k'$$

$$k' = \frac{k}{10} = \frac{12.5\times 10^{-5}}{10}$$

$$k' = 12.5\times 10^{-6}\ m.N.rad^{-1}$$

طريقة ثانية:

نلاحظ من العلاقة: $G = \frac{N\,B\,s}{k}$

أن ثابت المقياس الغلفاني يتناسب عكساً مع ثابت فتل سلك التعليق، فعندما يزداد G عشرة مرات ينقص k عشرة مرات

$$k' = \frac{k}{10} = \frac{12.5\times 10^{-5}}{10}$$

$$k' = 12.5\times 10^{-6}\ m.N.rad^{-1}$$

مسألة عامة (17) ص 274

حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية:

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

حيث: $\hat{\alpha} = (\overrightarrow{n}\,\hat{,}\,\overrightarrow{B})$

بما أن $\overrightarrow{B}$ يصنع مع مستوي الملف زاوية 60^o، أي أنه يصنع مع الناظم زاوية 30^o:

$$\overline{\Gamma}_\Delta = 100\times 3\times 200\times 10^{-4}\times 0.1\times \frac{1}{2}$$

$$\overline{\Gamma}_\Delta = 0.3\ m.N$$

مسألة عامة (18) ص 274

1- حساب عدد لفات الوشيعة:

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

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

$$N = \sqrt{\frac{5\times 10^{-3}\times 30\times 10^{-2}}{4\pi\times 10^{-7}\times 3\times 10^{-2}}}$$

$N = 200$ لفة

2- حساب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة E_L

$$E_L = \frac{1}{2}L\ I^2 = \frac{1}{2}\times 5\times 10^{-3}\ (15)^2$$

$$E_L = 0.5625\ J$$

3- حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة في الوشيعة، وتحديد جهة التيار المتحرض:

تتناقص شدة التيار بانتظام $\Delta I = (\ 0 - 20\ )A$

خلال فاصل زمني $\Delta t = 0.5\ s$

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

ولكن: $\Phi = L\ I$

$$\overline{\varepsilon} = -L\,\frac{\overline{\Delta I}}{\Delta t}$$

$$\overline{\varepsilon} = -5\times10^{-3}\,\frac{(0-20)}{0.5}$$

$$\overline{\varepsilon} = +\,0.2\,Volt$$

بتطبيق قاعدة اليد اليمنى، حيث نوجه الإبهام بجهة $\overrightarrow{B'}$ فتكون جهة الأصابع بجهة التيار المتحرض.

4- حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة:

$$\overline{\varepsilon} = -L\,\frac{\overline{d\,i}}{d\,t} = -\,L\,(\overline{i})'_t$$

نحسب $(\overline{i})'_t$:

$$(\overline{i})'_t = -5$$

نعوض:

$$\overline{\varepsilon} = -5\times10^{-3}\times -5$$

$$\overline{\varepsilon} = 25\times10^{-3}\;Volt$$

مسألة عامة (19) ص 275

a-1- رسم:

بما أن الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B}$ المحرض يتزايد، فإن التدفق المغناطيسي المحرض Φ يتزايد، وحسب قانون لنز فإن جهة الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B'}$ المتحرض بعكس جهة الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B}$ المحرض ليعاكس تزايد التدفق المغناطيسي المُحرض.

نطبق قاعدة اليد اليمنى، حيث نجعل الإبهام بجهة الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B'}$ المتحرض فتشير الأصابع الملتفة إلى جهة التيار المتحرض كما في الشكل.

b-1- حساب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة:

بما أن B يتزايد بانتظام:

$$\frac{d\,\Phi}{d\,t} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

وبالتالي:

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

$$\overline{i} = -\,\frac{N\;\overline{\Delta B}\;s\;\cos\alpha}{R\;\Delta t}$$

$$\overline{\Delta B} = B_2 - B_1 = 0.06 - 0.04$$

$$\overline{\Delta B} = 0.02\ \mathrm{T}$$

وبما أن الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B}$ يوازي محور الوشيعة:

$$\alpha = 0 \quad\Rightarrow\quad \cos\alpha = 1$$

نعوض:

$$\overline{i} = -\frac{200\times0.02\times20\times10^{-4}\times1}{5\times0.5}$$

$$\overline{i} = -32\times10^{-4}\;A$$

1- c- حساب ذاتية الوشيعة:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2\,s}{\ell}$$

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{(200)^2\times20\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 8\times10^{-5}\,H$$

2- a- حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية الناشئة في الوشيعة:

$$\overline{\varepsilon} = -L\,\frac{\overline{d\,i}}{d\,t} = -\,L\,(\overline{i})'_t$$

نحسب $(\overline{i})'_t$:

$$(\overline{i})'_t = 2$$

نعوض:

$$\overline{\varepsilon} = -8\times10^{-5}\times2$$

$$\overline{\varepsilon} = -16\times10^{-5}\;Volt$$

2- b- حساب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة:

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ \overline{\Delta B}\ s\ \cos\alpha ....(1)$$

بما أن $\overline{n} \,//\, \overline{B}$:

$$\alpha = 0 \quad \Rightarrow \quad \cos\alpha = 1$$

$$\Delta B = B_2 - B_1$$

$$\Delta B = 4\pi\times10^{-4}\frac{N}{L}i_2 - 4\pi\times10^{-4}\frac{N}{L}i_1$$

$$\Delta B = 4\pi\times10^{-4}\frac{N}{L}(i_2 - i_1)$$

عندما:

$$t_1 = 0\,s \quad \Rightarrow \quad i_1 = 6+2\times0 = 6\,A$$

$$t_2 = 1\,s \quad \Rightarrow \quad i_2 = 6+2\times1 = 8\,A$$

نعوض:

$$\Delta B = 4\pi\times10^{-7}\frac{200}{\frac{2\pi}{5}}(8-6)$$

$$\Delta B = 4\times10^{-4}\,T$$

نعوض في العلاقة (1):

$$\overline{\Delta\Phi} = 200\times4\times10^{-4}\times20\times10^{-4}\times1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 16\times10^{-5}\,Weber$$

طريقة ثانية لحساب التغير في التدفق المغناطيسي:

$$\Phi = L\,i$$

$$\overline{\Delta\Phi} = L\ \overline{\Delta i}$$

$$\overline{\Delta\Phi} = L\,(i_2 - i_1)$$

نحسب $i_2,\ i_1$:

$$t_1 = 0\,s \quad \Rightarrow \quad i_1 = 6+2\times0 = 6\,A$$

$$t_2 = 1\,s \quad \Rightarrow \quad i_2 = 6+2\times1 = 8\,A$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 8\times10^{-5}\,(8-6)$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 16\times10^{-5}\,Weber$$

2- c- حساب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة:

$$E_L = \frac{1}{2}L\,I^2 = \frac{1}{2}\times8\times10^{-5}\times100$$

$$E_L = 4\times10^{-3}\,J$$

مسألة عامة (20) ص 275

1- حساب طول سلك الوشيعة:

$$\text{عدد اللفات} = \frac{\text{طول سلك الوشيعة}}{\text{محيط اللفة}}$$

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

$$\ell' = N\times2\pi r = 1000\times2\pi\times2\times10^{-2}$$

$$\ell' = 40\pi\,m$$

- **حساب عدد الطبقات:**

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{\text{عدد اللفات الكلي}}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة}}$$

نحسب عدد اللفات في الطبقة الواحدة:

$$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}}$$

$$N' = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = 200 \text{ لفة}$$

نعوض:

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{1000}{200} = 5 \text{ طبقة}$$

2- حساب ذاتية الوشيعة:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$$

نحسب s :

$$s = \pi r^2 = \pi(2\times10^{-2})^2$$

$$s = 4\pi\times10^{-4}\ m^2$$

نعوض:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{(1000)^2\times4\pi\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 4\pi\times10^{-4}\,H$$

3- a- حساب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية:

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

لحظة إمرار التيار كان: $\vec{n} \perp \vec{B} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\pi}{2}\ rad$

في اللحظة t بعد أن دارت بزاوية 30^o، تصبح قيمة الزاوية: $\alpha_2 = 90 - 30 = 60^o$

نعوض: $\sin\alpha_2 = \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$\overline{\Gamma}_{\Delta} = 1000 \times 4 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\overline{\Gamma}_{\Delta} = 25\sqrt{3} \times 10^{-3}\ m.N$$

3- b- حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية:

$$\overline{W} = I\ \overline{\Delta\Phi}$$

$$\overline{\Delta\Phi} = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ B\ s\ \cos\alpha_2 - N\ B\ s\ \cos\alpha_1$$

$$\overline{\Delta\Phi} = N\ B\ s\ (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

حيث: $\alpha_2 = 90 - 60 = 30^o$ ، $\alpha_1 = 90^o$

$$\overline{\Delta\Phi} = 1000 \times 10^{-2} \times 4\pi \times 10^{-4} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 0\right)$$

$$\overline{\Delta\Phi} = 2\sqrt{3}\ \pi \times 10^{-3}\ Weber$$

نعوض:

$$\overline{W} = 4 \times 2\sqrt{3}\ \pi \times 10^{-3}$$

$$\overline{W} = 25\sqrt{3} \times 10^{-3}\ J$$

4- a- حساب شدة التيار المتحرض المتولد في الوشيعة:

$$\overline{i} = \frac{\overline{\varepsilon}}{R}$$

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

$$\overline{i} = -\frac{N\ B\ s\ (\overline{\cos\alpha_2} - \overline{\cos\alpha_1})}{R\ \Delta t}$$

حيث:

$$\alpha_1 = 0\ rad$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2}\ rad$$

نعوض:

$$\overline{i} = -\frac{1000 \times 10^{-2} \times 4\pi \times 10^{-4} \times (0 - 1)}{5 \times 0.5}$$

$$\overline{i} = +5 \times 10^{-3}\ A$$

4- b- حساب كمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق:

$$\overline{\Delta q} = i\ \Delta t$$

$$\overline{\Delta q} = 5 \times 10^{-3} \times 0.5$$

$$\overline{\Delta q} = 2.5 \times 10^{-3}\ C$$

5- حساب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية:

$$\mu = \frac{B_{tot}}{B} \quad \Rightarrow$$

$$B_{tot} = \mu B$$

$$B_{tot} = 50 \times 10^{-2} = 0.5\,T$$

- حساب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة:

$$\overline{\Phi} = N\ B_{tot}\ s\ \cos\alpha$$

في وضع التوازن المستقر:

$$\alpha = 0\,rad \quad \Rightarrow \quad \cos\alpha = 1$$

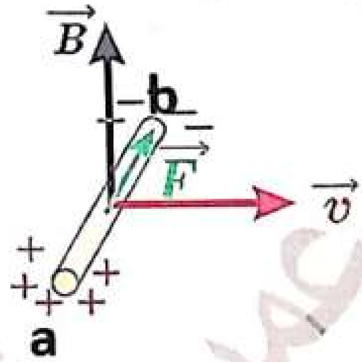
نعوض:

$$\Phi = 1000 \times 0.5 \times 4\pi \times 10^{-4}$$

$$\Phi = 0.625\,Weber$$

مسألة عامة (21) ص 276

1- استنتاج سرعة الساق:



عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ ضمن حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ بحيث: $\vec{B} \perp \vec{v}$ فإن الإلكترونات الحرة في الساق ومع خضوعها لهذا الحقل تتأثر بقوة لورنز:

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

وبما أن الدارة مفتوحة تتجمع الالكترونات في طرف الساق فيكتسب b شحنة سالبة ويكتسب الطرف الآخر a من الساق شحنة موجبة، وينشأ بينهما فرق كمون U_{ab} يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة، أي عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم $\vec{B}$ خلال فاصل زمني Δt تنتقل الساق مسافة:

$$\Delta \chi = v\, \Delta t$$

وتتغير مساحة السطح بمقدار:

$$\Delta s = L\, \Delta \chi = L . v .\, \Delta t$$

وبتغير التدفق المغناطيسي:

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

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

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

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

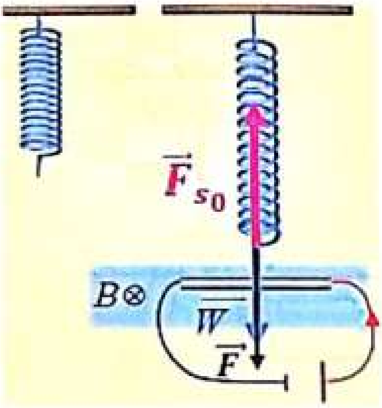
وهو فرق الكمون بين طرفي الساق

$$U_{ab} = B\, L\, v$$

$$v = \frac{U_{ab}}{B\, L} = \frac{0.4}{0.5 \times 0.8}$$

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

2- a- تحديد على الرسم القوى الخارجية المؤثرة على الساق:



القوى الخارجية المؤثرة على الساق:

- $\vec{W}$ ثقل الساق.
- $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية.
- $\vec{F}_{s_0}$ قوة توتر النابض في حالة السكون.

2- b- استنتاج العلاقة المحددة لكتلة الساق بالرموز، وحساب قيمتها:

بما أن الساق متوازنة، فيكون شرط التوازن الانسحابي لها:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

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

بالاسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأعلى:

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

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

$$m\, g = F_{s_0} - I\, L\, B\, \sin\frac{\pi}{2}$$

حيث:

$$F_{s_0} = F'_{s_0} = k\, \chi_0$$

$$k\, \chi_0 - I\, L\, B = m\, g$$

$$m = \frac{k\, \chi_0 - I\, L\, B}{g}$$

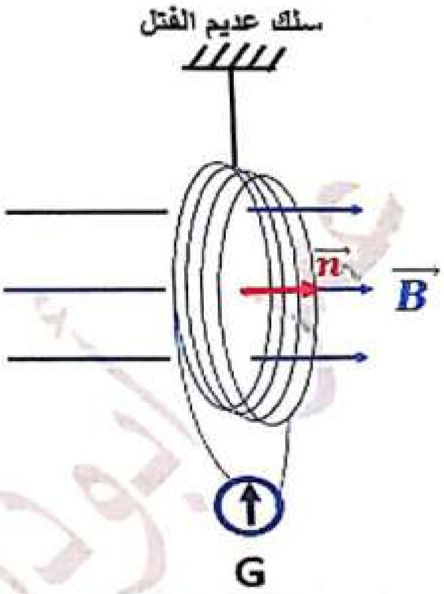
نعوض:

$$m = \frac{100 \times 0.2 - 20 \times 0.8 \times 0.5}{10}$$

$$m = 1.2\ Kg$$

مسألة عامة (22) ص 276

1- حساب شدة التيار المتحرض في الملف الدائري:



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

$$\overline{i}=-\frac{N\ B\ s\ (\overline{\cos\alpha_2}-\overline{\cos\alpha_1})}{R\ \Delta t}$$

- الوضع الأول: $\alpha_1=0\,rad \quad \Rightarrow \quad \overrightarrow{n}\ //\ \overrightarrow{B}$
- الوضع الثاني: $\alpha_2=\frac{\pi}{2}rad$

نحسب s :

$$s=\pi r^2=\pi(4\times10^{-2})^2$$

$$s=16\pi\times10^{-4}\ m^2$$

نعوض:

$$\overline{i}=-\frac{600\times0.04\times16\ \pi\times10^{-4}\times(0-1)}{5\times0.2}$$

$$\overline{i}=0.12\ A$$

2- a- استنتاج العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية بالرموز، وكتابة التابع الزمني لهذه القوة وللتيار المتحرض المتناوب الجيبي:

إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف الدائري في اللحظة t أثناء الدوران:

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

حيث: $\alpha=\omega\ t$

$$\overline{\Phi}=N\ B\ s\ \cos\omega\ t$$

ونتيجة تدوير الملف الدائري ضمن الحقل المغناطيسي السابق، يتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازه وتتولد فيه قوة محركة كهربائية متحرضة

$$\overline{\varepsilon}=-\frac{\overline{d\ \Phi}}{d\ t}=-(\overline{\Phi})'_t$$

$$\overline{\varepsilon}=-[-N\ B\ s\ \omega\ \sin\omega t]$$

$$\overline{\varepsilon}=N\ B\ s\ \omega\ \sin\omega t$$

وبما أن:

$$\omega=2\pi f=2\pi\ (\frac{2}{\pi})=4\ rad^{-1}$$

نعوض:

$$\overline{\varepsilon}=600\times0.04\times16\pi\times10^{-4}\times4\ \sin\ (\ 4\ t\ )$$

$$\overline{\varepsilon}=0.48\ \sin\ (4\ t)\quad (Volt)$$

إن القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية تولد تيار كهربائي متحرض متناوب جيبي شدته في دارة مغلقة:

$$\overline{i}=\frac{\overline{\varepsilon}}{R}=\frac{0.48\ \sin\ (4\ t)}{5}$$

$$\overline{i}=0.096\ \sin\ (4\ t)\quad (A)$$

2- b- حساب طول سلك الملف

$$N=\frac{(\ell')\ \text{طول سلك الملف}}{(2\pi r)\ \text{محيط اللفة}}$$

$$\ell'=N\times2\pi r$$

$$\ell'=600\times2\pi\times4\times10^{-2}$$

$$\ell'=150\ m$$

مسألة عامة (23) ص 276

1- حساب الشدة المنتجة للتيار في كلٍ من الفرعين، وكتابة تابع الشدة اللحظية في كلٍ منهما:

من تابع التوتر:

$$\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

نقارن:

$$\bar{u} = U_{max}\cos \omega t$$

نجد:

$$U_{max} = 120\sqrt{2}\, Volt \quad , \quad \omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$$

- **الفرع الأول:**

[كمية الحـرارة التي يكتسبها الماء خلال الزمن نفسه] = [كمية الحرارة التي تنشرها مقاومـة جهاز التسخين خلال زمن معين]

$$R\, I_{eff_1}^2\, t = m\, c\, (t_2 - t_1)$$

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

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

نعوض:

$$\frac{U_{eff}}{I_{eff_1}} \times I_{eff_1}^2\, t = m\, c\, (t_2 - t_1)$$

$$I_{eff_1} = \frac{m\, c\, (t_2 - t_1)}{U_{eff}\ .t}$$

$$I_{eff_1} = \frac{1 \times 4200 \times (72-0)}{120 \times 7 \times 60}$$

$$I_{eff_1} = \frac{4200 \times 72}{120 \times 420} = 6\ A$$

التابع الزمني للشدة اللحظية في الفرع الأول:

$$i_1 = I_{max_1}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

في حالة مقاومة يكون: $\varphi = 0\ rad$

$$I_{max_1} = I_{eff_1}\sqrt{2} = 6\sqrt{2}\ A$$

$$i_1 = 6\sqrt{2}\cos 100\pi t \quad (A)$$

- **الفرع الثاني:**

$$P_{avg_2} = U_{eff}\, I_{eff_2}\cos \bar{\varphi}_2$$

$$600 = 120\, I_{eff_2} \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff_2} = 10\ A$$

التابع الزمني للشدة اللحظية في الفرع الثاني:

$$i_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

حيث:

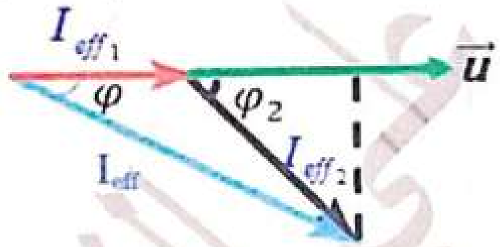
$$I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}\ A$$

$$\cos \bar{\varphi}_2 = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \bar{\varphi}_2 = \mp\frac{\pi}{3}\ rad$$

بما أن الوشيعة تؤخر الشدة اللحظية عن التوتر اللحظي بمقدار: $\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3}\ rad$

$$\bar{i}_2 = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \quad (A)$$

2- حساب الشدة المنتجة الكلية باستخدام إنشاء فرينل:



$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$$

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2 I_{eff_1}\, I_{eff_2}\cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

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

$$I_{eff} = 14\ A$$

- حساب عامل استطاعة الدارة:

نحسب الاستطاعة الكلية:

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

$$P_{avg} = U_{eff_1}\, I_{eff_1}\cos \alpha_1 + P_{avg_2}$$

نعوض:

$$P_{avg} = 120 \times 6 \times 1 + 600$$

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

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

$$P_{avg} = U_{eff} \ I_{eff \ (\text{قبل التفرع})} \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{P_{avg}}{U_{eff} \ I_{eff \ (\text{قبل التفرع})}}$$

$$\cos \alpha = \frac{1320}{120 \times 14} = \frac{11}{14}$$

طريقة ثانية:

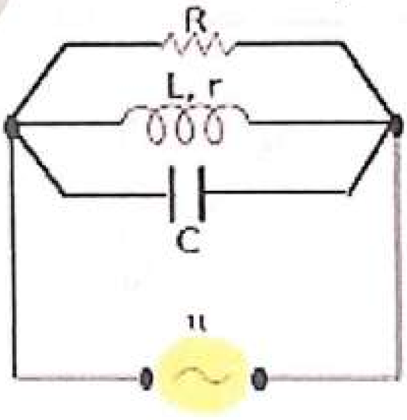
من إنشاء فرينل من الشكل:

$$\cos \alpha = \frac{I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos \alpha_2}{I_{eff}}$$

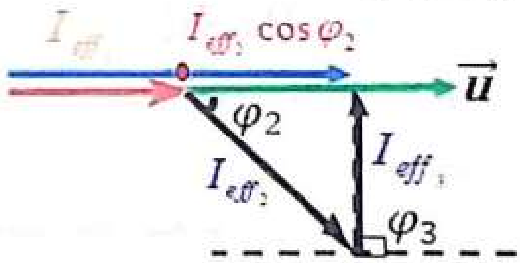
$$\cos \alpha = \frac{6 + 10 \times \frac{1}{2}}{14} = \frac{11}{14}$$

3- حساب سعة المكثفة في حالة ثلاثة فروع:

A) من إنشاء فرينل:



B) من الشكل نجد:



$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \ \sin \varphi_2 = 10 \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$I_{eff_3} = 5\sqrt{3} \ A$$

C) من الفرع الثالث:

$$U_{eff} = X_C \ I_{eff_3}$$

$$X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}} = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{24}{\sqrt{3}} = 8\sqrt{3} \ \Omega$$

نحسب سعة المكثفة C:

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

$$\frac{1}{\omega C} = 8\sqrt{3} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1}{(100\pi)(8\sqrt{3})}$$

$$C = \frac{1}{800\pi\sqrt{3}} \ F$$

- حساب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية:

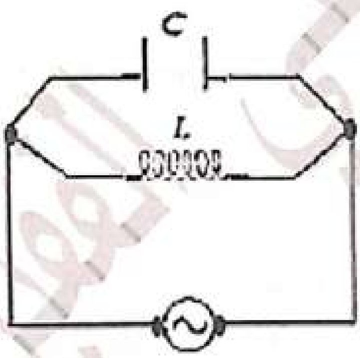
من إنشاء فرينل نجد:

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos \varphi_2$$

$$I_{eff} = 6 + 10 \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff} = 11 \ A$$

4- حساب ردية الوشيعة التي تنعدم من أجلها شدة التيار في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل:



$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$$

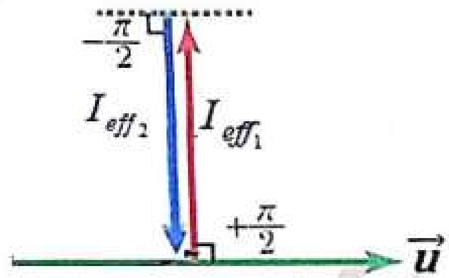
الدارة في حالة اختناق للتيار:

$$\overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}} = \vec{0}$$

التيار في **المكثفة** متقدم بالطور على التوتر بمقدار : $\frac{\pi}{2}$

التيار في **الوشيعة** متأخر بالطور عن التوتر بمقدر : $\frac{\pi}{2}$

بما أن الشدتين لهما حامل واحد وبجهتين متعاكستين:



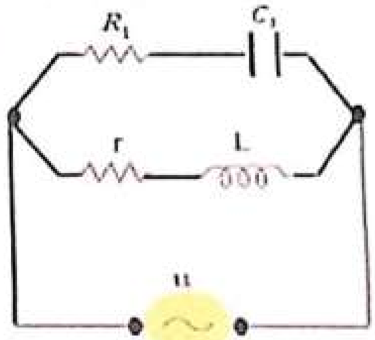
$$I_{eff_1} - I_{eff_2} = 0$$

$$I_{eff_1} = I_{eff_2}$$

$$\frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{U_{eff}}{X_C}$$

$$\Rightarrow \quad X_L = X_C = 8\sqrt{3}\ \Omega$$

مسألة عامة (24) ص 277



1- استنتاج قيمة $(I_{eff_1}\ ,\ I_{eff_2})$ باستخدام إنشاء فرينل:

باستخدام إنشاء فرينل:

من تابع الشدة المنتجة للتيار:

$$\bar{i} = 20 \cos 100\pi\, t$$

نقارن:

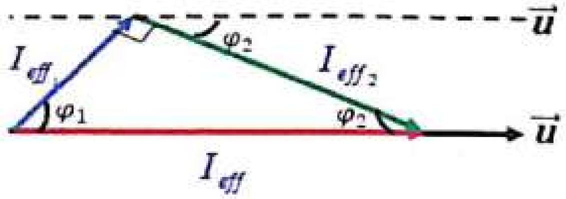
$$\bar{i} = I_{max} \cos \omega\, t$$

نجد:

$$U_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\ A$$

ويمكن ايجاد:

$$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$$



من المثلث القائم الزاوية يمكن أن نكتب:

$$I_{eff_1} = I_{eff} \cos\varphi_1 = 10\sqrt{2} \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff_1} = 5\sqrt{2}\ A$$

$$I_{eff_2} = I_{eff} \cos\varphi_2 = 10\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$I_{eff_2} = 5\sqrt{6}\ A$$

2- حساب ممانعة الفرع الأول:

$$\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{10}{Z_1} \quad \Rightarrow \quad Z_1 = 20\ \Omega$$

طريقة ثانية لحساب Z_1 :

$$U_{eff} = Z_1\, I_{eff_1}$$

$$100\sqrt{2} = Z_1 \times 5\sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad Z_1 = 20\ \Omega$$

حساب اتساعية المكثفة في الفرع الأول:

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_C^2}$$

$$20 = \sqrt{(10)^2 + X_C^2}$$

$$400 = 100 + X_C^2 \quad \Rightarrow \quad X_C^2 = 300$$

$$X_C = 10\sqrt{3}\ \Omega$$

3- حساب مقاومة الوشيعة في الفرع الثاني:

$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{\sqrt{r^2 + X_L^2}}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right)^2}}$$

نربع الطرفين:

$$\frac{3}{4}=\frac{r^2}{r^2+\frac{100}{3}}$$

$$4r^2=3r^2+100$$

$$r^2=100 \Rightarrow r=10$$

مسألة عامة (25) ص 277

1- حساب فرق الكمون المنتج، وتواتر التيار:

من تابع التوتر: $\bar{u}=100\sqrt{2}\cos 100\pi t$

نقارن: $\bar{u}=U_{max}\cos\omega t$

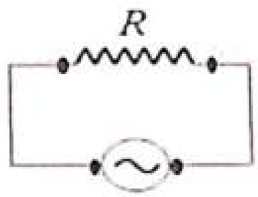
نجد: $U_{max}=100\sqrt{2}\,Volt$

$$U_{eff}=\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}=\frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=100\,Volt$$

$$\omega=100\pi\ rad.s^{-1}$$

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

2- كتابة تابع شدة التيار في المقاومة:



$$\bar{i}=I_{max}\cos(\omega t+\bar{\varphi}_1)$$

المقاومة تجعل التوتر والشدة على توافق، أي:

$$\bar{\varphi}_1=0\ rad$$

لنحسب I_{eff}:

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

$$100=50\ I_{eff} \Rightarrow I_{eff}=2\ A$$

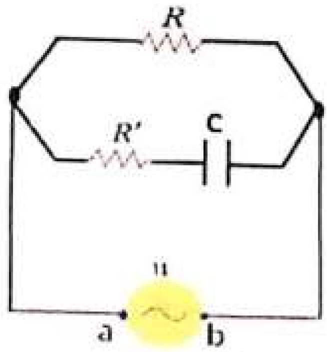
لنحسب I_{max}:

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

نعوض:

$$\bar{i}_1=2\sqrt{2}\cos 100\pi t\quad (A)$$

3- كتابة التابع الزمني للتيار المار في فرع المكثفة والمقاومة:



$$\bar{i}_2=I_{max_2}\cos(\omega t+\bar{\varphi}_2)$$

لنحسب I_{max}:

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

حساب Z_2:

$$U_{eff}=Z_2\ I_{eff_2}$$

$$100=Z_2\times\sqrt{2} \Rightarrow Z_2=50\sqrt{2}\ \Omega$$

حساب $\bar{\varphi}_2$:

$$\cos\bar{\varphi}_2=\frac{R'}{Z_2}=\frac{50}{50\sqrt{2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\bar{\varphi}_2=\mp\frac{\pi}{4}\ rad$$

وفي حالة (R', C) التوتر يتأخر عن الشدة، وبالتالي الشدة تتقدم على التوتر، فيكون: $\bar{\varphi}_2=\frac{\pi}{4}\ rad$

ويصبح التابع الزمني للتيار:

$$\bar{i}_2=2\cos(100\pi t+\frac{\pi}{4})\ (A)$$

- حساب سعة المكثفة C:

$$Z_2=\sqrt{R'^2+(\frac{1}{\omega C})^2}$$

$$50\sqrt{2}=\sqrt{(50)^2+(\frac{1}{\omega C})^2}$$

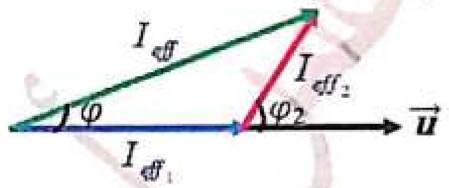
نربع الطرفين: $2500\times 2=2500+(\frac{1}{\omega C})^2$

$$(\frac{1}{\omega C})^2 = 2500 \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = 50$$

$$C = \frac{1}{50 \times \omega} = \frac{1}{50 \times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{5\pi} \times 10^{-3}\ F$$

4- حساب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الاصلية باستخدام إنشاء فرينل:



المقاومة تجعل الشدة والتوتر على توافق، أي:

$$\overline{\varphi}_1 = 0\ rad$$

المقاومة والمكثفة تجعل الشدة تتقدم على التوتر بمقدار:

$$\overline{\varphi}_2 > 0$$

من الشكل نجد:

$$\overline{I_{eff}} = \overline{I_{eff_1}} + \overline{I_{eff_2}}$$

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\overline{\varphi}_2 - \overline{\varphi}_1)$$

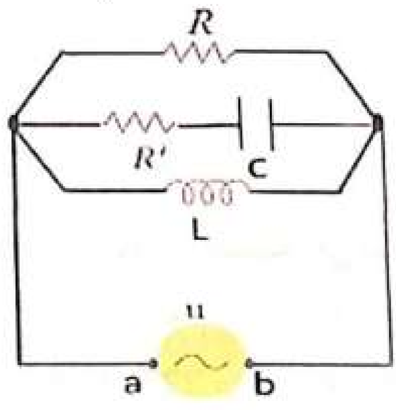
$$I_{eff}^2 = (2)^2 + (\sqrt{2})^2 + 2(2)(\sqrt{2}) \cos(\frac{\pi}{4} - 0)$$

$$I_{eff}^2 = 10 \Rightarrow I_{eff} = \sqrt{10} = \pi\ A$$

5- حساب ذاتية الوشيعة المهملة المقاومة:

بما أن الشدة الكلية على توافق مع التوتر المطبق، لذلك:

$$(\overline{\varphi} = 0\ rad)$$



المقاومة تجعل الشدة والتوتر على توافق، أي:

$$(\overline{\varphi}_1 = 0\ rad)$$

المقاومة والمكثفة تجعل الشدة تتقدم على التوتر بمقدار:

$$\overline{\varphi}_2 = \frac{\pi}{4}\ rad$$

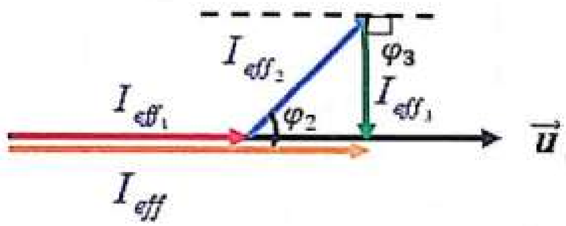
حيث:

الذاتية تجعل الشدة تتأخر عن التوتر بمقدار $\frac{\pi}{2}$، حيث:

$$\overline{\varphi}_3 = -\frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\overline{I_{eff}} = \overline{I_{eff_1}} + \overline{I_{eff_2}} + \overline{I_{eff_3}}$$

نرسم إنشاء فرينل:



من الرسم نكتب:

$$\sin\overline{\varphi}_2 = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}} \Rightarrow I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin\overline{\varphi}_2$$

$$I_{eff_3} = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 1\ A$$

الفرع الثالث (الوشيعة):

$$U_{eff} = X_L\ I_{eff_3}$$

$$100 = \omega\ L \times 1$$

$$100 = 100\ \pi \times L \Rightarrow L = \frac{1}{\pi}\ H$$

- حساب قيمة الشدة المنتجة الأصلية للتيار:

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos\overline{\varphi}_2$$

$$I_{eff} = 2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 3\ A$$

وهي الشدة المنتجة الأصلية للتيار عندما تعمل الفروع الثلاثة معاً.

مسألة عامة (26) ص 277

1- حساب القيمة للشدة المنتجة للتيار وتواتره:

من تابع التيار:

$$\overline{i} = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

نقارن:

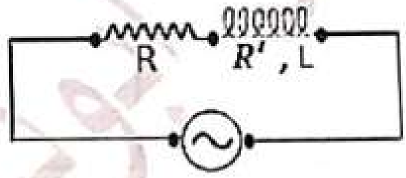
$$\overline{i} = I_{max}\cos\omega t$$

نجد:

$$I_{max} = 3\sqrt{2}\ A$$

نحسب I_{eff}:

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 3A$$



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

2- حساب قيمة المقاومة R' للوشيعة وممانعتها Z_2

$$Z_2 = \sqrt{R'^2 + (30)^2}\ ....(1)$$

نحسب R' من عامل الاستطاعة:

$$\cos\varphi_2 = \frac{R'}{Z_2}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{R'}{\sqrt{R'^2 + (30)^2}}$$

$$0.8 = \frac{R'}{\sqrt{R'^2 + (30)^2}}$$

نربع الطرفين:

$$0.64 = \frac{R'^2}{R'^2 + (30)^2}$$

$$0.64 \times R'^2 = 0.64 \times 900 = R'^2$$

$$576 = 0.36\ R'^2$$

$$R'^2 = 1600$$
$$R' = 40\ \Omega$$

نعوض في (1):

$$Z_2 = \sqrt{(40)^2 + (30)^2}$$
$$Z_2 = 50\ \Omega$$

3- a- حساب المقاومة الصرفة R:

$$U_{eff_1} = R\ I_{eff}$$
$$U_{eff_2} = Z_2\ I_{eff}$$
$$U_{eff_1} = \frac{1}{2}U_{eff_2}$$
$$R\ I_{eff} = \frac{1}{2}Z_2\ I_{eff}$$

بما أن الدارة على التسلسل، فالشدة نفسها:

$$R = \frac{1}{2}\times 50 = 25\ \Omega$$

طريقة ثانية:

يجب حساب U_{eff_1}:

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

نحسب U_{eff_2}:

$$U_{eff_2} = Z_2\ I_{eff}$$
$$U_{eff_2} = 50\times 3$$
$$U_{eff_2} = 150\,Volt$$

ولكن:

$$U_{eff_1} = \frac{1}{2}U_{eff_2}$$

$$U_{eff_1} = \frac{1}{2}\times 150 = 75\ Volt$$

3- b- حساب الاستطاعة المستهلكة في المقاومة R:

$$P_{avg_1} = I_{eff}\ U_{eff_1}\ \cos\overline{\varphi}_1$$
$$P_{avg_1} = 3\times 75 = 225\ Watt$$

طريقة ثانية:

$$P_{avg_1} = R\ I_{eff}^2$$

$$P_{avg_1} = 25\times(3)^2$$

$$P_{avg_1} = 225\ Watt$$

3- c- حساب الاستطاعة المستهلكة في الدارة:

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

$$P_{avg} = I_{eff}\, U_{eff_1} \cos\bar{\varphi}_1 + I_{eff}\, U_{eff_2} \cos\bar{\varphi}_2$$

$$P_{avg} = 3\times 75\times 1 + 3\times 150\times 0.8$$

$$P_{avg} = 225 + 360$$

$$P_{avg} = 585\ Watt$$

طريقة ثانية:

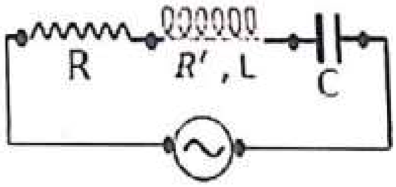
$$P_{avg} = (R+R')\ I_{eff}^2$$

$$P_{avg} = (25+40)\times 9$$

$$P_{avg} = 65\times 9 = 585\ Watt$$

4- حساب قيمة سعة المكثفة:

بما أن الشدة المنتجة نفسها، فيكون: $Z_1 = Z_2$ لأن I_{eff} بقي نفسه و U_{eff} بقي نفسه ، فإن Z تبقى نفسها.



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

نربع الطرفين ونحذف $(R+R')^2$ فنجد:

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

بجذر الطرفين:

$$\mp X_L = X_L - X_C$$

$$X_C = X_L \mp X_L$$

عندما:

$$X_C = X_L - X_L$$

$$X_C = 0$$

وهذا مرفوض، لأن هذا يمثل حالة الدارة دون مكثفة.

عندما:

$$X_C = X_L + X_L = 2\, X_L$$

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

$$\frac{1}{100\,\pi\, C} = 2\times 30$$

$$C = \frac{1}{6000\,\pi}\ F$$

5- حساب السعة المكافئة للمكثفتين:

نضيف إلى المكثفة C في الدارة السابقة مكثفة C' تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر المطبق، أي حالة تجاوب كهربائي.

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

$$30 = \frac{1}{100\,\pi\, C_{eq}}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{3000\,\pi}\ F$$

تحديد طريقة الضم:

واضح أن $C_{eq} > C$ ، إذاً الربط على التفرع.

حساب سعة المكثفة المضافة:

$$C_{eq} = C + C'$$

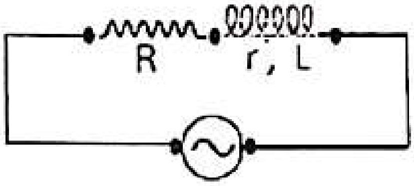
$$C' = C_{eq} - C$$

$$C' = \frac{1}{3000\,\pi} - \frac{1}{6000\,\pi}$$

$$C' = \frac{1}{6000\,\pi}\ F$$

مسألة عامة (27) ص 278

1- a- حساب الممانعة الكلية في الدارة:



$$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

$$20 = \sqrt{(10)^2 + X_L^2}$$

نربع الطرفين:

$$400 = 100 + X_L^2$$

$$X_L = 10\sqrt{3}\ \Omega$$

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

$$Z = \sqrt{(20+10)^2 + (10\sqrt{3})^2}$$

$$Z = \sqrt{900+300} = 20\sqrt{3}\ \Omega$$

-حساب الشدة المنتجة المارة في الدارة:

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

$$40\sqrt{3} = 40\sqrt{3}\ I_{eff}$$

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

1- b- حساب الاستطاعة المتوسطة المصروفة في الجملة وعامل استطاعتها:

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

$$P_{avg} = R\ I_{eff}^2 + r\ I_{eff}^2$$

$$P_{avg} = 20\ (2)^2 + 10\ (2)^2$$

$$P_{avg} = 80 + 40 = 120\ Watt$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff}\ .\ I_{eff}} = \frac{120}{40\sqrt{3}\times 2}$$

$$\cos\varphi = \frac{3}{2}\times\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

1- c- حساب الطاقة الحرارية المنتشرة عن المقاومة الصرفة:

$$E_1 = P_{avg_1}\ t = R\ .\ I_{eff}^2\ .\ t$$

$$E_1 = 20\ (2)^2 \times 10 \times 60$$

$$E_1 = 48\times 10^3\ J$$

- كتابة تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة الصرفة:

$$\overline{u_1} = U_{\max_1}\ \cos(\omega\ t + \overline{\varphi})$$

حيث: $\varphi = 0$ rad (مقاومة أومية)

$$\Rightarrow \quad \cos\varphi = 1$$

$$U_{eff_1} = R\ I_{eff} = 20\times 2$$

$$U_{eff_1} = 40\ Volt$$

نحسب $U_{\max_1}$:

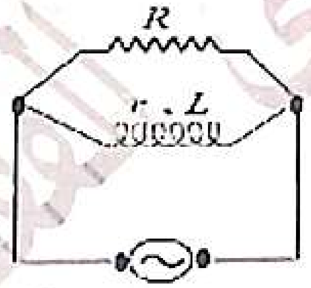
$$U_{\max_1} = U_{eff_1}\ \sqrt{2} = 40\sqrt{2}\ Volt$$

فيكون تابع التوتر اللحظي:

$$\overline{u_1} = 40\sqrt{2}\ \cos 100\,\pi\ t \quad (Volt)$$

2- a- حساب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة الأصلية قبل التفرع باستخدام إنشاء فرينل:

- الفرع الأول (المقاومة):



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

$$40\sqrt{3} = 20\ I_{eff_1} \Rightarrow I_{eff_1} = 2\sqrt{3}\ A$$

(مقاومة أومية) $(\overline{\varphi_1} = 0)$

- الفرع الثاني (الوشيعة):

$$U_{eff} = Z_2 I_{eff_2}$$

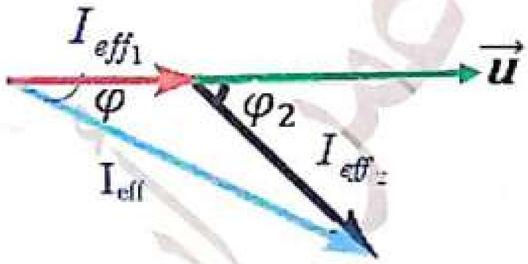
$$40\sqrt{3} = 20\ I_{eff_2} \Rightarrow I_{eff_2} = 2\sqrt{3}\ A$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

$$\overline{\varphi_2} = \mp \frac{\pi}{3}\ rad$$

وفي حال $(r\,,L)$ فإن التوتر يتقدم على الشدة، وبالتالي الشدة تتأخر عن التوتر:

$$\overline{\varphi_2} = -\frac{\pi}{3}\ rad$$



من الشكل نجد:

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$$

نربع الطرفين:

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

$$I_{eff}^2 = (2\sqrt{3})^2 + (2\sqrt{3})^2 + 2(2\sqrt{3})(2\sqrt{3}) \cos(-\frac{\pi}{3} - 0)$$

$$I_{eff}^2 = 12 + 12 + 2\times 12 \times \frac{1}{2} = 36$$

$$I_{eff} = 6\ A$$

2- b- حساب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين:

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

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

$$P_{avg} = 2\sqrt{3}\times 40\sqrt{3}\times 1 + 2\sqrt{3}\times 40\sqrt{3}\times\frac{1}{2}$$

$$P_{avg} = 240 + 120 = 360\ Watt$$

- حساب عامل الاستطاعة:

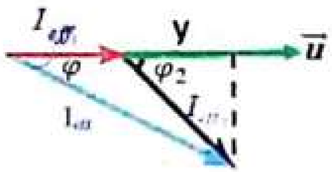
$$P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\overline{\varphi}$$

$$360 = 6\times 40\sqrt{3}\times\cos\overline{\varphi}$$

$$\cos\overline{\varphi} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

طريقة ثانية:

يمكن حساب عامل الاستطاعة من إنشاء فرينل بإنشاء عمود على المحور $(\vec{u})$



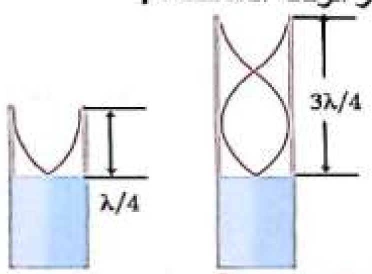
$$\cos\varphi = \frac{I_{eff_1} + y}{I_{eff}}$$

$$\cos\varphi = \frac{I_{eff_1} + I_{eff_1}\cos\varphi_2}{I_{eff}}$$

$$\cos\varphi = \frac{2\sqrt{3} + 2\sqrt{3} + \frac{1}{2}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

مسألة عامة (28) ص 278

حساب تواتر الرنانة المستخدمة:



بما أن العمود الهوائي مغلق، فطول عمود الهواء الذي يعلو سطح الماء والذي يحدث من اجله الرنين ويُسمع صوت شديد:

$$L = (2n - 1)\frac{\lambda}{4}$$

طول العمود عند أول صوت شديد:

$$n = 1 \Rightarrow L_1 = \frac{\lambda}{4}$$

طول العمود عند ثاني صوت شديد:

$$n = 2 \Rightarrow L_2 = 3\frac{\lambda}{4}$$

فيكون البعد بين مستويين متتالين للماء الذي يحدث عنده الرنين ويُسمع صوت شديد:

$$L_2 - L_1 = 3\frac{\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$$

نعوض:

$$0.49 - 0.17 = \frac{\lambda}{2}$$

$$0.32 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.64\ m$$

وبما أن:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.64} = 531.25\ Hz$$

مسألة عامة (29) ص 278

1) حساب البعد بين بطنين متتاليين:

البعد بين بطنين متتاليين: $\frac{\lambda}{2}$

$$\frac{\lambda}{2}=\frac{v}{2f}=\frac{330}{2\times110}=\frac{3}{2}=1.5\ m$$

- استنتاج رتبة الصوت:

المزمار ذو فم ونهايته مفتوحة فهو متشابه الطرفين:

$$L=n\frac{\lambda}{2}=n\frac{v}{2f}$$

$$n=\frac{2f\ L}{v}=\frac{2\times110\times3}{330}$$

$n=2$ المدروج الثاني

2- استنتاج طول الموجة λ_2 المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه:

$$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

المزمار يصدر الصوت السابق نفسه فيكون له الواتر نفسه.

$$\frac{f\ \lambda_1}{f\ \lambda_2}=\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

حيث:

$$\frac{\lambda_1}{2}=1.5\quad\Rightarrow\quad\lambda_1=3\ m$$

نعوض:

$$\frac{3}{\lambda_2}=\sqrt{\frac{273+0}{273+819}}$$

$$\frac{3}{\lambda_2}=\frac{1}{2}\quad\Rightarrow\quad\lambda_2=6\ m$$

3- حساب L' طول مزمار آخر ذو فم، نهايته مغلقة:

المزمار الجديد ذو فم ونهايته مغلقة فهو مختلف الطرفين

$$L'=(2n-1)\frac{\lambda'}{4}$$

$$L'=(2n-1)\frac{v'}{4f'}$$

المزمار الجديد يحوي هواء في الدرجة $0\ ^{o}C$ لذلك:

$$v=v'=330\ m.s^{-1}$$

المدروج الثالث: $(2n-1)=3$ يساوي تواتر الصوت الصادر عن المزمار السابق، فيكون:

$$f'=f=110\ Hz$$

نعوض:

$$L'=3\times\frac{330}{4\times10}=\frac{3}{4}\times3=\frac{9}{4}$$

$$L'=2.25\ m$$

مسألة عامة (30) ص 279

1- عدد المغازل المتكونة على طول الخيط:

$$L=n\frac{\lambda}{2}$$

$$n=\frac{2L}{\lambda}=\frac{2\times1}{0.4}$$

$n=5$ مغزل

2-حساب السعة بنقطة تبعد $20\ cm$ عن النهاية المقيدة:

- تعطى معادلة الأمواج المستقرة العرضية في حالة النهاية المقيدة:

$$\overline{y}_{n(t)}=2Y_{max}\sin\frac{2\pi}{\lambda}\overline{\chi}\sin\omega t$$

فتكون سعة الاهتزاز أي نقطة من الخيط:

$$Y_{max/n}=2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\overline{\chi}\right|$$

النقطة n_1 :

$$Y_{max/n_1}=2\times1\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.2\right|$$

$$Y_{max/n_1}=2\times10^{-2}\left|\sin\pi\right|=0\ m$$

أي n_1 عقدة اهتزاز.

– حساب السعة بنقطة تبعد 30 cm عن النهاية المقيدة:

النقطة n_2 :

$$Y_{max/n_2} = 2\times1\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.3\right|$$

$$Y_{max/n_2} = 2\times10^{-2}\left|\sin\frac{3\pi}{2}\right|$$

$$Y_{max/n_2} = 2\times10^{-2}\ m$$

أي n_2 بطن اهتزاز.

3– حساب الكتلة الخطية للخيط μ :

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{10\times10^{-3}}{1} = 10^{-2}\ Kg.m^{-1}$$

–حساب قوة شد الخيط:

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

نربع الطرفين:

$$f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\frac{F_T}{\mu}$$

$$F_T = \frac{4L^2\ \mu f^2}{n^2} = \frac{4\times1\times10^{-2}\times2500}{25}$$

$$F_T = 4\ N$$

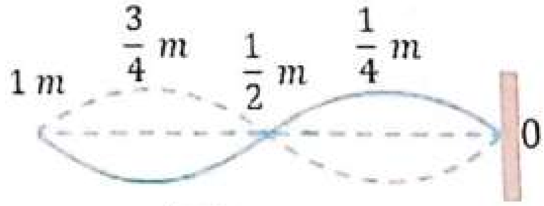
–حساب سرعة انتشار الاهتزاز في الخيط:

$$v = f\ .\ \lambda = 50\times0.4 = 20\ m.s^{-1}$$

طريقة ثانية:

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4}{10^{-2}}} = 20\ m.s^{-1}$$

4– حساب قوة شد الخيط التي تجعله يهتز بمغزلين:



$$f = \frac{n'}{2L}\sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}$$

نربع الطرفين:

$$f^2 = \frac{n'^2}{4L^2}\frac{F'_T}{\mu}$$

$$F'_T = \frac{4L^2\ \mu f^2}{n'^2} = \frac{4\times1\times10^{-2}\times2500}{4}$$

$$F'_T = 25\ N$$

– تحديد أبعاد عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:

$$\chi = n\ \frac{\lambda'}{2} .... (1)$$

حيث: $n = 0,1,2,.........$

نحسب طول الموجة λ' من أجل مغزلين:

$$L = n'\frac{\lambda'}{2}$$

$$\lambda' = \frac{2L}{n'} = \frac{2\times1}{2}$$

$$\lambda' = 1\ m$$

نعوض في (1):

من أجل: $n=0 \Rightarrow \chi = 0$

بُعد العقدة الأولى المتشكلة عند النهاية المقيدة

من أجل: $n=1 \Rightarrow \chi = 1\times\frac{1}{2} = \frac{1}{2}\ m$

بُعد العقدة الثانية عن النهاية المقيدة

من أجل: $n=2 \Rightarrow \chi = 2\times\frac{1}{2} = 1\ m$

بُعد العقدة الثالثة عن النهاية المقيدة.

– تحديد أبعاد بطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة:

$$\chi = (2n+1)\ \frac{\lambda'}{4}$$

حيث: $n = 0,1,2,.........$

من أجل: $n=0 \Rightarrow \chi = \frac{\lambda'}{4} = \frac{1}{4}\ m$

بُعد البطن الأول المتشكل عند النهاية المقيدة

من أجل: $n=1 \Rightarrow \chi = 3\ \frac{\lambda'}{4} = \frac{3}{4}\ m$

بُعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة

من أجل: $n=2 \Rightarrow \chi = \frac{5\lambda'}{4} = \frac{5}{4}$

$$\chi = 1.25\ m$$

مرفوض لأن: $1 \langle \chi$ لأنه تجاوز قيمة طول الوتر.

5- بيان فيما إذا كانت الكتلة الخطية للخيط ستتغير عند جعل الوتر نصف ما كان عليه:

عند إنقاص طول الوتر إلى نصف ما كان عليه سوف تنقص كتلة الوتر إلى النصف، وبما أن:

$$\mu=\frac{m}{L}=\frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}}=\frac{m}{L}$$

أي μ لا تتغير من أجل الخيط نفسه.

مسألة عامة (31) ص 279

1- حساب طول موجة الاهتزاز:

$$L=n\,\frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda=\frac{2\,L}{n}=\frac{2\times1.5}{3}$$

$$\lambda=1\ m$$

2- حساب الكتلة الخطية للوتر μ :

$$\mu=\frac{m}{L}=\frac{15\times10^{-3}}{1.5}=10^{-2}\ Kg.\,m^{-1}$$

3- حساب سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر:

$$v=f\,.\,\lambda=100\times1$$

$$v=100\ m.\,s^{-1}$$

4- حساب مقدار قوة الشد المطبقة على الوتر:

$$v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}\quad\Rightarrow\quad F_T=v^2\ \mu$$

$$F_T=10000\times10^{-2}$$

$$F_T=100\ N$$

5- تحديد بُعد أماكن عقد الاهتزاز عن النهاية المقيدة:

$$\chi=n\,\frac{\lambda}{2}$$

حيث: $n=0,1,2,\dots\dots$

من أجل: $n=0 \quad\Rightarrow\quad \chi=0$

بُعد العقدة الأولى المتشكلة عند النهاية المقيدة.

من أجل: $n=1 \quad\Rightarrow\quad \chi=1\times\frac{1}{2}=\frac{1}{2}\ m$

بُعد العقدة الثانية عن النهاية المقيدة

من أجل: $n=2 \quad\Rightarrow\quad \chi=2\times\frac{1}{2}=1\ m$

بُعد العقدة الثالثة عن النهاية المقيدة.

من أجل: $n=3 \quad\Rightarrow\quad \chi=3\times\frac{1}{2}=1.5\ m$

بُعد العقدة الرابعة عن النهاية المقيدة.

- تحديد بُعد أماكن بطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة:

$\chi=(2n+1)\,\frac{\lambda}{4}$ ، حيث: $n=0,1,2,\dots\dots$

من أجل: $n=0 \quad\Rightarrow\quad \chi=\frac{\lambda}{4}=\frac{1}{4}\ m$

بُعد البطن الأول المتشكل عند النهاية المقيدة.

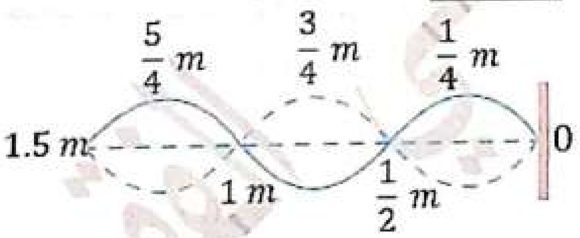
من أجل: $n=1 \quad\Rightarrow\quad \chi=3\,\frac{\lambda}{4}=\frac{3}{4}\ m$

بُعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة.

من أجل: $n=2 \quad\Rightarrow\quad \chi=\frac{5\lambda}{4}=\frac{5}{4}$

$$\chi=1.25\ m$$

بُعد البطن الثالث عن النهاية المقيدة.



مسألة عامة (32) ص 279

1- حساب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار:

$$\text{عدد أطوال الموجة}=\frac{\text{طول المزمار}\ (L)}{\text{طول الموجة}\ (\lambda)}$$

نحسب طول الموجة λ

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{340}{1000}=0.34\ m$$

نعوض:

$$\text{عدد أطوال الموجة}=\frac{3.4}{0.34}=10$$

طريقة ثانية:

عدد أطوال الموجة = $\frac{\text{عدد المغازل}}{2}$

بما أن المزمار متشابه الطرفين:

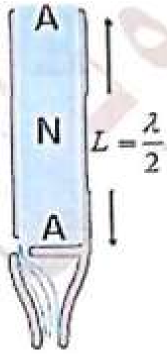
$$L = n\,\frac{\lambda}{2}$$

$$n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2\times 3.4}{0.34}$$

$n = 20$ مغزل

عدد أطوال الموجة = $\frac{20}{2} = 10$

2- حساب تواتر الصوت البسيط f':



$$L = n\,\frac{v}{2f}$$

$$L = n'\,\frac{v'}{2f'}$$

حيث: $v = v'$

لأن درجة الحرارة نفسها

$$\frac{n}{f} = \frac{n'}{f'}$$

$$\frac{20}{1000} = \frac{1}{f'}$$

$$f' = \frac{100}{2} = 50\ Hz$$

طريقة ثانية

بما أن المزمار متشابه الطرفين:

$$L = n\,\frac{\lambda'}{2}$$

وبما أنه يشكل في المنتصف عقدة واحدة، $n = 1$

$$L = \frac{\lambda'}{2}$$

$$\lambda' = 2\,L = 2\times 3.4$$

$$\lambda' = 6.8\ m$$

نعوض في العلاقة:

$$f' = \frac{v'}{\lambda'}$$

حيث: $v = v'$ لأن درجة الحرارة نفسها.

$$f' = \frac{340}{6.8} = 50\ Hz$$

3- حساب درجة حرارة التجربة t :

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}}$$

$$\frac{340}{331} = \sqrt{\frac{273+t}{273+0}}$$

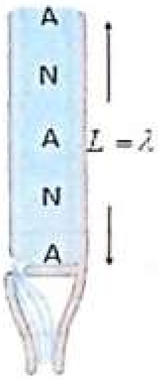
$$t = 15\ ^{o}C$$

مسألة عامة (33) ص 279

1- حساب طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار:

المسافة بين عقدتين متتاليتين:

$\frac{\lambda}{2}$



$$\frac{\lambda}{2} = 0.5$$

$$\lambda = 1m$$

2- حساب طول المزمار L :

بما أن المزمار متشابه الطرفين:

$$L = n\,\frac{\lambda}{2} = 2\times\frac{1}{2} = 1\ m$$

3- حساب تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

نحسب v :

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}}$$

$$\frac{v}{331} = \sqrt{\frac{273+15}{273+0}}$$

$$v = 340\ m.s^{-1}$$

نعوض:

$$f = \frac{340}{1}$$

$$f = 340\ Hz$$

4- حساب طول مزمار ذو فم نهايته مغلقة L':

$$L' = (2n-1)\frac{\lambda'}{4}$$

$$L' = (2n-1)\frac{v'}{4f'}$$

- صوت أساسي: $n = 1$.
- وبما أن الصوت الصادر عن هذا المزمار يواقت الصوت الصادر عن المزمار السابق، أي:

$$f' = f = 340\ Hz$$

- وبما أن المزمار الجديد يحوي هواء في الدرجة $15\ ^oC$ فتكون السرعة:

$$v' = v = 340\ m.s^{-1}$$

نعوض:

$$L' = (2\times1-1)(\frac{340}{4\times340})$$

$$L' = \frac{1}{4} = 0.25\ m$$

مسألة عامة (34) ص 280

1- حساب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار:

$$\text{عدد أطوال الموجة} = \frac{\text{طول المزمار}\ (L)}{\text{طول الموجة}\ (\lambda)}$$

نحسب طول الموجة λ :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1024} = 0.332\ m$$

نعوض:

$$\text{عدد أطوال الموجة} = \frac{3.32}{0.332} = 10$$

2- حساب قيمة t' :

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}}$$

$$\frac{f\ \lambda}{f\ \lambda'} = \sqrt{\frac{273+15}{273+t'}}$$

بما أن المزمار يصدر الصوت السابق نفسه فيكون له الواتر نفسه.

نحسب λ' :

$$\text{عدد أطوال الموجة الجديد} = \frac{L}{\lambda'}$$

$$\frac{3.22}{\lambda'} = 5 \quad \Rightarrow \quad \lambda' = \frac{3.22}{5}$$

$$\lambda' = 0.664\ m$$

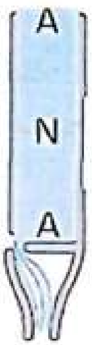
نعوض:

$$\frac{0.332}{0.664} = \sqrt{\frac{288}{273+t'}}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{288}{273+t'}$$

$$t' = 879\ ^oC$$

3- حساب تواتر الصوت الصادر f'' :



$$\lambda'' = \frac{v}{f''}$$

v نفسها لأن درجة الحرارة نفسها

$$L = \frac{\lambda''}{2}$$

$$f'' = \frac{v}{\lambda''}$$

نحسب λ'' :

المزمار متشابه الطرفين:

$$L = n\frac{\lambda''}{2}$$

حيث: $n = 1$

$$L = n\frac{\lambda''}{2}$$

$$\lambda'' = 2\ L$$

$$\lambda'' = 2\times3.32$$

$$\lambda'' = 6.64\ m$$

نعوض:

$$f'' = \frac{v}{\lambda''} = \frac{340}{6.64}$$

$$f'' = 51.2\ Hz$$

مسألة عامة (35) ص 280

حساب سرعة انتشار الصوت:

$$v = f \cdot \lambda \text{ ....(1)}$$

نحسب λ:

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

طول أقصر عمود هوائي يُسمع الصوت عنده (الرنين الأول):

$$(2n-1) = 1 \Rightarrow L_1 = \frac{\lambda}{4}$$

وطول العمود الهوائي الذي يُسمع عنده (الرنين الثاني):

$$(2n-1) = 3 \Rightarrow L_2 = \frac{3\lambda}{4}$$

فتكون المسافة بين المستويين للصوتين الشديدين المتتاليين:

$$L_2 - L_1 = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = 2(L_2 - L_1) = 2(0.653 - 0.21)$$

$$\lambda = 0.886\ m$$

نعوض في (1):

$$v = 392 \times 0.886$$

$$v = 347.312\ m.s^{-1}$$

- بيان فيما إذا كانت درجة الحرارة في العمود الهوائي أكبر أم أصغر من درجة حرارة الغرفة:

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}}$$

$$\frac{348}{331} = \sqrt{\frac{273+t}{273+0}}$$

$$t = 28.76\ ^oC$$

واضح أنها أكبر من $20\ ^oC$

مسألة عامة (36) ص 280

1- حساب طول المزمار L :

بما أن المزمار مختلف الطرفين:

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f}$$

نعوض:

$$L = (2\times1-1)\ \frac{324}{4\times162} = 0.5\ m$$

2- حساب تواتر الصوت الأساسي f :

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}$$

حيث: $D = \frac{M}{29}$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\frac{M_2}{29}}{\frac{M_1}{29}}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\frac{329}{v_2} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}$$

$$v_2 = 1296\ m.s^{-1}$$

وهي سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين.

الصوت الأساسي $n = 1$

نعوض في العلاقة:

$$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$$

$$f = (2\times1-1)\frac{1296}{4\times\frac{1}{2}} = 648\ Hz$$

طريقة ثانية:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}$$

بما أن المزمار يصدر في الحالتين المدروج نفسه وهو الصوت الأساسي، لذلك: $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$

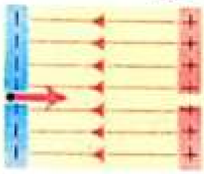
$$\frac{\lambda f_1}{\lambda f_2} = \sqrt{\frac{\frac{M_2}{2}}{\frac{M_1}{32}}} \Rightarrow \frac{162}{f_2} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4}$$

$$f_2 = 648\ Hz$$

مسألة عامة (37) ص 280

1. استنتاج الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف) بالرموز وحساب قيمتها:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:



- الوضع الأول: المهبط.
- الوضع الثاني: مقابل المهبط.

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

$$E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\text{(قوة كهربائية)}}$$

$$E_k - 0 = F.d = e\,E\,d = e\,U_{AC}$$

$$E_k = 1.6\times10^{-19}\times 8\times10^{14}$$

$$E_k = 128\times10^{-16}\,J$$

2. حساب سرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بالهدف:

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times128\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}}$$

$$v = \sqrt{2.8}\times10^{8}\,m.s^{-1}$$

3. حساب أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة:

$$E = E_k$$

حيث: E : طاقة الضوء الساقط.

E_k : الطاقة الحركية للإلكترونات المسرعة.

$$h\,f_{max} = e\,U_{AC} \quad\Rightarrow\quad h\,\frac{c}{\lambda_{min}} = e\,U_{AC}$$

$$\lambda_{min} = \frac{h\,c}{e\,U_{AC}}$$

$$\lambda_{min} = \frac{6.6\times10^{-34}\times 3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times 8\times10^{4}}$$

$$\lambda_{min} = 0.155\times10^{-11}\,m$$

مسألة عامة (38) ص 281

1- حساب طول موجة عتبة الإصدار:

نحسب تواتر العتبة:

$$E_s = h f_s \quad\Rightarrow\quad f_s = \frac{E_s}{h}$$

$$f_s = \frac{33\times10^{-20}}{6.64\times10^{-34}} = 5\times10^{14}\,Hz$$

نحسب طول موجة عتبة الإصدار:

$$E_s = h f_s \;.............(1)$$

$$c = \lambda_s f_s \;.............(2)$$

نسب العلاقتين (1) و (2):

$$\frac{E_s}{c} = \frac{h}{\lambda_s}$$

$$\frac{33\times10^{-20}}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{\lambda_s}$$

$$\lambda_s = 0.6\times10^{-6}\,m$$

طريقة ثانية:

$$\lambda_s = \frac{c}{f_s} = \frac{3\times10^{8}}{5\times10^{14}} = 0.6\times10^{-6}\,m$$

2- حساب الطاقة الحركية للالكترون لحظة انتزاعه من المهبط ، وحساب سرعته العظمى:

$$E = h f \;.................(3)$$

$$c = \lambda f \;.................(4)$$

نسب العلاقتين (3) و (4):

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^{8}} = \frac{6.6\times10^{-34}}{0.5\times10^{-6}}$$

$$E = 39.6\times10^{-20}\,J$$

$$E_k = E - E_s = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20}$$

$$E_k = 6.6\times10^{-20}\,J$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad\Rightarrow\quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-20}}{9.1\times10^{-31}}} \simeq 3.8\times10^{5}\,m.s^{-1}$$

مسألة عامة (39) ص 281

- استنتاج العلاقة المحددة لسرعة الالكترون عند خروجه من النافذة المقابلة في اللبوس الموجب:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الوضع الأول: نافذة اللبوس السالب (A).
- الوضع الثاني: نافذة اللبوس الموجب (B).

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to2)}$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = W_{(\text{قوة كهربائية})}$$

$$\frac{1}{2} m_e\, v^2 - 0 = e\, U_{AB}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\, e\, U_{AB}}{m_e}}$$

- حساب سرعة خروج الالكترون من النافذة المقابلة في اللبوس الموجب:

نعوض في العلاقة السابقة:

$$v = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times720}{9\times10^{-31}}}$$

$$v = 16\times10^{6}\ m.s^{-1}$$

مسألة عامة (40) ص 281

1- حساب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوسي المكثفة:

$$E = \frac{U_{ab}}{d} = \frac{900}{2\times10^{-2}}$$

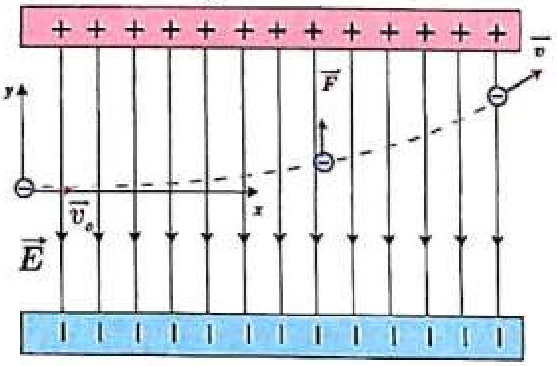
$$E = 45\times10^{3}\ V.m^{-1}$$

2- حساب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها إلكترون من الحزمة:

$$F = e\,E = 1.6\times10^{-19}\times45\times10^{3}$$

$$F = 72\times10^{-16}\ N$$

3- دراسة حركة إلكترون من الحزمة، وتحديد معادلة حامل مساره بالنسبة لمراقب خارجي:



- جملة المقارنة: خارجية.
- الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي المنتظم بإهمال ثقله.
- القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{F}$ القوة الكهربائية

حيث: $\vec{F} = e\vec{E}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة لأن شحنة الالكترون سالبة وشدتها ثابتة.

- نطبق العلاقة الأساسية في التحريك:

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

$$\vec{F} = e\vec{E} = m_e\,\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e\vec{E}}{m_e} = \overrightarrow{const}$$

باعتبار:

مبدأ الفواصل نقطة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

مبدأ الزمن لحظة دخول الالكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

- بإسقاط العلاقة على المحور $\overline{x'x}$ أفقياً :

$$a_x = 0 \Rightarrow v_x = const \Rightarrow$$

مسقط الحركة على هذا المحور مستقيمة منتظمة، تابعها الزمني: $x = v_0\, t$ ....(1)

- بإسقاط العلاقة على المحور $\overline{y'y}$ شاقولياً :

$$a_y = \frac{e\,E}{m_e}$$

مسقط الحركة على هذا المحور مستقيمة متغيرة بانتظام، تابعها الزمني:

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$y = \frac{1}{2} \frac{e\,E}{m_e} t^2 \ ....(2)$$

من (1): $t = \frac{\chi}{v_0}$

نعوض في (2): $y = \frac{1}{2} \frac{e\,E}{m_e} \frac{\chi^2}{v_0^2}$

حيث: $E = \frac{U_{AB}}{d}$

$$y = \frac{1}{2} \left(\frac{e\,U_{AB}}{m_e\,d\,v_0^2} \right) \chi^2$$

$$y = \frac{1}{2} \left(\frac{1.6\times10^{-19} \times 900}{9\times10^{-31} \times 2\times10^{-2} \times (4\times10^{7})^2} \right) \chi^2$$

$$y = \frac{5}{2} \chi^2$$

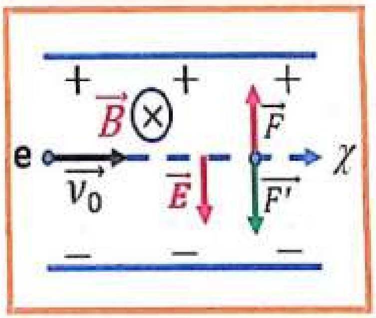
وهي معادلة حامل المسار وهي معادلة قطع مكافئ.

4- حساب شدة الحقل المغناطيسي المعامد للحقل الكهربائي المتولد بين لبوسي المكثفة:

لكي يتحرك الالكترون بحركة مستقيمة منتظمة، أي كي لا ينحرف يجب أن يكون: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$\vec{F}$ (كهربائية) $+ \vec{F}$ (لورنز) $= \vec{0}$

بالاسقاط على محور موجه نحو الأعلى:



F (كهربائية) $- F$ (لورنز) $= 0$

F (كهربائية) $= F$ (لورنز)

$$e\,E = e\,v_0\,B\,\sin(\widehat{\vec{v_0}\,.\,\vec{B}})$$

حيث: $\vec{B} \perp \vec{v_0}$، $\sin(\widehat{\vec{v_0}\,.\,\vec{B}}) = 1$

$$e\,E = e\,v_0\,B$$

$$B = \frac{E}{v_0} = \frac{45\times10^3}{4\times10^7}$$

$$B = 11.25\times10^{-4}\ T$$

مسألة عامة (41) ص 281

1- حساب الطاقة اللازمة لانتزاع الالكترون:

$$E_s = h f_s \ ....(1)$$

$$c = \lambda_s f_s \ ....(2)$$

نسب العلاقتين (1) و (2):

$$\frac{E_s}{c} = \frac{h}{\lambda_s}$$

$$\frac{E_s}{3\times10^8} = \frac{6.6\times10^{-34}}{6600\times10^{-10}}$$

$$E_s = 3\times10^{-19}\ J$$

طريقة ثانية:

$$E_s = h f_s = h \frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_s = 6.6\times10^{-34} \frac{3\times10^8}{6600\times10^{-10}}$$

$$E_s = 3\times10^{-19}\ J$$

- حساب كمية حركة الفوتون الوارد:

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}}$$

$$P = 1.5\times10^{-27}\ Kg.m.s^{-1}$$

2- حساب الطاقة الحركية العظمى للالكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة:

$$E = h f \ ....(3)$$

$$c = \lambda f \ ....(4)$$

نسب العلاقتين (3) و (4):

$$\frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{E}{3\times10^{8}}=\frac{6.6\times10^{-34}}{4400\times10^{-10}}$$

$$E=4.5\times10^{-19}\,J$$

$$E_k=E-E_s$$

$$E_k=4.5\times10^{-19}-3\times10^{-19}$$

$$E_k=1.5\times10^{-19}\,J$$

3- حساب قيمة كمون الإيقاف:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

- الوضع الأول: المهبط.
- الوضع الثاني: المصعد.

$$\overline{\Delta E_k}=\sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to2)}$$

$$E_{k_2}-E_{k_1}=\overline{W}$$ (قوة كهربائية)

عند تطبيق كمون الإيقاف يصل الالكترون إلى المصعد بسرعة معدومة: $E_{k_2}=0$

$$0-E_{k_1}=e(-U_0)$$

$$U_0=\frac{E_{k_1}}{e}=\frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}$$

$$U_0=0.9375\,Volt$$

مسألة عامة (42) ص 282

1- حساب طول الموجة الأصغري للأشعة السينية الصادرة

$$\lambda_{min}=\frac{c}{f_{max}}=\frac{3\times10^{8}}{3\times10^{18}}$$

$$\lambda_{min}=10^{-10}\,m$$

2- حساب فرق الكمون بين المصعد والمهبط:

الطاقة الحركية للالكترون المسبب لاصدار الفوتون تساوي أعظم طاقة لفوتون الأشعة السينية الصادرة:

$$E=E_k$$

$$h\,f_{max}=e\,U_{AC}$$

$$U_{AC}=\frac{h\,f_{max}}{e}$$

$$U_{AC}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{1.6\times10^{-19}}$$

$$U_{AC}=12375\,V$$

3- حساب سرعة الالكترون لحظة اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف):

$$h\,f_{max}=e\,U_{AC}=\frac{1}{2}m_e v^2$$

$$v=\sqrt{\frac{2\,h\,f_{max}}{m_e}}$$

$$v=\sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{9\times10^{-31}}}$$

$$v=6.6\times10^{7}\,m.s^{-1}$$

أو نعوض في العلاقة:

$$v=\sqrt{\frac{2\,e\,U_{AC}}{m_e}}$$

$$v=6.6\times10^{7}\,m.s^{-1}$$

مسألة عامة (43) ص 282

حساب الطاقة التي يتلقاها $1(Km)^2$ من سطح المريخ خلال دقيقة واحدة:

- الطاقة الصادرة عن الشمس <u>خلال ثانية</u>:

$$\Delta E=\Delta m\,c^2=4.22\times10^{11}\times9\times10^{16}$$

$$\Delta E=38\times10^{27}\,J$$

- الطاقة الصادرة عن الشمس <u>خلال دقيقة</u>:

$$\Delta E=60\times38\times10^{27}$$

$$\Delta E=2280\times10^{27}\,J$$

- الطاقة المقدمة خلال دقيقة لكل $1(Km)^2$ لسطح كرة $(s=4\pi R^2)$ مركزها الشمس ونصف قطرها:

$$R = 1.52\ AU = 1.52 \times 150 \times 10^{6}$$

$$R = 228 \times 10^{6}\ Km$$

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^{2}} = \frac{2280 \times 10^{27}}{4\pi \times (228 \times 10^{6})^{2}}$$

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^{2}} = \frac{2280 \times 10^{27}}{12.5 \times (228 \times 10^{6})^{2}}$$

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^{2}} = \frac{2280 \times 10^{27}}{649800 \times 10^{12}}$$

$$\frac{\Delta E}{4\pi R^{2}} \simeq 35 \times 10^{11}\ J.(Km)^{-2}$$

وهي الطاقة التي يتلقاها $1(Km)^{2}$ من سطح المريخ خلال دقيقة.

مسألة عامة (44) ص 282

حساب بُعد المجرة:

$$\lambda' = (1 + \frac{v'}{c})\ \lambda \ \Rightarrow\ \lambda' = \lambda + \lambda\ \frac{v'}{c}$$

$$\lambda' - \lambda = \lambda\ \frac{v'}{c} \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$$

وحسب قانون هابل:

$$v' = H_0\ d$$

نعوض:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{H_0\ d}{c}$$

$$d = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}\ \frac{c}{H_0} \ ....(1)$$

$$H_0 = 68\ \frac{Km.\ s^{-1}}{M.\ pc} = \frac{68 \times 10^{3}}{10^{6}\ (3 \times 10^{16})}$$

$$H_0 = \frac{68}{3} \times 10^{-19}\ s^{-1}$$

نعوض في (1)

$$d = 0.05 \times \frac{3 \times 10^{8}}{\frac{68}{3} \times 10^{-19}}$$

$$d \simeq 0.662 \times 10^{25}\ m$$

تحويل إلى سنة ضوئية:

$$d = \frac{0.662 \times 10^{25}}{3 \times 10^{8} \times 365.25 \times 24 \times 3600}$$

$$d = 7 \times 10^{8}$$ سنة ضوئية

مسألة عامة (45) ص 282

1- حساب سرعة الإفلات (السرعة الكونية الثانية) من جاذبية المريخ:

$$v = \sqrt{\frac{2\ G\ M}{r}}$$

بما أن:

$$2\ r = 6800\ Km$$

$$r = 3400\ Km = 3400 \times 10^{3}\ m$$

نعوض:

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{3400 \times 10^{3}}}$$

$$v = 5 \times 10^{3}\ m.\ s^{-1}$$

2- حساب نصف قطر المريخ إذا ضُغِط المريخ بحيث يصبح ثقب أسود:

$$r = \frac{2\ G\ M}{c^{2}}$$

$$r = \frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{(3 \times 10^{8})^{2}}$$

$$r = 9.5 \times 10^{-4}\ m$$

حل التفكير الناقد لجميع دروس الكتاب

(نواس مرن) ص 19

في حالة التوازن تتساوى شدة قوة ثقل المكعب الخشبي مع شدة دافعة أرخميدس المؤثرة عليه، فتكون محصلة القوى المؤثرة معدومة. $\sum \overrightarrow{F} = \overrightarrow{0}$

وعند التأثير على المكعب الخشبي بقوة شاقولية بحيث يتغير الحجم المغمور من المكعب، فتتغير شدة دافعة أرخميدس لتصبح محصلة القوى متناسبة مع الإزاحة ومعاكسة لها بالجهة وهي ما تسمى قوة الإرجاع، فتكون الحركة: **حركة جيبية انسحابية.** $\sum \overrightarrow{F} = -k\,\overrightarrow{\chi}$

(نواس الفتل) ص 27

عند فتح الصمامين يتدفق الماء منهما فتتناقص كتلة الماء من الكأسين وينقص عزم العطالة، وهذا يؤدي إلى تناقص دور النواس $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$ ، فيزداد النبض الخاص، فتزداد السرعة الزاوية العظمى.

$\omega_{max} = \left|\mp \omega_0\ \theta_{max}\right| = \left|\mp \frac{2\pi}{T_0}\theta_{max}\right|$ أي السرعة الزاوية تزداد بتناقص الدور.

(النواس المركب) ص 41

1- في محطة الفضاء الدولية التي تدور بحركة دائرية منتظمة تكون قوة الثقل مساوية بالقيمة ومعاكسة بالجهة لقوة العطالة النابذة الناتجة عن الدوران فيحدث ما يسمى انعدام الثقل الظاهري فيصبح الدور لانهائي، أي لا يهتز النواس البسيط.

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

(ميكانيك الموائع) ص 53

يكون السطح العلوي لجناح الطائرة أكثر تقوساً من السطح السفلي، فعندما تتحرك الطائرة بسرعة ما تكون سرعة جريان الهواء من الأعلى أكبر منها من الأسفل وبالتالي يكون الضغط من الأعلى أقل منه من الأسفل فينشأ فرق في الضغط بين أسفل الجناح وأعلاه يسبب قوة ترفع الطائرة نحو الأعلى تسمى قوة الرفع.

(النسبية الخاصة) ص 66

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

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

(المغناطيسية) ص 87

تتقارب حلقات النابض، لأنه عندما يمر التيار الكهربائي في حلقات النابض، فإن كل حلقة تتمغنط وتمثل صفيحة مغناطيسية لها وجهان وجه شمالي ووجه جنوبي، الوجه الشمالي من كل حلقة يقابله الوجه الجنوبي للحلقة التي تليها وهذا يؤدي إلى تجاذب الحلقات، لأن نهاية النابض السفلية حرة الحركة، وبالتالي تتقارب حلقات النابض.

(فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي) ص 103

بإهمال ثقل الجسيم المشحون: فعند مرور الجسيم المشحون ضمن منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم، فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية $\overrightarrow{F}=q\,\overrightarrow{v}\wedge\overrightarrow{B}$ وعند مروره ضمن منطقة الحقل الكهربائي، فإنه يتأثر بقوة كهربائية $\overrightarrow{F'}=q\,\overrightarrow{E}$.

إن كلاً من $\overrightarrow{F}$ و $\overrightarrow{F'}$ على حامل واحد وهنا نميز حالتين:

1) إذا كانت $\overrightarrow{F}$ و $\overrightarrow{F'}$ بجهة واحدة، كان المسار دائري.

2) إذا كانت $\overrightarrow{F}$ و $\overrightarrow{F'}$ بجهتين متعاكستين ومتساويتان بالشدة، انعدمت محصلة القوى فيصبح المسار مستقيم.

(التحريض الكهرطيسي) ص 125

1- عندما تزداد شدة التيار المحرض المار في الوشيعة تزداد شدة الحقل المغناطيسي المحرض المولَّد من قبل الوشيعة ذاتها، فيزداد التدفق المغناطيسي المحرض وتصبح القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أصغر من الصفر $di\,\rangle 0 \Rightarrow \bar{\varepsilon}\,\langle 0$، فيكون $\overrightarrow{B}$ محرض و $\overrightarrow{B'}$ متحرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين، وحسب قاعدة اليد اليمنى تكون جهة التيار الكهربائي المتحرض بعكس جهة التيار الكهربائي المحرض.

2- عندما تتناقص شدة التيار المحرض المار في الوشيعة تتناقص شدة الحقل المغناطيسي المحرض المولَّد من قبل الوشيعة ذاتها فيتناقص التدفق المغناطيسي المحرض وتصبح القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر من الصفر $di\,\langle 0 \Rightarrow \bar{\varepsilon}\,\rangle 0$، فيكون $\overrightarrow{B}$ محرض و $\overrightarrow{B'}$ متحرض على حامل واحد وبجهة واحدة، ، وحسب قاعدة اليد اليمنى تكون جهة التيار الكهربائي المتحرض بجهة التيار الكهربائي المحرض.

(الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر) ص137

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

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

بينما يمر في فرع الوشيعة المهملة المقاومة التيار منخفض التوتر لأن:

$$X_C=\omega L=2\pi f\ L$$

(التيار المتناوب) ص 159

1- قد يسبب حرائق في المنازل إذا حدث تماس كهربائي، أو يحدث أذية للإنسان عند تماس مع التيار لأن جسم الإنسان ناقل للتيار وقد يسبب الموت، أو يسبب عطل في الأجهزة الكهربائية عند ارتفاع التوتر الكهربائي فيها، حيث يتم حماية الإنسان منه باستخدام دارات كهربائية جيدة وقواطع تفاضلية جيدة النوع بالإضافة إلى منظم كهربائي يحافظ على قيمة ثابتة للتوتر.

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

3- بسبب تراكم الشحنات الكهربائية.

4- لأن البلاستيك عازل للتيار الكهربائي.

5- لأن مياه الصنبور تنقل التيار الكهربائي.

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

(المحولة الكهربائية) ص166

لأن التوترات العالية جدا تؤدي إلى تأين في جزيئات الهواء المحيط بخطوط النقل إلى درجة يصبح فيها الهواء ناقلاً للتيار وهذا يشكل خطراً على الكائنات الحية والمنشآت المجاورة.

(الأمواج المستقرة) ص 196

- تواتر الصوت الصادر عن وتر كمان نهايته مقيدة:

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

من أجل الصوت الأساسي:

$$f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

- تواتر الصوت الصادر عن عمود هوائي مغلق:

$$f' = (2n-1)\frac{v}{4L}$$

من أجل الصوت الأساسي:

$$f' = \frac{v}{4L}$$

وبما أن: $f = f'$

$$\Rightarrow \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}} = \frac{v}{4L} \quad \Rightarrow \sqrt{\frac{F_T L}{m}} = \frac{v}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_T L}{m} = \frac{v^2}{4} \quad \Rightarrow F_T = \frac{v^2 m}{4L}$$

(النماذج الذرية والطيوف) ص 209

نشاهد قوس قزح نتيجة تحلل ضوء الشمس عند اجتيازه لقطرات الماء العالقة في الهواء، حيث كل قطرة ماء تعتبر وكأنها موشور زجاجي فيتحلل من خلال ضوء الشمس إلى ألوان قوس قزح ويكون لكل لون طول موجة معين.

(انتزاع الإلكترونات) ص 217

لا ينطبق ذلك على الالكترون في الذرة وذلك وفقاً لفرضيات بور:

- حركة الالكترون حول النواة دائرية منتظمة.

- لا يصدر الإلكترون طاقة طالما بقي متحركاً في أحد مداراته حول النواة، لكنه يمتص طاقة بكميات محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أبعد عن النواة، ويصدر طاقة بكميات محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أقرب إلى النواة تحسب بالعلاقة: $\Delta E = h.f$.

(الأشعة المهبطية) ص 223

يولد التوتر العالي المطبق على شاشة التلفاز بجواره حقلاً كهربائياً شديداً يؤين الهواء المجاور للتلفاز من الخلف فيصبح ناقلاً للتيار لذلك عند لمس التلفاز من الخلف تنتقل الشحنات الكهربائية لجسم الإنسان ويحدث صعقة كهربائية أي تفريغ الشحنة الكهربائية عبر الجسم المجاور.

(الفعل الكهرحراري) ص 229

لأن الحقل المغناطيسي يحرف الحزمة الإلكترونية عن مسارها بتأثير قوة لورنز المغناطيسية وبالتالي تشوه الصورة.

(نظرية الكم والمفعول الكهرضوئي) ص 239

نموذج بئر الكمون يعتبر الالكترون الموجود على السطح المعدني كأنه في بئر كمون تشده قوة كهربائية نحو داخل المعدن، ولإخراج هذا الالكترون من هذا البئر خارج سطح المعدن يجب أن نقدم له طاقة ضوئية $E = h.f = h\frac{c}{\lambda}$

أكبر من طاقته الكامنة الكهربائية وهو في قاع البئر W_s

(الأشعة السينية) ص 245

- __الطيف الخطي:__ نحصل عليه عند اصطدام الالكترونات المسرّعة لإلكترون داخلي من ذرات الهدف فتنتزعه ويترك مكانه فراغاً (ثقباً) فيقوم أحد الالكترونات من السويات الأعلى لملء هذا الفراغ وينتج عن ذلك طاقة على شكل اشعاع كهرطيسي بطول موجة

$$\Delta E = h.f = h\frac{c}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{h\,c}{\Delta E}$$

وهذا الطيف له علاقة بمادة الهدف ولا يتوقف على U_{AC}.

- __الطيف المستمر:__

ينتج عن فقدان الالكترونات المسرّعة لطاقتها عند اصطدامها بالهدف ويظهر ذلك على شكل اشعاع كهرطيسي يحتوي على جميع الأطوال الموجية، وهذا الطيف لا علاقة له بمادة الهدف وإنما يتوقف على U_{AC}

(أشعة الليزر) ص 252

في **الليزرات الغازية**: المادة المستخدمة (الوسط المضخم) غازاً، مثل غاز (النيون – هيلوم)

في **الليزر نصف الناقل**: المادة المستخدمة مادة نصف ناقلة، وله عدة ألوان (أحمر، أخضر، أزرق).

في **الليزر الياقوتي**: المادة المستخدمة هي الياقوت.

في **الليزرات السائلة**: المادة المستخدمة كلوريد الأمونيوم المذاب في الكحول الإيتلي.

(الفيزياء الفلكية) ص 267

إن نجم القطب يُطلَق على ألمع نجم قريب من أحد قطبي الكرة الأرضية، حيث أنه يكون قريباً من محور دوران الأرض لدرجة أنه يبدو شبه ثابت.

Physics

Directed by

Omar Abodan

Ali Alfakir