سلسلة المنجد التعليمية

مرجع المتفوقين

مسائل محلولة في
الفيزياء

الثالث الثانوي العلمي

- ما يجب تذكره من قوانين و أفكار رئيسة في كل درس
- فوائد و ملاحظات لحل المسائل
- مناقشة طرق حل المسائل
- حل كافة مسائل الدروس و المسائل العامة
- نماذج محلولة لسؤال خيار من متعدد وفق النموذج الامتحاني

إعداد المدرّس:

بسّام النابلسي

مكتبة الفتال

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

عزيزي الطالب ...

- النسخة الملونة هي النسخة الأصلية.
- التلوين في النسخة الأصلية يعطي مدلولات لفهم الأفكار.
- إنّ تلوين بعض العبارات الهامة بألوان مميزة يؤكد على أهميتها و يساعد في تذكرها.
- شراء النسخة الأصلية يساهم في استمرار وتطوير هذا العمل.

- يمكنك متابعة صفحتنا على الفيس بوك:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مسائل محلولة في

الفيزياء

الثالث الثانوي العلمي

- ما يجب تذكره من قوانين و أفكار رئيسة في كل درس
- فوائد و ملاحظات لحل المسائل
- مناقـشة طرق حـل المسـائل
- حل كافة مسائل الدروس و المسائل العامة
- نماذج محلولة لسؤال خيار من متعدد وفق النموذج الامتحاني
- حل جميع الأسئلة الواردة بالكتاب والتفكير الناقد
- يوجد طلبات إضافية لبعض المسـائل لإغناء الفكرة
- تدرب أكثر وفق نماذج الدورات السـابقة
- رسومات واضحة و دقيقة لتوضيح الحل
- تجميع القوانين و ترتيبها لسهولة حفظها

إعداد المدرس

بسّام النابلسي

إهداء

لما كانت الشهادة الثانوية مرحلةً مصيريةً في حياة كلّ طالب و لما كانت مادة الفيزياء من المواد المحورية لطالب الشهادة الثانوية في الفرع العلمي ...

رأيت أن أهدي هذا الكتاب إلى:

كل طالب يجهز نفسه لتقديم امتحان الشهادة الثانوية و يعتبر مادة الفيزياء عقبةً لا يساعده أحدٌ على تذليلها، فهذا الكتاب خير عونٍ له لأنه يوفر عليه الجهد و الوقت ويجيب عن كثيرٍ من الأسئلة التي ترتبط بالسنوات السابقة، فقد سعيت إلى أن أجعل مادة الفيزياء سلسلةً متصلةً في ذهن كلّ طالب، فوضحت فكرة حل كل مسألة في الكتاب المقرر، ثم شرحت الحل بشكل مبسط للطالب للوصول إلى الجواب الصحيح بصورة سهلة. كما قمت بتنظيم القوانين التي يحتاجها الطالب لكي تكون أسهل في الحفظ و الفهم. وعملت على مراجعة الأفكار و القوانين المرتبطة بالمراحل السابقة قبل كل بحث.

وعلى الرغم من الجهد الذي بذلته و الوقت الذي أنفقته إلا أنني أعتبره جهداً متواضعاً أضعه بين يدي طلابنا الأعزاء لكي يكون رديفاً للكتاب المقرر الذي يبقى هو الأساس للطالب. وأتمنى أن يحقق هذا الكتاب الفائدة المرجوّة منه و الغاية التي وُجد من أجلها.

مدخلٌ ونصائح مهمّة :

لكي يحصل الطالب على فائدة كبيرة من هذا الكتاب فلا بدّ له من اتباع الخطوات التالية:

- دراسة البحث النظري من الكتاب المقرّر.
- الاطلاع على الفوائد و القوانين المطلوبة لحلّ المسألة من هذا الكتاب فهي منظمة و مرتبة بشكلٍ يساعد على فهمها و حفظها.
- محاولة حل المسألة اعتماداً على الجهد الشخصي.
- تصحيح الحل من هذا الكتاب ثم فهمه و حفظ خطواته، مع الأخذ بعين الاعتبار أن طرق الحلّ التي اخترتها تمكّن الطالب من تحقيق الدرجة التامة بإذن الله. وهذا ما نتمناه بكل إخلاص لطلابنا الأعزاء.

والله ولي التوفيق

المدرس: بسّام النابلسي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تمهيد ميكانيك:

1- المقادير: وتقسم إلى ثلاثة أنواع:

1- **مقدار حسابي:** وهو مقدار موجب دوماً، مثال: طول ساق $\ell = 20\ cm$، كتلة جسم $m = 30\ kg$.

2- **مقدار جبري:** وهو مقدار إما أن يكون موجب أو سالب، يوضع فوق الرمز خط.

مثال: متحرك يسير بسرعة $(\overline{v} = -30\ m \cdot s^{-1})$

اشارة $(-)$ تشير أن المتحرك يسير بعكس التوجه. وإن قيمة السرعة (شدة شعاع السرعة) هي: $v = 30\ m \cdot s^{-1}$.

3- **مقدار شعاعي:** ويعرف بأربع عناصر هي:

A- المبدأ (نقطة التأثير).
B- الحامل.
C- الجهة.
D- الشدة (**الطويلة**): وهي مقدار **موجب دوماً**.

2- التغير: ويقصد بالتغير عدم الثبات ونميز له نوعين:

a) **تغيرات كبيرة:** رمزها (Δ) وهي تساوي:

$$\boxed{\overline{\Delta x} = x_2 - x_1}$$

حيث: x_1: حالة أولى (بدائية)
x_2: حالة ثانية (نهائية)

b) **تغيرات صغيرة (جداً)[بجوار الصفر]:**
رمزها (d)
وهي تنتج عندما Δ تسعى إلى الصفر

$$\frac{dx}{dt} = (x)'_t$$

3- تذكرة حول الاشتقاق:

a- **اشتقاق تابع زمني:** مثال:

$$\overline{x} = f(t) = 3t^2 + 5t - 8$$

$$(\overline{x})'_t = 6t + 5$$

$$(\overline{x})''_t = 6$$

ملاحظة: إذا كان:

$$\frac{dx}{dt} = 0 \quad \Rightarrow \quad x = const$$

b- $(y^2)' = 2y \cdot y'$

مثال:

$$\left[(5x+3)^2\right]' = 2 \times 5 \times (5x+3)$$

c- **اشتقاق التوابع الجيبية:**

$$\overline{x} = \sin \alpha t \quad \Rightarrow \quad (\overline{x})'_t = \alpha \cos \alpha t$$

$$\overline{x} = \cos \alpha t \quad \Rightarrow \quad (\overline{x})'_t = -\alpha \sin \alpha t$$

مثال:

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

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

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

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

4- تذكرة قوانين (حادي عشر):

1- قانون هوك:

$$\boxed{\overline{F} = k\, \overline{x}}$$

k: ثابت صلابة النابض $N \cdot m^{-1}$.

$\overline{x} > 0$ استطالة النابض، $\overline{x} < 0$ انضغاط النابض.

2- الحركة المستقيمة المنتظمة:

$$\boxed{\begin{array}{l} v = const \\ x = vt + x_0 \end{array}}$$

تابع الفاصلة من الدرجة الأولى بالنسبة إلى الزمن.

3- الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام:

$\{a_t = const$ (متغيرة بانتظام)، $a_c = 0$ (مستقيمة)$\}$

$$\Rightarrow \qquad a = a_t = const$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التوابع:

- $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$
- $v = at + v_0$
- $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

4- الحركة الدائرية المنتظمة:

- تابع الفاصلة المنحنية: $S = vt + S_0$
- تابع الفاصلة الزاوية: $\theta = \omega t + \theta_0$
- علاقة الدور (T) مع التواتر (f):

$$T = \frac{1}{f} \quad , \quad f = \frac{1}{T}$$

- علاقة السرعة الزاوية (ω) مع الدور والتواتر:

$$\omega = 2\pi f \quad , \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

5- ربط المقادير الخطية مع الزاوية:

$$a_t = \alpha r \quad , \quad v = \omega r \quad , \quad S = \theta r$$

حيث α التسارع الزاوي a_t التسارع المماسي.

6- التسارع المماسي و الناظمي:

$a_t = (v)'_t = (S)''_t$ (تسارع مماسي)

$a_c = \frac{v^2}{r}$ ، $a_c = \omega^2 r$ (تسارع ناظمي)

ملاحظات:

- $a_t = const \Rightarrow$ (حركة متغيرة بانتظام)
- $a_t \neq const \Rightarrow$ (حركة متغيرة)
- $a_t = 0 \Rightarrow$ (حركة منتظمة)
- $a_c = 0 \Rightarrow$ (مسار مستقيم)
- $a_c \neq 0 \Rightarrow$ (مسار منحنٍ)

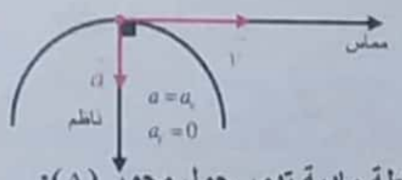
- $a_c = \frac{v^2}{r} = const \Rightarrow$ الحركة الدائرية المنتظمة

$v = const$ (حركة منتظمة)

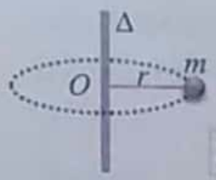
$r = const$ (مسار دائري)

ومع الحركة الدائرية المنتظمة $\vec{v} \perp \vec{a_c}$ ، $\vec{a} = \vec{a_c}$

أي شعاع التسارع ناظمي فقط. $(a_t = 0)$



7- عزم عطالة نقطة مادية تدور حول محور (Δ):



$$I_\Delta = mr^2$$

$kg \cdot m^2$

ملاحظة:

عزوم عطالة أجسام مثل ساق أو قرص حول محور يمر من مركزها (c) تُعطى بنص المسألة.

8- العلاقة الأساسية بالتحريك (انسحاب):

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

ويكون شرط التوازن (مع الانسحاب): $\sum \vec{F} = \vec{0}$

9- العلاقة الأساسية بالتحريك (دوران):

$$\sum \overline{\Gamma_\Delta} = I_\Delta \overline{\alpha}$$

ويكون شرط التوازن (مع الدوران): $\sum \overline{\Gamma_\Delta} = 0$

10- كمية الحركة:

$$P = mv$$

$kg \cdot m \cdot s^{-1}$

11- عزم حركي:

$$L = Pr$$

$kg \cdot m^2 \cdot rad \cdot s^{-1}$

$$L = mvr \Rightarrow L = m\omega r \times r \Rightarrow L = I_\Delta \omega$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

12- **الاستطاعة:** (P: Wan)

$$P = \frac{W}{t}$$

وبحالة خاصة:

$P = F v$ (انسحاب)

$P = \Gamma \omega$ (دوران)

13- **العمل:** (W : J جول) ، العمل مقدار جبري $\overline{W}$

a) عمل قوة ثابتة:

$$\overline{W} = F \cdot x \cdot \cos\theta$$

θ: زاوية بين حاملي القوة و الانتقال . **ونميز:**

1. $\boxed{\theta = 0}$: للقوة والانتقال نفس الحامل و نفس الجهة: $(W > 0)$ ، $\overline{W} = F \cdot x$

2. $\boxed{\theta = 180^\circ}$: للقوة و الانتقال نفس الحامل و جهتين متعاكستين: $(W < 0)$ ، $\overline{W} = -F \cdot x$

3. $\boxed{\theta = 90^\circ}$: القوة تعامد الانتقال : $(W = 0)$

b) عمل قوة الثقالة:

(عمل قوة الثقل) $\boxed{\overline{W} = m\,g\,h} \Rightarrow \boxed{\overline{W} = w h}$

ويكون:

هبوط (محرك) $(+)$

صعود (مقاوم) $(-)$

لاحظ أن $w = mg$ هي (شدة قوة ثقل)

14- **الطاقة:** (E : جول)

[الطاقة الكلية = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة]

$$\underbrace{E_{tot}}_{\text{الطاقة الكلية}} = \underbrace{E_k}_{\text{الطاقة الحركية}} + \underbrace{E_p}_{\text{الطاقة الكامنة}}$$

ولدينا:

- $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ طاقة حركية (انسحاب)
- $E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2$ طاقة حركية (دوران)
- $E_p = w\,h$ طاقة كامنة (ثقالية)

الطاقة الكامنة الثقالية = عمل قوة الثقالة

- $E_p = \frac{1}{2} k x^2$ طاقة كامنة (مرونية)

15- **نظرية الطاقة الحركية:**

عندما ينتقل جسم صلب على مسار بين وضعين a،b بتأثير محصلة قوى خارجية ($\sum \vec{F}$) فإن العمل الذي تنجزه هذه المحصلة خلال فاصل زمني (Δt) يساوي التغير في الطاقة الحركية للجسم الصلب من خلال الفاصل الزمني Δt نفسه ويُعطى بالعلاقة :

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(a \to b)}$$ (حفظ العلاقة)

16- **ربط الانسحاب مع الدوران :**

انسحاب		دوران	
القوة	F	عزم	$\overline{\Gamma_\Delta}$
فاصلة خطية	x ، S	فاصلة زاوية	θ
سرعة خطية	v	سرعة زاوية	ω
تسارع خطي	a	تسارع زاوي	α
كتلة (عطالة)	m	عزم عطالة	I_Δ
استطاعة انسحابيه	$P = F v$	استطاعة دوران	$P = \Gamma_\Delta \omega$
طاقة حركية انسحابيه	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$	طاقة حركية دورانية	$E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5- ملاحظات رياضية:

1) العلاقة الشعاعية يجب أن تكون متجانسة الطرفين أي يوجد الشعاع بطرفي العلاقة. مثال:

$$\sum \overline{F} = \vec{0} \quad ، \quad \sum \overline{F} = m\vec{a}$$

2) كل شعاع = طويلته × شعاع واحدته .

مثال: $\vec{s} = s\ \vec{n}$

3) لا نعوض عددياً بعلاقة شعاعية :
تُعطى العلاقة الشعاعية جاهزية تعويض (أي التخلص من الشعاع) بإحدى الطريقتين:
a) بالإسقاط: نسقط على محور نختاره.
b) بالتربيع: نربع طرفي العلاقة الشعاعية، مثال:

$$\overline{A} = \overline{B} + \overline{C} \Rightarrow A^2 = B^2 + C^2 + 2\overline{B}\cdot\overline{C}$$

$$A^2 = B^2 + C^2 + 2B\cdot C\cdot\cos\theta$$

حيث: $\theta = (\widehat{\overline{B},\overline{C}})$

حالة خاصة:

$$\left(\overline{B} \perp \overline{C}\right) \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2} \quad ، \quad \left[\cos\frac{\pi}{2} = 0\right]$$

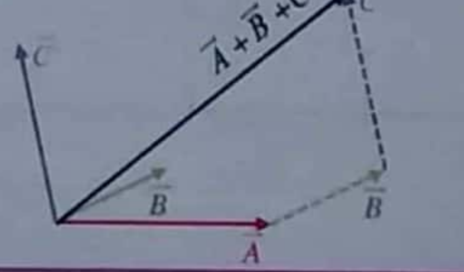
$$A^2 = B^2 + C^2 \Rightarrow \qquad A = \sqrt{B^2 + C^2}$$

4) تعطى علاقة العزوم الجبرية جاهزية تعويض بالتوجيه، نوجه اصطلاحاً عكس عقارب الساعة للعزوم الموجبة.

5) بزوايا صغيرة أقل من $14°$ (درجة) أي ما يعادل $\theta = 0.24\ rad$ نُلبس:

$$\boxed{\sin\theta \simeq \theta \quad ، \quad \tan\theta \simeq \theta \quad ، \quad \cos\theta \simeq 1}$$

6) تذكرة عن جمع الأشعة:



6- فوائد حول حساب التغيرات الصغيرة و التغير النسبي:

- التغير في مقدار (x) هو (Δx)
- التغير النسبي في مقدار (x) هو $(\frac{\Delta x}{x})$
- لحساب التغيرات الصغيرة:

A. حالة مجموع:

$$x = y + z \Rightarrow \Delta x = \Delta y + \Delta z$$

B. حالة طرح:

$$x = y - z \Rightarrow \Delta x = \Delta y - \Delta z$$

- قواعد سريعة لإيجاد التغير النسبي (قواعد إشارة):

⊗ ⟵ ⊕

÷ ⟵ ⊖

القوة ⟵ تهبط لتصبح أمثال

الثابت ⟵ لا يوجد له تغيير و لا تغير نسبي

$$x = const \Rightarrow \Delta x = 0 \Rightarrow \frac{\Delta x}{x} = 0$$

ثم نجري التغير النسبي لباقي الحدود .

مثال: أوجد التغير النسبي في (x) المعطيات بالعلاقة:

$$x = const \times y^a \times z^b \div F^c$$

الحل:

$$\frac{\Delta x}{x} = 0 + a\frac{\Delta y}{y} + b\frac{\Delta z}{z} - c\frac{\Delta F}{F}$$

ملاحظة:

Δx

$\frac{\Delta x}{x}$

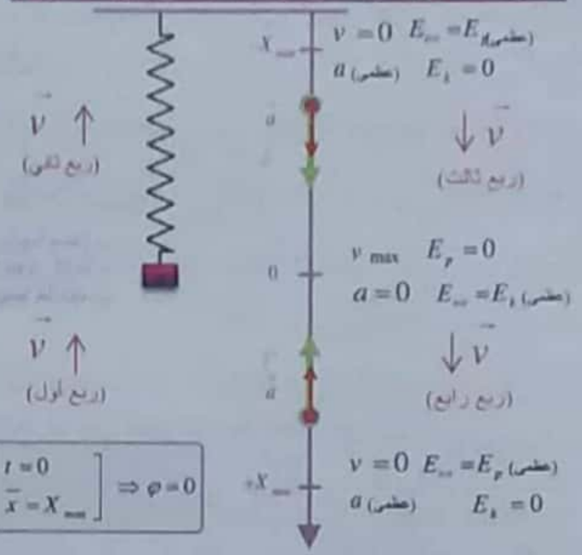
$$\frac{\Delta x}{x} = \quad \Rightarrow \quad \Delta x = \quad \times x$$

أما الطريقة المباشرة فهي طرح الحالة النهائية من الحالة البدائية أي: $\overline{\Delta x} = x_2 - x_1$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الأول 1

الحركة التوافقية البسيطة: (النواس المرن)



ملاحظة:

لمناقشة اشارة السرعة:

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

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

بالربع (1) و(2) $[\sin\theta > 0] \Leftarrow \bar{v} < 0$ (اتجاه سالب)

بالربع (3) و(4) $[\sin\theta < 0] \Leftarrow \bar{v} > 0$ (اتجاه موجب)

ملاحظة رياضية:

I) $\Rightarrow$

II) $\Rightarrow$

حيث

III) $\Rightarrow$

مايجب تذكره في النواس المرن:

1- الجسم المعلق وهو في بحالة توازن سكوني يحقق:

$$w = F_{s_0} = F'_{s_0} \Rightarrow \boxed{w = k x_0}$$

2- قوة الإرجاع:

$$\boxed{\bar{F} = -k\,\bar{x}}$$

ملاحظة: عندما يُطلب حساب شدة قوة الإرجاع لا نضع إشارة (−)، أي شدة قوة الإرجاع:

$$F = |-k\,x| \Rightarrow F = k\,x$$

3- تابع المطال في النواس المرن:

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

الثوابت: X_{max} ، ω_0 ، φ

النواس المرن حركته جيبية السحابية توافقية بسيطة

$$\boxed{\omega_0^2 = \frac{k}{m}\ (rad \cdot s^{-1}) \Rightarrow k = m\,\omega_0^2}$$

$$\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}\ ,\ \omega_0 = 2\pi f_0}$$

الدور الخاص: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$

مناقشة: باختيار شروط بدء مناسبة:

$$(t = 0\ ,\ x = X_{max}) \Rightarrow \varphi = 0$$

يصبح تابع المطال بالشكل المختزل:

$$\bar{x} = X_{max}\cos\omega_0 t$$

4- تابع السرعة:

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

- السرعة العظمى طويلة: (عند المرور في وضع التوازن)

(طويلة ← بلاإشارة) $\boxed{v_{max} = \omega_0 X_{max}}$

$(v = 0)$ تنعدم السرعة عند المرور بالوضعين المتطرفين $(x = \pm X_{max})$

ليتمكن الجسم من تغيير اتجاه حركته على المسار نفسه.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5- التسارع:

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

$$\boxed{\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{x}}$$ (حفظ)

لاحظ أن التسارع متغير في الحركة التوافقية البسيطة:

- التسارع أعظمي طويلةً عندما:

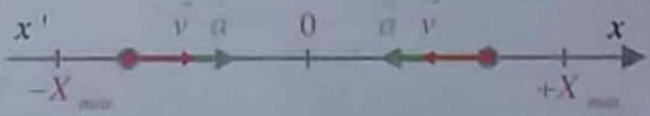
$$\bar{x} = \pm X_{max} \Rightarrow \quad a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$$

- ينعدم التسارع عند وضع التوازن:

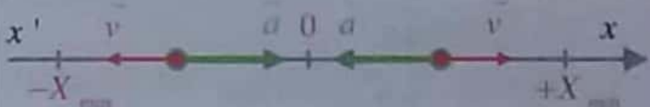
$$x = 0 \quad \Rightarrow \quad a = 0$$

مناقشة:

- بما أن $(\vec{F} = m\bar{a})$ نستنتج أنه $(\vec{F}, \bar{a})$ لهما نفس الجهة دوماً و هي تتجه نحو المركز (إرجاع).
- جهة $(\bar{v})$ تحددها جهة الحركة.
- تكون الحركة متسارعة عند الانتقال من الأوضاع المتطرفة $(\pm X_{max})$ نحو المركز (O) لأن $(\bar{a}, \bar{v})$ لهما نفس الجهة:



- تكون الحركة متباطئة عند الانتقال من المركز (O) إلى الأوضاع المتطرفة $(\pm X_{max})$ لأن $(\bar{a}, \bar{v})$ لهما جهتان متعاكستان:



ملاحظة:

لإيجاد $(\varphi = ?)$ نعوض بشروط البدء كما ترد بنص المسألة.

مثال:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = X_{max} \end{array}\right) \Rightarrow \quad x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

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

$$\Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0 \ rad$$

تمرين:

متحرك في بدء الزمن كان بنقطة مطالها $(+\frac{X_{max}}{2})$ وهو يتحرك بالاتجاه الموجب، عين الطور البدائي $(\varphi = ?)$.

الحل:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = +\frac{X_{max}}{2} \\ \bar{v} > 0 \end{array}\right] \Rightarrow \quad x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cos(\omega_0 \times 0 + \bar{\varphi})$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \left[\varphi = 3\ rad \ , \ \varphi = \frac{3\pi}{3}\ rad\right]$$

نختار قيمة لـ φ تجعل $(v > 0)$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin\varphi$$

$$\varphi = \frac{\pi}{3} rad \Rightarrow \sin\frac{\pi}{3} = \left(+\frac{\sqrt{3}}{2}\right) > 0 \Rightarrow v < 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء.

$$\varphi = \frac{5\pi}{3} rad \Rightarrow \sin\frac{5\pi}{3} = \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) < 0 \Rightarrow v > 0$$

مقبول يوافق شروط البدء.

تمرين:

المتحرك في بدء الزمن كان ماراً في مركز الاهتزاز بالاتجاه السالب. عين الطور البدائي $(\varphi = ?)$.

الحل:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = 0 \\ \bar{v} < 0 \end{array}\right] \Rightarrow \quad x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

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

$$\cos\varphi = 0 \Rightarrow \left[\varphi = \frac{\pi}{2}\ rad \ , \ \varphi = \frac{3\pi}{2}\ rad\right]$$

نختار قيمة لـ φ تجعل $(v < 0)$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin\varphi$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1 > 0 \Rightarrow v < 0$$

مقبول يوافق شروط البدء.

$$\varphi = \frac{3\pi}{2} rad \Rightarrow \sin\frac{3\pi}{2} = -1 < 0 \Rightarrow v > 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص16 + 17 :

اولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- a) $x = 0.08\cos(\pi t + \pi)$ الشرح:

من الشكل البياني نجد:

$$X_{max} = 8\,cm = 8\times10^{-2} = 0.08\,m$$

لإيجاد $\varphi = 0$ نعوض بشروط البدء:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = -X_{max} \\ v = 0 \end{array}\right] \Rightarrow \begin{array}{l} x = x_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi) \\ -X_{max} = X_{max}\cos(\omega_0\times0+\varphi) \\ \cos\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi\,rad \end{array}$$

نعوض مكان الثوابت :

$$x = 0.08\cos(\pi t + \pi)$$

2- c) $v = -0.12\pi\sin 2\pi t$ الشرح:

من الشكل البياني نجد:

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

$$v_{max} = 0.12\pi\,m\,s^{-1}$$

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

$(v = 0\ , t = 0)$ نبدل بتابع السرعة:

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

$$0 = -\omega_0 X_{max}\ \sin(\overline{\varphi}) \Rightarrow \sin\varphi = 0 \Rightarrow \begin{cases} \varphi = 0\ rad \\ \varphi = \pi\ rad \end{cases}$$

نختار قيمة (φ) تحقق الشكل البياني للتابع:

- $\boxed{\varphi = 0\ rad}$ مقبول لأنه يحقق السرعة سالبة في اللحظة $t = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4}S$

$$\overline{v} = -2\pi\times0.06\ \sin(2\pi\times\frac{1}{4}+0) = -0.12\pi\,m\,s^{-1}$$

- $\boxed{\varphi = \pi\ rad}$ مرفوض لأنه يحقق السرعة موجبة في اللحظة $t = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4}S$

$$\overline{v} = -2\pi\times0.06\ \sin(2\pi\times\frac{1}{4}+\pi) = +0.12\pi\,m\,s^{-1}$$

- نبدل مكان الثوابت لنجد:

$$v = -0.12\pi\sin(2\pi t + 0)$$

3- d) لاتلتقيان لأن مطال الأول $-X_{max}$ ومطال الثانية $+X_{max}$

الشرح:

$$T_{0_1} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10}} = 2\ s$$

وبما أنه بدء الاهتزاز مع بدء الزمن:

$(t = 0\ ، v = 0) \Rightarrow x = +X_{max}$

وبعد مرور $(t = 3s)$ ينجز هزة كاملة ونصف هزة $\Leftarrow x = -X_{max}$

$$T_{0_2} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.5}{20}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{4\times10}} = 1\,S$$

وبما أنه بدء الاهتزاز مع بدء الزمن:

$(t = 0\ ,v = 0) \Rightarrow x = +X_{max}$

وبعد مرور $(t = 3s)$ ينجز ثلاث هزات أي سيعود لنقطة البدء $\Leftarrow x = +X_{max}$

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- أثبت صحة العلاقة: $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2}$

في الحركة التوافقية البسيطة:

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

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

$$\cos^2(\omega_0 t + \overline{\varphi}) = \frac{x^2}{X_{max}^2} \qquad ①$$

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

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

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

بجمع العلاقتين ① و ② نجد:

فائدة رياضية: $\cos^2\varphi+\sin^2\varphi=1$

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

$$1-\frac{x^2}{X^2_{max}}=\frac{v^2}{\omega_0^2X^2_{max}}$$

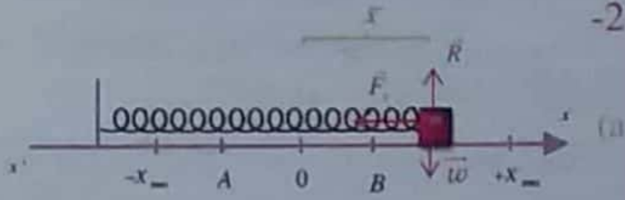
$$v^2=\omega_0^2X^2_{max}-x^2\omega_0^2$$

$$v^2=\omega_0^2\left(X^2_{max}-x^2\right)$$

$$\boxed{v=\omega_0\sqrt{X^2_{max}-x^2}}$$

حفظ

-2



جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: النواس المرن

القوى الخارجية في مركز عطالة الجسم

قوة توتر النابض $\vec{F}_s$

قوة الثقل $\vec{w}$

قوة رد فعل السطح $\vec{R}$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني:

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

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

بالإسقاط على محور $\overline{x'x}$ (محور أفقي موجه كما في الشكل):

$$0+0-F_s=m\bar{a} \quad ①$$

تؤثر في النابض القوة $\vec{F}'_s$ الناتجة عن الاستطالة $\bar{x}$

$$F'_s=k\bar{x}$$

إذا : $F'_s=F_s=k\bar{x} \quad ②$

$$-k\,x=m\,\bar{a}$$

بما أن حركة الجسم مستقيمة فالتسارع الناظمي معدوم والتسارع مماسي فقط:

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

نعوض ② بـ ① :

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

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبيا من الشكل :

$$\bar{x}=X_{max}\cos(\omega_0t+\bar{\varphi})$$

لأنه بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن:

$$(x)'_t=-\omega_0X_{max}\sin(\omega_0t+\bar{\varphi})$$

$$(x)''_t=-\omega_0^2X_{max}\cos(\omega_0t+\bar{\varphi})$$

$$(x)''_t=-\omega_0^2x$$

بالمطابقة مع المعادلة التفاضلية نجد:

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

وهذا محقق لأن (k و m) موجبان.

إذا حركة الجسم المربوط بالنابض الأفقي جيبية انسحابية

التابع الزمني للمطال: $\bar{x}=X_{max}\cos(\omega_0t+\bar{\varphi})$

d) مطلوب استنتاج علاقة E_k بدلالة X_{max} عند كل من:

-1 $$x_A=-\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$$

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

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

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

$$E_k=\frac{1}{2}k\,X^2_{max}-\frac{1}{2}k\,\frac{X^2_{max}}{4}$$

$$E_k=\frac{1}{2}k\,X^2_{max}\left(1-\frac{1}{4}\right)=\frac{3}{4}\times\frac{1}{2}k\,X^2_{max}$$

$$E_k=\frac{3}{8}k\,X^2_{max}$$

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

- لاحظ أيضا أنه: لسؤال خارج

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

-2 $x_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$

$$E_k = E_m - E_p$$
$$E_k = \frac{1}{2}k X_{max}^2 - \frac{1}{2}k x^2$$
$$E_k = \frac{1}{2}k X_{max}^2 - \frac{1}{2}k \frac{X_{max}^2}{2}$$
$$E_k = \frac{1}{2}k X_{max}^2 \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} k X_{max}^2$$
$$E_k = \frac{1}{4}k X_{max}^2$$

- لاحظ أيضا أنه: $\boxed{E_k = \frac{1}{2}E}$

نتيجة: تنقص الطاقة الحركية للجسم بازدياد مطاله وبالتالي تزداد طاقته الكامنة.

تدرب أكثر: عين المطال بالقيمة المطلقة الذي تتساوى فيه الطاقة الكامنة مع الطاقة الحركية:

الحل:
$$E_{tot} = E_p + E_k$$
عندما $E_k = E_p \Leftarrow E = 2E_p$
$$\frac{1}{2}k X_{max}^2 = 2 \times \frac{1}{2}k x^2 \Rightarrow x = \frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$$

3- لحظة انفصال الجسم يخضع لقوة ثقله الثابتة فقط $(\vec{w} = m\vec{g})$.

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

a) الانفصال في مركز الاهتزاز:

قذف شاقولي نحو الأعلى لأن الجسم مزود بسرعة ابتدائية قيمتها الجبرية ($v_{max} = -\omega_0 X_{max}$) تتجه للأعلى.
إذاً الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام
طورها الأول صعود: متباطئة بانتظام
طورها الثاني هبوط: متسارعة بانتظام

b) الانفصال في المطال الأعظمي الموجب:

سقوط حر لأن السرعة الابتدائية للجسم معدومة (توقف آني) وبذلك تكون طبيعة الحركة : مستقيمة متسارعة بانتظام

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص17

$k = 10\ N\ m^{-1}$ ، كتلة الجسم m

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

1) الثوابت :

$$X_{max} = 0.1\ m$$
$$\omega_0 = \pi\ rad\ s^{-1}$$
$$\varphi = \frac{\pi}{2}\ rad$$
$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ s$$

2) m = ?

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

3) $v = ?$ بموضع $\left[\begin{array}{l} X = 5\,cm = 5\times10^{-2}\ m \\ v > 0 \text{ يتحرك بالاتجاه الموجب} \end{array}\right]$

طريقة أولى:

$$E_k = E_m - E_p$$
$$E_k = \frac{1}{2}k X_{max}^2 - \frac{1}{2}k x^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2}k\left(X_{max}^2 - x^2\right)$$
$$E_k = \frac{1}{2}\times 10\left(10^{-2} - 25\times10^{-4}\right)$$
$$E_k = 5\left(100\times10^{-4} - 25\times10^{-4}\right)$$
$$E_k = 5\times 75\times10^{-4}$$
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2E_k}{m}$$
$$v^2 = \frac{2\times5\times75\times10^{-4}}{1} = 750\times10^{-4}$$
$$\bar{v} = \pm\sqrt{750}\times10^{-2}\ m\,s^{-1}$$

السالب مرفوض لأن الجسم يتحرك بالاتجاه الموجب للمحور

$$\bar{v} = +\sqrt{25\times3\times10}\times10^{-2} = +5\pi\sqrt{3}\times10^{-2}\ m\,s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة ثانية:

لحساب السرعة بمكان مطالة (x) يمكن استخدام العلاقة:

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

نعوض:

$$v = \pi\sqrt{10^{-2} - 25\times10^{-4}} = \pi\sqrt{100\times10^{-2} - 25\times10^{-4}}$$

$$v = \pi\sqrt{75\times10^{-4}} = \pi\sqrt{25\times3}\times10^{-2}$$

$$v = +5\pi\sqrt{3}\times10^{-2}\, m\, s^{-1}$$

لأن الجسم يتحرك بالاتجاه الموجب

طريقة ثالثة:

شرح: بشكل عام لإيجاد السرعة نشتق تابع المطال بالنسبة للزمن لنحصل على تابع السرعة ثم نعوض بزمن المرور من المكان المطلوب لنحصل على السرعة مع الاشارة.

$$\bar{v} = (\bar{x})'_t$$

$$\bar{v} = -0.1\times\pi\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\left.\begin{array}{l} t = ? \\ x = 5\times10^{-2}\, m = \frac{0.1}{2} \\ v > 0 \end{array}\right] \Rightarrow \frac{0.1}{2} = 0.1\cos(\pi t + \frac{\pi}{2}) \quad \cos(\pi t + \frac{\pi}{2}) = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

إما $\pi t + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3} rad$ يحقق $(v < 0)$ مرفوض

أو $\pi t + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{3} rad$ يحقق $(v > 0)$ مقبول

$$\Rightarrow \pi t + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{3}$$

$$\pi t = \frac{5\pi}{3} - \frac{\pi}{2} = \frac{10\pi - 3\pi}{6} = \frac{7\pi}{6}$$

$$t = \frac{7}{6}\, s$$

$$\left.\begin{array}{l} v = ? \\ t = \frac{7}{6}\, s \end{array}\right] \Rightarrow \bar{v} = -0.1\times\pi\sin\left(\pi\times\frac{7}{6} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{7\pi}{6} + \frac{\pi}{2} = \frac{7\pi}{6} + \frac{3\pi}{6} = \frac{10\pi}{6} = \frac{5\pi}{3} \qquad \sin\frac{5\pi}{3} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v = -\frac{\pi}{10}\times -\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\pi\sqrt{3}}{20}\, m\, s^{-1}$$

$$v = 5\pi\sqrt{3}\times10^{-2}\, m\, s^{-1}$$

طلب إضافي:

حدد موضع المتحرك (الجسم) في لحظة بدء الزمن.

أي مطلوب ؟ = x عندما $(t = 0)$ نعوض بتابع المطال

$$\left.\begin{array}{l} x = ? \\ t = 0 \end{array}\right] \Rightarrow x = 0.1\cos(\pi\times0 + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \boxed{x = 0} \qquad \cos\frac{\pi}{2} = 0$$

أي عند بدء الزمن كان المتحرك عند مركز الاهتزاز.

وهنا لدينا احتمالين للسرعة :

- $(v > 0)$ يتحرك الجسم بالاتجاه الموجب
- $(v < 0)$ يتحرك الجسم بالاتجاه السالب

نختار الاحتمال الذي يحقق $\left(\varphi = +\frac{\pi}{2}\, rad\right)$

نعوض بتابع السرعة عند بدء الزمن:

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\varphi$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1 > 0 \Rightarrow \boxed{v < 0}$$

وبذلك نستنتج أن المتحرك عند بدء الزمن كان يمر من مركز الاهتزاز وهو يتحرك بالاتجاه السالب.

فائدة هام جداً:

علينا أن نميز بين بدء الاهتزاز وبدء الزمن .

- بدء الاهتزاز يكون بترك الجسم دون سرعة ابتدائية من مطاله الأعظمي الموجب أي $(v = 0 ، x = +X_{max})$.
- أما بدء الزمن: هذه المعلومة تفيد في تحديد مكان الجسم المتحرك عند بدء تسجيل الزمن.
- لايشترط بدء الزمن مع بدء الاهتزاز.

أمثلة:

- لاحظنا بالطلب الإضافي السابق أن الجسم المتحرك عند بدء الزمن كان عند مركز الاهتزاز وهو يتحرك بالاتجاه السالب.

$$t = 0 : (x = 0 ، v < 0) \Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2} rad$$

- أما عندما يكون بدء الزمن مع بدء الاهتزاز: أي عند بدء الزمن ترك الجسم دون سرعة ابتدائية من مطاله الأعظمي الموجب وعندها تكون $(\varphi = 0)$

$$t = 0 : (x = +X_{max} ، v = 0) \Rightarrow \varphi = 0$$

- لذلك $(t = 0)$ تحدد لنا شروط البدء.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية: ص18

$m = 0.4\ kg$

من الشكل البياني نستنتج:

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

$E_{tot} = 0.05\ J$

1) $k = ?$

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

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

$$k = \frac{2 \times 0.05}{10^{-2}} = \frac{10^{-1}}{10^{-2}} = 10\ N\ m^{-1}$$

2) $T_0 = ?$

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{4 \times 10^{-1}}{10}} = 2\pi\sqrt{4 \times 10^{-2}}$$

$$T_0 = 2\pi \times 2 \times 10^{-1} = \frac{4\pi}{10} = \frac{2\pi}{5} s = \frac{12.5}{10} = 1.25 s$$

3) $v = ?$ عند مركز الاهتزاز

إن قيمة السرعة (طويلةً) عند المرور من مركز الاهتزاز تكون أعظمية.

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

$$v_{max} = \frac{2\pi}{T_0}\ X_{max}$$

$$v_{max} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{5}} \times 10^{-1} = 5 \times 10^{-1}\ m\ s^{-1}$$

طريقة ثانية:

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

عند المرو بوضع التوازن تكون $(E_p = 0) \Leftarrow E_{tot} = E_k$

أي تكون الطاقة الحركية العظمى:

$$E_{tot} = E_k = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 5 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-1} \times v^2$$

$$v^2 = \frac{5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-1}} = 2.5 \times 10^{-1} = 25 \times 10^{-2}$$

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

المسألة الثالثة: ص18

(تشبه دورة 2017 مع الإضافي)+ (دورة 2013)

$m = 1 kg$

$(N = 10$ مرة ، $t = 8s)$ ، $(2X_{max} = 24 cm = 24 \times 10^{-2}\ m)$

1- استنتاج علاقة الاستطالة السكونية لهذا النابض ثم حساب $x_0 = ?$

يستطيل النابض x_0 بعد تعليق الجسم فيه ويتوازن.

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: النواس المرن

القوى المؤثرة على الجسم: $\vec{w}$ قوة الثقل، $\vec{F}_{s_0}$ قوة توتر النابض

شرط التوازن السكوني: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

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

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

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

$$w = F_{s_0} \quad (1)$$

تؤثر في النابض القوة $\vec{F}'_{s_0}$ التي تسبب له الاستطالة x_0

إذاً: $F'_{s_0} = F_{s_0} = k x_0 \quad (2)$

نعوض (1) ب (2) $\Leftarrow$ $\boxed{w = k x_0}$

ملاحظة: لو كان الطلب احسب الاستطالة السكونية يجوز استخدام العلاقة دون استنتاج

ولدينا العلاقة

$$\begin{cases} m g = k\ x_0 \\ k = m\ \omega_0^2 \end{cases}$$

بحل جملة المعادلتين

$$\frac{m g}{m\ \omega_0^2} = \frac{k\ x_0}{k} \rightarrow \boxed{x_0 = \frac{g}{\omega_0^2}}$$

لحساب الدور $T_0 = ?$

$$T_0 = \frac{t}{N} = \frac{8}{10} = 0.8 S$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{8 \times 10^{-1}} = \frac{10\pi}{4} = \frac{5\pi}{2}\ rad\ s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$x_0=\frac{10}{\left(\frac{5\pi}{2}\right)^2}=\frac{10}{\frac{25\pi^2}{4}}=\frac{40}{25\pi^2}=\frac{4\pi^2}{25\pi^2}=\frac{4}{25}=0.16m$$

2- $v_{max}=?$

$$v_{max}=\left|\pm\omega_0 X_{max}\right|$$

[طويلة ← بلا إشارة]

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

لحساب $X_{max}=?$

$$2X_{max}=24\times10^{-2}\Rightarrow X_{max}=12\times10^{-2}\ m$$

$$v_{max}=\frac{5\pi}{2}\times12\times10^{-2}=30\pi\times10^{-2}=3\pi\times10^{-1}\,m\,s^{-1}$$

3- $a=?$ عند $x=10cm=10^{-1}m$

حفظ $\boxed{a=-\omega_0^2\,x}$

$$a=-\left(\frac{5\pi}{2}\right)^2\times10^{-1}=-\frac{25\pi^2}{4}\times10^{-1}$$

$$a=-\frac{25}{4}=-6.25\ m\,s^{-2}$$

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

وحساب $E_k=?$ (عندئذ ⇐ عند نفس المكان)

$$E_p=\frac{1}{2}k\,x^2$$

$$k=m\omega_0^2$$

$$k=1\times\left(\frac{5\pi}{2}\right)^2=\frac{25\pi^2}{4}=\frac{250}{4}=\frac{125}{2}=62.5\ N\,m^{-1}$$

$$E_p=\frac{1}{2}\times\frac{125}{2}\times16\times10^{-4}$$

$$E_p=500\times10^{-4}=5\times10^{-2}\,J$$

نحسب $E_k=?$

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

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

$$E_{tot}=\frac{1}{2}\times\frac{125}{2}\times\left(12\times10^{-2}\right)^2=\frac{1}{2}\times\frac{125}{2}\times144\times10^{-4}$$

$$E_{tot}=125\times36\times10^{-4}=45\times10^{-2}\,J$$

$$E_k=45\times10^{-2}-5\times10^{-2}=40\times10^{-2}\,J=0.4J$$

طلبات إضافية:

1) اكتب التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام معتبراً مبدأ الزمن لحظة ترك الجسم من مطاله الأعظمي الموجب دون سرعة ابتدائية.
2) عين لحظتي المرور الاول والثاني للنقطة المادية في مركز الاهتزاز.
3) احسب كمية حركة الجسم المهتز لحظة مروره في مركز التوازن.

الحل:

1) مطلوب كتابة التابع الزمني للمطال

$$t=o\quad\left[\begin{array}{l}X=+X_{max}\\ v=o\end{array}\right.$$

$$X=X_{max}\cos\left(\omega_0 t+\bar{\varphi}\right)$$

الثوابت $\bar{\varphi}$ ، ω_0 ، X_{max}

لإيجاد $\varphi=?$ نعوض بشروط البدء

$$\left.\begin{array}{l}t=0\\ x=X_{max}\end{array}\right]\Rightarrow X_{max}=X_{max}\cos(\omega_0\times0+\bar{\varphi})$$

$$\cos\varphi=1\Rightarrow\varphi=0\,rad$$

نعوض مكان الثوابت:

$$x=12\times10^{-2}\cos\left(\frac{5\pi}{2}t+0\right)$$

2) مطلوب $t=?$ مرور أول وثاني من مركز الاهتزاز $(x=0)$

طريقة أولى: (تجريبية)

شرح : ضمن حالة خاصة وبما أن بدء تسجيل الزمن من وضع مطاله $+X_{max}$ يتطلب زمناً قدره $\left(\frac{T_0}{4}\right)$ للوصول إلى مركز الاهتزاز لأول مرة. ثم نضيف نصف دور (ربعين لسهولة العدّ)، لتكرار المرور من مركز الاهتزاز حيث قسمنا زمن الدور الكامل لأربعة أطوار متساوية الأزمنة زمن كل طور منها $\left(\frac{T_0}{4}\right)$

لا يجوز تقسيم زمن الطور الواحد لأجزاء لأن الحركة ليست منتظمة

المرور الأول $t_1=\frac{T_0}{4}=\frac{0.8}{4}=0.2\,s$

المرور الثاني $t_2=\frac{T_0}{4}+\frac{2T_0}{4}=\frac{3T_0}{4}=3\times0.2=0.6\,s$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة ثانية: (رياضية)

شرح: نستخدم التابع الزمني للمطال. نعوض بـ ($\bar{x}$) المطال المطلوب لحساب الزمن.

$$\left.\begin{matrix} t = ? \\ x = 0 \end{matrix}\right] \Rightarrow 0 = 12\times10^{-2}\cos\left(\frac{5\pi}{2}t\right)$$

$$\cos\left(\frac{5\pi}{2}t\right) = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{5\pi}{2}t = \frac{\pi}{2} + \pi k}$$

حيث $k = 0,1,2,.......$

المرور الأول:

$$k = 0 \Rightarrow \frac{5\pi}{2}t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{5} = \frac{2}{10} = 0.2\ s$$

المرور الثاني:

$$k = 1 \Rightarrow \frac{5\pi}{2}t = \frac{\pi}{2} + \pi$$

$$\frac{5\pi}{2}t = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{3}{5} = \frac{6}{10} = 0.6\ s$$

3) حساب $P = ?$ (كمية الحركة) عند مركز الاهتزاز

عند مركز الاهتزاز تكون السرعة عظمى

ولدينا: $(v_{max} = 3\pi\times10^{-1}\ m\,s^{-1})$

$$P_{max} = m v_{max}$$

$$P_{max} = 1\times3\pi\times10^{-1} = 3\pi\times10^{-1}\ kg\ m\,s^{-1}$$

المسألة الرابعة: ص18

$k = 16 N\, m^{-1}$ ، $T_0 = 1s$

$X_{max} = 0.1m$

شروط البدء: $t = 0 \left[\begin{matrix} x = \dfrac{X_{max}}{2} \\ v < 0 \end{matrix}\right.$

1) استنتاج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقا من الشكل العام:

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

الثوابت $\bar{\varphi}$ ، ω_0 ، X_{max}

$X_{max} = 0.1m$

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

لحساب $(\varphi = ?)$ نعوض بشروط البدء:

$$\left.\begin{matrix} t = 0 \\ x = \dfrac{X_{max}}{2} \end{matrix}\right] \Rightarrow \frac{\cancel{X_{max}}}{2} = \cancel{X_{max}}\cos(\omega_0\times0 + \varphi)$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{2} \rightarrow \begin{cases} \varphi = \dfrac{\pi}{3} rad \\ \varphi = \dfrac{5\pi}{3} rad \end{cases}$$

نختار قيمة ل (φ) تجعل السرعة سالبة

نعوض بالتابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

$$\varphi = \frac{\pi}{3} rad \Rightarrow \sin\frac{\pi}{3} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) > 0 \Rightarrow v < 0$$

مقبول يوافق شروط البدء

$$\varphi = \frac{5\pi}{3} rad \Rightarrow \sin\frac{5\pi}{3} = \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) < 0 \Rightarrow v > 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء

نعوض مكان الثوابت:

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2) $t = ?$ مرور أول وثالث للكرة في موضع التوازن $(x = 0)$

ملاحظة: هنا بدء الزمن نقطة مطالها $(x = \frac{+X}{2})$
لايمكن الحل على الطريقة التجريبية كماسبق.
لذا يكون الحل حصرا على الطريقة الرياضية.

الحل: نعوض بالتابع الزمني للمطال:

$$\left.\begin{array}{l} t = ? \\ x = 0 \end{array}\right] \Rightarrow 0 = 0.1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$$

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

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

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

حيث: $k = 0, 1, 2, \ldots$

المرور الأول: $(k = 0) \Leftarrow$

$$2t + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + 0$$

$$2t = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \Rightarrow 2t = \frac{1}{6} \Rightarrow t = \frac{1}{12}\ s$$

المرور الثالث: $(k = 2) \Leftarrow$

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

$$2t + \frac{1}{3} = \frac{5}{2}$$

$$2t = \frac{5}{2} - \frac{1}{3} \Rightarrow 2t = \frac{13}{6} \Rightarrow t = \frac{13}{12}\ s$$

- ومطلوب حساب $F = ?$ [شدة قوة الإرجاع في نقطة مطالها $(x = +0.1\ m)$]

فائدة: شدة قوة الإرجاع أي مطلوب قيمة قوة الإرجاع لانضع إشارة (-) . حيث إشارة (-) تشير إلى جهة القوة.

$F = |-k\bar{x}|$ شدة قوة الإرجاع

$$F = 16 \times 0.1 = 1.6N$$

3) حساب $m = ?$

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

$$m = \frac{16}{(2\pi)^2} = \frac{16}{4\pi^2} = \frac{16}{40} = \frac{4}{10} = 0.4kg$$

طريقة ثانية:

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

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

$$m = \frac{1 \times 16}{4 \times 10} = 0.4kg$$

تفكير ناقد: ص19

معلومات عن دافعة أرخميدس:

1)

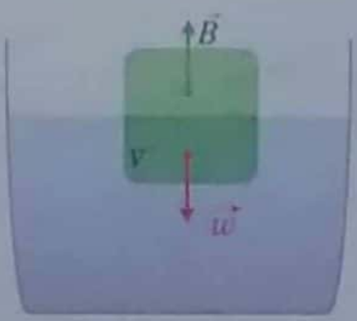
$$B = w = mg = \rho V g$$

شدة دافعة أرخميدس | ثقل السائل المزاح | كتلة السائل المزاح | ρ: للسائل | V: حجم السائل المزاح أي حجم القسم المغمور

2) يخضع الجسم داخل السائل لتأثير قوتين:

$\vec{w}$ ثقل الجسم ، $\vec{B}$ دافعة أرخميدس

قوة تأثير الجسم على السائل   قوة تأثير السائل على الجسم



V: حجم قطعة الخشب

V: حجم القسم المغمور من قطعة الخشب

شرط الطفو:

الجسم بحالة التوازن:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{w} + \vec{B} = \vec{0}$$

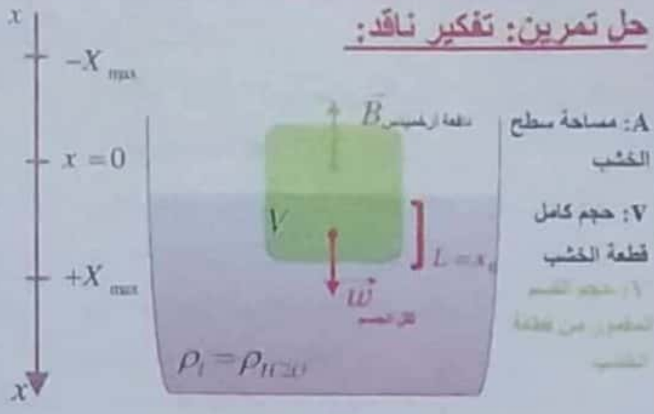
نسقط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$w - B = 0 \Rightarrow \boxed{B = w}$$

شدة دافعة أرخميدس | ثقل الجسم (قطعة الخشب)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حل تمرين: تفكير ناقد:



• حالة التوازن السكوني:

- يخضع الجسم داخل السائل لتأثير قوتين:

$\vec{w}$ ثقل قطعة الخشب ، $\vec{B}$ شدة دافعة أرخميدس

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$
$$\vec{w} + \vec{B} = \vec{0}$$

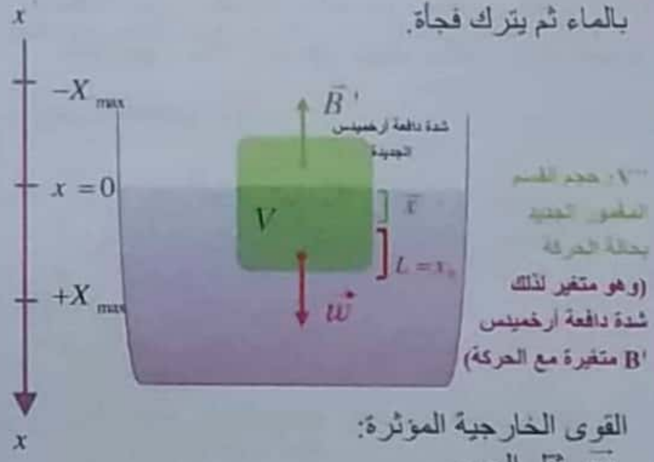
بالإسقاط على محور $\overline{x'x}$ موجه نحو الأسفل

$$w - B = 0 \Rightarrow w = B$$

حيث: $V' = A x_0$ $\quad$ ① $\boxed{w = \rho_l A x_0 g}$

• حالة الحركة:

عند التأثير بقوة شاقولية على المكعب الخشبي ليغمر كليا بالماء ثم يترك فجأة.



القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ ثقل الجسم

$\vec{B}'$ قوة دافعة أرخميدس الجديدة أثناء الحركة

بتطبيق قانون نيوتن الثاني:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{w} + \vec{B}' = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور $\overline{x'x}$ موجه نحو الأسفل:

$$w - B' = m\bar{a}$$

$$w - \rho_l V'' g = m\bar{a}$$
$$w - \rho_L A(x_0 + \bar{x}) g = m\bar{a} \quad ②$$

حيث: $\boxed{V'' = A(x_0 + \bar{x})}$

نعوض ① بـ ②

$$\rho_L A x_0 g - \rho_l A x_0 g - \rho_L A \bar{x} g = m(x)''_t$$
$$(x)''_t = -\frac{\rho_L A g}{m}\bar{x}$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن:

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

بالمطابقة مع المعادلة التفاضلية نجد:

$$\omega_0^2 = \frac{\rho_L A g}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{\rho_L A g}{m}} > 0$$

وهذا محقق لأن جميع المقادير موجبة **نستنتج:**

إن حركة قطعة الخشب هي حركة جيبية انسحابية

لاستنتاج علاقة الدور:

$$\frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{\rho_L A g}{m}}$$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho_L A g}}}$$

ابحث أكثر: ص19:

دور النواس الموضح بالشكل المجاور (بعد الاستنتاج)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}} \Leftarrow k_1 = k_2 = k$$

نلاحظ من علاقة الدور أنه لايتعلق بالجاذبية الأرضية($\vec{g}$) لذلك لاتتغير قيمة (T_0) وتبقى نفسها على الأرض وفي المحطة الفضائية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الثاني 2

الاهتـزازات الجيبيـة الدورانيـة - (نـواس الفتـل غير المتخامد):

مايجب تذكره في نواس الفتل :

- ساق أو قرص + سلك فتل معلق بالمركز $\Leftarrow$ نواس الفتل .
- نواس الفتل ينوس في مستو أفقي.
- علاقة عزم الارجاع:

$$\overline{\Gamma}_{\eta} = -k\,\overline{\theta}$$

فتل

والتي تعيد الساق إلى وضع توازنها كلما إبتعد عنها.

- تابع المطال في نواس الفتل:

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

حركـة نـواس الفتـل حركـة جيبيـة دورانيـة (هـزازة جيبية دورانية).

الثوابت: θ_{max} ، ω_0 ، φ:

ω_0: النبض الخاص $[rad\ s^{-1}]$.

$\overline{\varphi}$: الطور الإبتدائي عند اللحظة $(t=0)$.

θ_{max}: السعة الزاوية (المطال الزاوي الأعظمي).

- النبض الخاص:

$$\boxed{\omega_0^2 = \frac{k}{I_\Delta}} \Rightarrow \boxed{k = I_\Delta\,\omega_0^2}$$ (حفظ)

I_Δ: عزم عطالة الساق بالنسبة لمحور الدوران المنطبق على سلك الفتل الشاقولي.

- الدور الخاص:

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

مناقشة علاقة الدور:

1) لا تتغير قيمة الدور بتغير السعة الزاوية للاهتزاز θ_{max} (زاوية الفتل الابتدائية).

2) زيادة عزم عطالة جملة نواس الفتل بإضافة كتل مناسبة يؤدي الى زيادة الدور الخاص
وإذا تم تغيير مواقع الكتل $\Leftarrow$ يتغير الدور

3) يعطى ثابت الفتل بالعلاقة:

$$\boxed{k = k'\frac{(2r)^4}{\ell}}$$ (حفظ)

ℓ: طول سلك الفتل ، $2r$: قطر السلك.

يُلاحظ:

من العلاقة أن (k) يتناسب عكسياً مع (ℓ) لذا بتقصير سلك الفتل يزداد (k) وبالتالي ينقص الدور.
حيث (T_0) يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لـ k.

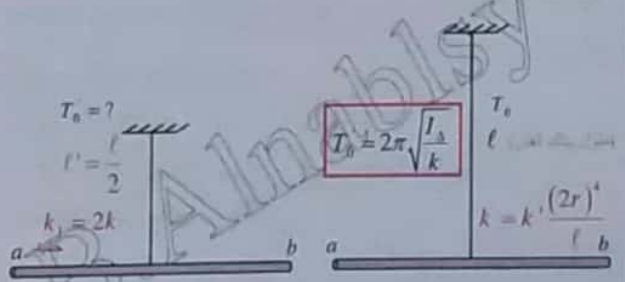
تدرب أكثر:

تمارين خارجية (هام خيار متعدد أو طلب مسألة):

1) نواس فتل دوره الخاص T_0 مكون من ساق متجانسة معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي طوله (ℓ) نجعل طول سلك الفتل فيه نصف ماكان عليه، فيصبح دوره الخاص T_0':

A) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ B) $T_0' = 2T_0$ C) $T_0' = \sqrt{2}T_0$ D) $T_0' = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$

شرح الحل:



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

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}}$$

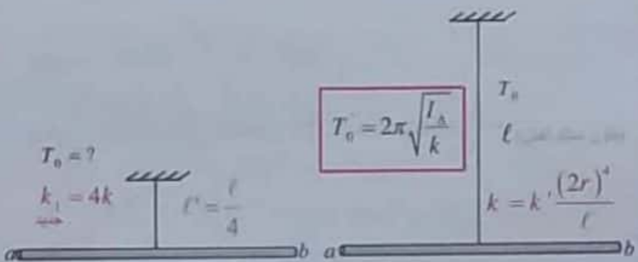
$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{2k}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$$

$$T_0' = \frac{1}{\sqrt{2}} . T_0$$

2) نواس فتل دوره الخاص T_0 مكون من ساق متجانسة معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي طوله (ℓ) نجعل طول سلك الفتل فيه ربع ماكان عليه فيصبح دوره الخاص T_0':

A) $T_0 = 4T_0$ B) $T_0 = 2T_0$ C) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ D) $T_0' = \frac{T_0}{4}$

شرح الحل:



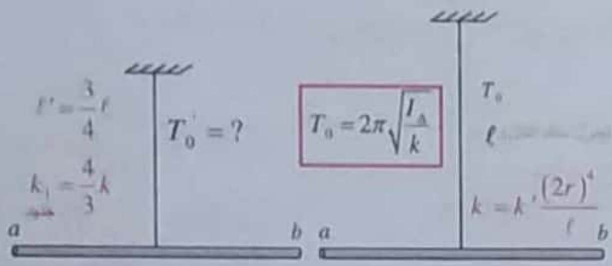
$$k_1 = k'\frac{(2r)^4}{\ell'} = k'\frac{(2r)^4}{\frac{\ell}{4}} \Rightarrow \boxed{k_1 = 4k}$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{4k}} = \frac{1}{2} \times 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} = \frac{T_0}{2}$$

3) نواس فتل دوره الخاص T_0 مكون من ساق متجانسة معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي طوله (ℓ)، نحذف ربع سلك الفتل وتعلق الساق بالسلك الباقي فيصبح دوره الخاص T_0':

A) $T_0' = \frac{3}{2}T_0$ B) $T_0' = \sqrt{3}\,T_0$ C) $T_0 = \sqrt{3}\,T_0$ D) $T_0 = T_0$

شرح الحل:



$$k_1 = k'\frac{(2r)^4}{\ell'} = k'\frac{(2r)^4}{\frac{3}{4}\ell} \Rightarrow \boxed{k_1 = \frac{4}{3}k}$$

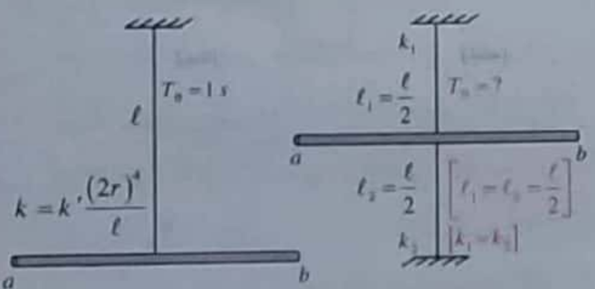
$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}} \Rightarrow T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{\frac{4}{3}k}}$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{3I_\Delta}{4k}}$$

$$T_0' = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \Rightarrow T_0' = \frac{\sqrt{3}}{2}T_0$$

4) نواس فتل دوره الخاص T_0 مكون من ساق متجانسة معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي طوله (ℓ) نقسم سلك الفتل إلى قسمين متساويين ونعلق الساق بنصفي السلك معاً إحداهما من الأعلى والأخر من الأسفل ومن منتصفها ويثبت طرف هذا السلك من الأسفل بحيث يكون شاقوليا فيصبح دوره الخاص T_0':

A) $T_0 = \frac{T_0}{2}$ B) $T_0' = 2T_0$ C) $T_0' = \sqrt{2}\,T_0$ D) $T_0 = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$



$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \qquad T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1 + k_2}}$$

سيتم توضيح استنتاج علاقة الدور لاحقاً في الصفحة 23

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شرح الحل:

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

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

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1+k_2}}$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{4k}}$$

$$T_0' = \frac{1}{2}\times 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$$

$$T_0' = \frac{T_0}{2}$$

فائدة: عن ضبط الميقاتية:

الميقاتية المضبوطة: هي ميقاتية وقتها دقيق ودورها (T_0)

مثال: الساعة الناطقة [اتصل على الرقم 151]

فعندما تكون الساعة غير مضبوطة دورها (T_0')

يكون لدينا احتمالين:

a) ساعة تؤخر: أي نستطيع أن نقول أن عقرب الساعة يدور ببطئ أي يكون دورها (T_0') أكبر من دور الساعة المضبوطة (T_0) ولتصحيح الخطأ ينبغي أن نجعل عقرب الساعة يدور بشكل أسرع وهذا يتم بإنقاص دورها (T_0') ليصبح مساوياً لدور الساعة المضبوطة (T_0)

أي عندما يكون الدور أكبر ⇐ نواس يبطئ ⇐ ميقاتية تؤخر

b) ساعة تقدم (تسبق): أي نستطيع أن نقول أن عقرب الساعة يدور بشكل أسرع أي يكون دورها (T_0') أصغر من دور الساعة المضبوطة (T_0).

ولتصحيح الخطأ ينبغي أن نجعل عقرب الساعة يدور بشكل أبطئ وهذا يتم بتكبير دورها (T_0) ليصبح مساوياً لدور الساعة المضبوطة (T_0).

أي عندما يكون الدور أصغر ⇐ نواس يسرع ⇐ ميقاتية تقدم (تسبق)

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 25:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- (C

الشرح: ابتعاد الكتلتان عن محور الدوران ⇐ إلى ازدياد عزم العطالة وهذا يؤدي إلى ازدياد الدور حسب العلاقة:

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

2- C) إنقاص طول سلك الفتل بمقدار ضئيل

الشرح: الميقاتية تؤخر بالوقت أي دورها (T_0') > (T_0) الميقاتية المضبوطة.

لذا علينا أن ننقص من دورها (T_0')

لذا نلجأ إلى إنقاص طول سلك الفتل لأنه سيزداد k

حسب العلاقة $k = k'\frac{(2r)^4}{\ell}$ (ℓ تتناسب عكسي مع k)

وهذا سيؤدي إلى إنقاص الدور حسب العلاقة

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$ (T_0 تتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي ل k).

3- (d $\bar{\omega} = -\frac{\pi^2}{8}\sin\frac{\pi}{2}t$

الشرح: من الشكل نجد

$$2T_0 = 8\,S \Rightarrow T_0 = 4S$$

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

$$\omega_{max} = |\pm\omega_0 X_{max}| = \frac{\pi^2}{8}$$

$(\omega = 0\ , t = 0)$ نعوض بتابع السرعة الزاوية:

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

$$0 = -\omega_0\,\theta_{max}\sin(\varphi) \Rightarrow \sin\varphi = 0 \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$$

نعوض مكان الثوابت: $\bar{\omega} = -\frac{\pi^2}{8}\sin\frac{\pi}{2}t$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

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

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

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

باشتقاق طرفي المعادلة بالنسبة للزمن:

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

لكن: $(\theta)'_t = \omega$ ، $(\omega)'_t = (\theta)''_t$

نعوض: $k\,\theta\omega + I_\Delta\,\omega(\theta)''_t = 0$

نقسم الطرفين على (ω) فنجد:

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

للتحقق من صحة الحل: نشتق مرتين بالنسبة للزمن نجد:

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

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

$$(\theta)''_t = -\omega_0^2\,\theta$$

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد:

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

وهذا محقق لأن $[K, I_\Delta]$ موجبان.

وبالتالي حركة نواس الفتل جيبية دورانية.

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell\, I_\Delta}{k'(2r)^4}} = const.\sqrt{\ell}$$

$$T_{0_1} = const\sqrt{\ell_1} \quad ، \quad T_{0_2} = const\sqrt{\ell_2}$$

$$\frac{T_{0_1}}{T_{0_2}} = \frac{\sqrt{\ell_1}}{\sqrt{\ell_2}} \Rightarrow \frac{2T_{0_2}}{T_{0_2}} = \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_2}} \Rightarrow$$ نربع الطرفين

$$4 = \frac{\ell_1}{\ell_2} \Rightarrow \boxed{\ell_1 = 4\ell_2}$$

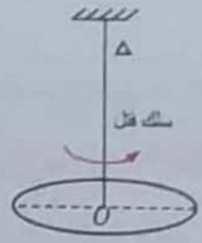
ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص26 (تشبه دورة 2012 + 2017+...)

$m = 2kg$

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

$k = 16\times10^{-3}\,m\,N\,rad^{-1}$



شروط البدء

$t = 0 \begin{cases} \theta = +\frac{\pi}{4}\,rad \\ \omega = 0 \end{cases}$ (ترك دون سرعة ابتدائية)

لدينا $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2$

1) حساب $T_0 = ?$

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

لنحسب عزم عطالة القرص حول محوره:

$$I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}\times2\times16\times10^{-4} = 16\times10^{-4}\,kg\,m^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{16\times10^{-4}}{16\times10^{-3}}} = 2\pi\times\frac{1}{\sqrt{10}} = 2s$$

2) مطلوب استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي

انطلاقاً من الشكل العام:

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

الثوابت: φ ، ω_0 ، θ_{max}

السعة الزاوية: $\theta_{max} = \frac{\pi}{4}\,rad$

لأن القرص ترك دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لإيجاد $(\varphi = ?)$ نعوض بشروط البدء :

$$\left.\begin{array}{l} t=0 \\ \theta=\theta_{max}\end{array}\right] \Rightarrow \theta_{max}=\theta_{max}\cos(\omega_0\times 0+\bar{\varphi})$$

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\,rad$$

نعوض مكان الثوابت:

$$\theta = \frac{\pi}{4}\cos(\pi t + 0)$$

3) مطلوب حساب $E_p = ?$ عند $\theta = \frac{\pi}{8}\,rad$

ثم حساب $E_k = ?$ عندئذ

$$E_p = \frac{1}{2}k\,\theta^2$$

$$E_p = \frac{1}{2}\times 16\times 10^{-3}\times\frac{\pi^2}{64}$$

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

لحساب $E_k = ?$

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

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

$$E_{tot} = \frac{1}{2}\times 16\times 10^{-3}\times\frac{\pi^2}{16} = \frac{1}{2}\times 10^{-2}\,J$$

نعوض:

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

طلب إضافي:

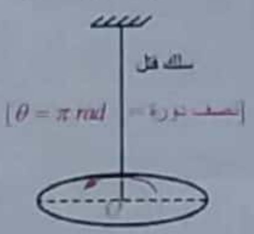
احسب الطاقة الحركية والطاقة الكامنة عند المرور في وضع التوازن

الحل: عند وضع التوازن $(\theta = 0)$

الطاقة الكامنة $E_p = \frac{1}{2}k\,\theta^2 = 0$

وتكون الطاقة الحركية:

$$E_k = E_{tot} - E_p \Rightarrow E_k = \frac{1}{2}\times 10^{-2} - 0 = \frac{1}{2}\times 10^{-2}\,J$$



ملاحظة: تدوير القرص بمقدار نصف دورة وتركه دون سرعة ابتدائية عندها تكون $\theta_{max} = \pi\,rad$

المسألة الثانية ص 26 (تشبه دورة 2003 + ...)

ساق مهملة الكتلة (ℓ)

$$m_1 = m_2 = 125g = 125\times 10^{-3}\,Kg$$

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

شروط البدء

$$t=0\ \left[\begin{array}{l}\theta = \frac{\pi}{3}\,rad \\ \omega = 0\end{array}\right.$$ ترك دون سرعة ابتدائية

$T_0 = 2.5 = \frac{5}{2}\,s$ حركة جيبية دورانية

1- استنتاج التابع الزمني انطلاقاً من الشكل العام :

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

الثوابت: $(\varphi ، \omega_0 ، \theta_{max})$

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

السعة الزاوية: $\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\,rad$

لأن الساق تركت دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

لإيجاد $\varphi = ?$ (نعوض بشروط البدء)

$$\left.\begin{array}{l} t=0 \\ \theta=\theta_{max}\end{array}\right] \Rightarrow \cancel{\theta_{max}} = \cancel{\theta_{max}}\cos(\omega_0\times 0+\bar{\varphi})$$

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\,rad$$

نعوض مكان الثوابت:

$$\theta = \frac{\pi}{3}\cos\left[\frac{4\pi}{5}t + 0\right]$$

2- حساب $\omega = ?$ (سرعة زاوية لحظة المرور الأول بوضع التوازن)

$$\omega = (\theta)'_t$$

$$\omega = -\frac{4\pi}{5}\times\frac{\pi}{3}\sin\left[\frac{4\pi}{5}t\right]$$

[مرور أول من وضع التوازن (ربع هزة)] $t = \frac{T_0}{4} = \frac{\frac{5}{2}}{4} = \frac{5}{8}\,s$

$$\left.\begin{array}{l}\omega = ? \\ t = \frac{5}{8}s\end{array}\right] \Rightarrow \omega = -\frac{40}{15}\sin\left[\frac{\cancel{4}\pi}{\cancel{5}}\times\frac{\cancel{5}}{\cancel{8}_2}\right]$$ $\boxed{\sin\frac{\pi}{2} = 1}$

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة ثانية:

عند المرور بوضع التوازن تكون السرعة الزاوية عظمى

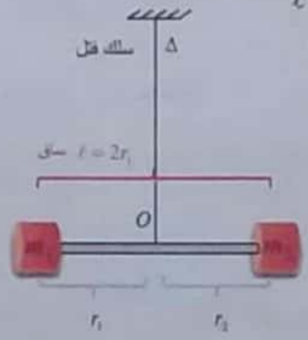
$$\omega_{max} = \left|\pm \omega_0\, \theta_{max}\right|$$

ولكن لأن البدء من $(+\theta_{max})$ تأخذ السرعة عند المرور الأول من وضع التوازن قيمة جبرية سالبة

$$\omega_{max} = -\omega_0 \theta_{max}$$

$$\omega_{max} = -\frac{4\pi}{5} \times \frac{\pi}{3} = -\frac{40}{15} = -\frac{8}{3}\ rad\, s^{-1}$$

3- حساب طول الساق $\ell = ?$



فكرة الحل: نحسب I_Δ للجملة
ومنها نحسب $r_1 = ?$
طول الساق $\ell = 2r_1$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta(\text{جملة})}}{k}}$$

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

$$\underset{(\text{جملة})}{I_\Delta} = \frac{\frac{25}{4} \times 16 \times 10^{-3}}{4\times 10} = 25\times 10^{-4}\ kg\ m^2$$

شرح:

$$\left[\underset{\text{جملة}}{I_\Delta} = \underset{\text{ساق}}{I_\Delta} + \underset{\text{كتلة 1}}{I_\Delta} + \underset{\text{كتلة 2}}{I_\Delta}\right]$$

$$I_\Delta = \underset{\text{ساق مهملة الكتلة}}{0} + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

$$\left(m_1 = m_2\ ,\ r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2}\right)$$

$$\underset{(\text{جملة})}{I_\Delta} = 2m_1 r_1^2$$

$$\underset{(\text{جملة})}{I_\Delta} = 2m_1 r_1^2 \Rightarrow r_1^2 = \frac{I_\Delta}{2m_1}$$

$$r_1^2 = \frac{25\times 10^{-4}}{2\times 125\times 10^{-3}} = \frac{10^{-4}}{10^{-2}} = 10^{-2} \Rightarrow r_1 = 10^{-1} = 0.1m$$

$$\underset{(\text{طول الساق})}{\ell} = 2r_1 = 2\times 0.1 = 0.2m$$

المسألة الثالثة ص 27 (دورات 94+98+2011+2015+..)

A) $\left[\ell = ab = 40\ cm\ +\right.$ سلك فتل $\left.\right] \Leftarrow$ نواس فتل.

$t = 0$ (شروط البدء)
- $\theta = 60°$
- $v = 0\ (\omega = 0)$ (دون سرعة بدائية)

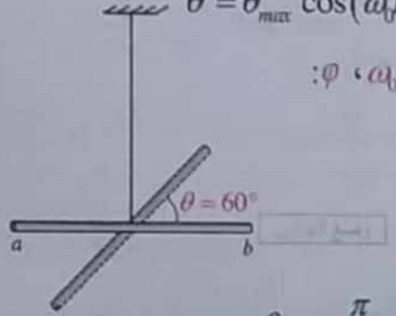
$T_0 = 1\,s$ ، تهتز بحركة جيبية دورانية

$I_\Delta = 2\times 10^{-3}\ kg\cdot m^2$ (عزم عطالة الساق بالنسبة لسلك الفتل)

1- استنتاج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من الشكل العام.

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

الثوابت: θ_{max} ، ω_0 ، φ:



السعة الزاوية: $\theta_{max} = \frac{\pi}{3} rad$
لأن الساق تركت دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

قاعدة: ازاحة وترك دون سرعة بدائية:
$\Leftarrow$ (θ_{max} مع نواس الفتل) ، (X_{max} مع النواس المرن)

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

لإيجاد $(\varphi = ?)$ من شروط البدء:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ \theta = \theta_{max} \end{array}\right\} \Rightarrow \theta_{max} = \theta_{max}\cos(\omega_0 \times 0 + \varphi)$$

$$\Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\ rad$$

نعوض مكان الثوابت:

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- $\omega = ?$ (سرعة زاوية):

حساب السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن :

$$\overline{\omega} = (\overline{\theta})'_t = -2\pi \times \frac{\pi}{3}\sin(2\pi t)$$ (سرعة زاوية)

شرح: عند الانتقال من المطال الأعظمي θ_{max} إلى وضع التوازن للمرة الأولى تنجز الساق ربع هزة

زمن ربع دور : $t = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4}\,s$

نعوض بتابع السرعة:

$$\overline{\omega} = (\overline{\theta})'_t = -2\pi \times \frac{\pi}{3}\sin\left(2\pi \times \frac{1}{4}\right) \quad \left(\sin\frac{\pi}{2} = 1\right)$$

$$\omega = -2\pi \times \frac{\pi}{3} = -\frac{20}{3} \ rad \cdot s^{-1}$$

3- $\alpha = ?$ (تسارع زاوي):

عندما تصنع الساق زاوية $(\overline{\theta} = -30°)$ مع وضع التوازن:

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

$$\theta = -30° \quad \Rightarrow \quad \theta = -\frac{\pi}{6} \ rad$$

$$\alpha = -(2\pi)^2 \times \frac{-\pi}{6} = 4\pi^2 \times \frac{\pi}{6}$$

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

ملاحظة: لا تُعوض الزوايا مع القوانين إلا بالراديان .

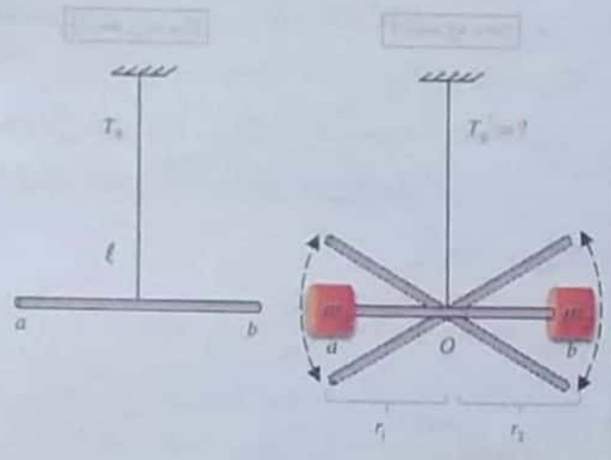
B) $m_1 = m_2 = 75g$ مطلوب حساب $(T'_0 = ?)$ ،

ثم حساب قيمة $(k = ?)$

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

$$(2) \quad T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I'_{\Delta\,جملة}}{k}}$$

$$\Rightarrow (*) \quad \frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{I'_{\Delta\,جملة}}{I_{\Delta\,ساق}}}$$



حساب I'_Δ جملة :

شرح:

$$\underset{جملة}{I'_\Delta} = \underset{ساق}{I_\Delta} + \underset{كتلة1}{I_\Delta} + \underset{كتلة2}{I_\Delta}$$

$$\underset{جملة}{I'_\Delta} = \underset{ساق}{I_\Delta} + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

لكن $(r_1 = r_2 \ , \ m_1 = m_2) \Leftarrow$

$$\left[r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2} = \frac{40}{2} \times 10^{-2} = 2\times10^{-1}\,m\right]$$

$$\underset{جملة}{I'_\Delta} = \underset{ساق}{I_\Delta} + 2m_1 r_1^2$$
$$= 2\times10^{-3} + 2\times75\times10^{-3}\times4\times10^{-2}$$
$$= 2\times10^{-3} + 600\times10^{-5}$$
$$= 2\times10^{-3} + 6\times10^{-3} = 8\times10^{-3}\ kg\cdot m^2$$

نعوض بـ $(*)$:

$$\frac{T'_0}{1} = \sqrt{\frac{8\times10^{-3}}{2\times10^{-3}}} \quad \Rightarrow \quad T'_0 = 2\ s$$

لحساب $k = ?$ نعوض بـ (1) :

$$1 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times10^{-3}}{k}} \quad \Rightarrow \quad 1 = 4\pi^2 \times \frac{2\times10^{-3}}{k}$$

$$k = 8\times10\times10^{-3} = 8\times10^{-2}\ \underbrace{m\cdot N\cdot rad^{-1}}$$

$$\overline{\Gamma} = -k\overline{\theta}$$

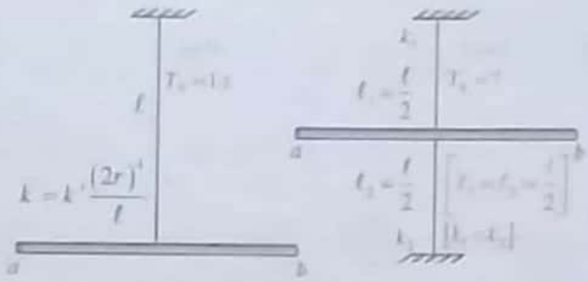
طريقة ثانية لحساب $k = ?$

$$k = I_\Delta \cdot \omega_0^2$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$k = 2\times10^{-3} \times (2\pi)^2 = 8\times10^{-2}\ m.N\ rad^{-1}$$

(C



$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \qquad T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1+k_2}}$$

ملاحظة: سيتم توضيح استنتاج علاقة الدور

الحل:

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

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1+k_2}}$$

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

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{4k}}$$

$$T_0' = \frac{1}{2}\times 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$$

$$T_0' = \frac{T_0}{2} = \frac{1}{2}\ s$$

ملاحظة: يُمكن أن يُعطى الطلب (B) بشكل عكسي، حيث يُعطى الدور الجديد ($T_0' = 2\ s$) و يطلب حساب عزم عطالة الساق:

نعوض بـ (*) بعد التربيع:

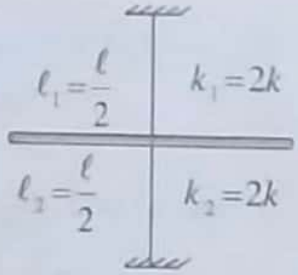
$$\frac{4}{1} = \frac{I_\Delta + 2m_1r_1^2}{I_\Delta} \Rightarrow 4I_\Delta - I_\Delta = 2m_1r_1^2$$

$$\Rightarrow 3I_\Delta = 2m_1r_1^2 \Rightarrow I_\Delta = \frac{2}{3}m_1r_1^2 \Rightarrow$$

$$I_\Delta = \frac{2}{3}\times 75\times10^{-3}\times 4\times10^{-2} = 2\times10^{-3}\ kg\cdot m^2$$

توضيح

لاستنتاج علاقة دور نواس الفتل الجديد :



جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: نواس الفتل

القوى الخارجية المؤثرة:

- في الساق: $\overline{w}$ ثقل الساق

$\vec{T_1}$ قوة توتر سلك التعليق العلوي

$\vec{T_2}$ قوة توتر سلك التعليق السفلي

- في سلك التعليق العلوي: $\overline{\Gamma}_{\eta_1/\Delta} = -k_1\,\overline{\theta}$
- في سلك التعليق السفلي: $\overline{\Gamma}_{\eta_2/\Delta} = -k_2\,\overline{\theta}$

$$\sum\overline{\Gamma}_\Delta = I_\Delta\,\overline{\alpha}$$

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

لكن: $\overline{\Gamma}_{\overline{w}/\Delta} = 0$ ، $\overline{\Gamma}_{\vec{T_1}/\Delta} = 0$ ، $\overline{\Gamma}_{\vec{T_2}/\Delta} = 0$

لأن القوى $\overline{w}$ ، $\vec{T_1}$ ، $\vec{T_2}$ تنطبق على محور الدوران

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

لكن: $\alpha = (\overline{\theta})''_t$ ، $k_1 = k_2 = k'\cdot\frac{(2r)^4}{\frac{\ell}{2}} = 2k$

$$-2k\,\overline{\theta} - 2k\,\overline{\theta} = I_\Delta(\overline{\theta})''_t \Rightarrow -4k\,\overline{\theta} = I_\Delta\,(\overline{\theta})''_t$$

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن:

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

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

$$(\theta)''_t = -\omega_0^2\,\theta$$

بالمطابقة مع المعادلة التفاضلية نجد: $\omega_0^2 = \frac{4k}{I_\Delta}$

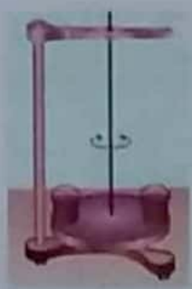
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4k}{I_\Delta}} = \frac{2\pi}{T'_0} \Rightarrow T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{4k}}$$

لكن: $k_1 + k_2 = 4k$

$$\Rightarrow \boxed{T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1+k_2}}}$$

حفظ

تفكير ناقد ص 27:



إن فتح الصمامين يؤدي إلى تناقص كتلة الماء وانفصاله عن جملة النواس $\xLeftarrow{\text{يؤدي}}$ إلى تناقص عزم عطالة جملة النواس.

$$I_\Delta > I'_\Delta$$

جملة النواس قبل فتح الصمام — جملة النواس بعد فتح الصمام

وهذا يؤدي إلى تناقص دور النواس حسب العلاقة:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I'_{\Delta(\text{جملة})}}{k}}$$

لأن الدور يتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لعزم العطالة.

- ولدينا من علاقة السرعة الزاوية العظمى لنواس الفتل:

$$\omega_{max} = |\pm\omega_0\,\theta_{max}|$$

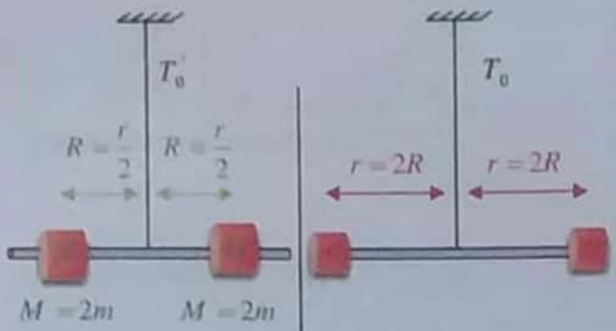
$$\omega_{max} = \frac{2\pi}{T_0}\times\theta_{max}$$

نلاحظ من العلاقة أن السرعة الزاوية العظمى تتناسب عكساً مع الدور

وبما أن الدور يتناقص $\xLeftarrow{\text{يؤدي}}$ إلى ازدياد السرعة الزاوية لجملة النواس

نتيجة: السرعة الزاوية بشكل عام تزداد بتناقص الدور.

ابحث أكثر: ص27



$$I_\Delta = 2mr^2$$

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

$$I'_\Delta = 2MR^2$$

$$I'_\Delta = 2\times 2m\times\frac{r^2}{4}$$

$$I'_\Delta = mr^2$$

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I'_\Delta}{k}} \quad ②$$

من ① و ② نجد:

$$\frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{I'_\Delta}{I_\Delta}}$$

$$\frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{mr^2}{2mr^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} < 1$$

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

وبالتالي يكون: $T'_0 < T_0$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الثالث 3

الاهتزازات غير التوافقية – النواس الثقلي غير المتخامد:

فوائد لحل مسائل النواس :

1. لحساب الدور الخاص تجريبياً لكافة النواسات :

$$\boxed{T_0 = \frac{t}{N}}$$

2. نواس ثقلي:
- **مركب:** جسم ثقيل يهتز حول محور ...
- **بسيط:** نقطة مادية تهتز ... (كرة + خيط)

3. لحساب الدور في النواس الثقلي :

a) بزوايا صغيرة (أقل من °14 درجة أي ما يعادل 0.24 rad) تكون الحركة جيبية :

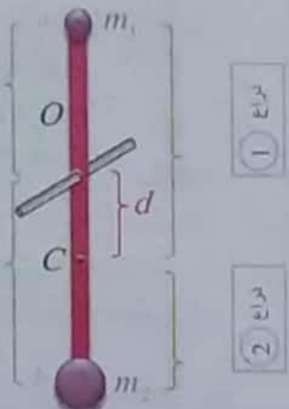
$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}}$$

b) بزوايا كبيرة والحركة ليست جيبية، نطبق العلاقة التالية : (نفسها للنواسين)

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

4. لحساب $[d]$: $[d = OC]$



O: محور الدوران

C: مركز الثقل (تحت O)

r_1: بعد m_1 عن O

r_2: بعد m_2 عن O

ذراع 1: بعد m_1 عن C

ذراع 2: بعد m_2 عن C

يمكننا استخدام إحدى الطريقتين التاليتين :

طريقة أولى : (للاطلاع)

انطلاقاً من شرط التوازن :

$$\sum \overline{\Gamma}_\Delta = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma}_{\vec{W_1}} + \overline{\Gamma}_{\vec{W_2}} = 0$$

$$\Rightarrow \Gamma_{W_1} = \Gamma_{W_2}$$

$$(aC)(m_1 g) = (bC)(m_2 g)$$

$$\boxed{(r_1 + d)m_1 = (r_2 - d)m_2}$$ (حفظ)

الكتلة 2 × بعدها عن C = الكتلة 1 × بعدها عن C

طريقة ثانية : (هي الطريقة الأسهل)

نطبق العلاقة التالية :

$$d = \frac{m_1\overline{r_1} + m_2\overline{r_2} + \ldots + m_i\overline{r_i}}{m_1 + m_2 + \ldots + m_i}$$

$$\Rightarrow \boxed{d = OC = \frac{\sum m_i\overline{r_i}}{\sum m_i}}$$

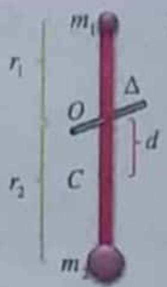
$\overline{r}$ مقدار جبري نعده :

- **موجب** إذا كانت m تحت محور الدوران.
- سالب إذا كانت m فوق محور الدوران.

ونميز بشكل خاص مايلي :

لنواس ثقلي مركب يتألف من كتلتين.

A. إذا كان محور الدوران يقع بين الكتلتين:

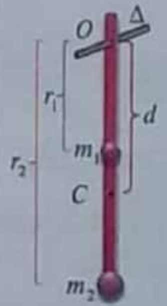


$$d=\frac{m_2r_2-m_1r_1}{m_1+m_2}$$

لاحظ أن: d يجب أن يكون موجب

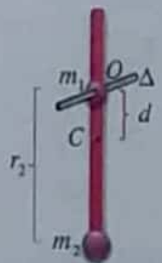
لذلك نأخذ: الكبير – الصغير .

B. إذا كان محور الدوران يقع خارج الكتلتين :



$$d=\frac{m_2r_2+m_1r_1}{m_1+m_2}$$

C. إذا كان محور الدوران ماراً من إحدى الكتلتين :



(مثلاً مار من الكتلة $m_1 \Leftarrow r_1=0$)

$$d=\frac{m_2r_2}{m_1+m_2}$$

ملاحظة:

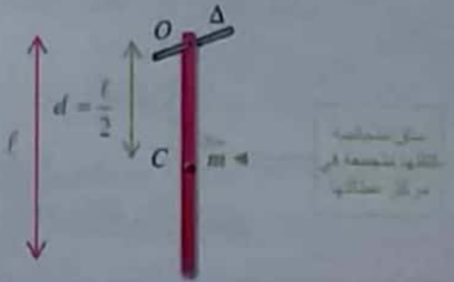
انتبه إلى أن r بكافة هذه القوانين ليست مربعة ...

ملاحظة: لحساب (d) بحالة نواس ثقلي مركب يتألف من كتلة واحدة يكفي أن نرسم شكل واضح.

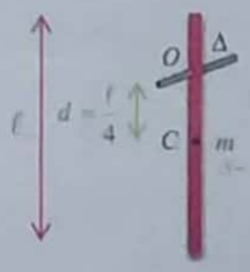
ونميز:

a) ساق متجانسة كتلتها (m) وطولها (ℓ) نجعلها شاقولية

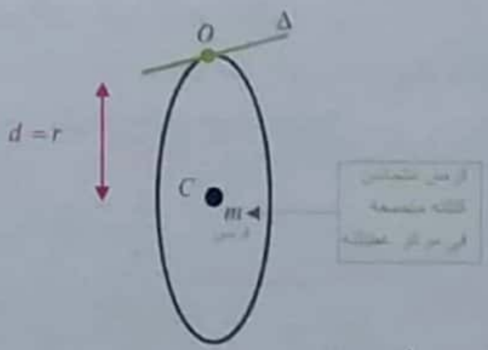
•• قابلة للدوران حول محور (O) أفقي عمودي على مستويها الشاقولي ومار من طرفها العلوي:



•• قابلة للدوران حول محور (O) مار من نقطة مثلاً تبعد $\left(\frac{\ell}{4}\right)$ عن مركز عطالتها.



b) قرص متجانس كتلته (m) نصف قطره (r) يمكن أن يهتز في مستو شاقولي حول محور أفقي $[O]$ مار من نقطة على محيطه.



5. لتمييز أدوار النواس :

a) نواس مرن (جسم + نابض):

الحركة جيبية انسحابية دوماً.

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

b) نواس فتل (ساق أو قرص + سلك فتل):

الحركة جيبية دورانية دوماً.

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

c) نواس ثقلي : ونميز فيه :

الحركة جيبية دورانية فقط بسعات صغيرة

$$\underset{\text{بسيط}}{T_0}=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad ، \quad \underset{\text{مركب}}{T_0}=2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{m\,g\,d}}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

6. **نواسين متواقتين أي لهما نفس الدور:**

لحساب طول نواس بسيط مواقت لنواس مركب نبدأ بـ :

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

7. **لحساب السرعة نميز حالتين :**

a) بزوايا صغيرة : والحركة جيبية دورانية :

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

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

ولحساب السرعة العظمى عند وضع التوازن الشاقولي :

$$\boxed{\omega_{max} = \omega_0 \theta_{max}}$$

b) بزوايا كبيرة: والحركة ليست جيبية دورانية عندها:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: تركه دون سرعة بدائية $[\theta_{max}]$

الثاني: مروره بالمكان المطلوب $[\theta]$

$$\boxed{\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(a \to b)}}$$

والطلب المعكوس:

يزاح النواس بـ $[\theta_{max}]$ مجهولة وتُعطى السرعة مثلا مرور بالشاقول. ويطلب حسب θ_{max}

وهذا عندما تكون $[\theta_{max} > 0.14\ rad]$ يكون الحل أيضا بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين.

8. **الطاقة الحركية:**

a) مع نواس ثقلي مركب: $\boxed{E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2}$

b) مع نواس ثقلي بسيط: $\boxed{E_k = \frac{1}{2} m v^2}$

حيث مع النواس الثقلي البسيط نستطيع أن نبدأ من العلاقة:

$$\left.\begin{array}{l} E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 \\ I_\Delta = m r^2 \\ \omega = \frac{v}{r} \end{array}\right] \Rightarrow E_k = \frac{1}{2} \times m r^2 \times \frac{v^2}{r^2}$$

نقطة مادية

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

9. **لحساب الأعمال:**

A) مع نواس ثقلي مركب: $\overline{W}_{\vec{R}} = 0$

لا انتقال لنقطة تأثير لقوة.

B) مع نواس ثقلي بسيط: $\overline{W}_{\vec{T}} = 0$

لأن حامل $\vec{T}$ (قوة التوتر) يعامد الإنتقال في كل لحظة.

C) مع النواسين:

$$\boxed{\underset{\text{ثقل}}{\overline{W}_{\vec{w}}} = \underset{\text{ثقل}}{w}\, h = m g h}$$

10. **لحساب $[h]$ الإرتفاع:**

$$\boxed{h = d\,[\cos\theta - \cos\theta_{max}]}$$

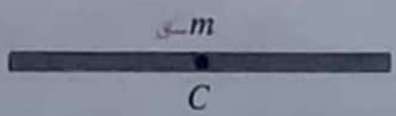
وعندما الوضع النهائي هو المرور بالشاقول يصبح :

$$\theta = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

عندها $\boxed{h = d\,[1 - \cos\theta_{max}]}$

وبحالة خاصة مع نواس بسيط (طول الخيط) $\boxed{d = \ell}$

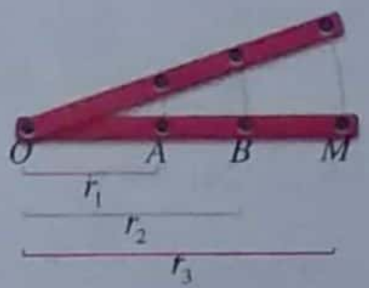
11. لجسم متجانس أي مصنوع من نفس المادة. نعتبر كتلة الجسم متجمعة في مركز عطالته (C).



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

12. لكافة نقاط النواس نفس السرعة الزاوية ω ، لأن $\left(\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\right)$ لكن لكل نقطة سرعة خطية v بحسب بعدها عن O محور الدوران.

$$\boxed{v=\omega\times r}$$



13. لحساب كتلة كرة النواس (في نواس ثقلي بسيط)، أو حساب قوة التوتر أو حساب التسارع، ندرس الحركة، ثم نطبق العلاقة الأساسية بالتحريك.

$$\boxed{\sum\vec{F}=m\vec{a}}$$ حيث : $\vec{a}=\vec{a}_t+\vec{a}_c$

ثم نسقط بحسب ما تحتاجه المسألة :

- بالإسقاط على الناظم... نحصل على a_c
- بالإسقاط على المماس... نحصل على a_t

تذكرة: $$\boxed{a_c=\frac{v^2}{r}=\frac{v^2}{\ell}\ (r=\ell)}$$

14. نواس ثقلي يدق الثانية أي:

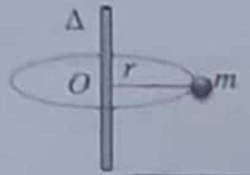
$$\boxed{T_0=2\,s}$$

15. مع نواس ثقلي بسيط [كرة + سلك معدني رفيع]:

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$ [هام خيار متعدد]

- لو سخنا سلك النواس ⇐ يزداد الطول ⇐ يزداد الدور ⇐ نواس يبطئ ⇐ ميقاتية تؤخر.
- لو نقلنا النواس إلى مرتفعات عن سطح البحر ⇐ تنقص الجاذبية ⇐ يزداد الدور ⇐ نواس يُبطئ ⇐ ميقاتية تؤخر.
- لو نقلنا النواس إلى منخفض عن سطح البحر ⇐ تزداد الجاذبية ⇐ ينقص الدور ⇐ نواس يسرع ⇐ ميقاتية تسبق (تقدم).

16. كل نقطة مادية [m] معلقة (بخيط أو بساق أو بقرص) لو دارت أو ناست ترسم حلقة عزم عطالتها حول محور الدوران يعطى بالعلاقة:



(حفظ) $$\boxed{I_\Delta=mr^2}$$

17. $$\boxed{I_\Delta=\sum I_\Delta}$$

[هنا الأفضل حساب (I_Δ) لكل جزء ثم نجمع]

18. عزم العطالة بمسائل المنهاج 3 أفكار:

1- نقطة مادية تدور حول محور ... $I_\Delta=mr^2$
2- ساق متجانسة
3- قرص متجانس

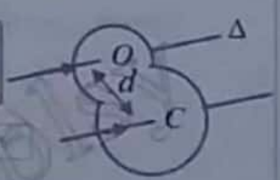
ملاحظة: ساق أو قرص مهمل الكتلة: $m=0\Rightarrow I_\Delta=0$

19. نظرية هايغنز:

تفيد نظرية هايغنز في إيجاد عزم عطالة جسم يدور حول محور الدوران بدلالة عزم عطالته حول محوره [أي محور عمودي على مستوي الجسم ومار من C]، حيث تُعطى بنص المسألة ($I_{\Delta/C}$) [عزم عطالة الجسم حول محور مار من مركز العطالة C]، ونحن بحاجة إلى حساب ($I_{\Delta/O}$) [عزم عطالة الجسم حول محور الدوران Δ].

العبارة الرياضية لنظرية هايغنز:

$$\boxed{I_{\Delta/O}=I_{\Delta/C}+md^2}$$



أي عزم عطالة يعطى بنص المسألة هو $I_{\Delta/C}$

20. تذكر:

- g_0 : الجاذبية عند سطح البحر.
- g_h : الجاذبية على ارتفاع [h]عن سطح البحر.
- كلما ارتفعنا عن سطح البحر تنقص قيمة (g_0).
- في جميع المسائل $4\pi=12.5=\frac{25}{2}$ ، $\pi^2=10$ ، $g=10\,m\,s^{-2}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص37:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

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

شرح الحل:

نعتبر الميقاتية نواس ثقلي بسيط وذلك بفرض أن الساق مهملة الكتلة والقرص عبارة عن نقطة مادية كثافتها النسبية كبيرة.

دور النواس $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

الميقاتية بهذه الحالة تقدم (تسبق) أي دورها $T_0 > T_0^{'}$

ولضبط الميقاتية علينا أن نجعل دورها أكبر ساعة مضبوطة

وهذا يتم بخفض القرص بمقدار ضئيل مما يؤدي إلى زيادة (ℓ) ⟸ وهذا يؤدي إلى زيادة دورها أي تبطئ دوران عقارب الساعة.

2- C) تؤخر الثانية ويجب تعديلها.

شرح الحل:

باعتبار الميقاتية نواس ثقلي بسيط دورها الخاص: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

نلاحظ من العلاقة السابقة أن دور النواس يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لتسارع الجاذبية الأرضية (g).

وبما أن النواس الثاني موضوع في الطابق الأخير من ناطحة السحاب حيث تكون قيمة (g) أقل بمقدار قليل من قيمتها عند الطابق الأرضي.

هذا يؤدي إلى زيادة دورها أي

$(T_{0_2}$ طابق أخير $> T_{0_1}$ طابق أرضي$)$

الميقاتية الثانية دورها (T_{0_2}) أكبر ⟸ نواس يبطئ ⟸ ميقاتية تؤخر.

ملاحظة: من أهم تطبيقات النواس الثقلي البسيط هو قياس تسارع الجاذبية الأرضية.

3- b) الشخص A.

شرح الحل:

لأن الشخص (A) يملك أكبر طاقة كامنة وعند المرور بالشاقول (تكون الطاقة الحركية للشخص (A) أكبر ما يمكن وبالتالي ستكون السرعة الخطية للشخص (A) أكبر ما يمكن عند المرور بالشاقول.

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 39:

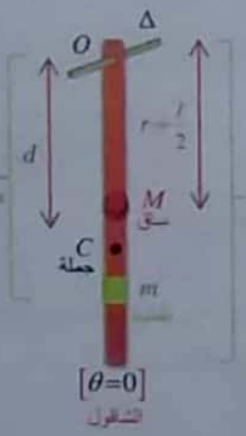
$M = 0.5\ kg = \frac{1}{2}\ kg$ (ساق متجانسة) ، $\ell = 1.5m = \frac{3}{2}m$

(o) محور الدوران مار من الطرف العلوي للساق

$m = 0.5kg = \frac{1}{2}kg$ (الشاخص) مثبتة على بعد $(1m)$

عن محور الدوران. علماً أن $I_{\Delta/ساق} = \frac{1}{12}M\ \ell^2$

1- حساب $T_0 = ?$ (سعة صغيرة)



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

$$\underset{جملة}{m} = \underset{ساق}{M} + \underset{نقطية}{m'}$$

$$m = 0.5 + 0.5 = 1kg$$

حساب $d = ?$

$$(oc) = d = \frac{M\ r + m'\ r'}{M + m'}$$

$$r = \frac{\ell_{ساق}}{2} = \frac{\frac{3}{2}}{2} = \frac{3}{4}m \quad ، \quad r' = 1\ m$$

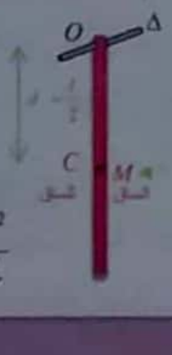
$$d = \frac{\frac{1}{2}\times\frac{3}{4} + \frac{1}{2}\times 1}{1} \Rightarrow d = \frac{3}{8} + \frac{1}{2} = \frac{3+4}{8} = \frac{7}{8}m$$

حساب $I_{\Delta} = ?$ (لجملة النواس)

$$\underset{جملة النواس}{I_{\Delta/O}} = \underset{ساق}{I_{\Delta/O}} + \underset{نقطية}{I_{\Delta/O}}$$

$$\underset{نقطية}{I_{\Delta/O}} = m'\ r'^2 = \frac{1}{2}\times(1)^2 = \frac{1}{2}kg\ m^2$$

لحساب $I_{\Delta/O}$ (ساق) نطبق نظرية هايغنز



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

$$I_{\Delta/O} = \frac{1}{12}M\ \ell^2 + M\ \frac{\ell^2}{4}$$

$$I_{\Delta/O} = \frac{1}{12}M\ \ell^2 + \frac{3}{12}M\ \frac{\ell^2}{4}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$I_{\Delta/O} = \frac{3}{12} M \ell^2 \Rightarrow I_{\underset{\text{ساق}}{\Delta/O}} = \frac{1}{3} M \ell^2$$

$$I_{\underset{\text{ساق}}{\Delta/O}} = \frac{1}{\cancel{3}} \times \frac{1}{2} \times \frac{\cancel{9}^{3}}{4} = \frac{3}{8} kg\, m^2$$

نعوض لحساب $I_{\Delta/O}$ (جملة النواس) في (4)

$$I_{\underset{\text{جملة النواس}}{\Delta/O}} = \frac{3}{8} + \frac{1}{2} = \frac{3+4}{8} = \frac{7}{8} kg\, m^2$$

نعوض لحساب $T_0 = ?$

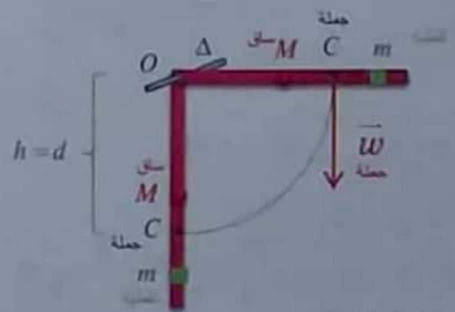
$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{\cancel{7}}{\cancel{8}}}{1 \times \pi^2 \times \frac{\cancel{7}}{\cancel{8}}}} = 2S$$

-2

$$\left.\begin{aligned} \theta &= \frac{\pi}{2} rad \\ v &= 0 \quad \text{تركه دون سرعة ابتدائية} \end{aligned}\right] \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{2} rad$$

مطلوب حساب؟ $E_k =$ ثم حساب $v_{m'} = ?$ (مرور بالشاقول)

مرور بالشاقول



القوى الخارجية المؤثرة :

$\vec{w}$ ثقل جملة النواس ، $\vec{R}$ قوة رد فعل محور الدوران

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: تركه دون سرعة ابتدائية : $\theta_1 = \theta_{max} = \frac{\pi}{2} rad$

الثاني : مروره بالشاقول : $\theta_2 = 0$

$$\Delta \bar{E}_{k_{(1\to2)}} = \sum \bar{W}_{\vec{F}}$$

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

$\bar{W}_{\vec{R}} = 0$ لا إنتقال لنقطة تأثير القوة

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

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

$$h = d\left[1 - \cos\frac{\pi}{2}\right] \Rightarrow h = d = \frac{7}{8} m \qquad \boxed{\cos\frac{\pi}{2} = 0}$$

$$E_k = 1 \times 10 \times \frac{7}{8} = \frac{70}{8} J = 8.75 J$$

لحساب $v_m = ?$ مرور بالشاقول

$$E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2E_k}{I_{\Delta \text{ جملة}}}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times \frac{\cancel{70}^{10}}{8}}{\frac{\cancel{7}}{8}}} = \sqrt{20} = \sqrt{4 \times 5} = 2\sqrt{5}\, rad\, s^{-1}$$

فائدة: نعلم أنه لكافة نقاط النواس نفس السرعة الزاوية لكن لكل نقطة سرعة خطية على حسب بعدها عن محور الدوران

$v_m = \omega \times r'$ ← بعد m عن محور الدوران

$$v_m = 2\sqrt{5} \times 1 = 2\sqrt{5}\, m\, s^{-1}$$

طلبات إضافية:

1- حساب السرعة الخطية لمركز العطالة لحظة المرور بالشاقول

$v_C = \omega \times d$ ← بعد مركز العطالة عن محور الدوران

$$v_C = 2\sqrt{5} \times \frac{7}{8_4} = \frac{7}{4}\sqrt{5}\, m\, s^{-1}$$

فائدة: عندما يُطلب حساب مقدار خطي لمركز العطالة نستبدل r بـ d الذي هو بعد مركز العطالة عن محور الدوران $[O]$.

2- احسب دور هذا النواس عندما يئوس بالسعة السابقة.

$T_0' = ?$ (لاحظ السعة كبيرة) $(\theta_{max} = \frac{\pi}{2} rad)$

لدينا الدور بسعة صغيرة : $T_0 = 2s$

$$T_0' = T_0\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right] \Rightarrow T_0 = 2\left[1 + \frac{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2}{16}\right] = 2.3\, s$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

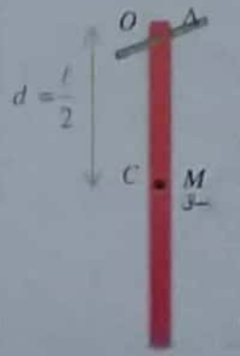
3- نزع الكتلة النقطية (m') السابقة ، يطلب :

a) احسب دور هذا النواس في حالة السعات الزاوية الصغيرة.

b) برهن أن دور إهتزازات الساق بسعة صغيرة يساوي $2s$ حول محور أفقي يبعد عن مركز عطالتها $\frac{\ell}{6}$.

c) احسب طول النواس البسيط الموافق لهذا النواس الثقلي.

الحل:



a) $T_0 = ?$ (بسعة صغيرة)

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

$$I_{\Delta/O\,ساق} = \frac{1}{3}M\,\ell^2$$ (أثبتنا بالطلب السابق)

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}M\,\ell^2}{M\times\pi^2\times\frac{\ell}{2}}} \Rightarrow T_0 = 2\sqrt{\frac{2\ell}{3}} = 2\sqrt{\frac{2\times1.5}{3}} = 2s$$

b) برهان أن $T_0 = 2\,s$ (بسعة صغيرة) عندما $[O']$ محور الدوران يبعد $[\ell/6]$ عن $[C]$ مركز العطالة

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O'}}{mgd}} \quad , \quad d = \frac{\ell}{6}$$

لحساب $[I_{\Delta/O'}]$ نطبق هايغنز:

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

$$I_{\Delta/O'} = \frac{1}{12}m\,\ell^2 + m\times\frac{\ell^2}{36} = \frac{4m\,\ell^2}{36} = \frac{1}{9}m\,\ell^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{9}m\ell^2}{mg\times\frac{\ell}{6}}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times\frac{3}{2}}{3\times\pi^2}} = 2s$$

c) لحساب $\ell = ?$ (طول نواس بسيط موافق للنواس المركب)

شرط التواقت : T_0 (بسيط) $=$ T_0 (مركب)

$$2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\pi^2}} = 2 \Rightarrow \ell = 1\,m$$

المسألة الثانية ص 39 (دورة 2015 مع الإحصائي)

$m_1 = 100\ g = 10^{-1}\ kg$ ، $\ell = 40\,cm = 4\times10^{-1}\,m$

1- يزاح الخيط بزاوية $[\theta_{max} = ?]$ ويترك دون سرعة بدائية

$v = 2\,m\cdot s^{-1}$ (سرعة مرور بالشاقول)

الحل:

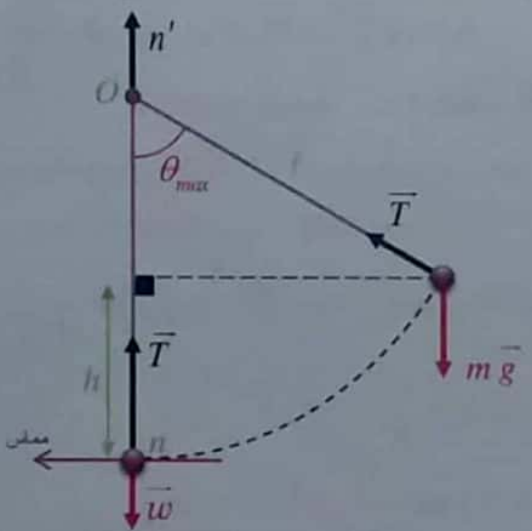
القوى الخارجية المؤثرة:

$\overrightarrow{w}$ ثقل الكرة ، $\overrightarrow{T}$ قوة توتر الخيط

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

الأول: تركه دون سرعة ابتدائية $[\theta_1 = \theta_{max} = ?]$

الثاني: مروره بالشاقول $[\theta_2 = 0]$



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

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

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

لكن $\overline{W}_{\vec{T}} = 0$ لأن حامل $\overrightarrow{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة.

$$h = \ell[1 - \cos\theta_{max}]$$

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

$$4 = 2\times10\times4\times10^{-1}[1 - \cos\theta_{max}]$$

$$\cos\theta_{max} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\theta_{max} = 60° \quad (\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad)$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- استنتاج علاقة $T = ?$ عند المرور بالشاقول:

ملاحظة :

جملة (n مماس ناظم) مرتبطة؛ أي تُرسم بالمكان المطلوب، وتُرسم القوى بالمكان المطلوب. ثم نسقط على المماس أو على الناظم حسب ما تحتاجه المسألة.

الناظم: يرسم على الخيط ويوجه نحو داخل تقعر المسار بالمكان المطلوب.

المماس: يرسم عمودي على الناظم.

القوى المؤثرة: $\vec{w}$ ثقل الكرة ، $\vec{T}$ قوة التوتر

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

بإسقاط طرفي العلاقة على محور ينطبق على حامل $\vec{T}$ وبجهته لنجد: (بإسقاط على الناظم $\overline{nn'}$)

$$-w + T = ma_c \Rightarrow T = mg + m\frac{v^2}{\ell}$$

$$T = m\left(g + \frac{v^2}{\ell}\right)$$

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

$$T = 0.1\left(10 \times \frac{4}{4 \times 10^{-1}}\right)$$

$$T = 2\,N$$

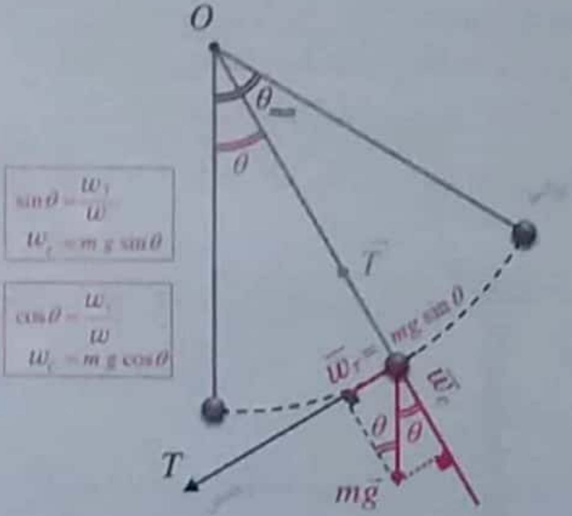
طلبات إضافية:

1- استنتج بالرموز العلاقة المحددة للتسارع المماسي لكرة النواس عندما يصنع الخيط مع الشاقول زاوية $(\theta = 30^{\circ})$ ثم احسب قيمته.

2- احسب التسارع الزاوي للنواس عندما يصنع الخيط مع الشاقول $(\theta = 30^{\circ})$

الحل:

1- استنتاج علاقة $[a_t]$ عندما يصنع الخيط زاوية $[\theta = 30^{\circ}]$ مع الشاقول ثم حساب قيمة $a_t = ?$



القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{w} = m\vec{g}$ ، $\vec{T}$ قوة التوتر.

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

بالإسقاط على مماس المسار في هذا الموضع:

$$mg\sin\theta + 0 = ma_t \Rightarrow a_t = g\sin\theta$$

عندما: $\theta = 30^{\circ} \Leftarrow \sin 30 = \frac{1}{2}$

$$\Rightarrow a_t = 10 \times \frac{1}{2} = 5\ m \cdot s^{-2}$$

2- $\alpha = ?$ عندما يصنع الخيط $\theta = 30^{\circ}$

$$\boxed{a_t = \alpha \cdot r\ ,\ \ell = r} \Rightarrow \alpha = \frac{a_t}{\ell} = \frac{5}{1} = 5\ rad \cdot s^{-2}$$

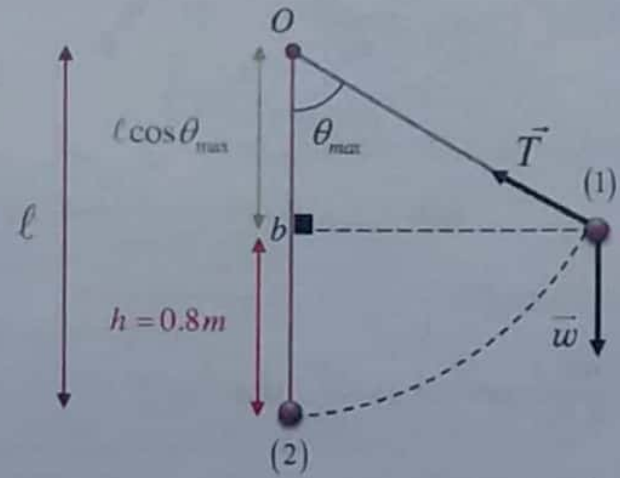
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة: ص39 (تشبه دورة 2009 +2011+2013+....)

نواس ثقلي بسيط $\ell = 1.6m$ ، $m = 0.5kg = \frac{1}{2}kg$

يزاح الخيط بزاوية $[\theta]$ مع الشاقول
يرتفع بمقدار $h = 0.8m$ وتترك دون سرعة ابتدائية

1) استنتاج بالرموز علاقة ؟ = v مرور بالشاقول



القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ ثقل الكرة ، $\vec{T}$ قوة توتر الخيط

نطبق نظرية الطاقة الحركية

بين وضعين:

الأول: تركه دون سرعة ابتدائية عند المطال الأعظمي $[\theta_1 = \theta_{max}]$

الثاني: مرور بالشاقول $[\theta_2 = 0]$

$$\Delta \bar{E}_{k_{(1\to2)}} = \sum W_{\vec{F}}$$

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

لكن $W_{\vec{T}} = 0$ لأن حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال بكل لحظة

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = m\,g\,h$$

$$v^2 = 2g\,h \Rightarrow v = \sqrt{2g\,h}$$

$$v = \sqrt{2\times10\times1.6} = \sqrt{32} = 4\,m\,s^{-1}$$

2) استنتاج علاقة ؟= θ (وحساب قيمتها)

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

من الشكل نجد:

$$h = \ell - \ell\cos\theta_{max} \Rightarrow \ell\cos\theta_{max} = \ell - h$$

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

$$\cos\theta_{max} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{3}\,rad \quad (\theta_{max} = 60°)$$

3- حساب ؟ = T_0' (لاحظ السعة كبيرة)

$$\underbrace{T_0}_{\text{بسعة صغيرة}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{1.6}{\pi^2}} = 2\sqrt{\frac{16}{10}}$$

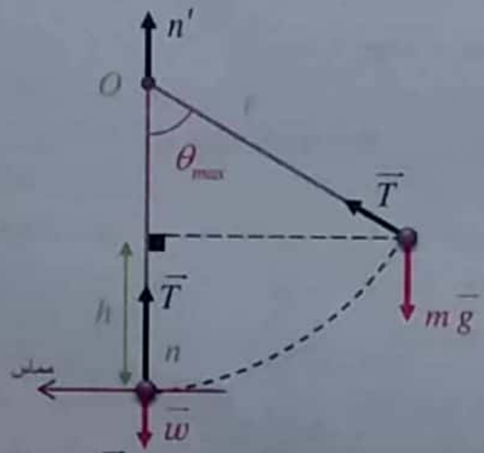
$$T_0 = \frac{2\times4}{\sqrt{10}} = \frac{8}{\pi}s \approx 2.55s$$

بسعة صغيرة

$$\underbrace{T_0'}_{\text{بسعة كبيرة}} = \underbrace{T_0}_{\text{بسعة صغيرة}}\left[1+\frac{\theta_{max}^2}{16}\right] \leftarrow \boxed{rad}$$

$$T_0' = \frac{8}{\pi}\left[1+\frac{\left(\frac{\pi}{3}\right)^2}{16}\right] \Rightarrow T_0' = 2.72s$$

4- استنتاج بالرموز ؟ = T (عند المرور بالشاقول)



القوى المؤثرة على الكرة: $\vec{w}$ ثقل الكرة ، $\vec{T}$ قوة التوتر

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

بإسقاط طرفي العلاقة على محور ينطبق على حامل $\vec{T}$ وبجهته نجد (بإسقاط على الناظم $\overline{nn'}$)

$$-w + T = ma_c \Rightarrow T = mg + m\frac{v^2}{\ell}$$

$$T = m\left(g + \frac{v^2}{\ell}\right) \qquad \boxed{a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{\ell}}$$

$$T = 0.5\left(10\times\frac{\overset{10}{\cancel{16}}}{\cancel{1.6}}\right) = 0.5\times20 \Rightarrow T = 10N$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرابعة: ص 40

نواس ثقلي مركب

$\ell = 1m$ ساق (مهملة الكتلة)

$m_1 = 0.4kg$ (في منتصف الساق)

$m_2 = 0.2kg$ (في الطرف السفلي)

محور الدوران (O) يمر من الطرف العلوي للساق

1- حساب $T_0 = ?$ (بسعة صغيرة)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{M_{جملة}\, g\, d}}$$

$$M = \overset{0}{m}_{ساق} + m_1 + m_2$$

ساق مهملة الكتلة $\boxed{m = 0}$

$$M_{جملة} = 0.4 + 0.2 = 0.6kg$$

$$I_{\Delta/O\,جملة} = \overset{0}{I_{\Delta}}_{ساق} + I_{\Delta/O\,كتلة\,2} + I_{\Delta/O\,كتلة\,1}$$

ساق مهملة الكتلة $\boxed{I_{\Delta} = 0}$

$$I_{\Delta/O\,جملة} = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

$$I_{\Delta/O\,جملة} = \overset{0.1}{0.4 \times \frac{1}{4}} + 0.2 \times 1 = 0.3kg\,m^2$$

حساب $d = ?$ (لاحظ محور الدوران يقع خارج الكتلتين)

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

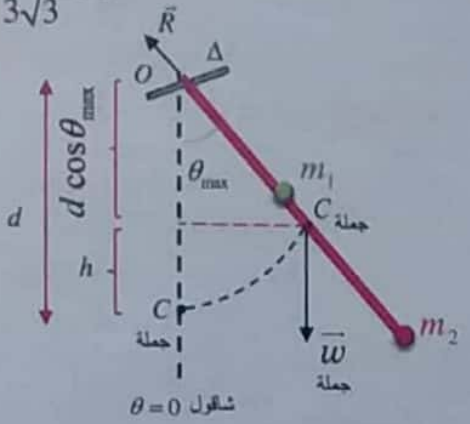
$$d = \frac{\overset{0.2}{0.4 \times \frac{1}{2}} + 0.2 \times 1}{0.6} = \frac{0.4}{0.6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}m$$

(نعوض بحساب الدور T_0)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.3}{0.6 \times \pi^2 \times \frac{2}{3}}} = 2\sqrt{\frac{3}{4}} \Rightarrow T_0 = \sqrt{3}\,s$$

-2 مطال الجملة $\theta_{max} = ? > 0.24\,rad$

$$v_c = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}}\,m\,s^{-1}$$ (مركز العطالة)



a- حساب $v_{m_2} = ?$ (لحظة المرور بالشاقول)

$v_c = \omega \times d$ ← بعد مركز العطالة عن محور الدوران (O)

$$\frac{4\pi}{3\sqrt{3}} = \omega \times \frac{2}{3} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\,rad\,s^{-1}$$

نعلم أن لكافة نقاط النواس نفس السرعة الزاوية

$v_{m_2} = \omega \times r_2$ ← بعد m_2 عن محور الدوران (O)

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

طريقة ثانية:

$$v_{m_2} = \omega \times r_2 \quad , \quad v_c = \omega \times d$$

$$\frac{v_{m_2}}{v_c} = \frac{\omega \times r_2}{\omega \times d} \Rightarrow v_{m_2} = v_c \times \frac{r_2}{d}$$

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

طلب إضافي: حساب السرعة الخطية للكتلة النقطية m_1 لحظة المرور بالشاقول.

$v_{m_1} = \omega \times r_1$ ← بعد m_1 عن محور الدوران (O)

$$v_{m_1} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{2} = \frac{\pi}{\sqrt{3}}\,m\,s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

b- استنتاج قيمة $\theta_{max} = ?$

القوى الخارجية المؤثرة:
- $\vec{w}$ ثقل جملة النواس
- $\vec{R}$ قوة رد فعل محور الدوران

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

الأول: ترك النواس دون سرعة ابتدائية بوضع : $\theta_1=\theta_{max}$

الثاني: مرور بالشاقول بوضع : $\theta_2=0$

$$\Delta \bar{E}_{k_{(1\to2)}} = \sum \bar{W}_F$$

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

$\bar{W}_{\vec{R}}=0$ لا انتقال لنقطة تأثير القوة

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

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

$$\frac{1}{2}\times3\times10^{-1}\times\frac{4\pi^2}{3} = 6\times10^{-1}\times\pi^2\times\frac{2}{3}\times(1-\cos\theta_{max})$$

$$\frac{1}{2} = 1-\cos\theta_{max} \Rightarrow \cos\theta_{max} = \frac{1}{2}$$

$$\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\,rad \qquad (\theta_{max} = 60^\circ)$$

المسألة الخامسة ص 40:

(ℓ) (ساق مهملة الكتلة)

(m) نقطية في كل من طرفي الساق

(O) محور الدوران يبعد $\left(\frac{\ell}{4}\right)$ عن طرف الساق العلوي

$t=0$: نزيح الساق $\theta = \frac{1}{2\pi}\ rad$ وتترك دون سرعة ابتدائية

$$T_0 = 2.5\,s = \frac{5}{2}\,s$$

توضيح هام جداً:

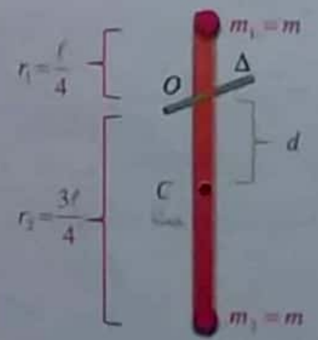
$$\theta = \frac{1}{2\pi} = 0.159\,rad < 0.24\,rad$$

السعة الزاوية صغيرة والحركة جيبية دورانية.

ملاحظات للحل:

- عندما تكون $(\theta < 0.24\,rad)$ صغيرة والحركة جيبية دورانية.
- نستطيع تطبيق كل توابع الحركة في نواس الفتل (α, ω, θ)

الحل:



$\theta = \frac{1}{2\pi}\,rad < 0.24\,rad$ سعة صغيرة والحركة جيبية دورانية

1- استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي؟

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

الثوابت $\bar{\varphi}$ ، ω_0 ، θ_{max}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

السعة الزاوية: $\theta_{max} = \frac{1}{2\pi} \, rad \, s^{-1}$

لأن الساق تركت دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

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

لإيجاد $\varphi = ?$ (نعوض بشروط البدء)

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ \theta = \theta_{max} \end{array}\right] \Rightarrow \theta_{max} = \theta_{max} \cos(\omega_0 \times 0 + \bar{\varphi})$$

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0 \, rad$$

نعوض مكان الثوابت:

$$\theta = \frac{1}{2\pi} \cos\left(\frac{4\pi}{5} t + 0\right)$$

2- استنتاج علاقة $\ell = ?$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{M_{\text{حملة}} \, g \, d}}$$

$$M_{\text{حملة}} = m' + m' = 2m'$$

$$T_0^2 = 4\pi^2 \frac{I_\Delta}{2m' \times \pi^2 \times d}$$

$$T_0^2 = \frac{2 \times I_\Delta}{m' \times d} \quad ①$$

لدينا:

$$I_\Delta = I_{\Delta_{\text{ساق}}} + I_{\Delta_{\text{كتلة1}}} + I_{\Delta_{\text{كتلة2}}}$$

ساق مهملة الكتلة

$$I_\Delta = m' r_1^2 + m' r_2^2 = m'(r_1^2 + r_2^2)$$

لكن: $r_1 = 3\frac{\ell}{4}$ ، $r_1 = \frac{\ell}{4}$

$$I_\Delta = m'\left[\frac{\ell^2}{16} + \frac{9\ell^2}{16}\right]$$

$$I_\Delta = m' \times \frac{10\ell^2}{16} \Rightarrow I_\Delta = m' \times \frac{5\ell^2}{8} \quad ②$$

ولدينا:

$$d = \frac{m' r_2 - m' r_1}{m' + m'} = \frac{m'\left(\frac{3\ell}{4} - \frac{\ell}{4}\right)}{2m'}$$

$$d = \frac{\frac{2\ell}{4}}{2} = \frac{\ell}{4} \quad ③$$

نعوض ② و ③ بـ ①

$$T_0^2 = \frac{2 \times m' \times \frac{5\ell^2}{8}}{m' \times \frac{\ell}{4}} \Rightarrow \ell = \frac{T_0^2}{5}$$

$$\ell = \frac{\frac{25}{4}}{5} \Rightarrow \ell = \frac{5}{4} = 1.25 \, m$$

3- حساب $\omega = ?$

(سرعة زاوية عظمى طويلة)

$$\omega_{max} = \left|\pm \omega_0 \, \theta_{max}\right|$$

$$\omega_{max} = \omega_0 \, \theta_{max}$$

(طويلة)

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

$$\omega_{max} = \frac{2}{5} = \frac{4}{10} = 0.4 \, rad \, s^{-1}$$

طلب إضافي: احسب التسارع الزاوي والمماسي لمركز العطالة في اللحظة التي يصنع فيها النواس زاوية $\left(\theta = \frac{1}{4\pi} rad\right)$ مع وضع التوازن الشاقولي.

الحل: (الحركة جيبية دورانية)

$$\alpha = -\omega_0^2 \theta$$

$$\alpha = -\left(\frac{4\pi}{5}\right)^2 \times \frac{1}{4\pi}$$

$$\alpha = -\frac{16\pi^2}{25} \times \frac{1}{4\pi} = \frac{4\pi}{25} \Rightarrow$$

$$\alpha = -\frac{12.5}{25} = \frac{1}{2} = 0.5 \, rad \, s^{-1}$$

$a_t = ?$

$a_t = \alpha \times d$ ← بعد مركز العطالة عن محور الدوران

(مركز العطالة)

$d = ?$

$$d = \frac{\ell}{4} = \frac{\frac{5}{4}}{4} = \frac{5}{16}\ m$$

$$a_t = \frac{1}{2} \times \frac{5}{16} = \frac{5}{32}\ m\,s^{-2}$$

4- انفصلت (m') السفلية

مطلوب استنتاج $T_0 = ?$

توضيح الحل: أصبح النواس الثقلي عبارة عن كتلة نقطية تهتز على بعد قدره $\left(\frac{\ell}{4}\ \text{(ساق)}\right)$ عن محور الدوران وبالتالي يعامل معاملة نواس ثقلي بسيط

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

$$d = r = \ell' = \frac{\ell}{4}$$

$$I_\Delta = m' r^2 = m' \ell'^2$$

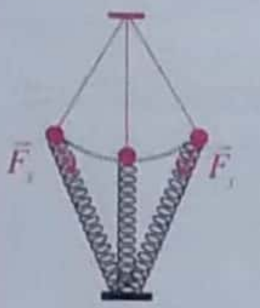
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m' \ell'^2}{m' g \ell'}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{g}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_{\text{ساق}}}{4g}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_{\text{ساق}}}{4 \times \pi^2}}$$

$$T_0 = \sqrt{\ell_{\text{ساق}}} \Rightarrow T_0 = \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2}\ S$$

تفكير ناقد ص 41:



1- على متن المحطة الفضائية ينعدم الثقل الظاهري لكرة النواس وبالتالي ينعدم عزم الثقل

(نعلم أن النواس الثقلي يهتز بتأثير عزم ثقله)

وبالتالي لايهتز النواس وبالتالي $(T_0 = 0)$

2- ولكي نجعل النواس يهتز:

نعلق بكرة النواس نابض شاقولي ، ثم نثبت النابض من طرفه الأخر (كما في الشكل).

نزيح كرة النواس بسعة زاوية (θ_{max}) ونتركه دون سرعة ابتدائية فتهتز كرة النواس بتأثير قوة توتر النابض.

ابحث أكثر ص 41:

نواس فوكو:

- قام العالم فوكو في منتصف القرن التاسع عشر بتجربة علق ثقل قدره $(28kg)$ بسلك طوله $(67m)$ في داخل كنيسة بانتينون في باريس مشكلا نواس ثقلي بسيط فوجد أن مستوي اهتزازه يدور باتجاه عقارب الساعة بمقدار $(11°)$ كل ساعة متمماً دورة كاملة خلال (32.7 ساعة).
- وفي حال إجراء التجربة نفسها في القطب الشمالي سيقوم بدورة كاملة كل (24 ساعة) وهو زمن دوران الأرض حول محورها.
- نتيجة: أثبت أن الأرض تدور حول محورها بدور قدره (24 ساعة).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدرب أكثر:

مسألة دورة أولى (2016) مع طلبات إضافية

يتألف نواس ثقلي مركب من ساق متجانسة طولها $\left(\ell=\frac{3}{2}m\right)$، وكتلتها (m_1) نجعلها شاقولية ونعلقها من محور أفقي ثابت عمودي على مستويها الشاقولي ومار من منتصفها ونثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية $(m_2=m_1)$، والمطلوب:

1- استنتج بالرموز العلاقة المحددة للدور الخاص لهذا النواس بدلالة طول الساق (ℓ) انطلاقا من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي في حالة السعات الزاوية الصغيرة ثم احسب قيمته.

2- احسب طول النواس الثقلي البسيط المواقت لهذا النواس.

3- نزيح الجملة السابقة عن وضع توازنها الشاقولي بسعة زاوية $(\theta_{max}=60°)$ ونتركه دون سرعة ابتدائية يطلب:

a- استنتج بالرموز العلاقة المحددة للسرعة الزاوية للجملة لحظة مرورها بشاقول محور التعليق ثم احسب قيمتها.

b- احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية (m_2) لحظة مرورها بالشاقول.

c- احسب السرعة الخطية لمركز العطالة لحظة المرور بالشاقول.

d- احسب دور هذا النواس عندما ينوس بالسعة السابقة علما أنه : عزم عطالة الساق حول محور عمودي عليها ومار من منتصفها $\left(I_{\Delta/c}=\frac{1}{12}m_1\ell^2\right)$

الحل:

نواس ثقلي مركب

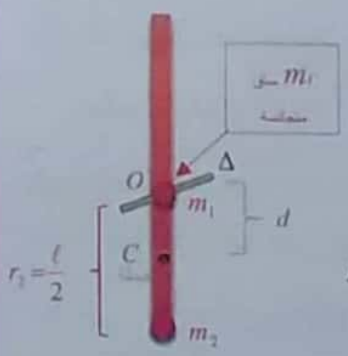
$\ell=\frac{3}{2}m$ (ساق متجانسة)، كتلتها (m_1)

(O) محور الدوران مار من منتصف الساق.

نثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية (m_2) $(m_2=m_1)$

1- استنتاج $T_0=?$ (بسعة صغيرة)

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{M_{\text{جملة}}\,g\,d}}$$



$$M_{\text{جملة}}=m_1+m_2=2m_1$$

$$I_{\Delta/O\,(\text{جملة})}=I_{\Delta/O\,(\text{الساق})}+I_{\Delta/O\,(\text{النقطية})}$$

$$I_{\Delta/O}=\frac{1}{12}m_1\ell^2+m_2r_2^2$$

لكن: $m_1=m_2$

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

$$I_{\Delta/O}=\frac{1}{12}m_1\ell^2+m_1\frac{\ell^2}{4}$$

$$I_{\Delta/O}=\frac{1}{3}m_1\ell^2$$

لحساب $d=?$ (لاحظ أن محور الدوران يمر من (m_1) للساق)

$$d=\frac{m_2r_2}{m_1+m_2}$$

$$d=\frac{m_2\times\frac{\ell}{2}}{2m_2}=\frac{\ell}{4}$$

نعوض لحساب الدور:

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}m_1\ell^2}{2m_1\times g\times\frac{\ell}{4}}}\Rightarrow T_0=2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{2\times\frac{3}{2}}{3\times\pi^2}}=2s$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- حساب $\ell = ?$ (طول نواس بسيط موافق للنواس المركب)

$$T_{0_{\text{مركب}}} = T_{0_{\text{بسيط}}}$$

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow 1 = \pi^2 \frac{\ell}{\pi^2} \Rightarrow \ell = 1m$$

3- نزيح النواس بـ $t=0 \left[\begin{array}{c} \theta_{max} = 60^\circ \\ \text{ويترك دون سرعة ابتدائية} \end{array} \right]$

a- يطلب استنتاج علاقة $\omega = ?$ (مرور بالشاقول)

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ ثقل جملة النواس

$\vec{R}$ قوة رد فعل محور الدوران

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الأول: ترك دون سرعة ابتدائية بوضع: $\theta_1 = \theta_{max} = 60^\circ$

الثاني: مرور بالشاقول بوضع: $\theta_2 = 0$

$$\Delta \bar{E}_{k_{(1\to 2)}} = \Sigma \bar{W}_{\vec{F}}$$

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

$\bar{W}_{\vec{R}} = 0$ لا انتقال لنقطة تأثير القوة:

$$\frac{1}{2} I_{\Delta/O}\,\omega^2 - 0 = M_{\text{جملة}}\, g\, h + 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2M\, g\, h}{I_{\Delta/O}}}$$

لكن: $h = d(1-\cos\theta_{max})$ ، $d = \frac{\ell}{4}$

$$M = 2m_1$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times 2m_1 \times g \times \frac{\ell}{4}(1-\cos\theta_{max})}{\frac{1}{3}m_1 \ell^2}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3g\,(1-\cos\theta_{max})}{\ell}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3\times 10\times(1-\frac{1}{2})}{\frac{3}{2}}} = \sqrt{10}\ rad\ s^{-1}$$

b- حساب $v_{m_2} = ?$ (مرور بالشاقول)

$$v_{m_2} = \omega \times r_2$$

لكن: $r_2 = \frac{\ell}{2} = \frac{\frac{3}{2}}{2} = \frac{3}{4} m$

$$v_{m_2} = \sqrt{10} \times \frac{3}{4}$$

$$v_{m_2} = \frac{3}{4}\sqrt{10}\ m\,s^{-1}$$

c- حساب $v_c = ?$ (مركز العطالة مرور بالشاقول)

$$v_c = \omega \times d$$

لكن: $d = \frac{\ell}{4} = \frac{\frac{3}{2}}{4} = \frac{3}{8} m$

$$v_c = \sqrt{10} \times \frac{3}{8} = \frac{3}{8}\sqrt{10}\, m\,s^{-1}$$

d- حساب $T_0' = ?$ (سعة كبيرة عندما $\theta = \frac{\pi}{3} rad$)

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

$$T_0' = 2\left[1 + \frac{\left(\frac{\pi}{3}\right)^2}{16}\right] \Rightarrow T_0' = 2.14\ s$$

للحفظ: إذا كان الدور بسعة صغيرة $T_0 = 2\ s$

- يكون الدور عندما $\theta = \frac{\pi}{3} rad$ قيمته $T_0' = 2.14\ s$
- يكون الدور عندما $\theta = \frac{\pi}{2} rad$ قيمته $T_0' = 2.3\ s$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الرابع 4

ميكانيك الموائع

ما يجب تذكره + فوائد لحل المسائل

1- الكتلة الحجمية: كتلة واحدة الحجوم.

$$\boxed{\rho=\frac{m}{V} \Rightarrow m=\rho V}$$

$m: kg$
$V: m^3$
$\rho: kg\cdot m^{-3}$

للتحويل:

$g\cdot cm^{-3} \xrightarrow{\times 10^{+3}} kg\cdot m^{-3}$

$g \xrightarrow{\times 10^{-3}} kg$

$cm \xrightarrow{\times 10^{-2}} m$

$cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$

$cm^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^3$

ℓ (الليتر) $\xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$

$1m^3=1000\ell$

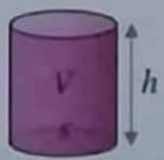
مثال: $\rho_{ماء}=1\ g\cdot cm^{-3} \Rightarrow \rho_{ماء}=\frac{1\times10^{-3}}{10^{-6}}=10^{+3}kg\cdot m^{-3}$

2- الضغط: القوة المؤثرة ناظمياً على السطح .

$$\boxed{P=\frac{F}{s} \quad \Rightarrow \quad F=Ps}$$

$F:N \quad , \quad s:m^2 \quad , \quad P:P_a$ باسكال

3- لحساب حجم الأسطوانة:



الارتفاع : $h=\Delta x=z=\ell$

سطح الدائرة: $s=\pi r^2$ مساحة سطح الدائرة قاعدة الأسطوانة

الحجم: $V=s\,\ell$ أو $V=s\,\Delta x$ أو $V=s\,h$ حجم الأسطوانة

4- معدل التدفق الكتلي:

$$\boxed{Q=\frac{m}{\Delta t} \text{ أو } Q=\frac{\Delta m}{\Delta t}} \quad Q: kg\,s^{-1}$$

5- معدل التدفق الحجمي:

$$\boxed{Q'=\frac{V}{\Delta t} \text{ أو } Q'=\frac{\Delta V}{\Delta t}} \quad Q': m^3 s^{-1}$$

وتعطى بالعلاقة: $\boxed{Q'=s\,v}$

6- العلاقة بين Q' و Q

$$Q=\frac{m}{\Delta t}=\frac{\rho V}{\Delta t}=\rho Q'$$

إذاً: $\boxed{Q=\rho Q' \Rightarrow Q=\rho s v}$

7- معادلة الاستمرارية:

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

$$\boxed{\frac{v_2}{v_1}=\frac{s_1}{s_2}}$$ تناسب عكسي

8- معادلة برنولي في الجريان المستقر:

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

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

- حالة خاصة:

$z_1=z_2$ الأنبوب أفقي و النقاط على استقامة واحدة.

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

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

نتيجة: ضغط السائل يقل عندما تزداد سرعته (عندما تزداد السرعة ينقص الضغط) (حيث ρ ثابت)

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

ملاحظة: تُربط المقادير كما يلي:

S↘ , v↗ , P↘

9- سكون الموائع: $\boxed{P_1-P_2=\rho g h}$

وهذه معادلة المانومتر (قانون الضغط في الموائع الساكنة)

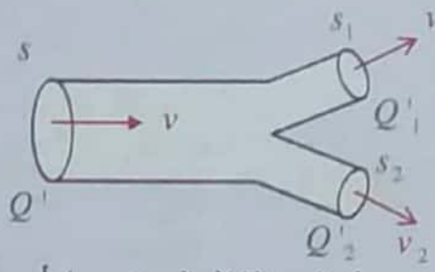
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

10- نظرية تور شيللي:

سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة أسفل خزان مساحة سطح مقطعه كبيرة:

$\boxed{v=\sqrt{2gh}}$ $(h=z_1=z_2)$

11- فائدة لحل المسألة (رقم 3):



لدينا من الشكل الموضح جانباً

$\boxed{Q'=Q_1'+Q_2'}$

بحالة خاصة:

1) إذا كان $\boxed{Q'=2Q_1} \Leftarrow Q_1'=Q_2' \Leftarrow S_1=S_2$

2) إذا كان لدينا (n) فتحة متماثلة، مساحة كل فتحة (S_1)

$\boxed{Q'=nQ_1' \Rightarrow sv=ns_1v_1}$ حفظ

اختبر نفسي

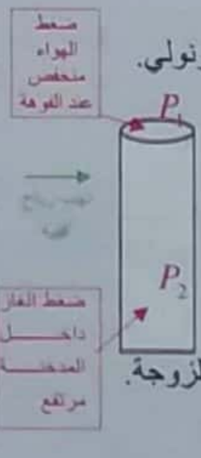
حل أسئلة الدرس ص 51:

أولاً: اختر الاجابة الصحيحية مما يأتي:

1- a الجواب الصحيح (a) تزداد.

b الجواب الصحيح (b) مبدأ برنولي.

شرح الحل: من الشكل المرسوم جانباً إن فرق الضغط بين داخل المدخنة وخارجها يؤدي إلى ازدياد سرعة خروج الغازات



2- C – غير قابل للانضغاط وعديم اللزوجة.

3- C - $4v_1$ (سؤال دورة)

شرح الحل:

$$s_1v_1=s_2v_2 \Rightarrow \cancel{s_1}v_1=\frac{1}{4}\cancel{s_1}v_2 \Rightarrow v_2=4v_1$$

ثانياً: اعط تفسيراً علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة لكل مما يأتي:

1- حسب معادلة الاستمرارية: $Q'=s_1v_1=s_2v_2$

السرعة v تتناسب عكساً مع مساحة مقطع النهر (s)

لذلك تزداد السرعة عندما تنقص المساحة .

وتنقص السرعة عندما تزداد المساحة.

2- نتيجة حركة السيارة تزداد سرعة التيارات الهوائية مما يؤدي إلى تناقص ضغط الهواء المحيط بالسيارة حسب معادلة برنولي.

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

وهذا يؤدي إلى خروج الهواء من داخل السيارة إلى خارج السيارة وتخرج معه الستائر.

3- نعلم أن خط الانسياب يمس في كل نقطة شعاع السرعة $\vec{v}$ في تلك اللحظة لجسيم السائل. فلو فرضنا أن خطين للانسياب تقاطعا في نقطة ما فيكون للجسيم سرعتان بالمكان نفسه وباتجاهين مختلفين، وهذا غير ممكن.

4- حسب معادلة الاستمرارية:

$$Q'=s_1v_1=s_2v_2$$

السرعة v تتناسب عكساً مع مساحة المقطع (s)

a) عندما توجه فوهة الخرطوم للأسفل:

سرعة جريان الماء تزداد كلما اقترب من سطح الأرض $v_2>v_1$ لذلك ينقص مقطع الماء المتدفق $s_2<s_1$

b) عندما توجه فوهة الخرطوم للأعلى:

سرعة جريان الماء تنقص كلما ابتعد عن سطح الأرض $v_2<v_1$ لذلك يزداد مقطع الماء المتدفق $s_2>s_1$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5- حسب معادلة الاستمرارية:

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

السرعة v تتناسب عكساً مع مساحة المقطع S

وبما أن S_1 (مساحة مقطع الخرطوم) $>$ S_2 (مساحة الثقب)

نستنتج أن:

v_2 (سرعة الخروج من الثقب) $>$ v_1 (سرعة الخروج من فوهة الخرطوم)

6- حسب معادلة الاستمرارية:

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

السرعة v تتناسب عكساً مع مساحة المقطع S

إن فوهة الخرطوم تضيق فتزداد سرعة الماء وبالتالي تزداد طاقته الحركية لذا يصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أطول.

7- حسب معادلة الاستمرارية:

$$Q' = sv = const$$

عندما نجعل الفتحة صغيرة $\Leftarrow$ تزداد سرعة جريان الغاز لأن السرعة (v) تتناسب عكسا مع المساحة (S) مما يسهل احتراق الغاز.

8- حسب معادلة الاستمرارية:

$$Q' = sv = const$$

لأن السرعة (v) تتناسب عكسا مع المساحة (S) فعند إغلاق جزء من فتحة الخرطوم يؤدي إلى ازدياد سرعة خروج الماء فتزداد طاقته الحركية وهذا يؤدي إلى وصول الماء إلى مسافات أبعد وارتفاعات أعلى.

9- عندما تهب رياح الأعاصير تكون سرعة الهواء كبيرة مما يُحدث فارق كبير في الضغط بين خارج المنزل وداخله [P_2 (خارج المنزل) $>$ P_1 (داخل المنزل)]

ولتقليل فارق الضغط ينصح بفتح النوافذ لكي لاينكسر زجاج النوافذ.

حسب معادلة برنولي:

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

اختلاف الضغط بين داخل المنزل وخارجه

اختلاف سرعة جريان الهواء بين خارج المنزل وداخله

تدرب أكثر: تمرين (هام)

خرطوم يدخل الماء فيه من فوهة نصف قطرها (r_1) وسرعة جريان الماء عند تلك الفوهة (v_1)، فتكون سرعة خروج الماء (v_2) من نهاية الخرطوم حيث نصف قطرها ($r_2 = 2r_1$) مساوية:

A) $v_2 = \frac{1}{2}v_1$ B) $v_2 = \frac{1}{4}v_1$ C) $v_2 = 4v_1$ D) $v_2 = v_1$

الشرح:

$$s_1 v_1 = s_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{\pi r_1^2 \times v_1}{\pi r_2^2} = \frac{r_1^2 \times v_1}{4 r_1^2} = \frac{v_1}{4}$$

طريقة ثانية:

$$r_2 = 2r_1 \Rightarrow s_2 = 4s_1$$

(حيث: $s_2 = \pi r_2^2 = \pi(2r_1)^2 = 4\pi r_1^2 = 4s_1$)

وبما أن سرعة تدفق السائل تتناسب عكساً مع سطح المقطع فإنه عندما يزداد السطح 4 مرات $\Leftarrow$

تتناقص السرعة 4 مرات أي: $v_2 = \frac{v_1}{4}$

ثالثا: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 52 (دورة 2014 +..)

$V = 600\ \ell \Rightarrow V = 600 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-1}\ m^3$
ماء

$s = 5\ cm^2 = 5 \times 10^{-4}\ m^2$ ، $\Delta t = 300\ s$
مساحة مقطع

$\rho = 1000\ kg \cdot m^{-3}$
ماء

1) احسب $Q' = ?$ معدل التدفق الحجمي (معدل الضخ).

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{6 \times 10^{-1}}{300} = 2 \times 10^{-3}\ m^3 \cdot s^{-1}$$

اضافي: احسب المنسوب الكتلي [$Q = ?$]

$$Q = \frac{m}{\Delta t} = \frac{\rho V}{\Delta t} = \rho Q'$$

$$Q = 1000 \times 2 \times 10^{-3} = 2\ kg \cdot s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2) $v = ?$

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

3) $v_2 = ?$ من أجل $s_2 = \frac{1}{4}s_1$

$$s_1 v_1 = s_2 v_2$$

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

$$v_2 = 4\times4 = 16\ m\cdot s^{-1}$$

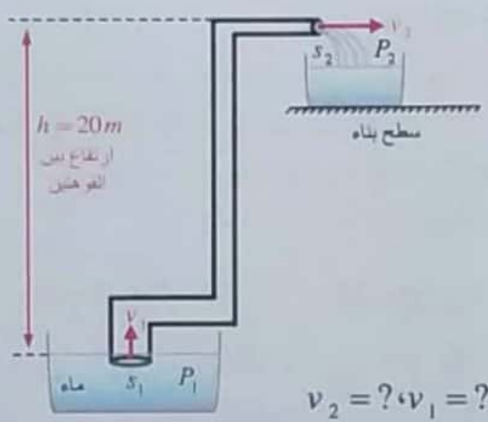
المسألة الثانية ص 52

$$s_1 = 10\ cm^2 = 10\times10^{-4} = 10^{-3}\ m^2$$

$$s_2 = 5\ cm^2 = 5\times10^{-4}\ m^2$$

$Q' = 0.005\ m^3\cdot s^{-1}$ (معدل الضخ)

$\rho_{H_2O} = 1000\ kg\cdot m^{-3}$, $g = 10\ m\cdot s^{-2}$



1- $v_2 = ?$ ، $v_1 = ?$

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

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

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

2- $P_1 = ?$ (ضغط الماء عند الدخول)

$P_0 = 1\times10^5\ Pa$, $h = 20\ m$ (الارتفاع بين الفوهتين)

حسب معادلة برنولي:

$$\underbrace{P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1}_{\text{عند الفتحة السفلية}} = \underbrace{P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2}_{\text{عند الفتحة العلوية}}$$

لكن الضغط عند الفوهة العلوية $[P_2 = P_0]$

$$P_1 = P_0 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g\ (z_2 - z_1)$$

لكن: $h = z_2 - z_1 = 20cm$

$$P_1 = 10^5 + \frac{1}{2}\times1000\ (100-25) + 1000\times10\times20$$

$$P_1 = 10^5 + 37500 + 200000$$

$$P_1 = 100000 + 237500 = 337500\ Pa$$

3- حساب ? $= W$ (العمل الميكانيكي) اللازم للضخ:

$$\Delta V = 100\ell = 100\times10^{-3} = 10^{-1}\ m^3$$

طريقة أولى:

من مصونية الطاقة:

$$W_T = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$$W_T = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m\ (v_2^2 - v_1^2)$$

لكن: $m = \rho\Delta V$

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

$$W_T = \frac{1}{2}\times1000\times10^{-1}(100-25)$$

$$W_T = 37.5\times10^2 = 3750J$$

طريقة ثانية:

$$W_T = W_w + W_1 + W_2$$

$$W_T = -m\,g\,z + p_1\,\Delta V - p_2\,\Delta V$$

$$\boxed{W_T = -m\,g\,z + (p_1 - p_2)\ \Delta V}$$ حفظ

$$m = \rho\Delta V \Rightarrow m = 1000\times10^{-1} = 100\,Kg$$

$$W_T = -100\times10\times20 + (3.375\times10^5 - 10^5)10^{-1}$$

$$W_T = -2\times10^4 + 2.375\times10^4 = 3750J$$

المسألة الثالثة ص 52

$s = 10\ cm^2 = 10\times10^{-4} = 10^{-3}\ m^2$ مساحة مقطع الانبوب

$s_1 = 0.1\ cm^2 = 0.1\times10^{-4} = 10^{-5}\ m^2$ مساحة الثقب الواحد

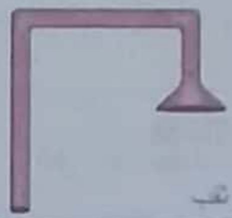
ثقب $n = 25$ عدد الثقوب

$v = 50\ cm\cdot s^{-1}$ سرعة تدفق الماء عبر الانبوب

$$= 50\times10^{-2} = 5\times10^{-1}\ m\cdot s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

1- حساب $Q' = ?$ معدل التدفق الحجمي للماء



$$Q' = s v$$
$$Q' = 10^{-3}\times5\times10^{-1}$$
$$Q' = 5\times10^{-4}\ m^{3}\cdot s^{-1}$$

2- حساب $v_1 = ?$ سرعة تدفق الماء من كل ثقب

$$\boxed{Q' = Q'_1 + Q'_2 + ... = n\, Q'_1}$$
$$Q' = n\, s_1 v_1$$

سرعة تدفق الماء من كل ثقب:

$$v_1 = \frac{Q'}{n\, s_1} = \frac{5\times10^{-4}}{25\times10^{-5}} = \frac{1}{5}\times10^{+1} = 2\ m\cdot s^{-1}$$

المسألة الرابعة ص 52

ملاحظة: تم تعديل هذا الرقم ليصبح:

$$S_1 = 1.25 cm^2 = 1.25\times10^{-4}\ m^2$$
(مساحة سطح المحقن)

$$S_2 = 4\times10^{-2}\ cm^2 = 4\times10^{-2}\times10^{-4}\ m^2 = 4\times10^{-6}\ m^2$$
(مساحة مقطع الإبرة)

1- حساب $v_1 = ?$ (عبر مقطع المحقن) عندما: $Q' = 5\times10^{-5}\ m^3 s^{-1}$

$$Q' = s_1 v_1 = s_2 v_2 = const$$
$$v_1 = \frac{Q'}{s_1} \Rightarrow v_1 = \frac{5\times10^{-5}}{1.25\times10^{-4}} = 4\times10^{-1}\ m\, s^{-1}$$

3- حساب $v_2 = ?$ (خروج من فوهة الإبرة)

$$v_2 = \frac{Q'}{s_2} \Rightarrow v_2 = \frac{5\times10^{-5}}{4\times10^{-6}} = 1.25\times10^{1} = 12.5\ m\, s^{-1}$$

المسألة الخامسة ص 52

(V) حجم الحوض نفسه

الصنبور الأول: $\Delta t_1 = 1hr = 3600s$

الصنبور الثاني: $\Delta t_2 = \frac{1}{2} hr = 1800s$ (ساعة)

الصنبور الثالث: $\Delta t_3 = \frac{1}{4} hr = 900s$

طريقة أولى:

$$Q' = Q_1' + Q_2' + Q_3'$$

(زمن كلي)
$$\frac{V}{\Delta t} = \frac{V}{\Delta t_1} + \frac{V}{\Delta t_2} + \frac{V}{\Delta t_3}$$

(V) نفسه (نقسم الطرفين على V)

$$\frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t_1} + \frac{1}{\Delta t_2} + \frac{1}{\Delta t_3} \Rightarrow \frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{1} + \frac{1}{\frac{1}{2}} + \frac{1}{\frac{1}{4}} = \frac{7}{1}$$
(زمن كلي) (زمن كلي)

$$\Delta t = \frac{1}{7} hr \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{7}\times3600 = 514.28\ s$$
(زمن كلي) (زمن كلي)

طريقة ثانية:

$$Q' = Q_1' + Q_2' + Q_3'$$
(جملة)

$$Q_1' = \frac{V}{\Delta t_1}$$
$$Q_2' = \frac{V}{\Delta t_2}$$

لكن: $\Delta t_2 = \frac{1}{2}\Delta t_1$

$$Q_2' = \frac{V}{\frac{1}{2}\Delta t} = 2Q$$
$$Q_3' = \frac{V}{\Delta t_3}$$

لكن: $\Delta t_3 = \frac{1}{4}\Delta t_1$

$$Q_3' = \frac{V}{\frac{1}{4}\Delta t_1} = 4Q_1'$$
$$Q' = Q_1' + 2Q_1' + 4Q_1' = 7Q_1'$$
جملة

$$Q' = 7Q_1'$$
جملة

$$\frac{V}{\Delta t} = 7\frac{V}{\Delta t_1}$$
(V) نفسه (نقسم الطرفين على V)
(زمن كلي)

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1}{7} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{7} hr$$
(زمن كلي) (زمن كلي)

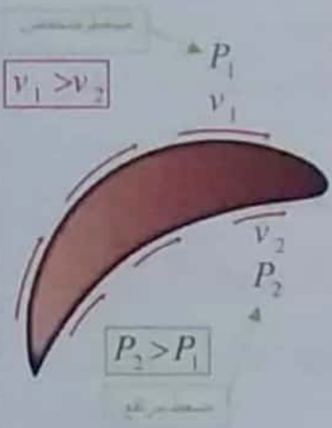
$$\Delta t = \frac{1}{7}\times3600 = 514.28\ s$$
(زمن كلي)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تفكير ناقد ص 53:

أيهما أكثر تقوساً السطح العلوي أم السطح السفلي لجناح الطائرة؟

الجواب: السطح العلوي أكثر تقوساً من السطح السفلي لجناح الطائرة.



الشرح:

حسب مبدأ برنولي:

شرح زيادة للفهم $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
Δt نفسه ، Δx اكبر ⇐ v اكبر

- السطح العلوي للجناح ذو التقوس الأكبر ⇐ يزيد من سرعة الهواء (v_1) ⇐ يحدث نقص في الضغط (P_1)
- السطح السفلي للجناح ذو التقوس الأقل ⇐ ينقص من سرعة الهواء (v_2) ⇐ يحدث زيادة في الضغط (P_2)

إذاً: v_1 (السرعة أعلى الجناح) $> v_2$ (السرعة أسفل الجناح)

P_1 (الضغط أعلى الجناح) $< P_2$ (الضغط أسفل الجناح)

لذلك ينشأ فرق في الضغط $(P_2 - P_1 > 0)$ يؤدي إلى رفع الطائرة للأعلى.

ابحث أكثر ص 53

بازدياد سرعة السيارة تزداد مقاومة الهواء على السيارة (F_r) وهي قوة معيقة وبالتالي يتوجب علينا زيادة قوة جر المحرك والذي بدوره يزيد من استهلاك الوقود.

لذلك نلاحظ أن السيارات تأخذ شكل انسيابي (مغزلي) لإنقاص قوة مقاومة الهواء.

تدرب أكثر:

مسألة دورة 2016:

لملئ خزان حجمه $12m^3$ بواسطة أنبوب مساحة مقطعه $50cm^2$ يلزم زمناً قدره $240s$ المطلوب حساب:

1- معدل الضخ.
2- سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب.
3- سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب إذا نقص مقطعه ليصبح ربع ماكان عليه.

الحل:

$$V = 12m^3 \quad ، \quad \Delta t = 240s$$

$$S = 50cm^2 = 50\times10^{-4}\ m^2$$

-1 $Q' = ?$

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow Q' = \frac{12}{240} = \frac{1}{20} = 0.05 m\, s^{-1}$$

-2 $Q' = sv$

$$v = \frac{5\times10^{-2}}{5\times10^{-3}} = 10\ m\, s^{-1}$$

-3 حساب $v_2 = ?$ عندما $(s_2 = \frac{1}{4} s_1)$

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

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

$$v_2 = 4v_1 \Rightarrow v_2 = 4\times10 = 40 m\, s^{-1}$$

مسألة تشبه دورة 2014:

يفرغ خزان ماء حجمه $8m^3$ بمعدل ضخ $0.04m^3 s^{-1}$ والمطلوب حساب:

1- الزمن اللازم لتفريغ الخزان
2- سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه $100\ cm^2$

الحل:

$\Delta V = 8\ m^3$ ، معدل الضخ $Q' = 0.04\ m^3 \cdot s^{-1}$

-1 $\Delta t = ?$ (زمن التفريغ)

$$Q' = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta V}{Q'} = \frac{8}{4\times10^{-2}} = 2\times10^2\ s$$

-2 $v = ?$

(مساحة مقطع) $s = 100\ cm^2 = 100\times10^{-4} = 10^{-2}\ m^2$

$$Q' = sv \Rightarrow v = \frac{Q'}{s} = \frac{4\times10^{-2}}{10^{-2}} = 4\ m\cdot s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الخامس 5

النسبية الخاصة

مايجب تذكره:

1- ينتشر الضوء في الخلاء بالسرعة نفسها $(c = 3\times10^8\,m\,s^{-1})$ (للحفظ) في جميع جمل المقارنة وهذه الفرضية الأولى لأينشتاين.

2- القوانين الفيزيائية تبقى نفسها في جميع جمل المقارنة العطالية وهي الفرضية الثانية لأينشتاين.

3- $\boxed{\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}}$ للحفظ

تميز:

a) حالة السكون $(v=0) \Leftarrow (\gamma=1)$

b) حالة الحركة $(v<c) \Leftarrow (\gamma>1)$

$(v=c) \Leftarrow (\gamma\to\infty)$

4- عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة المقارنة فإن الزمن يتمدد (تباطؤ الزمن) وفق قياس جملة المقارنة تلك:

$\gamma>1 \Rightarrow t>t_0$ $\boxed{t=\gamma t_0}$ للحفظ

5- عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة مقارنة فإن طوله ينقص (تقلص الأطوال) وفق قياس جملة المقارنة تلك:

$\gamma>1 \Rightarrow L<L_0$ $\boxed{L=\dfrac{L_0}{\gamma}}$ للحفظ

6- عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة المقارنة فإن كتلته تزداد وفق قياس جملة المقارنة تلك:

$\gamma>1 \Rightarrow m>m_0$ $\boxed{m=\gamma m_0}$ للحفظ

7- الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي هي مجموع الطاقة السكونية والطاقة الحركية.

- الطاقة السكونية: $\boxed{E_0=m_0C^2}$ للحفظ
- الطاقة الحركية: $\boxed{E_k=E-E_0}$ للحفظ
- الطاقة الكلية: $\boxed{E=mC^2 \Rightarrow E=\gamma\, m_0\, C^2}$ للحفظ

8- تؤول العلاقات في الميكانيك النسبي إلى العلاقات في الميكانيك الكلاسيكي من أجل السرعات الصغيرة جداً أمام سرعة الضوء في الخلاء حيث $(\gamma=1)$

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 64:

أولاً: اختر الإجابة الوحيدة الصحيحة في كل مما يأتي:

1- a) c

الشرح: لأن سرعة انتشار الضوء ثابتة في الوسط نفسه مهما اختلفت سرعة المنبع الضوئي أو سرعة المراقب.

2- b) أكبر

الشرح: الزمن يتمدد (يتباطأ) عند الحركة.

$(t=\gamma t_0\ ,\ \gamma>1) \Rightarrow t>t_0$

مراقب أرضي ساكن — زمن يقيسه المتحرك

3- الإجابة الصحيحة (a)

الشرح: لأن السرعة يجب أن لاتتخطى سرعة الضوء.

ثانياً: أجب عن السؤالين الآتيين:

1- لايمكن أن تصل الجسيمات لسرعة الضوء. لأنه مع زيادة السرعة تزداد الكتلة وعندما يصبح الجسم بسرعة الضوء تصبح الكتلة العطالية لانهائية وبالتالي يحتاج إلى إعطاءه قوة لانهائية 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 السكونية. حيث أن طاقته الحركية معدومة إلا أن طاقته السكونية موجودة ومازال يمتلك كتلة سكونية (تولد طاقة سكونية).

$$E=E_0+E_k=m_0c^2+0=m_0c^2\neq0$$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 65

$t = 2.2\mu s = 2.2\times10^{-6}\ S$ زمن تحلل الميونات في المخبر

-1 $v = 0.995c$ سرعة الميونات

مطلوب حساب $y = ?$ [أقصى ارتفاع عن سطح الأرض وفق القوانين الكلاسيكية]

$$v = 0.995\,c = 0.995\times3\times10^{8}\ m\,s^{-1}$$
$$y = v\,t \Rightarrow y = 0.995\times3\times10^{8}\times2.2\times10^{-6}$$
$$y = 656.7\,m$$

مناقشة: إن هذا ليس الارتفاع الأقصى الفعلي بالنسبة لمراقب أرضي لأنه من الخطأ تطبيق القوانين الكلاسيكية على جسيم سرعته قريبة من سرعة الضوء في الخلاء. لأن الزمن يتمدد (تباطؤ الزمن) مع اقتراب سرعة الجسيمات من سرعة الضوء

-2 وفق الميكانيك النسبي:

$t_0 = 2.2\times10^{-6}\ s$ [زمن تحلل الميونات في المختبر وهي ساكنة تقريباً بالنسبة للمراقب الأرضي]

مطلوب حساب $t = ?$ [زمن تحلل الميونات وهي متحركة وفق الميكانيك النسبي]

وحساب $y' = ?$ [أقصى ارتفاع وفق الميكانيك النسبي]

الحل:

$$t = \gamma t_0$$
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.995)^2c^2}{c^2}}}$$
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{0.009975}} \simeq \frac{1}{0.1} \simeq 10$$
$$t = 10\times2.2\times10^{-6} = 2.2\times10^{-5}\ s$$

- لحساب أقصى ارتفاع يمكن أن تكون قد تولدت عنده الميونات بالنسبة لمراقب أرضي:

$$y' = v\,t$$
$$y' = 0.995\times3\times10^{8}\times2.2\times10^{-5} = 6567\,m$$

-3 $L = ?$ ، $t' = ?$ [زمن الرحلة ومسافتها مع مراقب اذا تحرك مع هذه الميونات]

- زمن الرحلة هو نفسه زمن تحلل الميونات لأن المراقب يتحرك بنفس سرعة الميونات أي:

$$t' = t = 2.2\times10^{-6}\ s$$

- المسافة الساكنة للرحلة (المسافة بين نقطة تولد الميونات وسطح الأرض (أي المسافة الحقيقية في الميكانيك النسبي)

$$y' = L_0 = 6567\,m$$

لحساب $L = ?$

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

(نلاحظ: تقلص الطول مع زيادة السرعة واقترابها من سرعة الضوء)

المسألة الثانية ص66

$b_0 = 2a$ بحالة السكون

$b = a$ بحالة الحركة

(حيث الطول يتقلص بالحركة بالنسبة لمراقب خارجي)

مطلوب حساب $v = ?$ (بالنسبة لمراقب في الجملة الساكنة)

$$\left.\begin{array}{l} b = \frac{b_0}{\gamma} \\ b = a\ ,\ b_0 = 2a \end{array}\right] \Rightarrow a = \frac{2a}{\gamma} \Rightarrow \gamma = 2$$

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

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

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

$$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}\times3\times10^{8} = 1.5\sqrt{3}\times10^{8}\ m\,s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة ص 66

$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c$ ، $m_e = 9.1\times10^{-31}\ Kg$

مطلوب حساب $P = ?$ كمية حركة الكترون.

- وفق الميكانيك الكلاسيكي:

تبقى كتلة الكترون ثابتة في الميكانيك الكلاسيكي:

$$P = m_e v \Rightarrow P = 9.1\times10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3\times10^{8}$$

$$P = 18.2\sqrt{2}\times10^{-23}\ Kg\ m\ s^{-1}$$

- وفق الميكانيك النسبي:

تزداد كتلة الكترون في الميكانيك النسبي: $[m = \gamma m_0]$

$$P = \gamma m_0 v$$

لحساب $\gamma = ?$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\frac{8}{9}c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{8}{9}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{9}}} = \frac{1}{\frac{1}{3}} = 3$$

$$P = 3\times9.1\times10^{-31}\times\frac{2\sqrt{2}}{3}\times3\times10^{8}$$

$$P = 54.6\sqrt{2}\times10^{-23}\ Kg\ m\ s^{-1}$$

الأصح هو كمية الحركة في الميكانيك النسبي.

المسألة الرابعة ص 66

$m_0 = m_p = 1.67\times10^{-27}\ Kg$

$E_t = 3E_0$

مطلوب حساب:

- $E_0 = ?$

$$E_0 = m_0 C^2$$

$$E_0 = 1.67\times10^{-27}\times9\times10^{16} = 15.03\times10^{-11}\ J$$

- $E_k = ?$ (في الميكانيك النسبي)

$$E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0$$

$$E_k = 2\times15.03\times10^{-11} = 30.06\times10^{-11}\ J$$

- $m = ?$ (في الميكانيك النسبي)

لحساب $\gamma = ?$ ، $m = \gamma m_0$

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

$$\left.\begin{array}{l} E = \gamma E_0 \\ \text{لكن: } E = 3E_0 \end{array}\right] \Rightarrow 3E_0 = \gamma E_0 \Rightarrow \gamma = 3$$

$$m = \gamma m_0 \Rightarrow m = 3\times1.67\times10^{-27} = 5.01\times10^{-27}\ Kg$$

تفكير ناقد ص 66

لنوجد علاقة تربط $[P, E_k]$

$$E_k = \frac{1}{2} m_0 v^2$$

نضرب البسط والمقام بـ m_0

$$E_k = \frac{m_0^2 v^2}{2m_0} \Rightarrow E_k = \frac{P_0^2}{2m_0}$$

$$E_k = \frac{1}{2m_0}\times P_0^2 \xrightarrow{\text{وعندما } P_0' = 2P_0}$$

$$E_k' = \frac{1}{2m_0}\times(2P_0)^2 \Rightarrow \boxed{E_k' = \frac{1}{2m_0}\times4P_0^2}$$

مناقشة العلاقة السابقة:

1- في الميكانيك الكلاسيكي تبقى الكتلة ثابتة وبالتالي $\left[\frac{1}{2m_0} = const\right]$

إذاً: العلاقة السابقة محققة: $E_k' = const\times4P_0$

$[E_k' = 4E_k \Leftarrow P_0' = 2P_0 :$ أي عندما$]$

2- في الميكانيك النسبي الكتلة غير ثابتة وتزداد بزيادة السرعة $(m = \gamma m_0)$ وبالتالي $\left[\frac{1}{2m_0} \neq const\right]$

إذاً : لا تتحقق العلاقة السابقة في الميكانيك النسبي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الأول 1

المغناطيسية

مايجب تذكره + فوائد لحل المسائل:

1- شعاع الحقل المغناطيسي: $\overrightarrow{B}$

شدة الحقل المغناطيسي $[B]$ وتقدر بالتسلا $[T]$

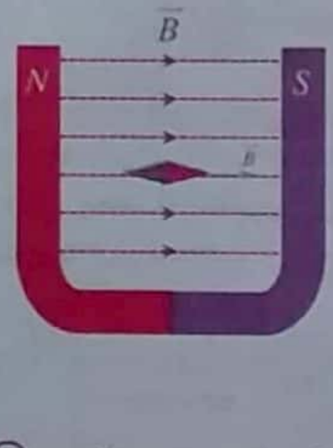
نحدد جهته بإبرة مغناطيسية: تكون الجهة من القطب الجنوبي للإبرة (S) إلى قطبها الشمالي (N)

2- خطوط الحقل المغناطيسي:

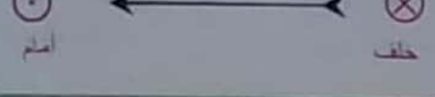
1. تتجه هذه الخطوط بجهة أشعة الحقل، لتخرج من القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم ثم تنحني عائدة لتدخل من قطبه الجنوبي.

2. الحقل المغناطيسي المنتظم:

خطوط الحقل مستقيمات متوازية، ويكون $B = const$



3- اصطلاح:



4- الحقول المغناطيسية للتيارات الكهربائية:

قاعدة اليد اليمنى في تحديد جهة الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B}$ (بشكل مختصر):

- التيار يدخل من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
- باطن الكف باتجاه النقطة المدروسة
- الإبهام المنبسط له جهة $\overrightarrow{B}$

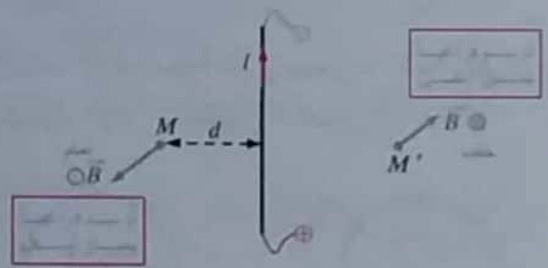
a) الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم طويل:

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

I : شدة التيار الكهربائي المتواصل (A)

d : بعد النقطة المعتبرة عن محور السلك (m)

B : شدة الحقل المغناطيسي (T)



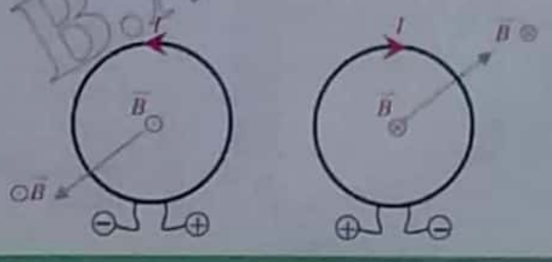
b) الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في ملف دائري:

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

I : شدة التيار الكهربائي المتواصل (A)

N : عدد اللفات

r : نصف قطر الملف الوسطي (m)



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

c) **الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل يمر في ملف حلزوني (وشيعة):**

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

I : شدة التيار الكهربائي المتواصل (A)

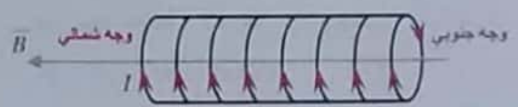
ℓ : طول الوشيعة (m)

N : عدد اللفات الكلية في الوشيعة

ونسمي النسبة $\boxed{n_1 = \frac{N}{\ell}}$ عدد اللفات في واحدة الأطوال

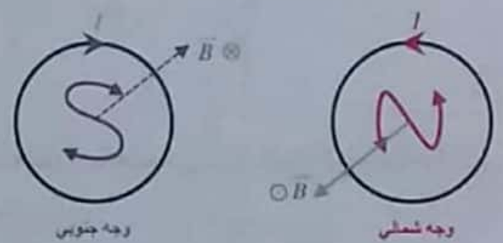
- ويصبح للعلاقة شكل آخر:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} n_1 I$$



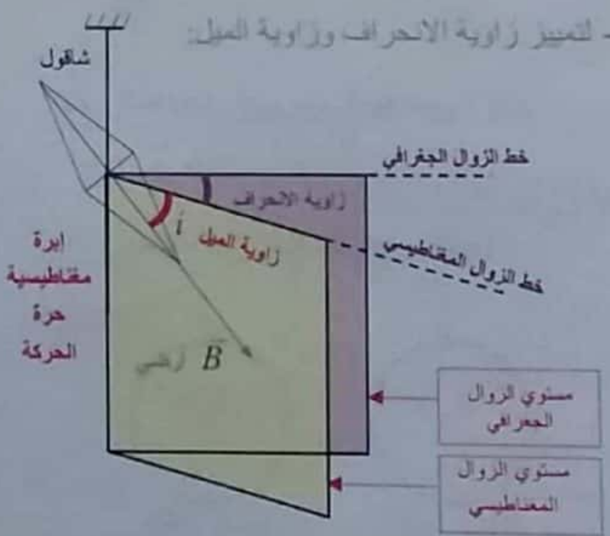
5- ملاحظة:

الملف أو الوشيعة التي يجتازها تيار كهربائي متواصل تكافئ مغناطيس له قطبين (N , S)

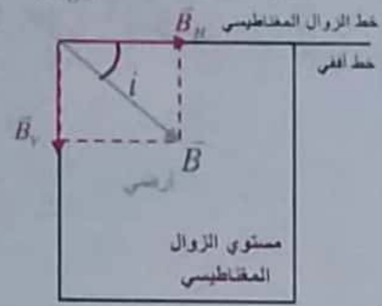


جهة التيار مع جهة دوران عقارب الساعة — جهة التيار بعكس جهة دوران عقارب الساعة

6- لتمييز زاوية الانحراف وزاوية الميل:



7- لتمييز المركبة الأفقية $(\vec{B}_H)$ والمركبة الشاقولية $(\vec{B}_V)$



$$\cos i = \frac{B_H}{B}$$

$$B_H = B\cos i$$

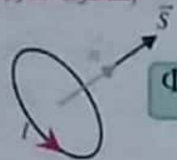
(شدة المركبة الأفقية)

$$\sin i = \frac{B_V}{B}$$

$$B_V = B\sin i$$

(شدة المركبة الشاقولية)

8- التدفق المغناطيسي: (من أجل N لفة)



$$\Phi = N\ B\ S\cos\alpha \qquad \alpha = (\vec{n}\,\hat{,}\,\vec{B})$$

$(\vec{n})$ شعاع الواحدة الناظم على السطح ونميز:

1) $\alpha = 0 \Rightarrow \Phi$ أعظمي

2) $\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Phi = 0$ معدوم

3) $\alpha = \pi \Rightarrow \Phi$ أصغري

4) $0 < \alpha < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Phi$ موجب (زاوية حادة)

5) $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi \Rightarrow \Phi$ سالب (زاوية منفرجة)

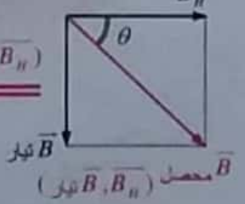
9- فائدة لحل المسائل:

a) إبرة البوصلة (إبرة محورها الشاقول). تستقر في مستوي الزوال المغناطيسي وتنطبق على خط الأفق لتأخذ منحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي فقط $[\vec{B}_H]$ وهذا محقق بغياب الحقول المغناطيسية الخارجية.

b) وعند وجود حقل مغناطيسي خارجي مثلاً ناشئ عن مرور تيار كهربائي في ناقل. عندها تنحرف الإبرة لتأخذ منحى محصلة الحقلين $(\vec{B}_{تيار} , \vec{B}_H)$ ولحساب زاوية انحراف الإبرة (θ):

$$\tan\theta = \frac{B_{تيار}}{B_H}$$

$(\vec{B}_{تيار} \perp \vec{B}_H)$



-10 لسهولة الحسابات تحفظ ما يلي:

$$4\pi \simeq \frac{25}{2} = 12.5 \quad , \quad 8\pi \simeq 25$$

$$16\pi \simeq 50 \quad , \quad 32\pi \simeq 100$$

$$\pi^2 \simeq 10$$

-11 تذكر: بزوايا صغيرة و مقدرة بالراديان [أقل من $\theta = 0.24\ rad$]

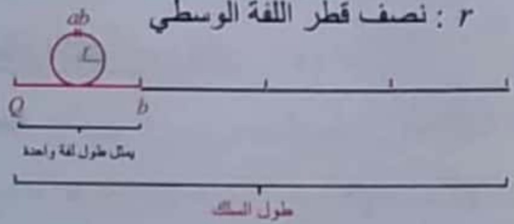
للبس: $\sin\theta \simeq \theta \quad , \quad \tan\theta \simeq \theta \quad , \quad \cos\theta \simeq 1$

-12 قوانين استنتاجيه:

1. عدد اللفات الكلية لوشيعة أو ملف = $\dfrac{\text{طول السلك}}{\text{طول لفة واحدة}}$

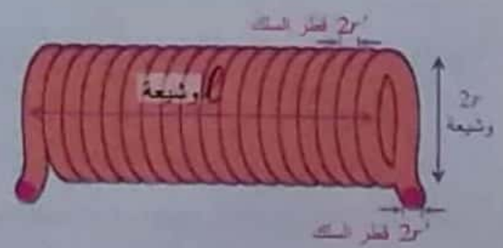
أي: $N_{\text{كلي}} = \dfrac{\ell'_{\text{سلك}}}{2\pi r}$

r : نصف قطر اللفة الوسطي



2. (عدد اللفات بوشيعة حلقاتها متلاصقة (بطبقة واحدة)) = ($\dfrac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}}$)

أي: $N'_{\text{طبقة واحدة}} = \dfrac{\ell_{\text{وشيعة}}}{2r'}$



3. (عدد الطبقات بوشيعة حلقاتها متلاصقة) = ($\dfrac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد اللفات بطبقة واحدة}}$)

أي: $N''_{\text{عدد الطبقات}} = \dfrac{N_{\text{كلي}}}{N'_{\text{طبقة واحدة}}}$

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص84 :

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

-1 C) $4B$ الشرح:

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

$$r' = \frac{r}{2} \quad , \quad N' = 2N$$

$$B' = 2\pi\times10^{-7}\,\frac{2N\times I}{\frac{r}{2}} = 4\times2\pi\times10^{-7}\,\frac{N\,I}{r}$$

$$B' = 4B$$

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

$$\frac{\Phi}{\Phi_{max}} = \frac{N\,B\,S\cos\frac{\pi}{3}}{N\,B\,S\cos0} = \frac{\frac{1}{2}}{1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = \frac{1}{2}\Phi_{max}$$

-3 c) التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشيعة. الشرح:

$$\left.\begin{array}{l} B = 4\pi\times10^{-7}\,\dfrac{N\,I}{\ell} \\ U = R\,I \quad \text{(ولدينا)} \end{array}\right] \Rightarrow B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N\,U}{\ell\times R}$$

نلاحظ من العلاقة أن شدة الحقل المغناطيسي (B) تتناسب طرداً مع (U) التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشيعة.

-4 d) $\frac{1}{8}B$ الشرح:

$$B = 2\times10^{-7}\,\frac{I}{d} \quad , \quad I' = \frac{I}{4} \quad , \quad d' = 2d$$

$$B' = 2\times10^{-7}\,\frac{\frac{I}{4}}{2d} \Rightarrow B' = \frac{1}{8}\times2\times10^{-7}\,\frac{I}{d}$$

$$B' = \frac{1}{8}B$$

-5 a) B (تمثل شدة الحقل المغناطيسي عند مركز كل قسم من الوشيعة عندما يجتازه نفس التيار الكهربائي)

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ملاحظة:

عندما يتم تطبيق فرق الكمون نفسه على كل قسم من الوشيعة عندها يكون الجواب الصح هو (b) أي : $B'=2B$

الشرح: عندما يتم قسم الوشيعة إلى قسمين متساويين

تصبح $R'=\frac{R}{2}$ (مقاومة سلك الوشيعة) (حيث: $R=\rho\frac{\ell}{s}$)

ومع تطبيق فرق الكمون نفسه تتغير شدة التيار

$$\left[U=R'I' \ , \ R'=\frac{R}{2}\right] \Rightarrow I'=2I$$

$$B'=4\pi\times10^{-7}\,\frac{\frac{N}{2}\times 2I}{\frac{\ell}{2}} \Rightarrow B'=2B$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

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

2- نعلم أن خطوط الحقل المغناطيسي تمس في كل نقطة من نقاطها شعاع الحقل المغناطيسي في تلك النقطة فلو فرضنا أنه تقاطع خطين هذا يعني أن ($\vec{B}$) يمس كل من الخطين وهذا غير ممكن.

3- لأن الأجسام المشحونة الساكنة لاتولد تيار كهربائي.

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

1- خطأ

الصح: لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان متساويان في شدتهما.

2- صح الشرح: لأنها خطوط وهمية.

3- خطأ

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

الشرح: $B=2\times10^{-7}\,\frac{I}{d}$

شدة الحقل المغناطيسي (B) تتناسب عكساً مع بعد النقطة المعتبرة عن محور السلك (d).

4- خطأ

الصح: لاتتغير شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة (عدد طبقاتها طبقة واحدة) إلى نصف شدته في حالة إنقاص عدد لفاتها إلى النصف على أن يمر فيها التيار الكهربائي نفسه.

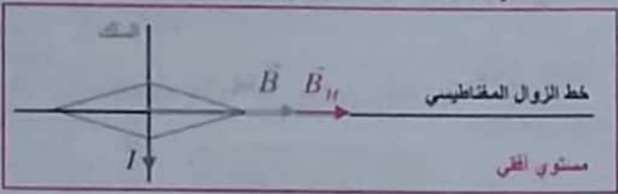
الشرح: لأن إنقاص عدد اللفات إلى النصف سيقابله إنقاص طول الوشيعة إلى النصف بحيث تبقى النسبة ($n_1=\frac{N}{\ell}=const$)

رابعاً: أجب عما يلي:

نعلم أن الإبرة المغناطيسية التي محورها شاقولي تنطبق على خط الزوال المغناطيسي لتأخذ منحى المركبة الأفقية ($\vec{B}_H$) للحقل المغناطيسي الأرضي.

ولكي لاتنحرف الإبرة يجب أن يتولد عن التيار المار في السلك حقل مغناطيسي ($\vec{B}$ تيار) له حامل وجهة ($\vec{B}_H$).

ولكي يتحقق ذلك يجب وضع السلك عمودي على خط الزوال المغناطيسي وجهة التيار كما هي موضحة بالشكل.



خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الثانية ص 86:

a- ملف دائري لفة $N=400$

$r=2cm=2\times10^{-2}\,m$ ، $U=10V$ ، $R=20\Omega$

مطلوب حساب $B=?$ (في مركز الملف)

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

لحساب $I=?$ شدة التيار

$$U=R\,I \Rightarrow I=\frac{10}{20}=\frac{1}{2}=0.5A$$

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

b- نقطع التيار $[I=0]$

مطلوب حساب $\Delta\Phi=?$ (الذي يجتاز الملف نفسه)

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

$\Delta\Phi=N\,\Delta B\,S\cos\alpha$ ، $\alpha=0(\vec{B},\vec{n})\Rightarrow\cos0=1$

$\Delta\Phi=N\,(B_2-B_1)\pi r^2\times1$

$B_1=2\pi\times10^{-3}T$

$B_2=0$ $(I=0)$ قطع التيار

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

$\Delta\Phi=-32\times10^{-4}weber$

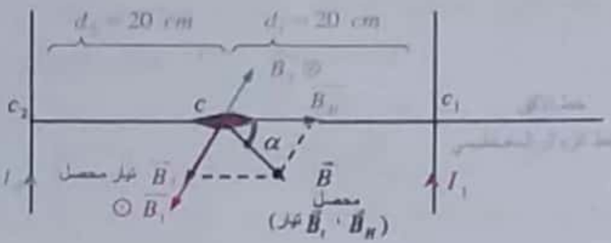
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسالة الأولى ص 85 (تشبه دورة 2002 + 2008)

$d = c_1c_2 = 40\ cm$ ، $[c]$ منتصف المسافة c_1c_2

$I_1 = 3\ A$ ، $I_2 = 1\ A$ للتيارين نفس الجهة

1) $B = ?$ في النقطة $[c]$ موضحاً بالرسم.



الحل:

لنحسب شدات الحقول المغناطيسية:

لدينا: $B = 2\times10^{-7}\dfrac{I}{d}$

$I_1 = 3\ A$ ، $d_1 = 20\ cm = 2\times10^{-1}\ m$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{3}{2\times10^{-1}} = 3\times10^{-6}\ T$$

$I_2 = 1\ A$ ، $d_1 = 2\times10^{-1}\ m$

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

$$\underset{\text{تيار محصل}}{\overrightarrow{B_t}} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$$

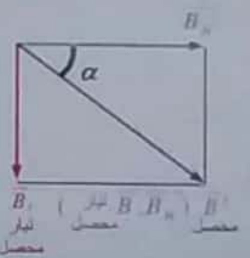
$\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين، إذاً:

$$\underset{\text{تيار محصل}}{B_t} = B_1 - B_2$$

$$\underset{\text{تيار محصل}}{B_t} = 3\times10^{-6} - 1\times10^{-6} = 2\times10^{-6}\ T$$

2) $\alpha = ?$ (زاوية انحراف الإبرة)

علماً أن: $B_H = 2\times10^{-5}\ T$



- قبل إمرار التيار تستقر الإبرة وفق حامل وجهة $(\overline{B_H})$.
- بعد إمرار التيار تستقر الإبرة وفق محصلة الحقلين $(\overline{B_H}, \overline{B_t}$ تيار محصل$)$.

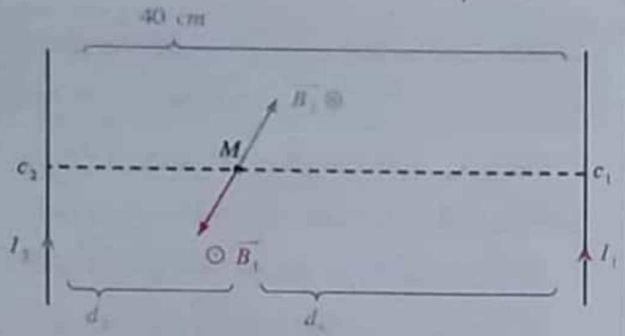
$$\left(\overrightarrow{B_1}\perp\overrightarrow{B_H}\ ,\ \overrightarrow{B_2}\perp\overrightarrow{B_H}\right) \Rightarrow \underset{\text{تيار محصل}}{\overrightarrow{B_t}}\perp\overrightarrow{B_H}$$

من الشكل نجد:

$$\tan\alpha = \frac{B_t\ \text{تيار محصل}}{B_H} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 10^{-1} = 0.1$$

$\alpha \simeq 0.1\ rad \Leftarrow$ (الزاوية صغيرة: $\tan\alpha \simeq \alpha$)

3) مطلوب تحديد النقطة $[M]$ الواقعة على الاستقامة الواصلة بين السلكلين التي يكون فيها ($B_t = 0$ محصل تيار)



شرط انعدام محصلة الحقلين:

$$\underset{\text{تيار محصل}}{\vec{B}_t} = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}$$

$\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين:

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

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

$$\boxed{\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}} \quad (1)$$

ولدينا $\boxed{d_1 + d_2 = 40\ cm}$ (2)

من (1):

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} = \frac{I_1+I_2}{d_1+d_2} = \frac{3+1}{4} = \frac{4}{40} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{1}{10} \Rightarrow d_1 = 10\times3 = 30cm$$

$$\frac{I_2}{d_2} = \frac{1}{10} \Rightarrow d_2 = 10\times1 = 10\,cm$$

(للتأكد: $d_1 + d_2 = 30 + 10 = 40cm$)

نتيجة:

- عندما يكون للتيارين نفس الجهة تقع نقطة انعدام الحقل المغناطيسي داخل السلكين بين $(C_1\,C_2)$ وأقرب إلى السلك الذي يمر فيه التيار الأصغر.
- عندما يكون للتيارين نفس الجهة ونفس الشدة تكون نقطة انعدام الحقل المغناطيسي في منتصف المسافة بين السلكين.

ملاحظة هام جداً : لاتنحرف إبرة البوصلة لو وضعناها في نقطة انعدام محصلة الحقلين.

4- لايمكن أن تنعدم شدة الحقل المغناطيسي في نقطة واقعة خارج السلكين لأنه عندما يكون للتيارين نفس الجهة فإن أي نقطة تقع خارج السلكين يكون فيها للحقلين $(\vec{B_2}\,\text{،}\,\vec{B_1})$ نفس الحامل ونفس الجهة.

طلبات إضافية :

إذا جعلنا التيارين السابقين بجهتين متعاكستين يطلب:

1- حساب الزاوية التي تنحرف فيها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي موضحاً بالرسم.

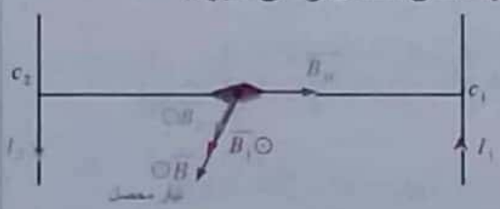
2- حدد النقطة الواقعة على استقامة $(C_1\,C_2)$ التي تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين (التي إذا وضعت فيها إبرة البوصلة لاتنحرف) واحسب بعدها عن السلكين موضحاً بالرسم.

3- هل يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة تقع بين السلكين ؟ وضح إجابتك.

الحل:

1- $\alpha = ?$ التيارين بجهتين متعاكستين $\vec{B_t} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$

$\vec{B_2}$ ، $\vec{B_1}$ لهما نفس الحامل ونفس الجهة:



$$B_t = B_1 + B_2$$

$$= 3\times10^{-6} + 1\times10^{-6} \Rightarrow B_t = 4\times10^{-6}\ T$$

مع نفس الحل السابق.....

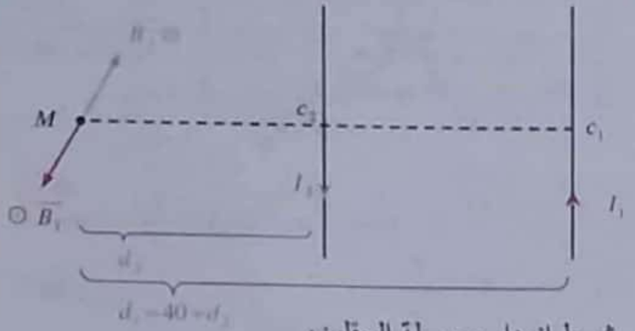
$$\tan\alpha = \frac{B_t}{B_H} = \frac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 0.2 \Rightarrow \alpha \cong 0.2\ rad$$

(زاوية صغيرة)

ملاحظة: لنقطة تقع بين السلكين نميز:

- التيارين بنفس الجهة ⇐ الحقلين متعاكسين بالجهة.
- التيارين بجهتين متعاكستين ⇐ الحقلين بنفس الجهة.

2- مطلوب تحديد النقطة (M) الواقعة على استقامة $(C_1\,C_2)$ التي يكون فيها $(B_t = 0$ محصل تيار$)$



شرط انعدام محصلة الحقلين:

$$B_1 = B_2$$

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

$$\boxed{\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}} \quad (1)$$

ولدينا: $d_1 = 40 + d_2$

$$\boxed{d_1 - d_2 = 40\ cm} \quad (2)$$

من (1):

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} = \frac{I_1 - I_2}{d_1 - d_2} = \frac{3-1}{40} = \frac{2}{40} = \frac{1}{20}$$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{1}{20} \Rightarrow d_1 = 20\times3 = 60\ cm$$

$$\frac{I_2}{d_2} = \frac{1}{20} \Rightarrow d_2 = 20\times1 = 20cm$$

للتأكد: $(d_1 - d_2 = 60 - 20 = 40cm)$

نتيجة: عندما يكون للتيارين جهتين متعاكستين تقع نقطة انعدام الحقل المغناطيسي خارج السلكين وعلى امتداد (C_1C_2) ومن طرف السلك الذي يمر فيه التيار الأصغر.

3- لايمكن أن تنعدم شدة الحقل المغناطيسي في نقطة تقع بين السلكين لأنه عندما يكون للتيارين جهتين متعاكستين فإن أي نقطة تقع بين السلكين يكون فيها للحقلين $(\vec{B_2}\,\text{،}\,\vec{B_1})$ نفس الحامل ونفس الجهة.

المسألة الثالثة ص 86:

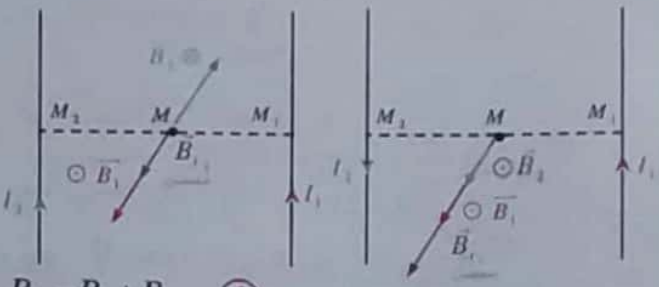
سلكين شاقوليين متوازيين $d=4cm=4\times10^{-2}$ (M_1M_2)

- (I_1, I_2) باتجاهين متعاكسين: $B_{I_1}=4\times10^{-7}T$ (عند M منتصف M_1M_2)
- (I_1, I_2) بنفس الجهة: $B_{I_2}=2\times10^{-7}T$ (عند M منتصف M_1M_2)

مطلوب حساب $I_1=?$ و $I_2=?$

(بفرض $I_1>I_2 \Leftarrow B_1>B_2$)

الحل:



$$B_{I_1}=B_1+B_2 \quad ①$$
$$B_{I_2}=B_1-B_2 \quad ②$$

- بجمع العلاقتين ① و ② نجد:

$$B_{I_1}+B_{I_2}=2B_1$$
$$4\times10^{-7}+2\times10^{-7}=2\times2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1}$$

لكن (M) بمنتصف $M_1M_2 \Leftarrow$

$$d_1=d_2=2\times10^{-2}m$$
$$6\times10^{-7}=2\times2\times10^{-7}\frac{I_1}{2\times10^{-2}}$$
$$6\times10^{-7}=2\times10^{-5}\times I_1$$
$$I_1=\frac{6\times10^{-7}}{2\times10^{-5}}=3\times10^{-2}A$$

- بطرح العلاقتين ① و ② نجد:

$$B_{I_1}-B_{I_2}=2B_2$$
$$4\times10^{-7}-2\times10^{-7}=2\times2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$
$$d_2=2\times10^{-2}m$$
$$2\times10^{-7}=2\times2\times10^{-7}\frac{I_2}{2\times10^{-2}}$$
$$2\times10^{-7}=2\times10^{-5}\times I_2$$
$$I_2=10^{-2}A$$

طريقة ثانية:

$$B_{I_1}=B_1+B_2$$
$$4\times10^{-7}=2\times10^{-7}\left[\frac{I_1}{d_1}+\frac{I_2}{d_2}\right]$$
$$d_1=d_2=2\times10^{-2}m$$
$$2=\left[\frac{I_1}{2\times10^{-2}}+\frac{I_2}{2\times10^{-2}}\right]$$
$$2=\frac{1}{2\times10^{-2}}(I_1+I_2) \Rightarrow$$
$$\boxed{I_1+I_2=4\times10^{-2}} \quad ①$$
$$B_{I_2}=B_1-B_2$$
$$\cancel{2\times10^{-7}}=\cancel{2\times10^{-7}}\left[\frac{I_1}{2\times10^{-2}}-\frac{I_2}{2\times10^{-2}}\right]$$
$$1=\frac{1}{2\times10^{-2}}(I_1-I_2) \Rightarrow$$
$$\boxed{I_1-I_2=2\times10^{-2}} \quad ②$$

- بجمع العلاقتين ① و ② نجد:

$$2I_1=6\times10^{-2} \Rightarrow I_1=3\times10^{-2}A$$

نعوض في العلاقة ①:

$$3\times10^{-2}+I_2=4\times10^{-2}$$
$$I_2=1\times10^{-2}A$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسالة الرابعة ص 86

ملفين دائريين لهما المركز ذاته في مستوي شاقولي واحد.

$N_1 = N_2 = 200$ لفة

$r_1 = 10\,cm = 10^{-1}\,m$

$r_2 = 4\,cm = 4\times10^{-2}\,m$

$I_1 = 8A$

(جهة التيار عكس عقارب الساعة)

مطلوب حساب $I_2 = ?$

وتحديد جهته في كل من الحالات التالية

1- $B_t = 5\times10^{-2}T$ (محصل) (وجهته أمام مستوي الرسم)

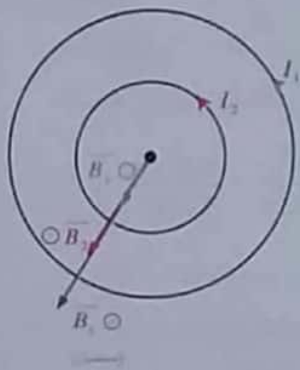
مناقشة هام:

$\vec{B}_t = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ (محصل)

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

(B) تتناسب عكسي مع (r)

بما أن $r_2 < r_1 \Leftarrow B_2 > B_1$



- نحسب شدة (B_1)

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

$B_1 = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{200\times8}{10^{-1}}$

$B_1 = 32\pi\times10^{-4} \simeq 100\times10^{-4} = 10^{-2}T$

- مناقشة جهة التيار (I_2):

بما أن شدة $B_1 < B_t$ (محصل) وجهة $\vec{B}_t$ أمام مستوي الرسم .

إذاً يجب أن تكون جهة $(\vec{B}_2)$ **بنفس جهة** $(\vec{B}_1)$

إذاً تكون جهة (I_2) أيضا بعكس جهة دوران عقارب الساعة (أي بنفس جهة I_1)

- لحساب شدة التيار $I_2 = ?$

نحسب شدة الحقل $B_2 = ?$

$\vec{B}_t = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

$\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ لهما نفس الحامل ونفس الجهة

$B_t = B_1 + B_2$

$B_2 = B_t - B_1$

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

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

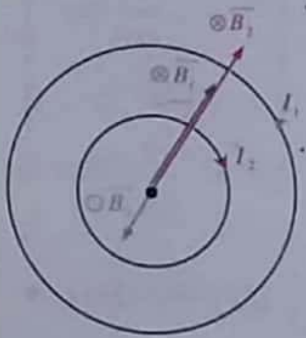
$4\times10^{-2} = 2\pi\times10^{-7}\;\dfrac{2\times10^{2}\times I_2}{4\times10^{-2}}$

$4 = \pi\times10^{-1}\times I_2 \;\Rightarrow\; I_2 = \dfrac{4}{\pi\times10^{-1}}$

$I_2 = \dfrac{40}{\pi} = \dfrac{40\pi}{\pi^2} = 4\pi\,A = 12.5\ A$

2- $B_t = 3\times10^{-2}T$ (محصل) (وجهته خلف مستوي الرسم)

- مناقشة جهة التيار (I_2):



بما أن شدة $B_1 < B_t$ (محصل)

وجهة $\vec{B}_t$ خلف مستوي الرسم .

إذا يجب أن تكون

جهة $(\vec{B}_2)$ **بعكس جهة** $(\vec{B}_1)$

وشدة (B_2) > شدة (B_1)

وبالتالي تكون جهة التيار (I_2) مع جهة دوران عقارب الساعة (أي بعكس جهة التيار I_1)

- لحساب شدة التيار $I_2 = ?$

$\vec{B}_t = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ (محصل)

$\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين.

$B_t = B_2 - B_1$ (محصل)

$B_2 = B_t + B_1$

$B_2 = 3\times10^{-2} + 1\times10^{-2} = 4\times10^{-2}T$

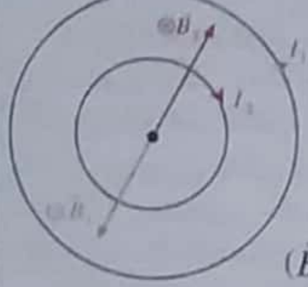
$B_2 = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{N_2 I_2}{r_2}$

$4\times10^{-2} = 2\pi\times10^{-7}\;\dfrac{2\times10^{+2}\times I_2}{4\times10^{-2}}$

$4 = \pi\times10^{-1}\times I_2 \Rightarrow I_2 = 4\pi = 12.5\ A$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3- $B_t = 0$



• مناقشة جهة التيار (I_2)

لكي تنعدم شدة محصلة الحقلين يجب أن يكون $(\vec{B}_2 , \vec{B}_1)$ لهما حامل واحد وجهتين متعاكستين أي جهة $(\vec{B}_2)$ بعكس جهة $(\vec{B}_1)$ وبالتالي تكون جهة التيار (I_2) مع جهة دوران عقارب الساعة (أي بعكس جهة I_1)

• لحساب شدة التيار $I_2 = ?$

$$\underbrace{\vec{B}_t}_{\text{محصلة}} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين:

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

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

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \Rightarrow I_2 = \frac{I_1\times r_2}{r_1} = \frac{8\times4\times10^{-2}}{10\times10^{-2}} = 3.2\ A$$

طريقة ثانية:

$$B_1 = B_2 = 10^{-2}T$$

نعوض بالعلاقة $\left(B_2 = 2\pi\times10^{-7}\frac{N_2 I_2}{r_2}\right)$ لحساب $I_2 = ?$

المسألة الخامسة ص 86

وشيعة	ملف
$B_{2\,\text{وشيعة}} = B_{1\,\text{ملف}}$	$r = 5cm = 5\times10^{-2}\ m$
$I_{2\,\text{وشيعة}} = I_{1\,\text{ملف}}$	B_1 , I_1 ملف
$\ell = 20cm = 2\times10^{-1}\ m$	حساب $N_1 = ?$ ملف
$N_{2\,\text{وشيعة}} = 100$ لفة	

الحل:

$$B_{1\,\text{ملف}} = B_{2\,\text{وشيعة}}$$

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

$$N_1 = \frac{2r\times N_2}{\ell}$$

$$N_1 = \frac{2\times5\times10^{-2}\times100}{2\times10^{-1}} \Rightarrow N_{1\,\text{ملف}} = 5\times10 = 50 \text{ لفة}$$

طلبات اضافية:

1- احسب طول سلك الملف

2- إذا علمت أن الوشيعة تتألف من طبقة واحدة ولفاتها متلاصقة احسب قطر السلك المستخدم.

الحل:

1- $\ell' = ?$ (طول سلك الملف)

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

$$\ell' = N_{\text{ملف}} \times 2\pi r$$

$$\ell' = 50\times2\pi\times5\times10^{-2}$$

$$\underbrace{\ell' = 5\pi\ m}_{\text{طول سلك الملف}}$$

2- $2r' = ?$ (قطر السلك)

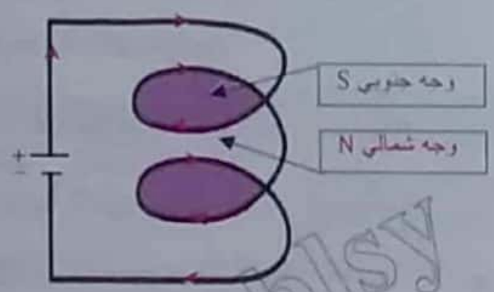
طبقة واحدة: $N'_{\text{طبقة واحدة}} = N_{\text{وشيعة}} = 100$ لفة

$$N' = \frac{\ell_{(\text{طول الوشيعة})}}{2r'}$$

$$2r' = \frac{\ell}{N'} \Rightarrow 2r' = \frac{2\times10^{-1}}{100}$$

$$\underbrace{2r' = 2\times10^{-3}\ m}_{\text{قطر السلك}}$$

تفكير ناقد ص 87



عندما يمر التيار الكهربائي بحلقات النابض فإن كل حلقة تتمغنط وتمثل صفيحة مغناطيسية لها وجهان شمالي وجنوبي.

الوجه الشمالي من كل حلقة يقابله الوجه الجنوبي للحلقة التي تليها ، وهذا يؤدي إلى تجاذب الحلقات وبالتالي تتقارب حلقات النابض.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الثاني 2

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

مايجب تذكره + فوائد لحل المسائل:

1- القوة المغناطيسية (قوة لورنز):

$\boxed{F = qv\,B\sin\theta}$ $\quad \theta = (\vec{v}\,\hat{,}\,\vec{B})$

العبارة الشعاعية: $\boxed{\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}}$

2- القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس):

$\boxed{F = I\,L\,B\sin\theta}$ $\quad \theta = (I\vec{L}\,\hat{,}\,\vec{B})$

العبارة الشعاعية: $\boxed{\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}}$

ملاحظة:

عند حساب شدة القوة الكهرطيسية على ساق مؤلف من (N) سلك لا ننسى أن نضرب بـ N :

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

3- عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل):

$\boxed{W = I\,\Delta\Phi}$

حيث: $[\Delta\Phi]$ يمثل تزايد التدفق المغناطيسي.

4- عزم المزدوجة الكهرطيسية:

$\boxed{\overline{\Gamma}_{\Delta} = N\,I\,S\,B\sin\alpha}$ $\quad \alpha = (\vec{n}\,\hat{,}\,\vec{B})$

5- عزم مزدوجة الفتل: $\boxed{\overline{\Gamma}_{\vec{\eta}/\Delta} = -k\,\theta'}$

حيث: $[\theta']$ زاوية دوران الإطار مع المقياس الغلفاني

6- علاقة تربط بين شدة التيار وزاوية دوران الإطار $[\theta']$ في المقياس الغلفاني:

$\boxed{\theta' = G\,I}$ (غير أساسي يُطلب استنتاجه مع المسائل)

7- ثابت المقياس الغلفاني:

$\boxed{G = \dfrac{N\,S\,B}{k}}$

نزيد حساسية المقياس الغلفاني بزيادة (G) ويتم ذلك عملياً باستبدال سلك الفتل بسلك أرفع من المادة نفسها (لتصغير ثابت الفتل K)

8- للتمييز مع الإطار:

إطار خاضع لحقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ يوازي مستوي الإطار لحظة إمرار التيار نميز حالتين:

a. مع سلك عديم الفتل (محور دوران) $\Leftarrow$

- يدور الإطار لينطبق ($\vec{n}$ على $\vec{B}$)
- ويتحقق (تدفق أعظمي $\Leftrightarrow$ توازن مستقر)

b. مع سلك الفتل (k) $\Leftarrow$

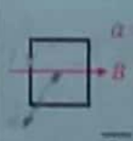
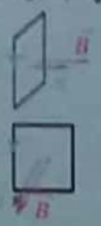
مقياس غلفاني يدور الإطار فقط بزاوية (θ') ويتوازن.

ويكون التدفق موجب $[\Phi > 0]$ و ليس أعظمياً.

9- لتمييز التدفق وعزم المزدوجة الكهرطيسية:

$$\left.\begin{array}{l}\Phi = N\,B\,S\,\cos\alpha \\ \Gamma_{\Delta} = N\,I\,S\,B\sin\alpha\end{array}\right] \quad \alpha = (\vec{n}\,\hat{,}\,\vec{B})$$

حيث α هي الزاوية بين $\vec{B}$ والناظم على السطح $\vec{n}$ ونميز:

a) حقل مغناطيسي $\vec{B}$ يوازي مستوي الإطار :	b) حقل مغناطيسي $\vec{B}$ عمودي (ناظمي) على مستوي الإطار:
$\alpha = \frac{\pi}{2}(\vec{n}\,\hat{,}\,\vec{B})$ 	$\alpha = 0(\vec{n}\,\hat{,}\,\vec{B})$ 
• $\Phi = 0$	• Φ (أعظمي)
• (أعظمي) $\overline{\Gamma}_{\Delta}$ كهرطيسية	• $\overline{\Gamma}_{\Delta} = 0$ كهرطيسية

10- تذكر العلاقات:

a. شرط التوازن مع انسحاب $\sum \vec{F} = \vec{0}$.

تعطي العلاقة الشعاعية جاهزية تعويض بالإسقاط.

b. شرط التوازن مع الدوران $\sum \overline{\Gamma}_{\Delta} = 0$.

تعطي العلاقة الجبرية جاهزية تعويض بالتوجيه.

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص100 :

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

1- (b

الشرح: لدينا العلاقة: $r = \dfrac{mv}{qB} \Rightarrow r = const \times v$

وهي معادلة مستقيم يمر من المبدأ ميله $\left[\dfrac{m}{qB}\right]$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- a) $m\,s^{-1}$

الشرح:

$$\underset{\text{(كهربائية)}}{F=qE} \Rightarrow E=\frac{F}{q} \Rightarrow \underset{\text{واحدة الحقل الكهربائي}}{E} : \frac{N}{C}$$

$$\underset{\text{(لورنز)}}{F=qvB\sin\frac{\pi}{2}} \Rightarrow B=\frac{F}{qv} \Rightarrow \underset{\text{واحدة الحقل المغناطيسي}}{B} : \frac{N}{C\times m\,s^{-1}}$$

وبالتالي تكون واحدة النسبة :

$$\frac{E}{B} : \frac{\frac{N}{C}}{\frac{N}{C\times m\,s^{-1}}} : m\,s^{-1}$$

3- b) دائرية منتظمة

4- d) تبقى شدته ثابتة

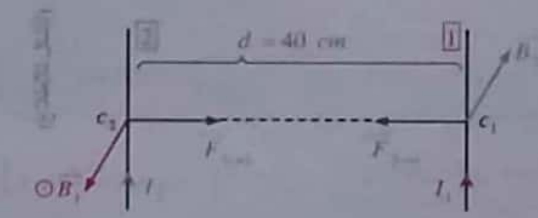
[توضيح: هذا محقق عندما يكون $(\vec{v}\perp\vec{B})$]

5- b) يزداد

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- مطلوب إيجاد علاقة $(F=?)$ قوة تأثير أحد السلكين على طول (L) من السلك الأخر.

الحل:



- يولد التيار المستقيم I_2 حقل مغناطيسي B_2 شدته:

$$B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d} \qquad \boxed{1}$$

- يؤثر الحقل B_2 على الناقل الأول L_1 الذي يجتازه تيار I_1 بقوة كهرطيسية شدتها:

$$F_{2\to1} = I_1 L_1 B_2 \sin\frac{\pi}{2} \qquad \boxed{2}$$

نعوض $\boxed{1}$ بـ $\boxed{2}$ فنجد: $\boxed{F_{2\to1} = 2\times10^{-7}\frac{I_1 I_2}{d}L_1}$

البعد بين السلكين

نتيجة: لهاتين القوتين الحامل نفسه واتجاهين متعاكسين وبحيث تكون:

- تجاذبية: عندما يكون للتيارين نفس الجهة.
- تنافرية : عندما يكون للتيارين جهتين متعاكستين.

2- مطلوب استنتاج عبارة (B) مؤثرة في شحنة متحركة $\left[\vec{v}\perp\underset{\text{منتظم}}{\vec{B}}\right]$ ، ثم تعريف التسلا.

الحل:

يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الشحنة الكهربائية المتحركة بسرعة $\vec{v}$ بقوة لورنز المغناطيسية (بإهمال قوة ثقل الشحنة)

$$\underset{\text{لورنز}}{\vec{F}} = q\vec{v}\wedge\vec{B}$$

تعطى شدتها بالعلاقة: $F=qvB\sin\theta$

لكن : $\sin\frac{\pi}{2}=1$ ، $\theta=\frac{\pi}{2}(\vec{v}\perp\vec{B})$

$$\xrightarrow{\text{نستنتج}} B=\frac{F}{qv}$$

ومنه نعرف التسلا:

التسلا: شدة حقل مغناطيسي منتظم في نقطة إذا تحركت فيها شحنة قدرها كولون واحد وبسرعة قدرها $(v=1m\,s^{-1})$ وكان شعاع سرعتها عمودياً على شعاع الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية شدتها نيوتن واحد.

ملاحظات:

- وهي واحدة كبيرة
- تربط واحدة التسلا بالواحدات الأساسية بالعلاقة:

$$\boxed{T=\frac{N}{C.m\,s^{-1}}=\frac{kg.m\,s^{-2}}{A.S.m\,s^{-1}}=kg.A^{-1}.S^{-1}}$$

3- بعد الاستنتاج كما في النظري تماماً..... (ص 97 كتاب)

$$\boxed{\theta' = G\,I}$$

بقياس زاوية دوران الإطار (θ') ومعرفتنا لقيمة (G) نستطيع حساب شدة التيار (I)

- إن تكبير قيمة ثابت المقياس الغلفاني (G) يؤدي إلى زيادة حساسية المقياس، حيث تزداد زاوية دوران الإطار من أجل شدة التيار نفسها، ويتم ذلك عملياً باستبدال سلك الفتل بسلك أرفع منه من المادة نفسها (لتصغير قيمة ثابت الفتل K).
- فكرة هامة: إذا مررنا تياراً واحداً في مقياسين غلفانيين موصولين على التسلسل فإن المقياس الذي ينحرف إطاره بزاوية أكبر يكون أشد حساسية (أي ثابته G هو الأكبر)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

ملاحظة: يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي لكافة مسائل الدرس

المسألة الأولى ص 102

تجربة السكتين الكهربطيسية : (السكتين أفقيتين والساق أفقية)

$m = 16\,g = 16\times10^{-3}\,kg$

$L = 4cm = 4\times10^{-2}m$ [طول الجزء من الناقل الخاضع لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم]

$B = \frac{1}{40}T$ [تم تعديل قيمة B] منتظم شاقولي

$I = 40\,A$

الحل:

1) عناصر $\overrightarrow{F}$ (لابلاس) وحساب شدة القوة الكهرطيسية:

$\overrightarrow{F}$ لابلاس

- **نقطة التأثير:** منتصف الساق المعدنية الخاضعة للحقل المغناطيسي المنتظم.
- **الحامل:** العمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي $\overrightarrow{B}$.
- **الجهة:** تحقق الأشعة $\left(\overrightarrow{F}, I\overrightarrow{L}, \overrightarrow{B}\right)$ ثلاثية مباشرة، وفق قاعدة اليد اليمنى:
  - التيار يخرج من أطراف الأصابع.
  - شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف.
  - جهة القوة الكهرطيسية يشير إليها الإبهام.
- **الشدة:**

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

$\theta = \frac{\pi}{2}\ \left[\underbrace{I\overrightarrow{L}}_{\text{أفقي}} \perp \underbrace{\overrightarrow{B}}_{\text{شاقولي}}\right]$

$F = 40\times4\times10^{-2}\times\frac{1}{40}\times\sin\frac{\pi}{2}$ $\boxed{\sin\frac{\pi}{2} = 1}$

$F = 4\times10^{-2}\,N$

2) حساب $(W = ?)$ عندما تنتقل الساق مسافة $(\Delta x = 15cm = 15\times10^{-2}\,m)$

$W = F\,.\Delta x$

$W = 4\times10^{-2}\times15\times10^{-2}$

$W = 6\times10^{-3}\,J$

ملاحظة: لو أعطانا سرعة تدحرج الساق v والزمن اللازم Δt عندها نحسب Δx بالعلاقة
$\Delta x = v\,.\Delta t$

طريقة ثانية: نستطيع حساب العمل انطلاقاً من نظرية مكسويل:

$W = I\,\Delta\Phi \Rightarrow W = I\,B\,\Delta s$

$W = I\,B\,L\cdot\Delta x \Rightarrow W = F\cdot\Delta x$

فائدة: لحساب عمل القوة الكهرطيسية

- طريقة أولى: ضمن حالة خاصة عندما يكون للقوة و الانتقال نفس الحامل ونفس الجهة، أي كما في تجربة السكتين يجوز مباشرة تطبيق العلاقة: $\boxed{W = F\cdot\Delta x}$
- طريقة ثانية: ضمن حالة عامة لحساب عمل القوة الكهرطيسية من نظرية مكسويل $\boxed{W = I\,\Delta\Phi}$

وبحالة إطار يدور بين وضعين نحسب العمل حصراً من نظرية مكسويل.

3) مطلوب حساب $(\alpha = ?)$ [زاوية ميل السكتين عن الأفق حتى تتوازن الساق أي حتى تبقى ساكنة]

والدارة مغلقة $\Leftarrow$ أي يبقى التيار نفسه

فائدة للرسم:

- يجب أن تكون جهة $\overrightarrow{F}$ (لابلاس) تعاكس جهة حركة انزلاق الساق
- يبقى $(\overrightarrow{B})$ شاقولي، رغم إمالة السكتين عن الأفق.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية ص 102 (2011)

(سلك شاقولي) $\ell = 60cm = 6\times10^{-1}\,m$

(سلك متجانس) $m = 50\,g = 5\times10^{-2}\,kg$, $I = 10A$

(منتظم أفقي) $B = 3\times10^{-2}T$

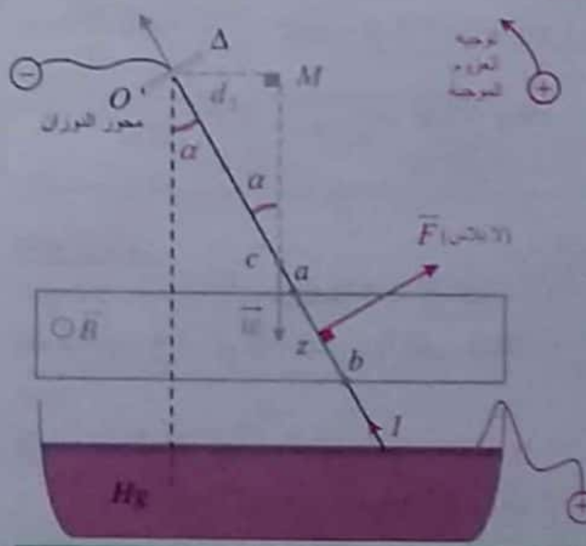
(ab) $L = 4cm = 4\times10^{-2}\,m$

(طول الجزء من الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي ويبعد منتصفها عن نقطة التعلق $\Delta x = 0.5\,m$)

ينحرف السلك عن الشاقول بزاوية (α) ثم يتوازن

مطلوب استنتاج علاقة $(\alpha = ?)$ زاوية انحراف السلك عن الشاقول

الحل:



فائدة: مع هذا النموذج علينا أن نميز بين:
- (L') ناقل
- (L) الخاضع للحقل المغناطيسي
- مكان الحقل من أجل حساب طول الذراع d_1

جملة المقارنة: خارجية ، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

- القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w} = m\,\vec{g}$ ثقل الساق، $\vec{F}$ لابلاس، $\vec{R}$ قوة رد الفعل

تنحرف الساق عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية (α) ثم تتوازن:

شرط التوازن (الدوراني): $\sum \overline{\Gamma_{\Delta}} = 0$

$$\overline{\Gamma_{\vec{F}/\Delta}} + \overline{\Gamma_{\vec{R}/\Delta}} + \overline{\Gamma_{\vec{w}/\Delta}} = 0$$

$\overline{\Gamma_{\vec{R}/\Delta}} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران.

توجيه

$$\Gamma_{\vec{F}} + 0 - \Gamma_{\vec{w}} = 0 \Rightarrow \Gamma_{\vec{F}} = \Gamma_{\vec{w}} \Rightarrow$$

$$d_1\,F = d_2\,w \quad (*)$$

$d_1 = oz = \Delta x$ ذراع القوة الكهرطيسية

$d_2 = oM$ ذراع قوة الثقل

$$\sin\alpha = \frac{d_2}{oc} \Rightarrow d_2 = oc \times \sin\alpha$$

$$F = I\,L\,B\sin\frac{\pi}{2} \quad , \quad \theta = \frac{\pi}{2}\ [\underset{\text{شاقولي}}{I\,L} \perp \underset{\text{أفقي}}{B}]$$

نعوض بـ $(*)$:

$$oz \times I\,L\,B = oc \times \sin\alpha \times m\,g$$

$$\boxed{\sin\alpha = \frac{oz \times I\,L\,B}{oc \times m\,g}}$$

طول الجزء من الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي

$$oc = \frac{\ell}{2} = \frac{6\times10^{-1}}{2} = 3\times10^{-1}\,m$$

نعوض عددياً:

$$\sin\alpha = \frac{5\times10^{-1}\times10\times4\times10^{-2}\times3\times10^{-2}}{3\times10^{-1}\times5\times10^{-2}\times10}$$

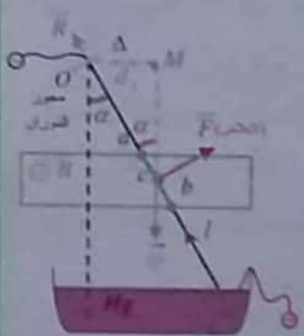
$$\sin\alpha = 4\times10^{-2} = 0.04 \overset{\text{(زاوية صغيرة)}}{\Rightarrow} \alpha = 0.04\,rad$$

$(\alpha < 0.24\,rad)$

ملاحظة:

إذا غيرنا بعض المعطيات كمايلي:

الحقل المغناطيسي يؤثر على قطعة منه طولها 4 Cm في القسم المتوسط من السلك...



الحل: نفس البداية ...

$$d_1 = oc$$

$$d_2 = OM \Rightarrow d_2 = OC \times \sin\alpha$$

نعوض ب $(*)$:

$$OC \times I\,L\,B = OC \times \sin\alpha \times mg$$

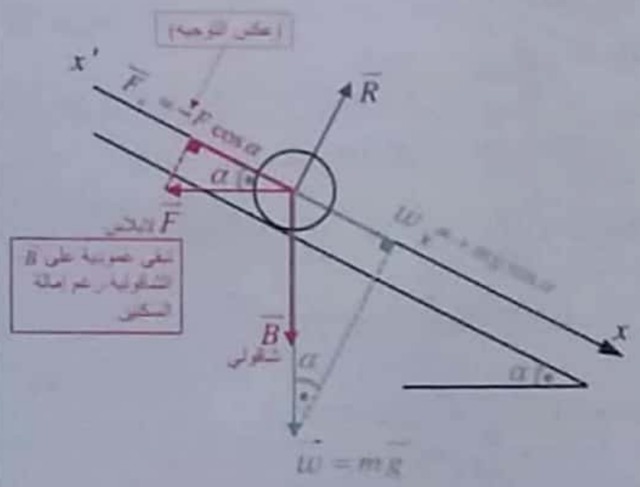
$$\boxed{\sin\alpha = \frac{I\,L\,B}{m\,g}}$$

$$\sin\alpha = \frac{10\times4\times10^{-2}\times3\times10^{-2}}{5\times10^{-2}\times10}$$

$$\sin\alpha = 24\times10^{-3} \overset{\text{(زاوية صغيرة)}}{\Rightarrow} \alpha = 24\times10^{-3}\,rad$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الحل:



ملاحظات الإسقاط:

$$\sin\alpha = \frac{\overline{w_x}}{w} \Rightarrow \overline{w_x} = m\,g\sin\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{\overline{F_x}}{F} \Rightarrow \overline{F_x} = F\cos\alpha$$

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة:

ثقل الساق $\vec{w} = m\vec{g}$

قوة لابلاس $\vec{F}$

قوة رد فعل السكتين $\vec{R}$

شرط التوازن : (السحاب) $\sum\vec{F} = \vec{0}$

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

بالإسقاط على محور $\overline{x'x}$ (موجه نحو الأسفل):

$$mg\sin\alpha + 0 - F\cos\alpha = 0$$

$$mg\sin\alpha = F\cos\alpha$$

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{F}{mg}$$

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

$$\tan\alpha = \frac{4\times10^{-2}}{16\times10^{-3}\times10}$$

$$\tan\alpha = \frac{1}{4} \Rightarrow \tan\alpha = 0.25$$ ← تقريباً صغيرة مع تجاوز مقبول

$$\Rightarrow \alpha = 0.25\,rad$$

ملاحظة مع دورة 2014: تم تبديل المعطيات كمايلي: معلوم زاوية ميل السكتين (α) وطلب استنتاج علاقة شدة التيار اللازم إمراره لتبقى الساق ساكنة

الحل: لدينا العلاقة التي تم الوصول إليها

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

$$m\,g\sin\alpha = I'\,L\,B\cos\alpha \qquad \left[\theta = \frac{\pi}{2}\right]$$

$$I' = \frac{m\,g\sin\alpha}{L\,B\cos\alpha} \Rightarrow I' = \frac{m\,g}{L\,B}.\tan\alpha$$

طلب إضافي:

نفتح الدارة السابقة (أي في حالة إمالة السكتين) احسب تسارع الساق أثناء تدحرجها (دون احتكاك)

الحل:

فتح الدارة السابقة أي انعدام شدة التيار $(I = 0)$

$$\Rightarrow F = I\,L\,B\,\mathrm{Sin}\,\theta \Rightarrow F = 0$$

وهذا يؤدي إلى انزلاق الساق:

القوى الخارجية المؤثرة:

قوة ثقل الساق $\vec{w}$

قوة رد الفعل $\vec{R}$

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

$$\vec{w} + \vec{R} = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور $\overline{x'x}$ موجه نحو الأسفل:

$$m\,g\sin\alpha + 0 = m\,a \Rightarrow a = g\sin\alpha$$

الزاوية صغيرة (مع تقريب مقبول)

$$\tan\alpha \simeq \sin\alpha$$

$$a = 10\times0.25 \Rightarrow a = 2.5\,m\,s^{-2}$$

المسألة الثالثة ص 102 (تشبه دورة 2004 + 2017 + 2018)

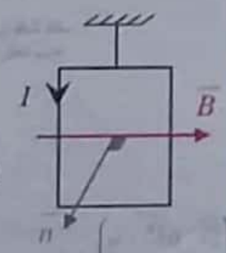
$N = 100$ لفة

(مساحة المستطيل) $S = 4\pi\ cm^2 = 4\pi \times 10^{-4}\ m^2$

إطار + سلك عديم الفتل (محور الدوران)

$B = 4\times 10^{-2}\ T$ (منتظم أفقي) (خطوطه توازي مستوى الإطار الشاقولي) ، $I = \frac{1}{10\pi}\ A$

1- حساب $\Gamma_{\Delta} = ?$ (مزدوجة كهرطيسية لحظة إمرار التيار)



$\Gamma_{\Delta} = N\ I\ S\ B \sin\alpha$

$\alpha = \frac{\pi}{2} (\vec{n}, \vec{B}) \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1$

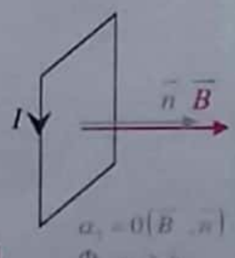
$\Gamma_{\Delta} = 100 \times \frac{1}{10\pi} \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times 1$

$\Gamma_{\Delta} = 16 \times 10^{-5}\ m\,N$

2- حساب $W = ?$ (عمل المزدوجة الكهرطيسية) بين وضعين:

الأول: السابق $\Leftarrow \left[\alpha_1 = \frac{\pi}{2}(\overline{n}, \overline{B}),\ \Phi_1 = 0\right]$

الثاني: وضع توازن المستقر $\Leftarrow$ $\left(\begin{array}{l}\Phi_2 \text{ أعظمي} \\ \alpha_2 = 0\ (\overline{n}, \overline{B})\end{array}\right)$



$W = I\,\Delta\Phi$

$W = I\left[\Phi_2 - \Phi_1\right]$

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

$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\frac{\pi}{2} = 0 \quad [\Phi_1 = 0]$

$\alpha_2 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$

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

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

b- (نقطع التيار السابق)

إطار + سلك فتل $K \Leftarrow$ مقياس غلفاني

نمرر تيار (جديد) $I' = 2m\,A = 2\times 10^{-3}\ A$

يدور الإطار ويتوازن بزاوية $\left[\theta = \frac{\pi}{6} rad \Leftrightarrow \theta = 30^{\circ}\right]$

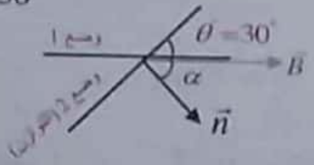
1- حساب $\Phi = ?$ (عندما يتوازن)

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

الحل:

$\theta + \alpha = 90 \Rightarrow \alpha = 90 - 30$

$\alpha = 60^{\circ} \Leftrightarrow \alpha = \frac{\pi}{3} rad$



$\cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$

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

$\Phi = 8\pi \times 10^{-4}\ Weber \Rightarrow \Phi = 25 \times 10^{-4}\ Weber$

2- استنتاج علاقة $(k = ?)$ (ثابت فتل سلك التعليق)

انطلاقاً من شرط التوازن الدوراني

الحل: شرط التوازن الدوراني:

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

$\overline{\Gamma}_{\Delta} + \overline{\Gamma}_{\eta/\Delta} = 0 \quad (*)$

كهرطيسية فتل

$\overline{\Gamma}_{\eta/\Delta} = -k\ \theta' \quad (1)$

فتل

$\overline{\Gamma}_{\Delta} = N\ I'S\ B \sin\alpha$

كهرطيسية

بما أن: $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}\ rad \Leftarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

$\Gamma_{\Delta} = N\ I'S\ B\cos\theta' \quad (2)$

كهرطيسية

نعوض (1) و (2) في (*):

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

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

$k = \frac{N\ I'S\ B\cos\theta'}{\theta'}$ وهي العلاقة المطلوبة.

> **ملاحظة:** مع باقي المسائل نعزل حسب الطلب..
> وإذا كانت (θ') صغيرة $\Leftarrow (\cos\theta = 1)$

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

$k = 96\sqrt{3} \times 10^{-7}\ m\,N\ rad^{-1}$ $\boxed{\cos\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}}$

> **ملاحظة:** لا تعوض الزوايا مع القوانين إلا بالراديان

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرابعة: ص 103 (تشبه دورة 2009 + 2013 + ...)

دولاب بارلو:

$2r = 20cm \Rightarrow r = 10\,cm = 10^{-1}\,m$

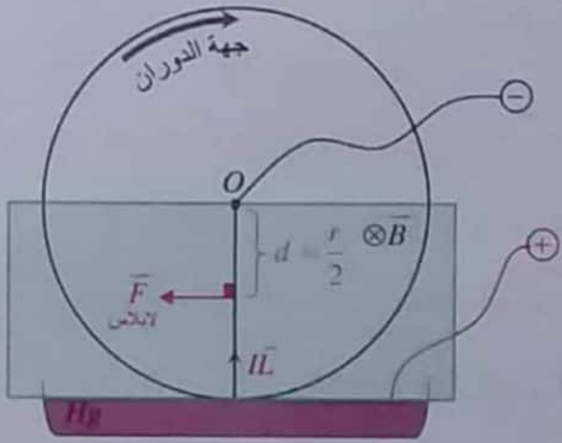
(قطره) (نصف قطره)

$B = 10^{-2}T$ (منتظم أفقي) ، يمر تيار متواصل I

$F = 4\times10^{-2}\,N$ (قوة كهرطيسية) (ملاحظة: تم تعديل بشدة القوة)

1- بين بالرسم جهة كل من $(\vec{F}, \vec{B}, I\vec{L})$

إضافي: واذكر عناصر القوة الكهرطيسية التي يخضع لها الدولاب



$\vec{F}$ لابلاس

- **نقطة التأثير:** منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم و الذي يجتازه التيار.
- **الحامل:** العمودي على المستوي المحدد بنصف القطر الشاقولي السفلي وشعاع الحقل المغناطيسي.
- **الجهة:** تحقق الأشعة $(\vec{F}, I\vec{r}, \vec{B})$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى:
  - التيار يدخل من الساعد، ويخرج من أطراف الأصابع.
  - شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف.
  - جهة القوة الكهرطيسية يشير إليها الإبهام.
- **الشدة:**

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

2- حساب $I = ?$

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

$L = r$ (خاضع للحقل المغناطيسي) ، $\theta = \frac{\pi}{2}\left[I\vec{L} \perp \vec{B}\right]$ (شاقولي، أفقي)

$$4\times10^{-2} = I\times10^{-1}\times10^{-2}\times1 \qquad \boxed{\sin\frac{\pi}{2} = 1}$$

$$I = \frac{4}{10^{-1}} = 40\,A$$

تذكر:

- عزم القوة = ذراع × القوة

$$\boxed{\Gamma_\Delta = d\times F \quad (m\cdot N)}$$

- ذراع القوة: هو العمود الواصل بين حامل القوة ومحور الدوران.
- كل قوة تلاقي محور الدوران عزمها معدوم.

- الاستطاعة:

$$P = \frac{W}{t} \text{ (الاستطاعة (حالة عامة)، العمل، الزمن)}$$

$P = F\,v$ استطاعة السحب

$P = \Gamma_\Delta\,\omega$ استطاعة دوران

3- حساب $\Gamma_\Delta = ?$ عزم القوة الكهرطيسية:

$$\left.\begin{aligned}\overline{\Gamma_\Delta} &= d\times F\\ d &= \frac{r}{2} = \frac{10^{-1}}{2}\end{aligned}\right] \Rightarrow$$

$$\overline{\Gamma_\Delta} = \frac{10^{-1}}{2}\times4\times10^{-2} = 2\times10^{-3}\ m\cdot N$$

طلبات إضافية:

1. احسب الاستطاعة الميكانيكية عندما يدور الدولاب بسرعة زاوية تقابل $\frac{5}{\pi}Hz$
2. احسب عمل القوة القوة الكهرطيسية بعد مضي $4S$ من بدء حركة الدولاب وهو يدور بالسرعة الزاوية السابقة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الحل:

واحدة تواتر (أو تعطى دورة/ S)

1- $P = ?$ (ميكانيكية) ، $f = \frac{5}{\pi} Hz$

$$P = \Gamma_{\Delta} . \omega$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \times \frac{5}{\pi} = 10\ rad\ s^{-1}$$

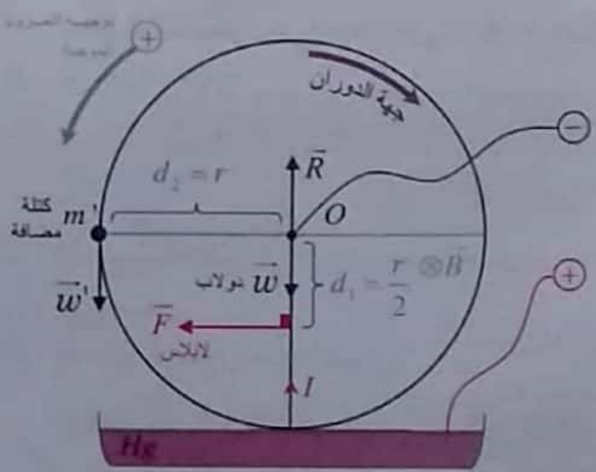
$$P = 2\times 10^{-3} \times 10 = 2\times 10^{-2}\ Watt$$

2- $W = ?$ (العمل) ، $\Delta t = 4S$

$$W = Pt$$

$$W = 2\times 10^{-2} \times 4 = 8\times 10^{-2}\ J$$

4- حساب $(m' = ?)$ الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي لمنعه عن الدوران



جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ ثقل الدولاب

$\vec{w}'$ ثقل الكتلة المضافة

$\vec{R}$ قوة رد فعل محور الدوران

$\vec{F}$ قوة لابلاس

شرط التوازن (الدوراني) $\sum \Gamma_{\Delta} = 0$

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

لكن: $\bar{\Gamma}_{\vec{R}} = 0 \ , \ \bar{\Gamma}_{\vec{w}} = 0$

لأن القوتان ($\vec{R}$ ، $\vec{w}$) تلاقيان محور محور الدوران

نوجه:

$$0 + 0 - \Gamma_{\vec{F}} + \Gamma_{\vec{w}'} = 0$$

$$\Gamma_{\vec{F}} = \Gamma_{\vec{w}'}$$

$$d_1 \times F = d_2 \times w'$$

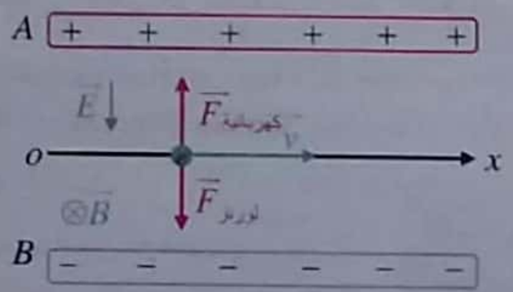
لكن: $d_1 = \frac{r}{2}$ ، $d_2 = r$

$$\frac{r}{2} \times F = r \times m' g$$

$$m' = \frac{F}{2g}$$

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

تفكير ناقد ص 103:



الرسم يفرض أن الجسم المشحون هو عبارة عن الكترون (شحنته سالبة)

- لكي يكون المسار مستقيم يجب أن يتحقق:

$$F_{لورنز} = F_{كهربائية}$$

$$qE = qvB\sin\frac{\pi}{2}$$

$$E = vB \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

أي يكون المسار المستقيم عندما تكون سرعة الجسيم المشحون تحقق النسبة: $v = \frac{E}{B}$

- لكي يكون المسار دائري يجب أن ينعدم الحقل الكهربائي فتنعدم القوة الكهربائية وبالتالي تكون القوة الوحيدة المؤثرة هي القوة المغناطيسية ($\vec{F}$ لورنز). وهي قوة جاذبة مركزية وبالتالي تكون الحركة دائرية منتظمة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الثالث 3

التحريض الكهرطيسي:

مايجب تذكره + فوائد لحل المسائل:

1) تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف يعطي قطب مماثل وإبعاده يعطي قطب معاكس.

2) لتحديد جهة التيار المتحرض نميز حالتين:

-1 $[\Delta\Phi > 0]$ (تدفق مُحرض متزايد) $\Leftarrow$ $\varepsilon < 0$

$\Leftarrow$ جهة $\overrightarrow{B'}$ متحرض بعكس جهة $\overrightarrow{B}$ مُحرض

-2 $[\Delta\Phi < 0]$ (تدفق مُحرض متناقص) $\Leftarrow$ $\varepsilon > 0$

$\Leftarrow$ جهة $\overrightarrow{B'}$ متحرض بنفس جهة $\overrightarrow{B}$ مُحرض

قاعدة اليد اليمنى في تحديد جهة التيار المتحرض:

نجعل إبهام اليد اليمنى بجهة ($\overrightarrow{B'}$ متحرض) فتكون جهة التفاف الأصابع لها جهة التيار المتحرض.

3) القوانين:

-1 قانون فاراداي:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

(القوة المحركة الكهربائية الوسطى)

$$\bar{\varepsilon}_{\text{وسطى}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

-2 فرق الكمون يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

$$U_{ab} = \varepsilon$$

-3 لدينا:

$$U = R\,i \Rightarrow \varepsilon = R\,i \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R}$$

-4 الاستطاعة الكهربائية:

$$P_{\text{استطاعة كهربائية}} = \varepsilon \times i$$

-5 الاستطاعة الكهربائية = الاستطاعة الميكانيكية

$$P_{(\text{كهربائية})} = P'_{(\text{ميكانيكية})}$$

-6

$$P_{\text{استطاعة ميكانيكية}} = \frac{W_{\text{العمل}}}{t_{\text{الزمن}}}$$

$$P = F\,v$$

$$P = \Gamma_{\Delta}\,\omega$$

-7 مع مولد التيار الكهربائي المتناوب (AC):

علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin\omega t$$

حيث:

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

4) فوائد لحل مسائل التحريض:

بكل مسائل التحريض يلزم حساب $\Delta\Phi$

$$\alpha = (\overrightarrow{B}, \overrightarrow{n}) \qquad \Phi = N\,B\,s\cos\alpha$$

$[B]$ يمثل شدة الحقل المغناطيسي المُحرض.

ونميز الحالات التالية مع المسائل:

A. إذا تغيرت شدة الحقل المغناطيسي المُحرض:

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 \quad \text{أو} \quad \Delta\Phi = N\,\Delta B\,s\cos\alpha$$

وهذا إما أن يكون واضحاً بالنص أو ينتج عن فتح أو إغلاق قاطعة دارة ضمن دارة (وشيعتان أو وشيعة مع ملف) ونميز:

- فتح قاطعة $\Leftarrow$ تناقص شدة التيار $\Leftarrow$ تناقص شدة الحقل المغناطيسي: من (B عظمى) $\xrightarrow{\text{إلى}}$ الصفر.
- إغلاق قاطعة $\Leftarrow$ تزايد شدة التيار $\Leftarrow$ تزايد شدة الحقل المغناطيسي: من الصفر $\xrightarrow{\text{إلى}}$ (B عظمى).

B. إذا تغيرت الزوايا:

$$\Delta\Phi = N\,B\,s\left[\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1\right]$$

أو

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

وينتج ذلك عن دوران وشيعة أو إطار أو ملف بين وضعين.

C. إذا تغير السطح (سطح ممسوح):

$$[\alpha = 0 \ (\overrightarrow{B}, \overrightarrow{n}) \text{ غالباً}] \qquad \Delta\Phi = B\,\Delta s$$

وينتج ذلك عن حركة ساق معدنية ضمن حقل مغناطيسي و نميز:

- دارة مغلقة $\Leftarrow$ ينشأ تيار متحرض.
- دارة مفتوحة $\Leftarrow$ يتولد فرق كمون: $U_{ab} = \varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$

التحريض الذاتي:

-1 ذاتية وشيعة:

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

هنري — طول الوشيعة

-2 $\Phi = L\,i$

-3 القوة المحركة المتحرضة الذاتية:

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

-4 الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة:

$$E_L = \frac{1}{2}\,\Phi I \ \xRightarrow{\text{(شكل آخر)}}\ E_L = \frac{1}{2}\,L I^2$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص122 :

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1- a) $10^{-4}\,H$

الشرح:

$$L=4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 S}{\ell}$$

طول الوشيعة

لكن: $S=\pi r^2$ ، $N=\dfrac{\ell'_{\text{سلك}}}{2\pi r}$

$$L=4\pi\times10^{-7}\,\frac{\dfrac{\ell'^2_{\text{سلك}}}{4\pi^2 r^2}\times\pi r^2}{\ell_{\text{وشيعة}}}$$

$$\boxed{L=10^{-7}\,\frac{\ell'^2_{\text{سلك}}}{\ell_{\text{وشيعة}}}}$$

ذاتية الوشيعة

$$L=10^{-7}\,\frac{100}{10^{-1}}=10^{-4}\,H$$

2- b) $\dfrac{B\,L\,v}{R}$

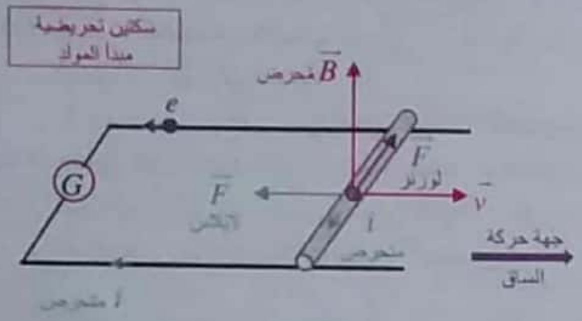
ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1- • لعدم وجود إلكترونات حرة في الزجاج وبالتالي لا ينشأ في الزجاج تيارات تحريضية (تيارات فوكو)

• لجعل الماء يغلي: نضع صفيحة معدنية داخل الإناء الزجاجي وبالتالي يتغير تدفق الحقل المغناطيسي الذي يخترق سطحها. فينشأ فيها تيارات تحريضية (تيارات فوكو) تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الصفيحة المعدنية التي ينتج عنها طاقة حرارية كبيرة جداً كافية لغليان الماء.

2- عند تحريك الساق ضمن الحقل المغاطيسي ينشأ تيار متحرض عبر الدارة المغلقة، جهته الاصطلاحية بعكس جهة حركة الإلكترونات الحرة أي بعكس جهة قوة لورنز (محققة لقانون لنز).

وينشأ عن هذا التيار قوة كهرطيسية تكون جهتها معاكسة لجهة حركة الساق (ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه)



ثالثاً: ماذا تتوقع أن يحدث في كل من الحالات الآتية معللاً إجابتك:

1- لدينا العلاقة المستنتجة من النظري:

أتوقع: زيادة شدة التيار المتحرض $\boxed{i=\dfrac{B\,L\,v}{R}}$

التعليل: لأن (i) شدة التيار المتحرض تتناسب طرداً مع (v) سرعة تدحرج الساق.

2- أتوقع: توليد تيار كهربائي متحرض في الوشيعة بحيث يكون وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً.

التعليل: تقريب القطب الشمالي للمغناطيس يسبب تزايد التدفق المغناطيسي المُحرض الذي يجتاز حلقات الوشيعة وبحسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض بحيث ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه. فيتشكل في الوشيعة وجه شمالي الذي يتنافر مع القطب الشمالي للمغناطيس ليمنع عملية التقريب.

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

التعليل: بسبب أن الكترونات حرة الحركة تخضع لقوة لورنز وبتأثير هذه القوة تنتقل الكترونات الحرة من أحد طرفي الحلقة والتي تكتسب شحنة موجبة وتتراكم في الطرف الآخر الذي يكتسب شحنة سالبة فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

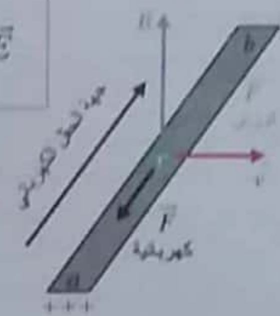
1- • لايضيئ المصباح إذا كان الملفان ساكنين لعدم حدوث تغير تدفق الحقل المغناطيسي عبر الملف.

• ولكي يضيئ المصباح نحرك أحد الملفين نحو الآخر، أو نفتح القاطعة ونغلقها باستمرار، أو استبدال البيل بمنبع تيار كهربائي متناوب.

لأن هذا سيؤدي إلى تغير تدفق الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول وبالتالي تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة تسبب مرور التيار الكهربائي المتحرض وهذا يؤدي إلى إضاءة المصباح.

2-

ملاحظة
$\vec{F} = e\,\vec{E}$
(الكهربائية)



التفسير:

نتيجة تراكم الشحنات المتعاكسة على طرفي الساق يتولد حقل كهربائي ($\vec{E}$) يتجه من الطرف الذي يحمل الشحنة الموجبة إلى الطرف الذي يحمل الشحنة السالبة.

يؤثر هذا الحقل في الإلكترون بقوة كهربائية جهتها تعاكس جهة قوة لورنز المؤثرة في هذا الإلكترون. وبازدياد تراكم الشحنات تزداد قيمة (E) فتزداد قيمة القوة الكهربائية حتى تصبح مساوية لقوة لورنز فتتوقف حركة الإلكترونات.

3- **ملاحظة:** تم دعم الإجابة مع تجربة التحريض الذاتي ص 117 كتاب

a- المرحلة (OA) (إغلاق الدارة)

تزداد شدة تيار المولد المار في الوشيعة مما يؤدي إلى نشوء قوة محركة كهربائية متحرضة ذاتية في الوشيعة (فيتوهج المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءته الخافتة).

المرحلة (AB)

ثبات شدة تيار المولد المار في الوشيعة مما يؤدي إلى انعدام القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية في الوشيعة.

(تثبت شدة إضاءة المصباح)

المرحلة (BC) (فتح الدارة)

تتناقص شدة تيار المولد المار في الوشيعة مما يؤدي إلى نشوء قوة محركة كهربائية متحرضة ذاتية في الوشيعة.

(يتوهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ)

b- لدينا العلاقة: $\varepsilon_{\text{ذاتي}} = -L\dfrac{di}{dt}$

$\varepsilon_{\text{ذاتي}} > \varepsilon_{\text{ذاتي}}$ لأنه $dt_1 < dt_2$

(عند إغلاق الدارة) (عند فتح الدارة) (عند إغلاق الدارة) (عند فتح الدارة)

c- $E_L = \dfrac{1}{2}\Phi I \Leftrightarrow E_L = \dfrac{1}{2}L I^2$

في المرحلة (OA) تزداد الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.

في المرحلة (AB) تكون الطاقة الكهرطيسية في الوشيعة ثابتة.

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

4- وشيعة يمر فيها تيار متغير i:

a- $B = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{N\,i}{\ell}$

b- $\Phi = N\,B\,S\cos\alpha$

$\left[\alpha = 0(\vec{B},\vec{n})\right], \cos 0 = 1$ (تيار)

$\Phi = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{N^2 S}{\ell}\,i$

لكن: $L = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{N^2 S}{\ell}$

وبالتالي $\bar{\Phi} = L\,\bar{i}$

c- علاقة (ε ذاتي)

$$\varepsilon = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d(L\bar{i})}{dt}$$

$$\varepsilon = -L\frac{d\bar{i}}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -L(\bar{i})'_t$$

• عند ثبات شدة التيار $\Leftarrow$ تنعدم القوة المحركة المتحرضة الذاتية

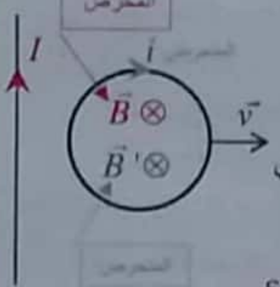
$$i = const \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0$$

• عندما تنعدم شدة التيار الكهربائي $(i = 0) \Leftarrow (\varepsilon = 0)$

5- a- على الشكل....

b- على الشكل....

c- تنعدم شدة التيار الكهربائي المتحرض بسبب ثبات التدفق للحقل المغناطيسي عبر سطح الدارة.



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

$\Delta\Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0 \Rightarrow i = 0$ (إيقاف الملف عن الحركة)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خامساً: حل المسائل الآتية:

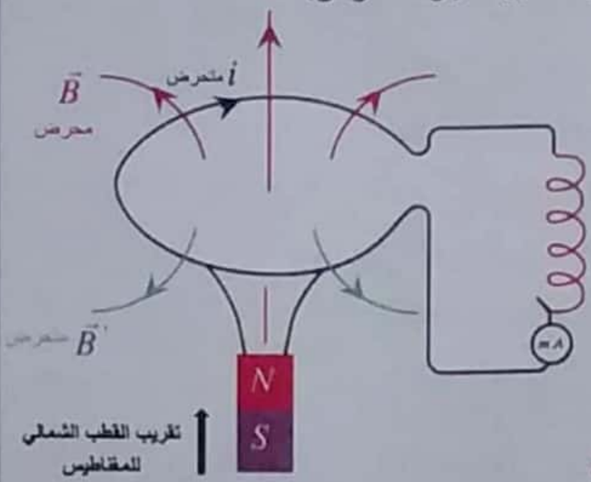
المسألة الأولى: ص 123

$R = 20\Omega$ ، $r = 4cm = 4\times10^{-2}\ m$ ، $N = 100$ لفة

$B_1 = 0 \xrightarrow{\text{تزداد}} B_2 = 0.08T$ [خلال : $\Delta t = 2S$]

1- حساب $\varepsilon = ?$ (قوة محركة كهربائية المتحرضة المتولدة)

وحدد جهة التيار المتحرض.



الحل:

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

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

$$\alpha = 0(\vec{B}, \vec{n})\ ,\ \cos 0 = 1$$

$$\Delta\bar{\Phi} = N\ \Delta B\ S\cos 0$$

$$\Delta\bar{\Phi} = N\ (B_2 - B_1)\ \pi r^2 \times 1$$

$$\Delta\bar{\Phi} = 100(0.08 - 0)\ \pi \times 16\times10^{-4}$$

$$\Delta\bar{\Phi} = 8\pi\times16\times10^{-4} = 25\times16\times10^{-4}$$

$$\Delta\bar{\Phi} = 400\times10^{-4} = 4\times10^{-2}\ Weber$$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\Phi}}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{4\times10^{-2}}{2} = -2\times10^{-2}\ volt$$

- **لتحديد جهة التيار المتحرض:**

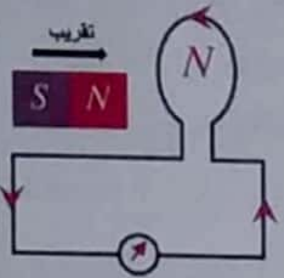
الشرح:

[$\Delta\Phi > 0$ تدفق محرض متزايد] $\Leftarrow$ [$\varepsilon < 0$] وحسب لنز جهة ($\vec{B}'$) الحقل المتحرض بعكس جهة ($\vec{B}$) الحقل المغناطيسي المُحرض.

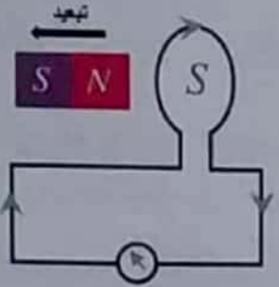
أي Φ محرض يعاكس Φ' متحرض

وجهة التيار المتحرض هي جهة التفاف أصابع يدٍ يملئ إبهامها بجهة الحقل المغناطيسي المتحرض ($\vec{B}'$)

2- بما أنه تم تقريب القطب الشمالي للمغناطيس لذا سيكون الوجه المقابل له على الملف قطب شمالي.



ملاحظة: لو تم تبعيد القطب الشمالي للمغناطيس، سيكون الوجه المقابل له على الملف قطب جنوبي.



3- $i = ?$

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

$$\bar{i} = \frac{-2\times10^{-2}}{20} = -10^{-3}\ A$$

ملاحظة: تشير إشارة (-) إلى جهة التيار حسب قانون لنز

4- $P = ?$ (كهربائية) و $P' = ?$ (حرارية مصروفة)

$P = \varepsilon \times i$ (كهربائية)

$$P = \left|-2\times10^{-2}\right| \times \left|-10^{-3}\right| = 2\times10^{-5}\ Watt$$

$P' = R\,i^2$ (حرارية مصروفة)

$$P' = 20\times(10^{-3})^2 = 2\times10^{-5}\ Watt$$

نستنتج أنه:

$$P = P'$$

استطاعة كهربائية = استطاعة حرارية مصروفة

أي أن الاستطاعة الكهربائية قد تحولت إلى استطاعة حرارية

ملاحظة: في هذه التجربة الملف لعب دور مولد يقدم الطاقة الكهربائية للدارة والتي تقوم باستهلاك هذه الطاقة بشكل حراري فعل جول.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية ص 124 (تشبه دورة 1996 + 2013+ ...)

(وشيعة) $\ell = 30\ cm = 3\times10^{-1}\ m$

(قطر الوشيعة) $2r = 4\ cm \Rightarrow r = 2\times10^{-2}\ m$

$N = 1200$ لفة , $I = 4\ A$

1) احسب $B = ?$

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

$$B = \frac{25}{2}\times10^{-7}\frac{12\times10^{+2}\times4}{3\times10^{-1}} = 2\times10^{-2}\ T$$

2) لفة $N' = 100$ (ملف) (معزولة)

يربط الملف بمقياس غلفاني $R = 16\ \Omega$

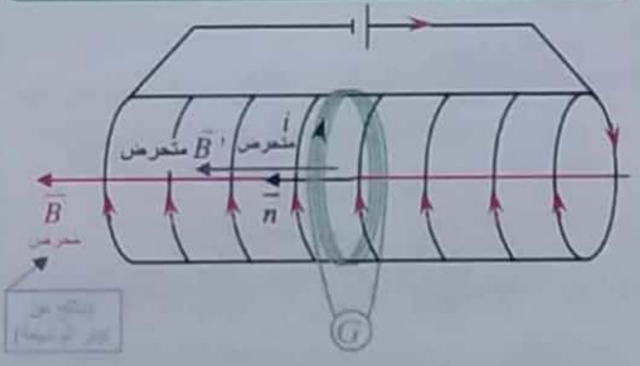
ما دلالة المقياس ؟ ⇐ عند قطع التيار عن الوشيعة خلال $[\Delta t = 0.5\ s]$

ما شدة التيار المتحرض في الملف؟

فكرة الحل:

قطع التيار عن الوشيعة يؤدي إلى تناقص شدة الحقل المغناطيسي المُحرض الناتج عن الوشيعة من قيمته العظمى إلى الصفر. أي تغير تدفق الحقل المغناطيسي المُحرض الناتج عن الوشيعة عبر الملف، وهذا يؤدي إلى نشوء تيار متحرض في الملف.

فتح القاطعة يكافئ اخراجنا مغناطيس من ملف.



ملاحظة:

وجود المقياس الغلفاني للدلالة على مرور تيار كهربائي.

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

$$\Phi = N\ B\ s\cos\alpha \qquad \alpha = 0(\vec{B}\ \hat{,}\ \vec{n})\ ,\ \cos0 = 1$$

$$\Delta\Phi = N\ \Delta B\ s\cos\alpha \qquad (s = \pi r^2)$$

ملاحظة:

r للملف نفسه للوشيعة حيث لففنا الملف حول الوشيعة.

$$\Delta\Phi = \underset{\text{ملف}}{N}'(B_2 - B_1)\times\pi r^2\times\cos0$$

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

$$B_2 = 0 \quad \text{(بعد قطع التيار)}$$

$$\Delta\Phi = 100(0 - 2\times10^{-2})\times\pi\times4\times10^{-4}\times1$$

$$\Delta\Phi = -8\pi\times10^{-4}\ Weber$$

$$\varepsilon = \frac{-(-8\pi\times10^{-4})}{\frac{1}{2}} = 16\pi\times10^{-4}\ Volt$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\pi\times10^{-4}}{16} = \pi\times10^{-4} = 3.14\times10^{-4}\ A$$

[أو نحسب $\Delta\Phi$ بطريقة ثانية $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0 - N\ B\ s$]

طلب إضافي:

حدد جهة التيار المتحرض بالشرح والرسم.

حسب لنز:

$\Delta\Phi < 0$ (تدفق محرض متناقص) ⇐ $[\varepsilon > 0]$ وجهة $(\vec{B}')$ الحقل المتحرض بنفس جهة $(\vec{B})$ الحقل المُحرض، وجهة التيار المتحرض هي جهة التفاف أصابع يدٍ يمنى إبهامها بجهة الحقل المغناطيسي المتحرض $(\vec{B}')$.

ملاحظة: المسألة المعكوسة:

(لو تم اغلاق القاطعة) يصبح الطلب:

عند زيادة التيار في الوشيعة خلال 0.5S تتزايد فيها الشدة بانتظام؟

عندها يكون الحل:

عندما تزداد شدة التيار من: $[I_1 = 0] \xrightarrow{\text{إلى}} [I_2 = 4A]$

تزداد شدة الحقل المغناطيسي من: $[B_1 = 0] \xrightarrow{\text{إلى}} [B_2 = 2\times10^{-2}T]$

ويكمل الحل كما سبق....

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة: ص 124

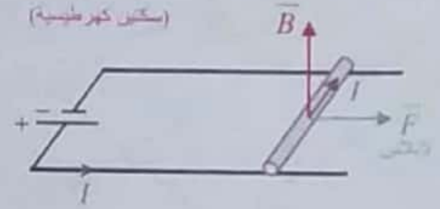
سكتين كهرطيسية (مبدأ المحرك)

$L = 30\ cm = 3\times10^{-1}\ m$ (ساق) ,

$m = 60\ g = 60\times10^{-3} = 6\times10^{-2}\ kg$ (كتلة الساق)

-1 $B = ?$ (منتظم ⊥ السكتين) ، $I = 20\ A$

ليكون: F (الانلاس) $= 2w$ (ثقل)



$$F = 2mg = 2\times6\times10^{-2}\times10 = 12\times10^{-1}\ N$$

$$F = I\,L\,B\sin\frac{\pi}{2} \qquad \theta = \frac{\pi}{2}\left[\underset{\text{أفقي}}{I\vec{L}} \perp \underset{\text{شاقولي}}{\vec{B}}\right]$$

$$\overset{4}{\cancel{12}}\times10^{-1} = 20\times3\times10^{-1}\times B\times1$$

$$B = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}\ T = 0.2\ T$$

-2 $W = ?$ (عمل) ، $v = 0.4\ m\cdot s^{-1}$ ، $\Delta t = 2\ s$

طريقة أولى:

$$W = F\cdot\Delta x$$
$$W = F\cdot v\cdot\Delta t$$
$$W = 12\times10^{-1}\times4\times10^{-1}\times2$$
$$W = 96\times10^{-2}\ J$$

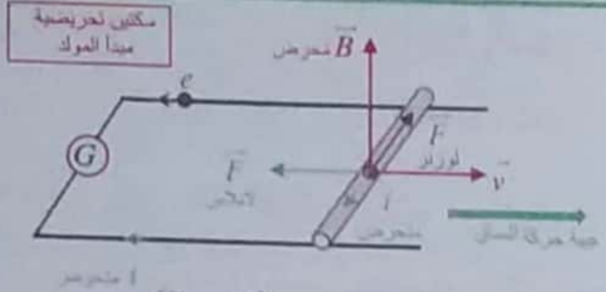
طريقة ثانية:

$$W = I\,\Delta\Phi$$
$$W = I\,B\,\Delta s = I\,B\,L\,\Delta x = F\cdot\Delta x\ \ldots$$

-3 { نرفع المولد، ندحرج الساق بسرعة ثابتة $v = 5\ m\cdot s^{-1}$ } ⇐ { سكتين تحريضية (مبدأ المولد) }

استنتاج علاقة $\varepsilon = ?$ (قوة محركة كهربائية متحرضة)

وحساب $i = ?$ (متحرض) ، $R = 5\ \Omega$ (مقاومة)



- نحرك الساق بسرعة ثابتة $(\vec{v}\perp\vec{B})$
- خلال فاصل زمني Δt
- تنتقل الساق مسافة $\Delta x = v\cdot\Delta t$
- يتغير السطح بمقدار:

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

- ويتغير التدفق بمقدار:

$$\Delta\Phi = B\,\Delta s$$
$$\Delta\Phi = B\,Lv\cdot\Delta t$$

- فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة (تحريضية) قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B\,Lv\,\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = BLv$$

$$\varepsilon = \frac{1}{5}\times3\times10^{-1}\times5 = 3\times10^{-1}\ Volt$$

ولحساب شدة التيار المتحرض:

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

ملاحظة:
جهة التيار المتحرض: تكون بعكس جهة قوة لورنز.

-4 $P = ?$ (استطاعة كهربائية)، $F = ?$ (الانلاس مؤثرة اثناء تدحرج الساق)

$P = \varepsilon\times i$ (استطاعة كهربائية)

$$P = 3\times10^{-1}\times6\times10^{-2}$$
$$P = 18\times10^{-3}\ Watt$$

لحساب $F = ?$

طريقة أولى:

$$F = \underset{\text{متحرض}}{i}\,L\,B\sin\frac{\pi}{2}$$

$$F = 6\times10^{-2}\times3\times10^{-1}\times2\times10^{-1}$$

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة ثانية: $P = P'$ (كهربائية) (ميكانيكية)

$P' = F\,v$ (ميكانيكية)

$$18\times10^{-3} = F\times5 \Rightarrow F = \frac{18\times10^{-3}}{5} \Rightarrow F = 36\times10^{-4}\ N$$

إضافي: حدد بالرسم جهة قوة لابلاس واحسب عملها خلال $[1\ s]$

$W = -F\cdot\Delta x$ عمل مقاوم ، القوة تعاكس الانتقال

$W = -F\,v\,\Delta t = -36\times10^{-4}\times5\times1$

$W = -18\times10^{-3}\ J$

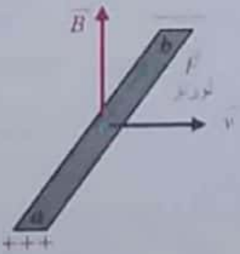
طلب إضافي:

نأخذ الساق النحاسية فقط ونجعلها أفقية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم خطوطه شاقوليه شدته $\left[10^{-2}\ T\right]$، ونحركها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي بسرعة أفقية ثابتة $\left[2\ m\cdot s^{-1}\right]$، المطلوب:

1- ارسم شكل توضح فيه كلاً من الأشعة ($\vec{v}, \vec{B}, \vec{F}$ لورنز) مبيناً نوعي الشحنة على طرفي الساق.

2- استنتج بالرموز العلاقة المحددة لفرق الكمون U_{ab} بين طرفي الساق واحسب قيمته العددية

الحل:



- نحرك الساق بسرعة ثابتة $(\vec{v} \perp \vec{B})$
- خلال فاصل زمني Δt
- تنتقل الساق مسافة $\Delta x = v\cdot\Delta t$
- يتغير السطح بمقدار:

$$\Delta s = L\cdot\Delta x \quad\Rightarrow\quad \Delta s = L\,v\cdot\Delta t$$

- ويتغير التدفق بمقدار:

$$\Delta\Phi = B\,\Delta s \quad\Rightarrow\quad \Delta\Phi = B\,L v\cdot\Delta t$$

- فتتولد قوة محركة كهربائية تحريضية وهي تساوي فرق الكمون قيمتها المطلقة:

$$U_{ab} = \varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B\,Lv\,\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow U_{ab} = B\,Lv$$

$$U_{ab} = 10^{-2}\times3\times10^{-1}\times2 = 6\times10^{-3}\ Volt$$

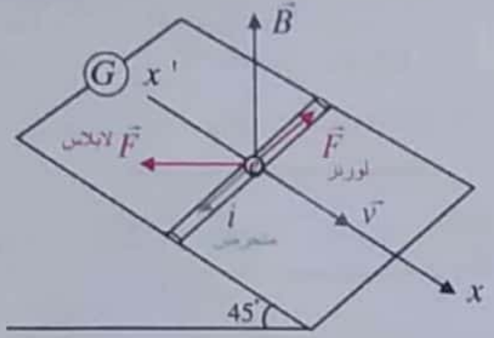
المسألة الرابعة : ص 124

$\theta' = 45^\circ$ (زاوية ميل السكتين)

$\ell = 40cm = 4\times10^{-1}\,m$ (ساق)

$B = 0.8T \quad , \quad v = 2m\ s^{-1}$ (منتظم شاقولي)

1- بين أنه تنشأ قوة كهرطيسية تعيق حركة الساق.



- عند تحريك الساق بالسرعة $\vec{v}$ يتولد تيار كهربائي متحرض جهته الاصطلاحية بعكس جهة قوة لورنز (التفسير كما في النظري تماماً كتاب ص 110 مطلوب.....)
- مرور هذا التيار في الساق الخاضعة للحقل المغناطيسي المنتظم يؤدي إلى نشوء القوة الكهرطيسية ، تحدد جهتها بقاعدة اليد اليمنى ويوضح الشكل أنها تعاكس جهة حركة انزلاق الساق، تسبب إعاقة حركة الساق.

توضيح أكثر: إن التيار الكهربائي المتحرض المتولد يُنتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فتنشأ القوة الكهرطيسية المعاكسة لجهة حركة الساق.

2- استنتاج علاقة $R = ?$ (المقاومة الكلية للدارة)

$i = \sqrt{2}\,A$ (تيار المتحرض)

- عندما تتحرك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$
- خلال فاصل زمني Δt
- تنتقل الساق مسافة: $\Delta x = v\,\Delta t$
- يتغير السطح بمقدار:

$$\Delta S = L\,.\Delta x \Rightarrow \Delta S = Lv\,.\Delta t$$

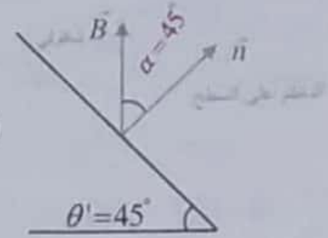
- يتغير التدفق بمقدار:

$$\Delta\Phi = B\,\Delta S\cos\alpha$$

$$\Delta\Phi = B\,Lv\,\Delta t\cos\alpha$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الشكل للاطلاع:



$$\alpha=45^{\circ}\ (\vec{B}\ ,\vec{n})$$

- فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

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

$$\varepsilon=B\,Lv\,\cos\alpha$$

- بما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متحرض شدته:

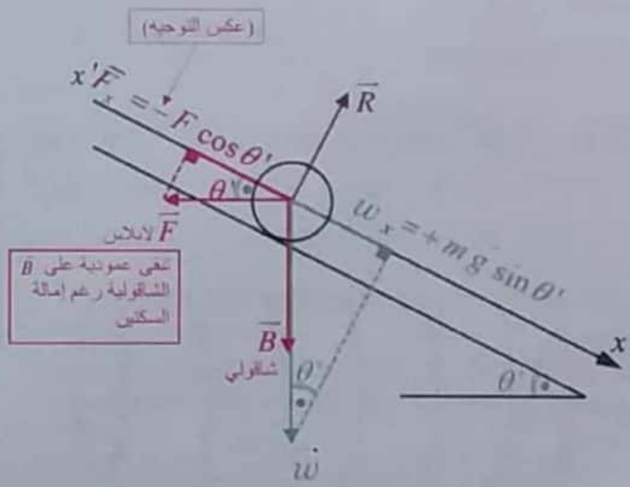
$$i=\frac{\varepsilon}{R}\ \Rightarrow\ i=\frac{B\,Lv\,\cos\alpha}{R}$$

$$\Rightarrow\ R=\frac{B\,Lv\,\cos\alpha}{i}$$ (هي العلاقة المطلوبة)

$$R=\frac{8\times10^{-1}\times4\times10^{-1}\times2\times\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}}$$ $\boxed{\cos45=\frac{1}{\sqrt{2}}}$

$$R=32\times10^{-2}\ \Omega$$

3- استنتاج العلاقة $m=?$ (كتلة الساق)



ملاحظات الإسقاط:

$$\sin\theta'=\frac{\overline{w}_x}{w}\ \Rightarrow\ \overline{w}_x=m\,g\sin\theta'$$

$$\cos\theta'=\frac{\overline{F}_x}{F}\ \Rightarrow\ \overline{F}_x=F\cos\theta'$$

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة في الساق:

ثقل الساق $\vec{w}=m\vec{g}$

قوة لابلاس $\vec{F}$

قوة رد فعل السكتين $\vec{R}$

بما أن السرعة ثابتة ($v=const$): $\sum\vec{F}=\vec{0}$

$$\vec{w}+\vec{R}+\vec{F}_{\text{لابلاس}}=\vec{0}$$

بالإسقاط على محور $\overline{x'x}$ (موجه نحو الأسفل):

$$mg\sin\theta'+0-F\cos\theta'=0$$

لكن: $\theta=\frac{\pi}{2}\ (I\,\vec{L}\perp\vec{B})$ $\quad F_{\text{لابلاس}}=\underset{\text{متحرض}}{i}\,L\,B\sin\frac{\pi}{2}$

$$m\,g\sin\theta'=i\,L\,B\cos\theta' \qquad \left(\sin\frac{\pi}{2}=1\right)$$

$$m=\frac{i\,L\,B\cos\theta'}{g\sin\theta'}\ \Rightarrow\ m=\frac{i\,L\,B}{g}\tan\theta'$$ (هي العلاقة المطلوبة)

$$m=\frac{\sqrt{2}\times4\times10^{-1}\times8\times10^{-1}\times1}{10}\ \Rightarrow\ m=32\sqrt{2}\times10^{-3}\ Kg$$

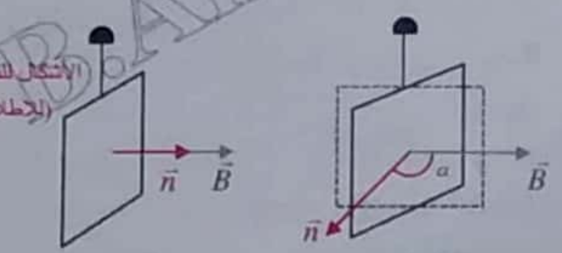
المسألة الخامسة ص 125

$\ell=4cm=4\times10^{-2}\,m$ (طول ضلع المربع)

$N=100$ لفة ، $f=\frac{10}{\pi}\,Hz$

$B=5\times10^{-2}\,T$ (منتظم أفقي) ، $R=4\Omega$

الأشكال للتوضيح (للإطلاع)



(قبل بدء الدوران) (أثناء الدوران)

1- كتابة تابع $\varepsilon = f\,(t)$

لـو طلـب اسـتنتاج التـابع الزمنـي للقـوة المحركـة الكهربائية المتحرضة

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

$\alpha = \omega t$ حركة دائرية منتظمة

$\Phi = N\,B\,S\cos\omega t$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = +N\,B\,S\,\omega\sin\omega t$$

تكون ε عظمى عندما : $\sin\omega t = 1 \Leftarrow \varepsilon_{max} = N\,B\,S\,\omega$

$\varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$

التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآتية:

$\varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$

الثوابت ε_{max} , ω

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

$S = \ell^2 = 16\times10^{-4}\,m^2$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi\times\frac{10}{\pi} = 20\ rad\ s^{-1}$$

$\varepsilon_{max} = 100\times5\times10^{-2}\times16\times10^{-4}\times20$

$\varepsilon_{max} = 16\times10^{-2}\ volt$

نعوض مكان الثوابت : $\varepsilon = 16\times10^{-2}\sin 20t\quad (volt)$

2- عين $t_1 = ?$ ، $t_2 = ?$ عندما $\varepsilon = 0$

$$\varepsilon = 0 \xrightarrow{\text{نعوض بالتابع}} \sin 20t = 0 \Rightarrow 20t = \pi K$$

$t = \dfrac{\pi}{20}K$ حيث $K = 0, 1, 2, \ldots\ldots$

عندما $K = 0 \Leftarrow t = 0$ (وهذا يوافق لحظة بدء الدوران)

عندما $K = 1 \Leftarrow t_1 = \dfrac{\pi}{20}\,S$

عندما $K = 2 \Leftarrow t_2 = \dfrac{\pi}{10}\,S$

3- كتابة تابع $i = f\,(t)$

$i = \dfrac{\varepsilon}{R}$

$$i = \frac{16\times10^{-2}}{4}\sin 20\,t$$

$i = 4\times10^{-2}\sin 20t\quad (A)$

تفكير ناقد ص 125

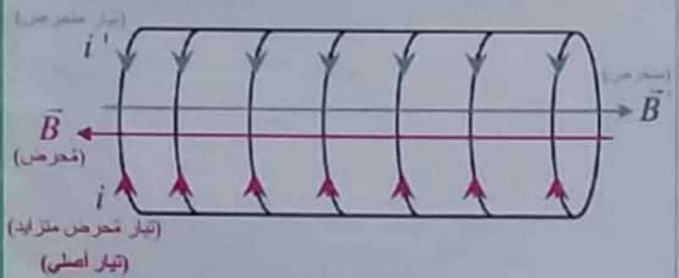
1- عندما تزداد شدة التيار المُحرض (تيار أصلي) المار في الوشيعة :

$$\frac{di}{dt} > 0 \Rightarrow \Big[\underset{\text{تدفق مُحرض متزايد}}{\Delta\Phi > 0}\Big] \Rightarrow \varepsilon < 0$$

تكون جهة $(\vec{B}\,')$ الحقل المتحرض بعكس جهة $(\vec{B})$ الحقل المُحرض.

وحسب قاعدة اليد اليمنى تكون:

جهة $(i\,')$ التيار المتحرض بعكس جهة (i) التيار المُحرض (تيار أصلي)



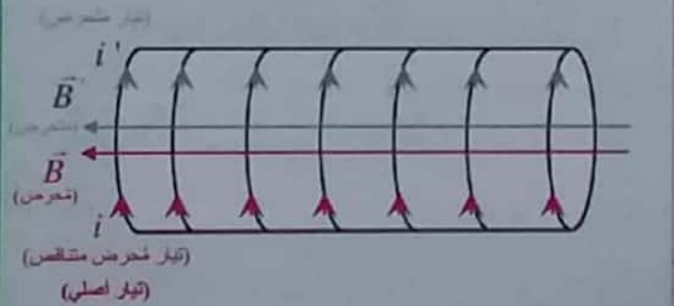
2- عندما تتناقص شدة التيار المُحرض (تيار أصلي) المار في الوشيعة:

$$\frac{di}{dt} < 0 \Rightarrow \Big[\underset{\text{تدفق مُحرض متناقص}}{\Delta\Phi < 0}\Big] \Rightarrow \varepsilon > 0$$

تكون جهة $(\vec{B}\,')$ الحقل المتحرض بنفس جهة $(\vec{B})$ الحقل المُحرض.

وحسب قاعدة اليد اليمنى تكون:

جهة $(i\,')$ التيار المتحرض بنفس جهة (i) التيار المُحرض (تيار أصلي)



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الرابع 4

الدارة المهتزة والتيارات عالية التواتر:

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص135 :

أولاً اختر الإجابة الصحيحة:

1- a) $T_0'=\sqrt{2}\,T_0$ شرح الحل:

$$T_0'=2\pi\sqrt{Lc'} \Rightarrow T_0'=2\pi\sqrt{L\times 2c} \Rightarrow$$
$$T_0'=\sqrt{2}\times 2\pi\sqrt{Lc} \Rightarrow T_0'=\sqrt{2}\,T_0$$

2- a) $f_0=f_0$ شرح الحل:

$$T_0'=2\pi\sqrt{L'c'} \Rightarrow T_0'=2\pi\sqrt{2L\times\frac{c}{2}}=2\pi\sqrt{Lc}$$
$$T_0'=T_0 \Rightarrow f_0'=f_0$$

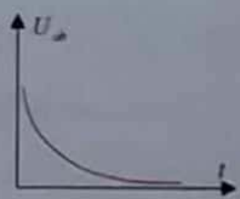
ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- **الحل:** لا يمكن اعتبارها دارة مهتزة لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة.

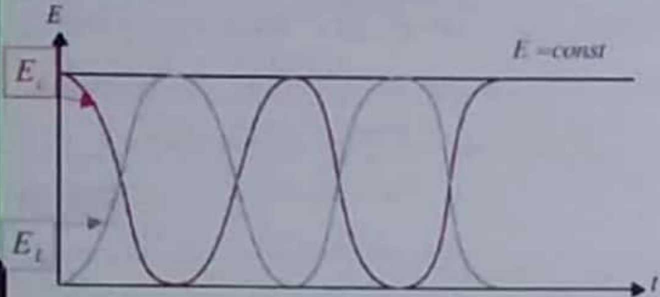
2- متى يكون تفريغ المكثفة في وشيعة لادورياً ؟ ولماذا؟

الحل: عند وجود مقاومة (R) كبيرة نسبياً في الدارة .

التفسير: إن الطاقة التي تعطيها المكثفة إلى الوشيعة والمقاومة تتحول إلى حرارة بفعل جول في المقاومة، ونسمي عندئذٍ التفريغ لادورياً باتجاه واحد حيث تتبدد طاقة المكثفة بالكامل دفعة واحدة في أثناء تفريغ شحنتها الأولى عبر الوشيعة ومقاومة الدارة.



3- **الحل:** من الكتاب ص 131



فائدة للرسم:

من شروط البدء: $t=0 \begin{cases} q=q_{max}\ ,\ E_c \text{ (عظمى)} \\ i=0\ ,\ E_L=0 \end{cases}$

لذا: تبدأ طاقة المكثفة من عظمى ، والوشيعة من الصفر

4- **الحل:** يتم تبادل الطاقة من طاقة كهربائية في المكثفة E_C إلى طاقة كهرطيسية في الوشيعة E_L.

t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
E	$E_C \rightarrow$	$E_L \rightarrow$	$E_C \rightarrow$	$E_L \rightarrow$	E_C

الشرح:

- خلال ربع الدور الأول:

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

- خلال ربع الدور الثاني:

يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبح تيارها معدوماً، وتصبح شحنة المكثفة عظمى، فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_c=\frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{c}$ وهذا يتحقق في نهاية نصف الدور الأول.

- أما في نصف الدور الثاني:

تتكر عمليتا الشحن والتفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغيّر شحنة اللبوسين وهكذا يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5- **الحل:** بسبب وجود (R) (وعندما تكون المقاومة صغيرة) فإن الطاقة تتبدد تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول مما يؤدي إلى تخامد الاهتزاز.

6- **الحل:**

$$\bar{q} = q_{max} \cos \omega_0 t$$

$$\bar{i} = (q)'_t = -\omega_0 q_{max} \sin \omega_0 t$$

$$\bar{i} = \omega_0 q_{max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\bar{i} = I_{max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

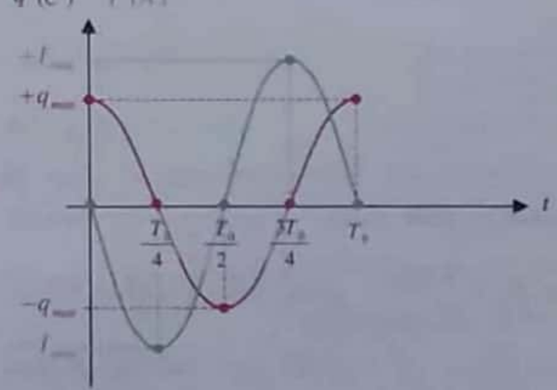
حيث: $I_{max} = \omega_0 q_{max}$

- الموازنة بينهما من حيث الطور:

تابع الشدة على ترابع متقدم بالطور مع تابع الشحنة.

[أي إن تابع شدة التيار الكهربائي متقدم بالطور عن تابع الشحنة بمقدار $\left(\frac{\pi}{2}\right)$]

- إضافي: موضحاً بالرسم البياني للتابعين الشحنة و التيار بدلالة الزمن



فائدة رياضية لتعلم رسم التوابع:

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

$$t = 0 \Rightarrow \omega_0 t = 0 \Rightarrow \begin{cases} \cos 0 = 1 & \Rightarrow q = q_{max} \\ \sin 0 = 0 & \Rightarrow i = 0 \end{cases}$$

$$t = \frac{T_0}{4} \Rightarrow \omega_0 t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \begin{cases} \cos \frac{\pi}{2} = 0 & \Rightarrow q = 0 \\ \sin \frac{\pi}{2} = 1 & \Rightarrow i = -I_{max} \end{cases}$$

$$t = \frac{T_0}{2} \Rightarrow \omega_0 t = \pi \Rightarrow \begin{cases} \cos \pi = -1 & \Rightarrow q = -q_{max} \\ \sin \pi = 0 & \Rightarrow i = 0 \end{cases}$$

$$t = 3\frac{T_0}{2} \Rightarrow \omega_0 t = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow \begin{cases} \cos \frac{3\pi}{2} = 0 & \Rightarrow q = 0 \\ \sin \frac{3\pi}{2} = -1 & \Rightarrow i = +I_{max} \end{cases}$$

$$t = T_0 \Rightarrow \omega_0 t = 2\pi \Rightarrow \begin{cases} \cos 2\pi = 1 & \Rightarrow q = q_{max} \\ \sin 2\pi = 0 & \Rightarrow i = 0 \end{cases}$$

ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً مع كتابة العلاقات المناسبة عند اللزوم:

1- تعطى العلاقة التي تمثل ممانعة المكثفة (الاتساعية) بالشكل: $X_c = \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{2\pi f c}$

إن ممانعة المكثفة تتناسب عكساً مع تواتر التيار.

لذا تكون ممانعة المكثفة كبيرة جداً للتيارات منخفضة التواتر.

(أي عندما (f) منخفض $\Leftarrow$ (X_c) كبيرة)

ملاحظة: عندما (f) عالي $\Leftarrow$ (X_c) صغيرة

أي المكثفة تبدي سهولة لمرور التيارات عالية التواتر

2- ممانعة الوشيعة مهملة لمقاومة (ردية الوشيعة) تُعطى بالعلاقة: $X_L = \omega L = 2\pi f L$

إن ردية الوشيعة تتناسب طرداً مع تواتر التيار.

لذا تكون ممانعة الوشيعة كبيرة جداً للتيارات عالية التواتر.

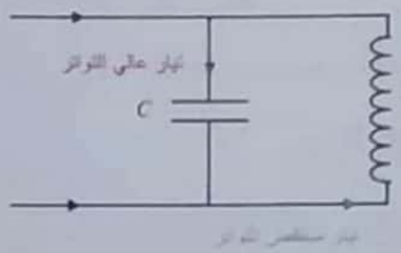
(أي عندما (f) عالي $\Leftarrow$ (X_L) كبيرة)

ملاحظة: عندما (f) منخفض $\Leftarrow$ (X_L) صغيرة

أي الوشيعة تبدي سهولة لمرور التيارات منخفضة التواتر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3- (هو نفسه جواب تفكير ناقد)



لتبيان: $X_L = 2\pi f L$ ممانعة الوشيعة ، $X_c = \frac{1}{2\pi f c}$ ممانعة المكثفة

(f): تتناسب **طرداً** مع (X_L) وتتناسب **عكساً** مع (X_C)

- f (عالي التواتر) ⇐ (X_C صغيرة ، X_L كبيرة)

لذا يمر التيار عالي التواتر في فرع المكثفة لأن (X_C) صغيرة.

- f (منخفض التواتر) ⇐ (X_C كبيرة ، X_L صغيرة)

لذا يمر التيار منخفض التواتر في فرع الوشيعة لأن (X_L) صغيرة.

ملاحظة: هذا مايستفاد منه في عملية استقبال الصوت والصورة في الإذاعة والتلفزيون.

رابعاً : حل المسائل الآتية:

المسألة الثانية (ص136):

$\lambda = 200 \ m$

$L = 0.1 \ \mu H = 0.1\times10^{-6} = 10^{-7} \ H$

$c_{\text{سرعة انتشار الاهتزاز}} = 3\times10^{8} \ m\cdot s^{-1}$ ، $C_{\text{سعة المكثفة}} = ?$

$c = f\,\lambda \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{200} = \frac{3}{2}\times10^{6} \ Hz$

$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \Rightarrow$

$C = \frac{1}{4\pi^2 \times L f_0^2} = \frac{1}{4\pi^2\times10^{-7}\times\frac{9}{4}\times10^{12}}$

$\underset{\text{سعة المكثفة}}{C} = \frac{1}{9}\times10^{-6} \ F$

المسألة الأولى (1ص129): تشبه دورة (1995+2012)

مكثفة: $U_{AB} = 50 \ V$ ، $q_{\text{مكثفة}} = |q_A| = |q_B| = 0.5\times10^{-6} \ C$

وشيعة: $\ell_{\text{وشيعة}} = 10 \ cm = 10^{-1} \ m$ ، $\ell'_{\text{طول السلك}} = 16 \ m , \ (r=0)$

A) $f_0 = ?$

$f_0 = \frac{1}{T_0}$ ، $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$C = \frac{q}{U} = \frac{0.5\times10^{-6}}{50} = 10^{-8} \ F$

$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell_{\text{وشيعة}}}$ ، $s = \pi r^2$ ، $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$ $\Rightarrow$

$L = \cancel{4}\cancel{\pi}\times10^{-7}\frac{\frac{\ell'^2}{\cancel{4}\pi^2\cancel{r^2}}\times\pi\cancel{r^2}}{\ell_{\text{وشيعة}}}$

$L = 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell_{\text{وشيعة}}}$

$L = 10^{-7}\frac{(16)^2}{10^{-1}} = (16)^2\times10^{-6} \ H$

$T_0 = 2\pi\sqrt{(16)^2\times10^{-6}\times10^{-8}}$

$T_0 = 2\pi\times16\times10^{-3}\times10^{-4} = 32\pi\times10^{-7}$

$T_0 \simeq 100\times10^{-7} \simeq 10^{-5} \ s$

$f_0 = \frac{1}{10^{-5}} = 10^{5} \ Hz$

B) $I_{max} = ?$

$I_{max} = \omega_0 q_{max}$

$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi\times10^{5} \ rad\cdot s^{-1}$

$q_{\text{مكثفة}} = q_{max}$

$I_{max} = 2\pi\times10^{5}\times0.5\times10^{-6} = \pi\times10^{-1} \ A$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة (ص136):

1- عند نهاية الشحن تصل المكثفة لشحنتها العظمى (q_{max})

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

$q_{max} = 2\times10^{-5}\times6 = 12\times10^{-5}\ C$

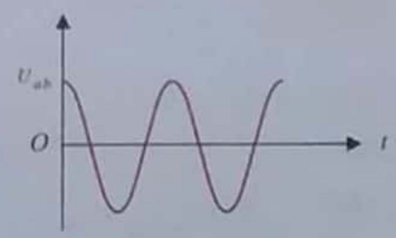
2- تتفرغ شحنة المكثفة في الوشيعة تفريغاً دورياً متخامداً باتجاهين شبه الدور T_0.

وبما أن مقاومة الوشيعة صغيرة فإن الطاقة تتبدد تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول مما يؤدي إلى تخامد الاهتزاز حتى ينعدم تيار التفريغ (بسبب عدم وجود مولد).

ملاحظة:

إذا كانت الوشيعة مهملة المقاومة $(L, r=0)$:

عندها يكون التفريغ جيبيا سعة الاهتزاز فيه ثابتة ودوره الخاص (T_0)



ملاحظة: وشيعة $[L, r]$ لم يحدد بشكل واضح أنها مهملة المقاومة ، يكون للوشيعة مقاومة وتعامل على أن المقاومة صغيرة ، لأنه في حال المقاومة كبيرة يحدد هذا بشكل واضح.

المسألة الرابعة (ص130): (تشبه دورة 2016)

$C = 10^{-12}\ F$ ، $U_{max} = 10^3 V$

-1 $q_{max} = ?$ ، $E_c = ?$ (طاقة مخزنة في المكثفة)

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

$q_{max} = 10^{-12}\times10^{+3} = 10^{-9} C$

$E_c = \frac{1}{2} C\,U_{max}^2$

$E_c = \frac{1}{2}\times10^{-12}\times(10^3)^2$

$E_c = \frac{1}{2}\times10^{-6} = 5\times10^{-7}\ J$

طريقة ثانية:

لحساب $E_c = ?$

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

$E_c = \frac{1}{2}\times10^{-9}\times10^{+3} = \frac{1}{2}\times10^{-6} = 5\times10^{-7}\ J$

أو بتطبيق العلاقة: $E_c = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$

-2 $[L = 12\ mH = 12\times10^{-3} H \quad , r = 0]$

a- يتشكل لدينا دارة الاهتزازات الكهربائية الحرة غير المتخامدة . تتفرغ شحنة المكثفة في الوشيعة تفريغاً جيبياً، سعة الاهتزاز فيه ثابتة ودوره الخاص T_0. وتكون الطاقة الكلية للدارة ثابتة وتتحول الطاقة بشكل دوري من طاقة كهربائية في المكثفة إلى طاقة كهرطيسية في الوشيعة وبالعكس.

b- حساب $f_0 = 0$ $\qquad f_0 = \frac{1}{T_0}$

$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الخامسة (ص137): (نفس دورة 2015)

$U_{max}=10^{+3}\ V\ ,\ C=10^{-12}\ F\ ,\ L=10^{-3}\ H$

1) $q_{max}=?$

$q_{max}=CU_{max} \Rightarrow q_{max}=10^{-12}\times10^{3}=10^{-9}\ C$

2) $f_0=?$ ، $\omega_0=?$

وكتابة التابع الزمني لشدة التيار اللحظية.

$f_0=\frac{1}{T_0}$

$T_0=2\pi\sqrt{LC}=2\pi\sqrt{10^{-3}\times10^{-12}}$

$T_0=2\sqrt{\pi^2\times10^{-15}}=2\sqrt{10^{-14}} \Rightarrow T_0=2\times10^{-7}\ s$

$f_0=\frac{1}{T_0}=\frac{1}{2\times10^{-7}}=\frac{1}{2}\times10^{+7}\ Hz$

$f_0=0.5\times10^{+7}=5\times10^{+6}\ Hz$

$\omega_0=2\pi f_0 \Rightarrow \omega_0=2\pi\times5\times10^{+6}$

$\omega_0=\pi\times10^{+7}\ rad\cdot s^{-1}$

لكتابة تابع الشدة اللحظية للتيار:

$\bar{i}=I_{max}\cos\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right)$

$I_{max}=\omega_0 q_{max}=\pi\times10^{+7}\times10^{-9}=\pi\times10^{-2}A$

$\bar{i}=\pi\times10^{-2}\cos\left(\pi\times10^{+7}t+\frac{\pi}{2}\right)\ A$

طريقة ثانية: تكون إجبارية لو طلب كتابة تابع الشحنة.

(نكتب تابع الشحنة ثم نشتق بالنسبة للزمن)

$q=q_{max}\cos\omega_0 t$

$q=10^{-9}\cos\pi\times10^{+7}t$

$\bar{i}=(q)'_t=-\pi\times10^{+7}\times10^{-9}\sin\pi\times10^{+7}t$

$\bar{i}=-\pi\times10^{-2}\sin\pi\times10^{+7}t$

$\bar{i}=\pi\times10^{-2}\cos\left(\pi\times10^{+7}t+\frac{\pi}{2}\right)\ A$

تفكير ناقد: ص 137

الجواب: نفس رقم (3) من ثالثاً الموجودة في تمارين الدرس

$T_0=2\pi\sqrt{12\times10^{-3}\times10^{-12}}$

$T_0=2\sqrt{\pi^2\times4\times3\times10^{-15}}$

$T_0=2\times2\sqrt{3}\times10^{-7}$

$T_0=4\sqrt{3}\times10^{-7}\ S$

$f_0=\frac{1}{T_0} \Rightarrow f_0=\frac{1}{4\sqrt{3}\times10^{-7}}=\frac{1}{4\sqrt{3}}\times10^{7}\ Hz$

كتابة التابع الزمني للشحنة وشدة التيار.

$[t=0\ ,\ q=q_{max}]$

$q=q_{max}\cos(\omega_0 t+\bar{\varphi})$

الثوابت: q_{max} ، ω_0 ، φ

$\left.\begin{array}{l} t=0 \\ q=q_{max}\end{array}\right] \Rightarrow q_{max}=q_{max}\cos(\omega_0\times0+\bar{\varphi})$

$\cos\varphi=1 \Rightarrow \varphi=0$

لحساب $\omega_0=?$

$\omega_0=2\pi f_0$

$\omega_0=2\pi\times\frac{1}{4\sqrt{3}}\times10^{7} \Rightarrow \omega_0=\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{7}\ rad\ s^{-1}$

نعوض مكان الثوابت:

$q=10^{-9}\cos\left(\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{+7}t\right)$

$i=(q)'_t$

$i=-\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{+7}\times10^{-9}\sin\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{+7}t$

$i=-\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{-2}\sin\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{7}t$

لو طلب وازن بينهما من حيث الطور

$i=\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{-2}\cos\left(\frac{\pi}{2\sqrt{3}}\times10^{7}t+\frac{\pi}{2}\right)$

نلاحظ أن تابع شدة التيار على تربيع متقدم بالطور مع تابع الشحنة

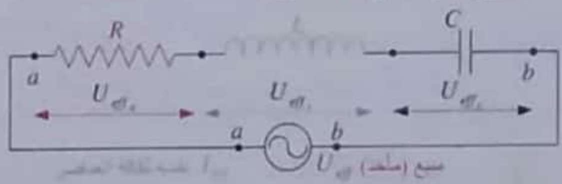
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الخامس 5

التيار المتناوب الجيبي

فوائد لحل مسائل التيار المتناوب:

-1 a. وصل على التسلسل :



- الشدة الآنية نفسها في جميع أجزاء الدارة الموصولة على التسلسل: $i = I_{max} \cos \omega t$

$\boxed{\varphi_{تيار} = 0}$ محور التيار مبدأ للأطوار

- التوتر اللحظي: $u_{كلي} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_{كلي})$

- التوتر الكلي الآني يساوي مجموع جبري

$u_{كلي} = u_R + u_L + u_C$

- التوتر المنتج (الفعال) يساوي مجموع هندسي (شعاعي) للتوترات المنتجة الجزئية:

$$\overline{U}_{eff_{كلي}} = \overline{U}_{eff_1} + \overline{U}_{eff_2} + ...$$

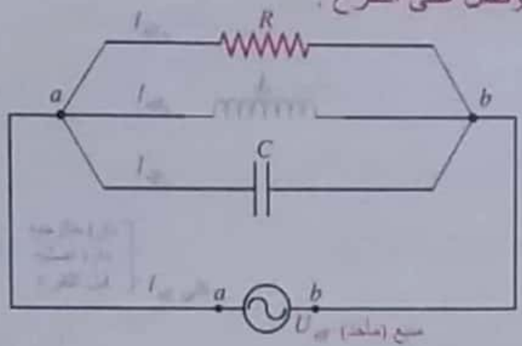
وللحصول على قيمة $(U_{eff_{كلي}})$:

أ- نربع الطرفين (عند وجود حدين):

$$U^2_{eff_{كلي}} = U^2_{eff_1} + U^2_{eff_2} + 2U_{eff_1} U_{eff_2} \cos(\overline{\varphi_2} - \overline{\varphi_1})$$

ب- من انشاء فرينل: يكون الرسم للتوترات المنتجة، ومحور التيار مبدأ الأطوار. و من رسم فرينل نستطيع حساب $(\varphi_{كلي توتر})$.

b. وصل على التفرع :



- التوتر الآني المطبق بين نقطي التفرع (a,b) نفسه لكافة الفروع: $u = U_{max} \cos \omega t$

$\boxed{\varphi_{توتر} = 0}$ محور التوتر مبدأ للأطوار.

- التيار اللحظي في الدارة الأصلية (دارة خارجيه): $i_{كلي} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_{كلي})$

- الشدة الآنية في الدارة الأصلية تساوي مجموع جبري

$i_{كلي} = i_1 + i_2 + i_3 + ...$

- الشدة المنتجة (الفعالة) للتيار في الدارة الأصلية تساوي مجموع هندسي (شعاعي) للشدات الفرعية:

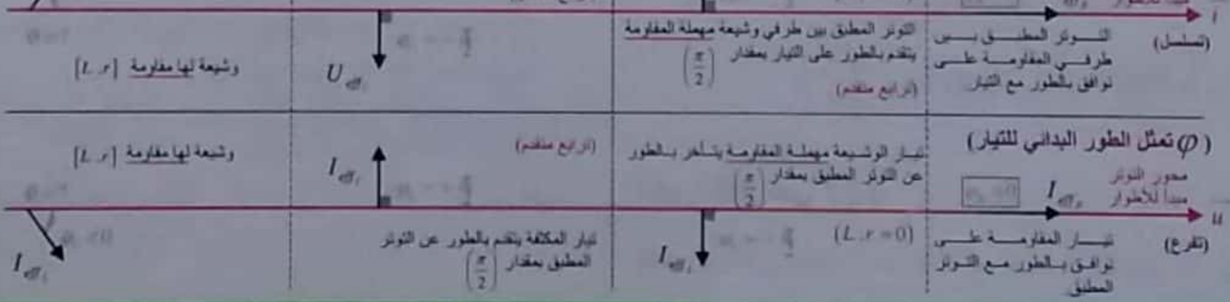
$$\overline{I}_{eff_{كلي}} = \overline{I}_{eff_1} + \overline{I}_{eff_2} + ...$$

وللحصول على قيمة $(I_{eff_{كلي}})$:

أ- نربع الطرفين (عند وجود حدين):

$$I^2_{eff_{كلي}} = I^2_{eff_1} + I^2_{eff_2} + 2I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\overline{\varphi_2} - \overline{\varphi_1})$$

ب- من انشاء فرينل: يكون الرسم للشدات المنتجة ومحور التوتر مبدأ الأطوار. و من رسم فرينل نستطيع حساب $(\varphi_{كلي تيار})$.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- لسهولة الحفظ :

1. المقاومة : رمزها R —WW—

دوماً على وفاق $\boxed{\overline{\varphi_R}=0}$ ، $\boxed{Z=X_R=R}$

هي ممانعة المقاومة. (نقول: مقاومة أو مقاومة صرفة أو مقاومة ذاتيتها مهملة)

$$P_{avg}=R\,I_{eff}^2 \quad , \quad P_{avg}=U_{eff}\,I_{eff}\cos\varphi$$

الطاقة تصرف حراريا بفعل جول

ولحساب الطاقة الحرارية المنتشرة:

$$E=P_{avg}\,t \Rightarrow E=R\,I_{eff}^2\,t$$

2. المكثفة: رمزها C —||—

دوماً $\boxed{\overline{\varphi_c}=\frac{\pi}{2}}$ → توتر $(-)$ ، تيار $(+)$

$\boxed{P_{avg}=0}$ ، $\boxed{Z=X_C=\frac{1}{\omega C}}$ ممانعة الساعية للمكثفة (ممانعة سعوية للمكثفة)

3. الوشيعة نميز لها حالتين:

a) وشيعة مهملة المقاومة (وشيعة صرفة ، وشيعة كذاتية فقط)

$(L, r=0)$

$\boxed{\overline{\varphi_L}=\frac{\pi}{2}}$ → توتر $(+)$ ، تيار $(-)$

$\boxed{P_{avg}=0}$ ، $\boxed{Z=X_L=L\omega}$ ممانعة ردية للوشيعة

b) وشيعة لها مقاومة:

تعامل كأنها جهازين $(L+r)$ على التسلسل

(L, r)

$\boxed{\overline{\varphi}=?}$ → توتر $(+)$ ، تيار $(-)$

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

$\boxed{P_{avg}\neq 0}$ تستهلك جزء من الطاقة بشكل حراري (فعل جول) بسبب وجود (r).

ملاحظة:

وشيعة لم يحدد بشكل واضح أنها مهملة المقاومة. تؤخذ ضمن حالة عامة وشيعة لها مقاومة $(P_{avg}\neq 0 , \varphi=?)$

3- الممانعة الأومية للدارة: ويقدر بالأوم

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

لفرع كامل من دارة تفرع	لكل دارة التسلسل

ونميّز :

a) بدارة تسلسل نستطيع تطبيق قانون أوم لكل دارة تسلسل:

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

U_{eff}: كلي ، Z: كلي ، I_{eff}: نفسه لكافة الأجهزة

كما نستطيع تطبيق قانون أوم بين طرفي كل جهاز بمفرده:

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

U_{eff}: جزئي ، Z: جزئي ، I_{eff}: نفسه لكافة الأجهزة

Z جزء:

- حالة مقاومة: $Z=X_R=R$
- حالة وشيعة نميز حالتين:
  - ليس لها مقاومة: $Z=X_L=L\omega$
  - لها مقاومة: $Z=\sqrt{r^2+X_L^2}$
- حالة مكثفة: $Z=X_C=\frac{1}{\omega C}$

b) • كل فرع من دارة التفرع يعامل كأنه دارة مستقلة ونستطيع حساب (Z) ممانعة كل فرع بمفرده ويطبق قانون أوم لكل فرع بمفرده

$$U_{eff}=Z_{\text{فرع}}\;I_{eff\,\text{فرع}}$$

• لايوجد قانون لحساب (Z) لكل دارة التفرع .

إذاً: لايطبق قانون أوم لكل دارة التفرع دفعة واحدة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

4- لدينا: $\left[\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} \quad \cos\varphi = \text{عامل الاستطاعة} \right]$

$$\text{عامل الاستطاعة} = \cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

5- لحساب الاستطاعة المتوسطة (المستهلكة): $P_{avg} = ?$

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

a. لحساب الاستطاعة المتوسطة الكلية بدارة تسلسل أو تفرع:

$$P_{avg\,\text{كلي}} = P_{avg_1} + P_{avg_2} + \dots$$

b. لحساب (P_{avg} كلي) بدارة تسلسل:

$$P_{avg\,\text{كلي}} = I_{eff}\, U_{eff\,\text{كلي}} \cos\varphi_{\text{كلي}}$$

c. لحساب (P_{avg} كلي) بدارة تفرع:

$$P_{avg\,\text{كلي}} = I_{eff\,\text{كلي}}\, U_{eff} \cos\varphi_{\text{كلي}}$$

وهنا حساب ($\cos\varphi_{\text{كلي}}$) صعب أحياناً و الأفضل (تطبيق قانون a) وهذا القانون يُستخدم عادةً لحساب ($\cos\varphi_{\text{كلي}}$) من ($P_{avg\,\text{كلي}}$) معلوم.

6- لحساب عامل استطاعة الدارة:

$$\cos\varphi_{\text{كلي}} = \text{عامل استطاعة الدارة}$$

لكل تسلسل
لكل تفرع

ونميز:

- **بحالة دارة تسلسل:**
  - $\cos\varphi_{\text{كلي}} = \dfrac{R}{Z_{\text{كلي}}} =$ عامل استطاعة الدارة
  - من ($P_{avg\,\text{كلي}}$)، تحسب من قانون (a) ثم نعوض في (b)
  - من إنشاء فرينل هندسياً.

- **بحالة دارة تفرع:**
  - من ($P_{avg\,\text{كلي}}$)، تحسب من قانون (a) ثم نعوض في (c)
  - من إنشاء فرينل هندسياً.

7- حالة التجاوب الكهربائي (طنين):

تتحقق حالة التجاوب الكهربائي بدارة تسلسل تحوي (R, L, C) عندما يكون $[X_L = X_C]$

نتيجةً لذلك يكون:

1. شدة التيار بالدارة أكبر ما يمكن.
2. $\boxed{\varphi = 0}$ وفاق بالطور بين التيار و التوتر.
3. $\cos\varphi = 1 =$ عامل استطاعة الدارة.
4. $\boxed{Z = R}$ (دارة) ممانعة الدارة أصغر ما يمكن.
5. الاستطاعة المتوسطة بالدارة أكبر ما يمكن.

عبارات بعض الأسئلة تكشف لنا حالة التجاوب الكهربائي بشرط مع دارة تسلسل (R-L-C)

يكون أيضاً: $\omega = \omega_0$ ويسمى نبض الطنين ω_r

$T_r = 2\pi\sqrt{LC}$ (دور الطنين) ، $f_r = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (تواتر الطنين)

8- حالة اختناق التيار (دارة خانقة للتيار):

تتحقق بدارة تفرع تحوي فرعين:

- مكثفة
- وشيعة ليس لها مقاومة

وبشرط $[X_L = X_C]$

عندها يمر في كل من الفرعين تياران:

- متساويان بالشدة: $I_{eff_L} = I_{eff_C}$
- متعاكسان بالاتجاه: $\overline{\varphi_C} = +\dfrac{\pi}{2}$ ، $\overline{\varphi_L} = -\dfrac{\pi}{2}$

$\Leftarrow I_{eff\,\text{كلي}} = 0$

أي تنعدم الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية ويكون عندها $\omega = \omega_r$

9- تذكر القوانين:

- $\boxed{I_{eff} = \dfrac{I_{max}}{\sqrt{2}}}$ القيمة المنتجة (الفعالة)
- $\boxed{U_{eff} = \dfrac{U_{max}}{\sqrt{2}}}$ القيمة المنتجة (الفعالة)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

10- تذكرة عن المكثفات:

1- ضم المكثفات:

a) ضم المكثفات على التفرع:

$$\boxed{C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots}$$

لمكثفات متماثلة عددها (n) سعة كل منها C_1 :

$$C_{eq} = n\, C_1$$

لكشف طريقة الضم على التفرع: $\boxed{C_{eq} > C_{1\text{جزء}}}$

b) ضم المكثفات على التسلسل:

$$\boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots}$$

لمكثفات متماثلة عددها (n) سعة كل منها C_1 :

$$C_{eq} = \frac{C_1}{n}$$

لكشف طريقة الضم على التسلسل: $\boxed{C_{eq} < C_{1\text{جزء}}}$

2- فرق الكمون بين طرفي مكثفة:

$$\boxed{U_{AB} = \frac{q}{C}} \Rightarrow \boxed{q = C\, U_{AB}}$$

ولدينا : $\boxed{|q_A| = |q_B| = q_{\text{مكثفة}}}$

3- الطاقة المختزنة في مكثفة مشحونة تُعطى كما يلي:

$$\boxed{E_c = \frac{1}{2} C\, U^2} \qquad \boxed{E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}} \qquad \boxed{E_c = \frac{1}{2} q\, U}$$

11- **فوائد عن جهاز التسخين الحراري:**

- حسب مبدأ التوازن الحراري:

$$\left[\text{الطاقة الحرارية المنتشرة عن مرور التيار في المقاومة خلال } (\Delta t)\right] = \left[\text{الطاقة الحرارية التي يكتسبها المسعر بما فيه خلال المدة } (\Delta t)\right]$$

- لحساب الطاقة الحرارية المنتشرة عن مرور التيار في المقاومة: $\boxed{E = P_{avg}\, t}$

$$\left[E = R\, I_{eff}^2\, t \Rightarrow E = U_{eff}\, I_{eff}\, t \Rightarrow E = \frac{U_{eff}^2}{R}\cdot t\right]$$

- لحساب الطاقة الحرارية التي يمتصها مسعر بما فيه:

$$Q = (\underbrace{m_1 C_1}_{\text{للسائل الموجود}} + \underbrace{m_2 C_2}_{\text{لجهاز المسعر}}) \times \Delta t$$

ندعو $m_2 C_2$ مكافئ مائي لمسعر (معادل مائي لمسعر)

إذا لم نُعطى معلومات عن جهاز المسعر نعتبر $m_2 C_2 = 0$

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص156 :

أولاً: أعط تفسيراً علمياً موضحاً بالعلاقات المناسبة:

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

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\frac{\pi}{2} = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0 \quad \text{(وشيعة مهملة المقاومة)}$$

الوشيعة مهملة المقاومة تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع دور لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

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

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

المكثفة لا تستهلك أية طاقة لأنها تختزن الطاقة الكهربائية خلال ربع دور وتعيدها كهربائياً في ربع الدور الذي يليه.

-3 بسبب وجود العازل بين لبوسيها يسبب انقطاع في دارة التيار المتواصل.

$$X_c = \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{2\pi f\, C}$$

لكن من أجل التيار المتواصل $[f = 0 \Rightarrow X_C \to \infty]$

-4 • عند وصل لبوسي مكثفة بمأخذ تيار متناوب، فإن مجموعة الإلكترونات 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.

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5- لأن الإلكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار تواتره صغير تكاد تهتز بتوافق كامل، فتبدو مقاطع الدارة في كل لحظة وكأن تياراً متواصل يجتازها شدته هي الشدة اللحظية للتيار المتناوب وجهته هي جهة التيار المتناوب في هذه اللحظة وأنه باختلاف الممانعات تختلف قيم التوتر وتبقى (I_{eff}) نسبتها ثابتة:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff_R}}{R} = \frac{U_{eff_L}}{X_L} = \frac{U_{eff_C}}{X_C}$$

6- لأن ذاتية الوشيعة (L) تتغير بتغير وضع النواة الحديدية داخلها وبالتالي تتغير الممانعة الردية للوشيعة $[X_L = L\omega]$ وبالتالي تتغير الشدة المنتجة للتيار.

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{r^2 + X_L^2}}$$

7- تهتز الإلكترونات الحرة في الدارة بالنبض الذي يفرضه المولد والذي يختلف عن النبض الخاص، لذلك تسمى الاهتزازات الكهربائية الحاصلة بالاهتزازات القسرية، ويشكل المولد فيها جملة مُحرضة وبقية الدارة جملة مجاوبة.

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

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

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

تصرف الاستطاعة في المقاومة $[R]$ حرارياً بفعل جول

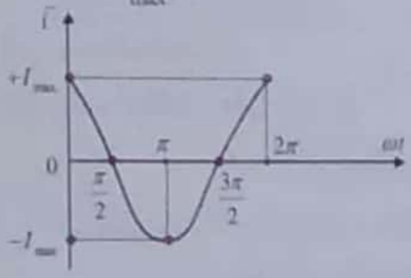
$$P' = R I_{eff}^2 \Rightarrow P' = R \left[\frac{P_{avg}}{U_{eff}\, \cos\varphi}\right]^2$$

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

الاستطاعة الحرارية الضائعة تتناسب عكساً مع مربع عامل الاستطاعة فعندما تصبح قيمة عامل الاستطاعة كبيرة تنقص الاستطاعة الضائعة. (بفرض ثبات التوتر المنتج والإستطاعة المتوسطة للدارة)

ثالثاً:

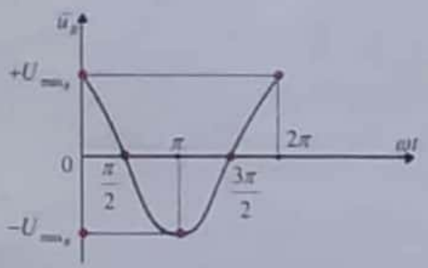
$$i = I_{max} \cos\omega t$$



$\varphi = 0$ تيار
محور التيار
مبدأ الأطوار

1- مقاومة أومية فقط:

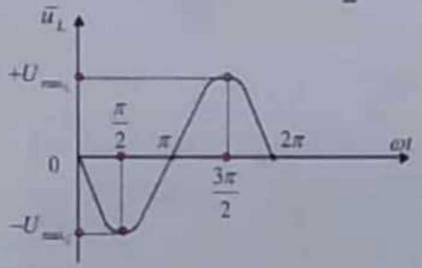
$$\bar{u}_R = U_{max_R} \cos\omega t$$



نلاحظ: المقاومة تجعل التوتر المطبق بين طرفيها على توافق بالطور مع التيار (الشدة اللحظية)

2- وشيعة مهملة المقاومة فقط:

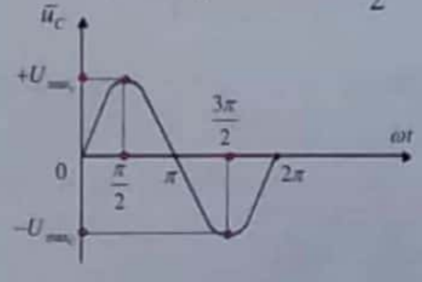
$$\bar{u}_L = U_{max_L} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$



نلاحظ: الوشيعة مهملة المقاومة تجعل التوتر اللحظي يتقدم بالطور على التيار (الشدة اللحظية) بمقدار $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ (تربيع متقدم)

3- مكثفة فقط:

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



نلاحظ: المكثفة تجعل التوتر اللحظي يتأخر عن التيار بمقدار $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ (تربيع متأخر)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: حل التمرين من الخط البياني:

$$u = 500\ mV\ /diV \quad \Rightarrow \quad u = 0.5\ V\ /diV$$

(ميلي فولط / لكل تدريجة)

$$t = 0.2\ ms\ /diV \quad \Rightarrow \quad t = 0.2 \times 10^{-3}\ s\ /diV$$

(ميلي ثانية / لكل تدريجة)

1- متناوب جيبي

2- $T = ?$ ، $f = ?$ من الشكل البياني نجد:

$$T = \underbrace{10}_{\text{عدد التدريجات}} \times 0.2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3}\ S$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{2 \times 10^{-3}} = \frac{1000}{2} = 500\ Hz$$

3- $U_{eff} = ?$

$$U_{max} = \underbrace{10}_{\text{عدد التدريجات}} \times 0.5 = 5\ V$$

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} V \Rightarrow U_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 5 = 0.7 \times 5 = 3.5 V$$

تفكير ناقد ص 159

مخاطر الكهرباء المنزلية والوقاية منها:

1- **الحل:** جسم الإنسان ناقل للتيار، إذا تعرض للتوتر المنزلي $[U_{eff} = 220V]$ قد يؤدي إما للصعق الكهربائي أو للاحتراق أو السكتة القلبية.
ونحمي أنفسنا بأجهزة أمان هي عبارة عن قواطع كهربائية ذات حساسية عالية.

2- **الحل:** الغاية من المأخذ الثالث أداة أمان حيث يوصل هذا المأخذ بالأرض. فأي تسرب للشحنات الكهربائية يتم تفريغها بالأرض . وبالتالي تتم حماية الإنسان من الصعقة الكهربائية.

3- **الحل** : بسبب حدوث تسرب للشحنة الكهربائية إلى السطح الخارجي للجهاز .

4- **الحل:** لأن البلاستيك مادة عازلة تمنع عملية تسرب الشحنات الكهربائية.

5- **الحل:** لأن الماء ناقل رديء للتيار الكهربائي .

6- **الحل** : القاصمة هي سلك مصنوع من خليطة معدنية توصل عند مدخل التيار الكهربائي فإذا تجاوزت شدة التيار قيمة معينة ترتفع درجة حرارة السلك وينقطع مما يؤدي إلى انقطاع التيار الكهربائي عن الشبكة المنزلية.

خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 157 (تشبه دورة 2013)

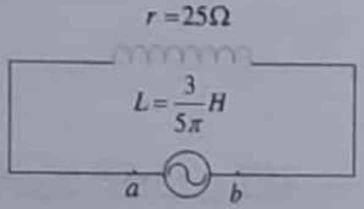
$$u_{ab} = 130\sqrt{2}\ \cos 100\,\pi t \quad (volt)$$

$$u_{ab} = U_{max} \cos \omega t$$

1- حساب $f = ?$, $U_{eff} = ?$

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

$$\omega = 2\pi f \quad \Rightarrow \quad f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\,Hz$$



2- احسب
$I_{eff} = ?$
$\cos\varphi = ?$
$P_{avg} = ?$

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

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

$$X_L = \omega L = 100\pi \times \frac{3}{5\pi} = 60\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{(25)^2 + (60)^2} = \sqrt{4225} = 65\ \Omega$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{130}{65} = 2\ A$$

لحساب عامل استطاعة الوشيعة:

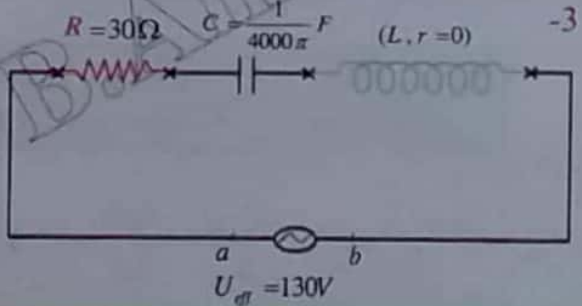
$$\cos\varphi = \frac{r}{Z} \quad \Rightarrow \quad \cos\varphi = \frac{25}{65} = \frac{5}{13}$$

لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الوشيعة:

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

$$P_{avg} = \overset{10}{130} \times 2 \times \frac{5}{13} = 100\ W$$

3-



يصبح $[I_{eff}]$ بأكبر قيمة ممكنة

مطلوب حساب $L = ?$ ، $I'_{eff} = ?$

الحل:

الشدة المنتجة بأكبر قيمة لها ⇐ حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega c} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega . \omega c}$$

$$L = \frac{1}{100\pi \times 100\pi \times \frac{1}{4000\pi}} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi}\ H$$

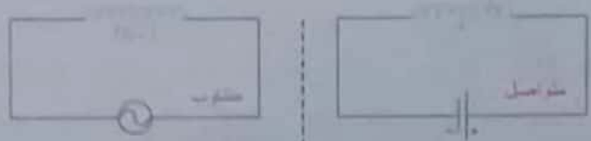
لحساب $I'_{eff} = ?$ في هذه الحالة ⇐ (أي حالة التجاوب الكهربائي)

في حالة التجاوب الكهربائي ⇐ $Z' = R = 30\ \Omega$

$$U_{eff} = Z' I'_{eff}$$

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z'} = \frac{130}{30} = \frac{13}{3}\ A$$

المسألة الثانية ص 157 (تشبه دورة 2005)



متواصل	متناوب
$U = 6\ Volt$ $I = 0.5\ A$	$U_{eff} = 130\ Volt$ $I_{eff} = 10\ A\ , f = 50\ Hz$

1) احسب $r = ?$ (مقاومة الوشيعة) $L = ?$ (ذاتية الوشيعة)

الوشيعة بدارة تيار متواصل تعمل عمل مقاومة أومية فقط

[إذاً: لحساب مقاومة الوشيعة من دارة تيار متواصل]

- لحساب $r = ?$ من دارة تيار متواصل:

$$U = r \times I \Rightarrow r = \frac{U}{I} = \frac{6}{0.5} = 12\ \Omega$$

- لحساب $L = ?$

[الفكرة: X_L ... L]

في حالة تيار متناوب:
تقوم الوشيعة بعمل مقاومة أومية وذاتية معاً

$$U_{eff} = Z\, I_{eff} \Rightarrow Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{130}{10} = 13\ \Omega$$

(وشيعة لها مقاومة) $Z = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow$

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

$$X_L^2 = Z^2 - r^2 \Rightarrow X_L^2 = 13^2 - 12^2$$

$$X_L^2 = 169 - 144 = 25 \Rightarrow X_L = 5\ \Omega$$

$$X_L = L\omega$$

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

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{5}{100\pi} = \frac{1}{20\pi}\ H$$

2) احسب $N = ?$ (عدد اللفات)

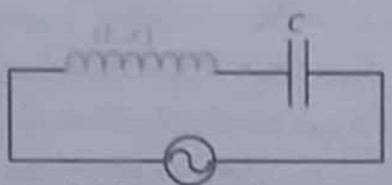
$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 s}{\ell}$$

$$\left| \begin{array}{l} s = \frac{1}{80}\ m^2 \\ \ell = 1\ m \end{array} \right| \Rightarrow \frac{1}{20\pi} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 \times \frac{1}{80}}{1}$$

$$1 = 80\pi^2 \times 10^{-7} \times N^2 \times \frac{1}{80} \Rightarrow N^2 = 10^{+6}$$

$N = 10^{+3}$ لفة

3)



حساب $C = ?$ الواجب إضافتها على التسلسل حتى يصبح عامل استطاعة الدارة = 1

وحساب $I'_{eff} = ?$ ، $P_{avg} = ?$

ملاحظة:
إضافة جهاز أو أكثر على التسلسل أو نزع جهاز.
أو إضافة فرع بين طرفي منبع أو نزع فرع.
لا يغير (U_{eff}) للمنبع إلا إذا ذكر خلاف ذلك.

الحل:

عامل استطاعة الدارة = 1 ⇐ حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_c \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$C=\frac{1}{L\,\omega.\omega}=\frac{1}{5\times100\pi}=\frac{1}{500\pi}\ F$$

لحساب $I'_{eff}=?$

في حالة التجاوب الكهربائي: $Z'=r=12\ \Omega$

$$U_{eff}=Z'\,I'_{eff}\ \Rightarrow\ 130=12\times I'_{eff}\ \Rightarrow$$

$$I'_{eff}=\frac{130}{12}=\frac{65}{6}\ A \quad \text{(تيار جديد)}$$

لحساب $P_{avg}=?$

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

حالة التجاوب الكهربائي: $\varphi=0$

$$P_{avg}=130\times\frac{65}{6}\times1\simeq1408.33\ W$$

طلبات إضافية: (دورات سابقة هام جداً).

ملاحظة: هذه الطلبات قبل الطلب الثالث.

1- ما سعة المكثفة $[C]$ الواجب إضافتها على التسلسل مع الوشيعة بحيث إذا طبقنا على طرفي هذه الدارة فرق الكمون المتناوب السابق بقيت الشدة المنتجة للتيار نفسها $[10\ A]$.

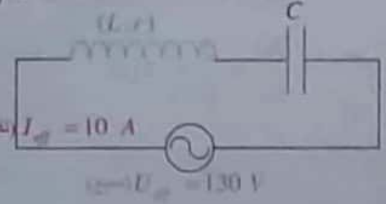
2- نربط مع المكثفة السابقة في الدارة الأخيرة مكثفة ثانية $[C']$ بحيث يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق ويطلب:

a) احسب السعة المكافئة للمكثفتين.

b) حدّد نوع الربط واحسب سعة المكثفة $[C']$ المضافة.

الحل:

1- $C=?$ السعة الواجب إضافتها بحيث يبقى (I_{eff} نفسه)



$$\underset{\text{قبل}}{I_{eff}}=\underset{\text{بعد}}{I'_{eff}}\ \Rightarrow\ \frac{U_{eff}}{Z_{\text{قبل}}}=\frac{U_{eff}}{Z'_{\text{بعد}}}$$

$$Z_{\text{قبل}}=Z'_{\text{بعد}}$$

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

نربع الطرفين:

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

نجذر الطرفين:

إما: $+X_L=X_L-X_C\Rightarrow X_C=0\Rightarrow\frac{1}{\omega C}=0$

مرفوض لأنّ $C\to\infty$.

أو: $-X_L=X_L-X_C\ \Rightarrow\ X_C=2X_L\ \Rightarrow$

$$\frac{1}{\omega C}=2(5)\ \Rightarrow\ C=\frac{1}{10\omega}\ \Rightarrow$$

$$C=\frac{1}{10\times100\pi}=\frac{1}{1000\pi}=\frac{1}{\pi}\times10^{-3}\ F$$

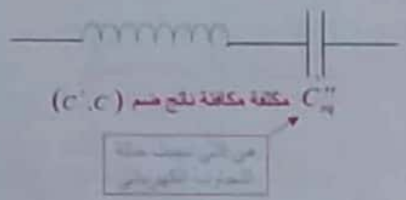
2- نربط $[C']$ مع $[C]$ السابقة:

يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق.

a) $C_{eq}=?$ (مكافئة)

الشدة على توافق مع التوتر المطبق أي $(\varphi=0)$

⇐ **حالة تجاوب كهربائي**



$$X_L=X_C$$

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

$$\Rightarrow \underset{\text{مكافئة}}{C''_{eq}}=\frac{1}{L\omega\times\omega}=\frac{1}{5\times100\pi}=\frac{1}{500\pi}\ F$$

b) نلاحظ أن C''_{eq} (مكافئة) $>$ C (أصلية)

نستنتج أنّه تم ضم (C') مع (C) على التفرع

لحساب $C'=?$:

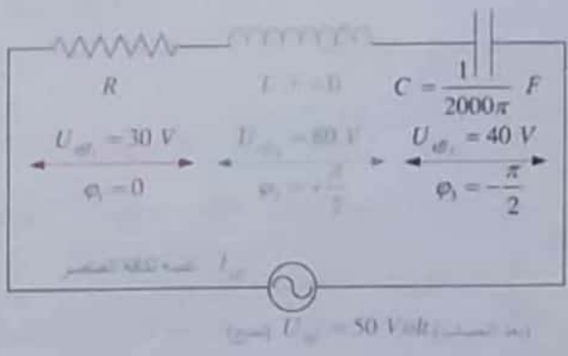
$$C_{eq}=C+C'\ \Rightarrow\ \frac{1}{500\pi}=\frac{1}{1000\pi}+C'$$

$$\Rightarrow\ C'=\frac{1}{500\pi}-\frac{1}{1000\pi}=\frac{1}{1000\pi}\ F$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

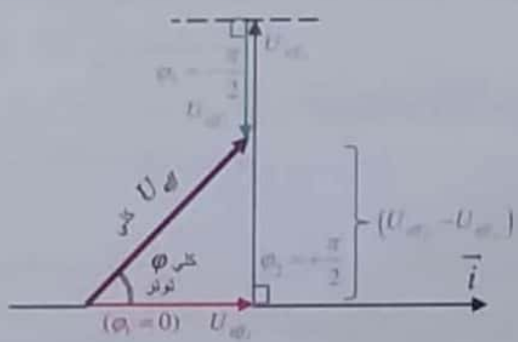
المسألة الخامسة (ص158):

(تشبه دورة 1994 + 2013 + 2017 +..)



$f = 50Hz$

1) استنتاج قيمة $U_{eff} = ?$ (باستخدام إنشاء فرينل)



من إنشاء فرينل: $\overrightarrow{U}_{eff} = \overrightarrow{U}_{eff_1} + \overrightarrow{U}_{eff_2} + \overrightarrow{U}_{eff_3}$

من الشكل (وحسب فيثاغورث)

$$U_{eff}^2 = U_{eff_1}^2 + (U_{eff_2} - U_{eff_3})^2$$

$$U_{eff}^2 = (30)^2 + (80-40)^2$$

$$U_{eff}^2 = 900 + 1600 = 2500 \Rightarrow U_{eff} = 50\ Volt$$

2) احسب $I_{eff} = ?$ ، وكتابة التابع الزمني لشدة التيار

$$U_{eff_3} = Z_3 I_{eff}$$

$$Z_3 = X_C = \frac{1}{\omega C}$$

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

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{2000\pi}} = 20\ \Omega$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{40}{20} = 2\ A$$

لكتابة تابع التيار: $\bar{i} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$

$\boxed{\varphi = 0\ rad}$ (محور الشدة مبدأ الأطوار)

$$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2} \Rightarrow I_{max} = 2\sqrt{2}\ A$$

$$\bar{i} = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0)\ A$$

3) احسب $Z = ?$

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

$$50 = Z \times 2 \Rightarrow Z = \frac{50}{2} = 25\ \Omega$$

4) احسب $L = ?$ (ذاتية الوشيعة)

وكتابة تابع التوتر بين طرفي الوشيعة.

$$U_{eff_2} = Z_2 I_{eff}$$

$$Z_2 = X_L = L\omega = \frac{U_{eff_2}}{I_{eff}} = \frac{80}{2} = 40\ \Omega$$

$$L = \frac{40}{\omega} = \frac{40}{100\pi} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi}\ H$$

$$\bar{u}_2 = U_{max_2}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$U_{max_2} = U_{eff_2}\sqrt{2} = 80\sqrt{2}\ Volt$$

$$u_2 = 80\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})\ Volt$$

5) احسب عامل استطاعة الدارة ؟ $\cos\varphi = ?$

طريقة أولى: من الشكل (إنشاء فرينل)

$$\cos\varphi = \frac{U_{eff_1}}{U_{eff}} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} = 0.6$$

طريقة ثانية:

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

لحساب $R = ?$ لدينا $U_{eff_1} = R\, I_{eff}$

$$30 = R \times 2 \Rightarrow R = \frac{30}{2} = 15\ \Omega$$

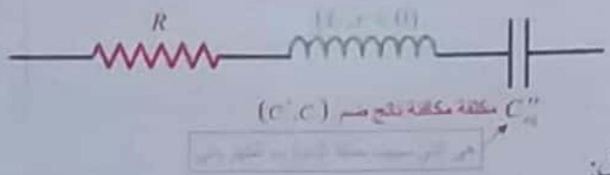
$$\cos\varphi = \frac{15}{25} = \frac{3}{5} = 0.6$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

6) نضيف للمكثفة (C) مكثفة ثانية (C')

فتصبح (I_{eff}) أكبر قيمة لها.

A. طريقة ربط المكثفتين:



الحل:

الشدة المنتجة بأكبر قيمة لها $\Leftarrow$ **حالة تجاوب كهربائي**

$$X_L = X_{C''_{eq}} \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C''_{eq}}$$

$$\underset{\text{مكافئة}}{C''_{eq}} = \frac{1}{L\omega \times \omega} = \frac{1}{40 \times 100\pi} = \frac{1}{4000\pi}\ F$$

نلاحظ أنه: $\underset{\text{مكافئة}}{C''_{eq}} < \underset{\text{جزء (أصلية)}}{C}$ $\Leftarrow$ نستنتج أن الطريقة التي ضم بها ضم المكثفتين (C',C) على التسلسل.

B. حساب $C' = ?$

$$\frac{1}{C''_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{4000\pi}} = \frac{1}{\frac{1}{2000\pi}} + \frac{1}{C'}$$

$$4000\pi = 2000\pi + \frac{1}{C'} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{C'} = 2000\pi \Rightarrow$$

$$C' = \frac{1}{2000\pi}\ F$$

C. حساب $P_{avg} = ?$ في هذه الحالة

(أي في حالة التجاوب الكهربائي)

ملاحظة:

بكل حالة تجاوب كهربائي ناتج عن إجراء تغيير ما بالدارة ينتج تيار جديد علينا حسابه عند الحاجة.

لحساب $I'_{eff} = ?$ (جديد ما بعد حالة التجاوب الكهربائي)

لدينا من الطلب السابق $R = 15\ \Omega$

$\underset{\text{كلي}}{Z'} = R$ (دارة تجاوب كهربائي)

$$\underset{\text{كلي}}{U_{eff}} = Z' I'_{eff} \Rightarrow 50 = 15 \times I'_{eff} \Rightarrow$$

$$I'_{eff} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3}\ A \quad \text{(تيار جديد)}$$

$$\underset{\text{كلي}}{P_{avg}} = \underset{\text{كلي}}{U_{eff}}\ I'_{eff} \cos\underset{\text{كلي}}{\varphi}$$

$\varphi = 0\ rad \Rightarrow \cos\varphi = 1$ (حالة تجاوب كهربائي)

$$P_{avg} = 50 \times \frac{10}{3} \times 1 = \frac{500}{3}\ W$$

طريقة ثانية

$$\underset{\text{كلي}}{P_{avg}} = P_{avg_1} + P_{avg_2} + P_{avg_3}$$

$$\left[\begin{array}{l} \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg_2} = 0 \\ \varphi_3 = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg_3} = 0 \end{array}\right]$$

أو نقول:

تستهلك الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة:

$$\underset{\text{كلي}}{P_{avg}} = P_{avg_1} + 0 + 0$$

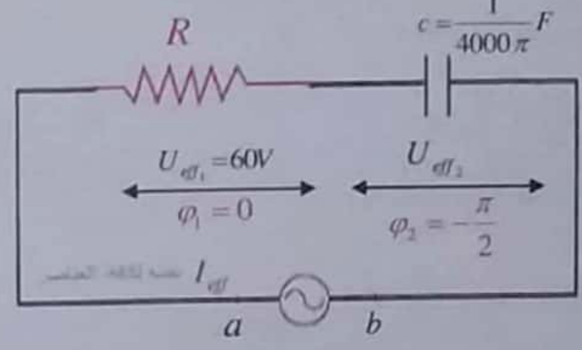
$$P_{avg} = R I_{eff}^2$$

$$P_{avg} = 15 \times \left(\frac{10}{3}\right)^2 = \overset{5}{\cancel{15}} \times \frac{100}{\underset{3}{\cancel{9}}}$$

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السادسة ص 158 (تشبه دورة 2019 +2001 +..)



(ممنح) $U_{eff}=100V$

$f=50Hz$

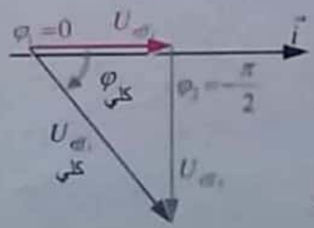
1- حساب $R=?$ علما أنه $U_{eff_1}=60V$

فكرة الحل:

نقوم بحساب (U_{eff_2}) وحساب (X_C) لحساب (I_{eff})

وعندها نستطيع حساب (R) لأن $(U_{eff\,1})$ معلوم.

الحل: نحسب $U_{eff_2}=?$ (الأسهل بطريقة إنشاء فرنيل)



$\vec{U}_{eff\,كلي}=\vec{U}_{eff_1}+\vec{U}_{eff_2}$

من الشكل وحسب فيثاغورث

$U_{eff\,كلي}=U_{eff_1}+U_{eff_2}$

$(100)^2=(60)^2+U^2_{eff_2}$

$U^2_{eff_2}=10000-3600=6400 \Rightarrow U_{eff_2}=80V$

لحساب $X_C=?$

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

$X_C=\frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C=\frac{1}{100\pi\times\frac{1}{4000\pi}}=40\ \Omega$

لحساب $I_{eff}=?$

$U_{eff_2}=X_C I_{eff}$

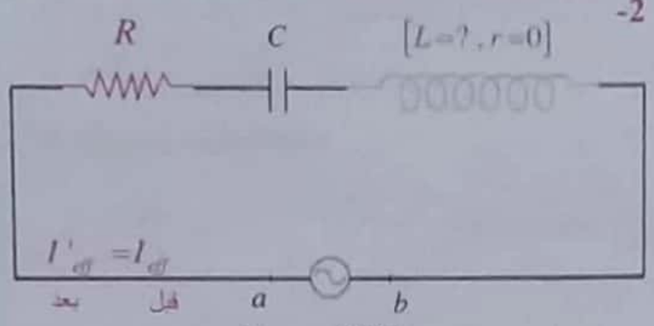
$I_{eff}=\frac{U_{eff_2}}{X_C}=\frac{80}{40}=2\ A$

لحساب $R=?$

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

$R=\frac{U_{eff_1}}{I_{eff}}=\frac{60}{2}=30\ \Omega$

-2



$U_{eff}=100V$

الحل:

$I_{eff\,قبل}=I'_{eff\,بعد}$

$\frac{U_{eff}}{Z_{قبل}}=\frac{U_{eff}}{Z'_{بعد}}$

$Z_{قبل}=Z'_{بعد}$

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

(تربيع الطرفين)

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

نجذر الطرفين:

إما: $+X_C=X_L-X_C$

$X_L=2X_C \Rightarrow X_L=2\times 40=80\ \Omega$

$X_L=L\omega=80 \Rightarrow L=\frac{80}{100\pi}=\frac{8}{10\pi}=\frac{4}{5\pi}H$

أو: $-X_C=X_L-X_C \Rightarrow X_L=0$

$X_L=L\omega=0 \Rightarrow \boxed{L=0}$ مرفوض

-3 تغير التواتر: مطلوب حساب $f'=?$ (تواتر جديد)

يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق:

أي $[\varphi=0] \Leftarrow$ حالة تجاوب كهربائي

$X'_L=X'_C$

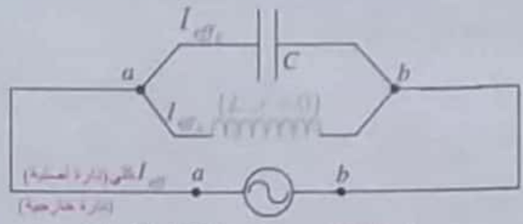
$L\omega'=\frac{1}{\omega' C} \Rightarrow \omega'^2=\frac{1}{LC}$

$2\pi f'=\frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f'=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$f'=\frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{4}{5\pi}\times\frac{1}{4000\pi}}}=\frac{\sqrt{5000}}{2}\cong 35.35\ Hz$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

-4



$f\ '=35.55Hz \quad U_{eff}=100\ Volt$

ملاحظة: مع هذا الطلب لدينا التواتر الجديد $f\ '=35.35Hz$

اذاً: لاتستخدم قيم (X_c , X_L) كما وردت في الطلب الأول لأنها تغيرت إلى القيم الجديدة $(X\ '_c , X\ '_L)$.

ولكن $(X\ '_c = X\ '_L)$ كما هو واضح في الطلب الثالث.

الحل:

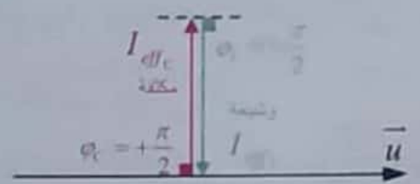
$$U_{eff} = U_{eff}$$

$$\left.\begin{array}{l} X\ '_C I_{effC} = X\ '_L I_{effL} \\ X\ '_C = X\ '_L \ \text{(من الطلب الثالث)} \end{array}\right] \Rightarrow$$

$$I_{effC} = I_{effL}$$

$\overrightarrow{I}_{effC}$ تيار المكثفة متقدم بالطور $\overline{\varphi}_C = +\frac{\pi}{2}$ عن التوتر.

$\overrightarrow{I}_{effL}$ تيار الوشيعة الصرفة متأخر بالطور $\overline{\varphi}_L = -\frac{\pi}{2}$ عن التوتر.



$$\overrightarrow{I}_{\underset{\text{كلي}}{eff}} = \overrightarrow{I}_{effC} + \overrightarrow{I}_{effL}$$

من الشكل نجد:

$$\left.\begin{array}{l} I_{\underset{\text{كلي}}{eff}} = I_{effC} - I_{effL} \\ I_{effC} = I_{effL} \ \text{ولكن لدينا} \end{array}\right] \Rightarrow I_{\underset{\text{دارة أصلية}}{eff}} = 0$$

نلاحظ: انعدام التيار في الدارة الخارجية.

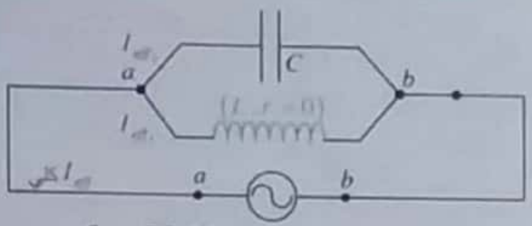
و تدعى حالة اختناق التيار(الدارة خانقة للتيار).

طلب إضافي : تدرب أكثر.

إعادة نفس الطلب الرابع ويضاف له كتابة التابع الزمني للشدة اللحظية في الدارة الخارجية وهذا مع عدم وجود الطلب الثالث.

ملاحظة: هنا لدينا التواتر $[f = 50Hz]$ وبذلك تكون قيمة (X_C , X_L) معلومة من الطلب الأول.

الحل:



$f = 50Hz \quad U_{eff} = 100\ Volt$

$I_{eff_1} = ?$ (في فرع الوشيعة)

$$U_{eff} = X_L I_{eff_1}$$

$$100 = 80 \times I_{eff_1} \Rightarrow I_{eff_1} = \frac{100}{80} = 1.25\ A$$

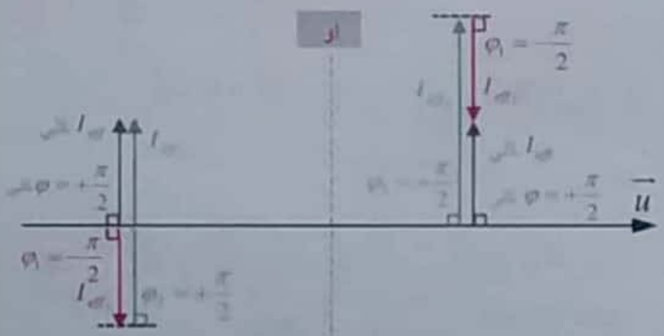
$I_{eff_2} = ?$ (في فرع المكثفة)

$$U_{eff} = X_C I_{eff_2}$$

$$100 = 40 \times I_{eff_2} \Rightarrow I_{eff_2} = \frac{100}{40} = 2.5\ A$$

$I_{eff} = ?$ (كلي) باستخدام انشاء فرينل

$$\overrightarrow{I}_{eff_1}\left|\begin{array}{l} I_{eff_1} = 1.25\ A \\ \varphi_1 = -\frac{\pi}{2}\ rad \end{array}\right. , \quad \overrightarrow{I}_{eff_2}\left|\begin{array}{l} I_{eff_2} = 2.5\ A \\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{2}\ rad \end{array}\right.$$



$$\overrightarrow{I}_{\underset{\text{كلي}}{eff}} = \overrightarrow{I}_{eff_1} + \overrightarrow{I}_{eff_2}$$

من الشكل نجد:

$$I_{\underset{\text{كلي}}{eff}} = I_{eff_2} - I_{eff_1} \Rightarrow I_{\underset{\text{كلي}}{eff}} = 2.5 - 1.25 = 1.25\ A$$

- التابع الزمني للشدة اللحظية في الدارة الخارجية:

$$\overline{i} = I_{max} \cos(\omega t + \overline{\varphi}_{\text{كلي}})$$

من الشكل نجد: $\varphi_{\text{كلي}} = +\frac{\pi}{2}\ rad$

$$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2} = 1.25\sqrt{2}\ A$$

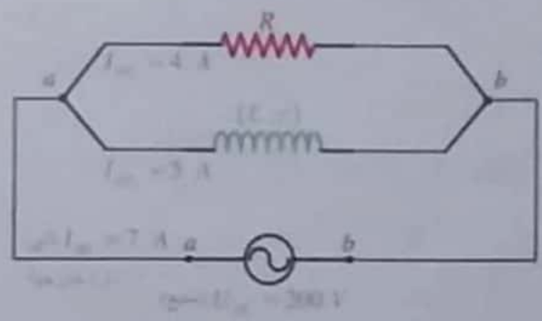
$$\overline{i} = 1.25\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})\ A$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة ص 157 (دورة 1999 +...)

$$\bar{u} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t \quad V$$

$$\bar{u} = U_{max}\cos\omega t$$



1) $U_{eff} = ?$ ، $f = ?$

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

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\ Hz$$

2) $R = ?$ ، $Z_L = ?$ (ممانعة الوشيعة)

$$U_{eff} = R\, I_{eff_1} \Rightarrow 200 = R \times 4 \Rightarrow$$

$$R = \frac{200}{4} = 50\ \Omega$$

$$U_{eff} = Z_L \times I_{eff_2} \Rightarrow U_{eff} = Z_L \times 5 \Rightarrow$$

$$Z_L = \frac{200}{5} = 40\ \Omega$$

3) عامل استطاعة الوشيعة $\cos\varphi_2 = ?$ ، $r = ?$ (وشيعة)

مناقشة:

$$\boxed{\cos\varphi_2 = \frac{r \text{ مقاومة الوشيعة}}{Z_L \text{ ممانعة الوشيعة}}}$$

$$Z_L = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$$

لاحظ: لا يمكن حساب (r) لأن (L) ذاتية الوشيعة مجهولة ... إذاً الطريقة غير مناسبة

لذا: نفكر بطريقة ثانية ...

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

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

$$\varphi_1 = 0\ rad$$

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

$$49 - 41 = 40\cos\varphi_2$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{8}{40} = \frac{1}{5} = 0.2$$

حساب مقاومة الوشيعة $r = ?$

$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_L} \Rightarrow r = \cos\varphi_2 \times Z_L$$

$$r = 0.2\times 40 = 8\ \Omega$$

4) $P_{avg} = ?$ (استطاعة متوسطة) ، $\cos\varphi = ?$ (عامل استطاعة الدارة)

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

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

$$\varphi_1 = 0\ rad \Rightarrow P_{avg_1} = 4\times 200\times 1 = 800\ Watt$$

طريقة ثانية لحساب $P_{avg_1} = ?$:

تستهلك الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة:

$$P_{avg_1} = R\,I_{eff}^2 \Rightarrow P_{avg_1} = 50\times 16 = 800\,Watt$$

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

$$P_{avg_2} = 5\times 200\times\frac{1}{5} = 200\ Watt$$

$$P_{avg} = 800 + 200 = 1000\ Watt$$

حساب $\cos\varphi = ?$

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

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

$$\cos\varphi = \frac{\cancel{1000}^{5}}{7\times\cancel{200}} = \frac{5}{7}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرابعة ص 158

$$\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 120\pi t \quad V$$

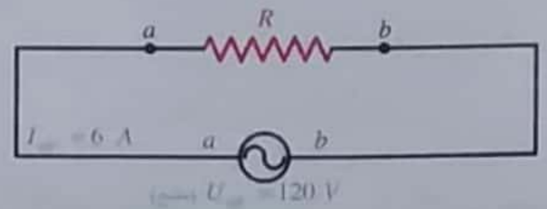
$$\bar{u} = U_{max}\cos\omega t$$

-1 $U_{eff} = ?$ ، $f = ?$

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

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{120\pi}{2\pi} = 60\ Hz$$

-2



ملاحظة:
مصباح كهربائي ذاتيته مهملة يعامل معاملة ناقل أومي (R)

احسب $R = ?$ ، كتابة تابع الشدة اللحظية.

$$U_{eff} = R\,I_{eff} \Rightarrow R = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{120}{6} = 20\ \Omega$$

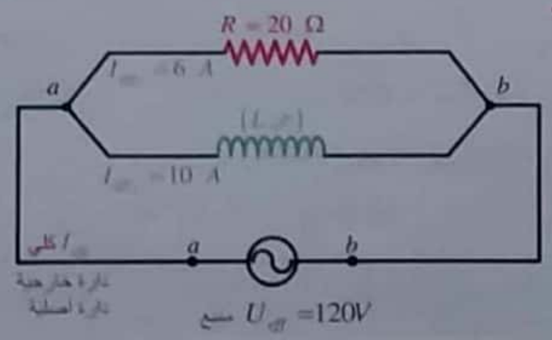
$$\bar{i} = I_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

$$\varphi = 0\ rad$$

$$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2} = 6\sqrt{2}\ A$$

$$\bar{i} = 6\sqrt{2}\cos(120\pi t + 0)\quad A$$

-3



فائدة: إضافة فروع جديدة بين طرفي منبع (مأخذ، بين نقطتي التفرع) لا يغير شدة التيار في الفروع القديمة. ولكن تتغير شدة التيار في الدارة الخارجية (دارة أصلية)

نصل بين طرفي المصباح بـ وشيعة $\left[\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}\right]$

احسب $Z_L = ?$ ، $P_{avg_2} = ?$
وكتابة تابع الشدة اللحظية المارة في الوشيعة ؟

$$U_{eff} = Z_L I_{eff_2} \Rightarrow 120 = Z_L \times 10 \Rightarrow$$
$$Z_L = 12\ \Omega$$

$$P_{avg_2} = I_{eff_2} U_{eff}\cos\varphi_2 = 10 \times 120 \times \frac{1}{2} = 600\,Watt$$

$$\bar{i}_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}\ A$$

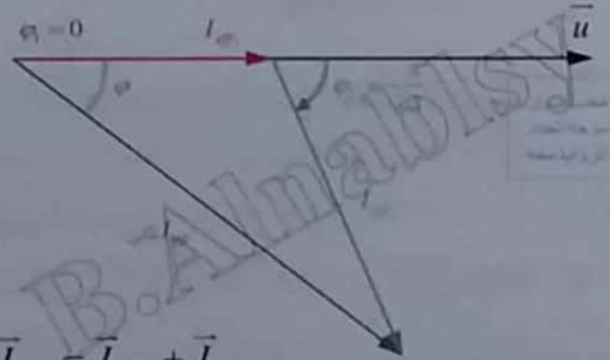
تأخر تيار عن توتر بين طرفي وشيعة

$$\cos\bar{\varphi}_2 = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \bar{\varphi} = -\frac{\pi}{3}\ rad$$

$$\bar{i}_2 = 10\sqrt{2}\cos(120\pi t - \frac{\pi}{3})\ A$$

-4 احسب $I_{eff} = ?$
باستخدام إنشاء فرينل.

$$\vec{I}_{eff_1}\left|\begin{array}{l} I_{eff_1} = 6\ A \\ \varphi_1 = 0\ rad \end{array}\right. ,\quad \vec{I}_{eff_2}\left|\begin{array}{l} I_{eff_2} = 10\ A \\ \bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3}\ rad \end{array}\right.$$



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

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$\cos(-\frac{\pi}{3}-0)=\frac{1}{2}$$

$$I^{2}_{eff}=36+100+2\times6\times10\times\frac{1}{2}$$

$$I^{2}_{eff}=36+100+60=196 \Rightarrow I_{eff}=14\ A$$

ملاحظة: يوجد طريقة ثانية هي إنشاء مثلث قائم وتره I_{eff}(كلي) ، ويكمل الحل هندسياً.

-5 $P_{avg_{كلي}}=?$ (في جملة الفرعين)

$\cos\varphi_{كلي}=?$ (عامل استطاعة الدارة)

$$P_{avg_{كلي}}=P_{avg_1}+P_{avg_2}$$

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

$$P_{avg_1}=120\times6\times1=720\,Watt$$

$$P_{avg_2}=600\,Watt$$

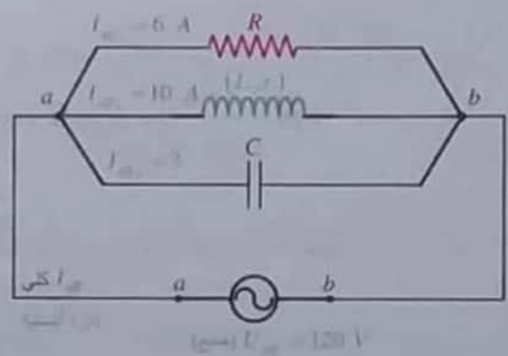
$$P_{avg_{كلي}}=720+600=1320\ Watt$$

لحساب $\cos\varphi=?$

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

$$\cos\varphi=\frac{P_{avg}}{U_{eff}\ I_{eff}}=\frac{1320}{120\times14}=\frac{11}{14}$$

-6



مطلوب $C=?$ ، $I_{eff_{كلي}}=?$

ليصبح $I_{eff_{كلي}}$ على وفاق بالطور مع التوتر أي $\varphi_{كلي}=0$

ملاحظة: $\varphi=0$(كلي)

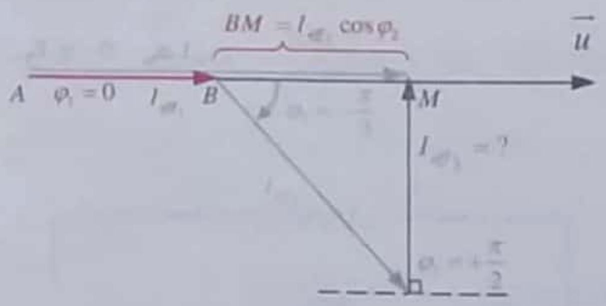
بدارة تفرع الحل حصراً مع إنشاء فرينل هندسياً.

فكرة الحل:

نحسب I_{eff_3} هندسياً من إنشاء فرينل ثم نحسب $Z_3=X_C$ و منها نحسب السعة $C=?$

$\overline{I}_{eff}$ | $I_{eff}=?$ ، $\varphi=0\ rad$ ، $\overline{I}_{eff_3}$ | $I_{eff_3}=?$ ، $\varphi_3=+\frac{\pi}{2}\ rad$

الحل:



من الشكل: $\sin\varphi_2=\frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}}$

$$I_{eff_3}=I_{eff_2}\sin\frac{\pi}{3}\Rightarrow I_{eff_3}=10\times\frac{\sqrt{3}}{2}=5\sqrt{3}\ A$$

$$U_{eff}=X_C I_{eff_3}\quad\Rightarrow\quad 120=\frac{1}{\omega C}\times5\sqrt{3}$$

$$\frac{1}{\omega C}=\frac{^{24}\cancel{120}}{\cancel{5}\sqrt{3}}=\frac{24}{\sqrt{3}}\Rightarrow\frac{1}{\omega C}=8\sqrt{3}\ \Omega$$

$$C=\frac{1}{120\pi\times8\sqrt{3}}\ F=\frac{1}{960\pi\sqrt{3}}\ F$$

إضافي:

احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الخارجية (في الدارة الأصلية)

مطلوب حساب $I_{eff}=?$

الحل: $\overline{I}_{eff}=\overline{I}_{eff_1}+\overline{I}_{eff_2}+\overline{I}_{eff_3}$

من الشكل: $I_{eff}=AB+BM$

$$I_{eff}=I_{eff_1}+I_{eff_2}\cos\varphi_2$$

$$I_{eff}=6+10\times\frac{1}{2}=11\ A$$

ملاحظة : مع الحل الهندسي لا نأخذ إشارة $[\varphi]$ بعين الاعتبار.

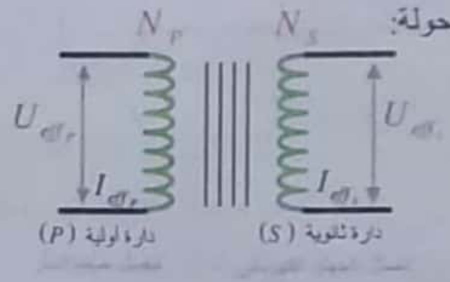
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس السادس 6

المحولات الكهربائية

ما يجب تذكره:

- رمز المحولة:



- الرموز المستخدمة:

μ: نسبة التحويل (لا واحدة لها).

U_{eff_p}: التوتر المنتج بين طرفي الأولية.

U_{eff_s}: التوتر المنتج بين طرفي الثانوية.

I_{eff_p}: التيار المنتج المار بالدارة الأولية.

I_{eff_s}: التيار المنتج المار بالدارة الثانوية.

N_p: عدد لفات الدارة الأولية.

N_s: عدد لفات الدارة الثانوية.

- القوانين المستخدمة لحل المسائل:

$$\mu = \frac{N_S}{N_P} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$$

عدد اللفات للوشيعتين يتناسب طرداً مع التوتر المنتج المطبق.
عدد اللفات للوشيعتين يتناسب عكساً مع الشدة المنتجة المارة في كلٍ منها.

- مناقشة نسبة التحويل:

1. $\mu > 1 \Rightarrow$

$$N_S > N_P \Rightarrow \underset{\text{خروج}}{U_{eff_s}} > \underset{\text{دخول}}{U_{eff_p}} \left(I_{eff_s} < I_{eff_p} \right)$$

أي: المحولة رافعة للتوتر، (خافضة للتيار)

2. $\mu < 1 \Rightarrow$

$$N_S < N_P \Rightarrow \underset{\text{خروج}}{U_{eff_s}} < \underset{\text{دخول}}{U_{eff_p}} \left(I_{eff_s} > I_{eff_p} \right)$$

أي: المحولة خافضة للتوتر ، (رافعة للتيار)

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 165

أولاً: اختر الإجابة الصحيحية (دورات سابقة ..)

1- a) $I_{eff_p} = 18A$

الشرح
$$\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \Rightarrow I_{eff_p} = 3\times 6 = 18A$$

2- a) $\mu = 2$

الشرح
$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{40}{20} = 2$$

ثانيا: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

1- للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول
لأننا لا نستطيع رفع توتر التيار المتواصل لقيمة كبيرة وهذا سيؤدي إلى ضياع كبيرفي الاستطاعة المنقولة.

2- • تنقل الطاقة الكهربائية بتوتر عدة آلاف من الفولتات لأن شدة التيار ستنخفض وهذا يؤدي إلى خفض الاستطاعة الضائعة بفعل جول حسب العلاقة $\left[P = R I_{eff}^2 \right]$

• ثم يخفض إلى $[220V]$ عند الاستهلاك ليوافق عمل الأجهزة الكهربائية وكونه أكثر أماناً.

3- للتقليل من أثر التيارات التحريضية (تيارات فوكو) وتحسين كفاءة عمل المحولة.

تفكير ناقد : ص 166

يوجد عملياً حدٌ أعلى للتوترات التي يمكن نقلها عبر خطوط التوتر، حيث تؤدي التوترات العالية جداً إلى تأيين في جزيئات الهواء المحيطة بخطوط النقل إلى درجة يصبح معها الهواء ناقلاً للتيار إلى الأرض أو المنشآت المجاورة وسيؤدي ذلك إلى أذية فعلية لأي كائن حي.

معلومة إضافية : يرفع التوتر في الواقع إلى حوالي ($66000V$) في محطات توليد الطاقة الكهربائية في سوريا.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 165 (تشبه دورة 2003 + 2014 + 2016 ...)

$N_p = 125$ لفة ، $N_s = 375$ لفة

(بين طرفي الثانوية) $u_s = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)\ (V)$

-1 $\mu = ?$

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} \Rightarrow \mu = \frac{375}{125} = 3 > 1$$

المحولة رافعة للتوتر لأن $[\mu > 1]$

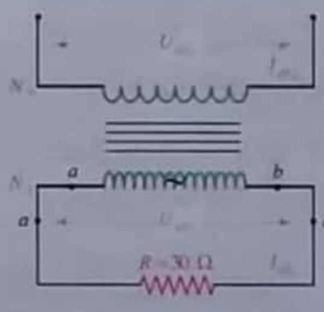
-2 حساب $U_{eff_p} = ?$ ، $U_{eff_s} = ?$

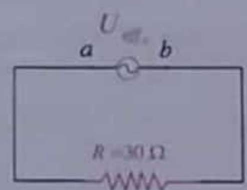
$$U_{eff_s} = \frac{U_{max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120V$$

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow 3 = \frac{120}{U_{eff_p}} \Rightarrow U_{eff_p} = \frac{120}{3} = 40V$$

-3 مطلوب $I_{eff_s} = ?$

ملاحظة : ننظر إلى الوشيعة في الدارة الثانوية بمثابة منبع جديد فرق الكمون بين طرفيه U_{eff_s} والتيار المار في الدارة I_{eff_s}





الحل:

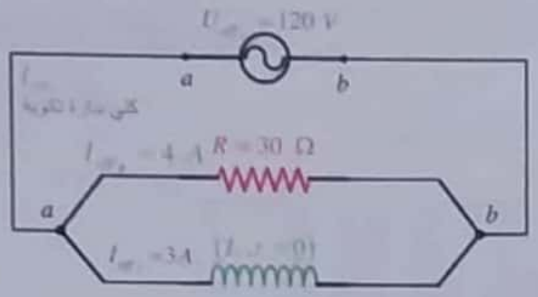
$$U_{eff_s} = R\, I_{eff_s}$$

$$120 = 30 \times I_{eff_s} \Rightarrow I_{eff_s} = \frac{120}{30} = 4\ A$$

طلب إضافي: احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأولية $[I_{eff_p} = ?]$

$$\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \Rightarrow I_{eff_p} = \mu \times I_{eff_s} = 3 \times 4 = 12A$$

-4



مطلوب حساب $X_L = ?$

كتابة التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعة.

$$U_{eff_s} = X_L\, I_{eff_L} \Rightarrow 120 = X_L \times 3$$

$$X_L = \frac{120}{3} = 40\ \Omega$$

لو طلب حساب ذاتيه الوشيعة $L = ?$

$$X_L = L\omega = 40\Omega \Rightarrow L = \frac{40}{\omega} = \frac{40}{100\pi} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi} H$$

- تابع الشدة اللحظية في فرع الوشيعة:

$$\bar{i}_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

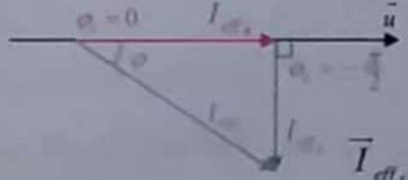
$$I_{max_2} = I_{eff_L}\sqrt{2} = 3\sqrt{2}\ A \quad . \ \varphi_2 = -\frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\bar{i}_2 = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\ A$$

-5 $I_{eff_s} = ?$ (كلي في الدارة الثانوية) باستخدام إنشاء فرينل

$$\overline{I}_{eff_R}\left|\begin{array}{l} I_{eff_R} = 4A \\ \varphi_1 = 0 \end{array}\right. \ , \ \overline{I}_{eff_L}\left|\begin{array}{l} I_{eff_L} = ? \\ \varphi_2 = -\frac{\pi}{2} \end{array}\right.$$

الحل:



$$\overline{I}_{eff_s} = \overline{I}_{eff_R} + \overline{I}_{eff_L}$$

(من الشكل وحسب فيثاغورث)

$$I^2_{eff_s} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L}$$

$$I^2_{eff_s} = 16 + 9 = 25 \Rightarrow I_{eff_s} = 5A$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

6- $P_{avg_{كلي}} = ?$ (في الدارة) ، $\cos\varphi_{كلي} = ?$ (عامل استطاعة الدارة)

الحل:

$$P_{avg_{كلي}} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$$

$$P_{avg_1} = I_{eff_R} U_{eff_s} \cos(0) = 4 \times 120 \times 1 = 480\,W$$

$$\left[P_{avg_2} = I_{eff_L} U_{eff_s} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow P_{avg_2} = 0\,W \right]$$

أو تستهلك الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة.

$$P_{avg_{كلي}} = 480 + 0 = 480\,W$$

لحساب $\cos\varphi_{كلي} = ?$

$$P_{avg_{كلي}} = U_{eff_s} I_{eff_{كلي}} \cos\varphi_{كلي}$$

$$\cos\varphi_{كلي} = \frac{480}{120 \times 5} = \frac{4}{5} = 0.8$$

المسألة الثانية ص 165:

- $\left[\text{مولد التيار الكهربائي المتناوب يربط بالدارة الأولية}\right] \Longleftrightarrow \left[\begin{array}{l} I_{eff_p} = 10\,A \\ U_{eff_p} = 400V \end{array}\right]$
- بعد رفع التوتر (بواسطة محولة) $\Longleftrightarrow U_{eff_s} = 4500V$
- خط النقل مقاومته $R = 30\Omega$

1- حساب النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل ؟

الحل:

- يلزم حساب $I_{eff_s} = ?$

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \Rightarrow$$

$$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_p} I_{eff_p}}{U_{eff_s}} = \frac{400 \times 10}{4500} = 0.89\,A$$

- يلزم حسب الاستطاعة الضائعة في خط النقل :

$$P' = R\, I_{eff_s}^2 = 30 \times (0.89)^2 \simeq 24\,W$$

- يلزم حساب الاستطاعة الكلية في الدارة الأولية:

باعتبار عامل الاستطاعة قريب جداً من الواحد فإن:

$$P_t = I_{eff_p} U_{eff_p}$$

$$P_t = 10 \times 400 = 4000\,W$$

$$\left[\text{النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل}\right] = \frac{P'_{ضائعة}}{P_{t\,كلية}} \times 100$$

$$= \frac{24}{4000} \times 100 = 0.6\,\%$$

2- حساب النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل في حال عدم رفع التوتر؟

$$\left[\begin{array}{l}\text{حالة عدم رفع التوتر} \\ \text{عدم وجود محولة}\end{array}\right] \Longleftrightarrow I_{eff} = (I_{eff_p}) = 10A$$

- حساب الاستطاعة الضائعة في خط النقل:

$$P' = R\, I_{eff}^2 \Rightarrow P' = 30 \times (10)^2 = 3000\,W$$

$$\left[\text{النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل}\right] = \frac{P'_{ضائعة}}{P_{t\,كلية}} \times 100$$

$$= \frac{3000}{4000} \times 100 = 75\,\%$$

3- تبديل خط النقل لتصبح $[R = 5\,\Omega]$ ، $I_{eff_s} = 0.89A$

- حساب الاستطاعة الضائعة في خط النقل **الجديد**:

$$P' = R\, I_{eff_s}^2 \Rightarrow P' = 5 \times (0.89)^2 \simeq 4\,W$$

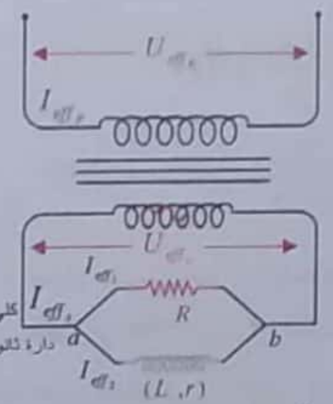
$$\left[\text{النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل}\right] = \frac{P'_{ضائعة}}{P_{t\,كلية}} \times 100$$

$$= \frac{4}{4000} \times 100 = 0.1\,\%$$

المسألة الثالثة ص 166:

$N_p = 3750$ لفة ، $N_s = 125$ لفة

$U_{eff_P} = 3000\,V$



$P_{avg_1} = 1000\,W$

$P_{avg_2} = 1000\,W$

$\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3}\ rad$

تأخر تيار فرع ثاني عن التوتر المطلق

1- مطلوب حساب ? $I_{eff_1} =$

يلزم حساب ? $U_{eff_s} =$

$$\mu = \frac{N_s}{N_P} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_P}}$$

$$\frac{125}{3750} = \frac{U_{eff_s}}{3000} \Rightarrow U_{eff_s} = \frac{3000}{30} = 100\,V$$

$$P_{avg_1} = U_{eff_s}\, I_{eff_1} \cos\varphi_1$$

$$\varphi_1 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_1} \times 1 \Rightarrow I_{eff_1} = \frac{1000}{100} = 10\,A$$

2- مطلوب حساب ? $I_{eff_2} =$

$$P_{avg_2} = U_{eff_s}\, I_{eff_2} \cos\varphi_2 \qquad \left(\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow \cos\varphi_2 = \frac{1}{2}\right)$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow I_{eff_2} = \frac{2 \times 1000}{100} = 20\,A$$

3- مطلوب حساب ? $I_{eff_s} =$

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

نربع الطرفين:

$$I^2_{eff_s} = I^2_{eff_1} + I^2_{eff_2} + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi})$$

$$\cos\left(-\frac{\pi}{3} - 0\right) = \frac{1}{2}$$

$$I^2_{eff_s} = (10)^2 + (20)^2 + 2 \times 10 \times 20 \times \frac{1}{2}$$

$$I^2_{eff_s} = 100 + 400 + 200 = 700$$

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

4- مطلوب حساب ? $I_{eff_P} =$

$$\mu = \frac{N_s}{N_P} = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_s}} \Rightarrow \frac{125}{3750} = \frac{I_{eff_P}}{10\sqrt{7}}$$

$$I_{eff_P} = \frac{10\sqrt{7}}{30} = \frac{\sqrt{7}}{3}\ A$$

المسألة الرابعة ص 166

$U_{eff_P} = 10\,V$ ، $N_P = 125$ لفة ، $N_S = 375$ لفة

نصل طرفي الثانوية بمقاومة ? $R =$

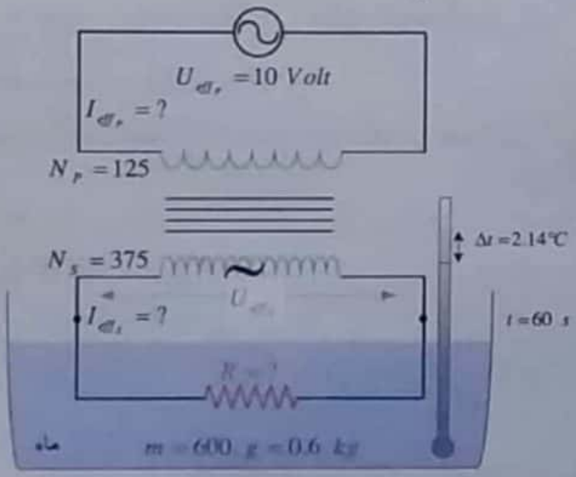
$m = 600\ g = 0.6\ kg$

(المعادل المائي للمسعر مهمل)

(ارتفاع درجة الحرارة $\Delta t = 2.14°C$)

(خلال فاصل زمني $t = 1\ \min = 60\ s$)

(حرارة كتلية للماء $C = 4200 J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$)



1- ? $R =$

يلزم حساب ? $U_{eff_S} =$

$$\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{N_S}{N_P} \Rightarrow \frac{U_{eff_S}}{10} = \frac{\overset{3}{375}}{125} \Rightarrow U_{eff_S} = 30\ V$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حسب مبدأ التوازن الحراري:

$$\begin{pmatrix}\text{الطاقة الحرارية المنتشرة عن مرور}\\ \text{التيار في المقاومة خلال}\\ \text{فاصل زمني } (\Delta t)\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\text{الطاقة الحرارية التي}\\ \text{يمتصها مسعر بما فيه}\\ \text{خلال الفاصل الزمني}\\ (\Delta t) \text{ نفسه}\end{pmatrix}$$

$$\underbrace{m \cdot C \cdot \Delta t}_{J} = \underbrace{\frac{U_{eff_s}^2}{R} \cdot t}_{J}$$

طاقة حرارية منتشرة (J)

$$0.6 \times 4200 \times 2.14 = \frac{(30)^2}{R} \times 60 \Rightarrow R = 10\ \Omega$$

-2 $I_{eff_P} = ?$ ، $I_{eff_S} = ?$

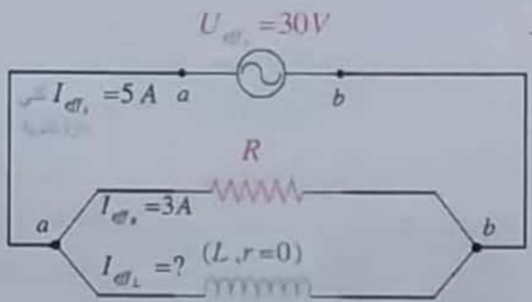
لحساب $I_{eff_S} = ?$ (من دارة ثانوية)

$$U_{eff_S} = R\, I_{eff_S} \Rightarrow I_{eff_S} = \frac{U_{eff_S}}{R} = \frac{30}{10} = 3\ A$$

لحساب $I_{eff_P} = ?$

$$\frac{I_{eff_P}}{I_{eff_S}} = \frac{N_S}{N_P} \Rightarrow \frac{I_{eff_P}}{3} = \frac{\overset{3}{\cancel{375}}}{\cancel{125}} \Rightarrow I_{eff_P} = 9\ A$$

-3

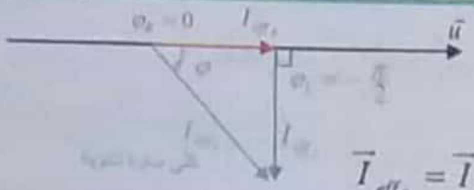


مطلوب حساب:

-a $I_{eff_L} = ?$ باستخدام انشاء فرنيل

$$\vec{I}_{eff_L} \left| \begin{array}{l} I_{eff_L} = ? \\ \varphi_L = -\dfrac{\pi}{2} \end{array} \right. \quad ، \quad \vec{I}_{eff_R} \left| \begin{array}{l} I_{eff_R} = 3A \\ \varphi_R = 0 \end{array} \right.$$

$I_{eff_s} = 5A$ (في دارة ثانوية)



$$\vec{I}_{eff_S} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

(من الشكل وحسب فيثاغورث)

$$I_{eff_S}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2$$

$$25 = 9 + I_{eff_L}^2$$

$$I_{eff_L}^2 = 16 \Rightarrow I_{eff_L} = 4\ A$$

- كتابة تابع الشدة اللحظية للتيار المار بفرع الوشيعة [على اعتبار أن التواتر $f = 50\,Hz$]

$$i_2 = I_{max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_L)$$

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

$$I_{max_2} = I_{eff_L}\sqrt{2} = 4\sqrt{2} \quad ، \quad \bar{\varphi}_L = -\frac{\pi}{2} rad$$

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

-b حساب $L = ?$

$$U_{eff_s} = X_L\, I_{eff_L}$$

$$X_L = \frac{U_{eff_s}}{I_{eff_L}} = \frac{30}{4} = \frac{15}{2}\ \Omega$$

$$L\omega = \frac{15}{2} \Rightarrow L = \frac{15}{2 \times 100\pi} = \frac{15}{2\pi} \times 10^{-2}\ H$$

-c $P_{avg} = ?$ (في جملة الفرعين)

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

$$P_{avg_1} = U_{eff}\ I_{eff_R} \cos\varphi_R$$

$$\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos\varphi_R = 1$$

$$P_{avg_1} = 30 \times 3 \times 1 = 90\ W$$

$$P_{avg_2} = U_{eff}\ I_{eff_L} \cos\varphi_L$$

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

$$P_{avg_2} = 30 \times 4 \times 0 = 0$$

$$P_{avg} = 90 + 0 = 90\ W$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الأول 1

الأمواج المستقرة العرضية

تمهيد حادي عشر:

1) الحركة الدورية: هي الحركة التي تتكرر مماثلة لنفسها خلال فترات زمنية متساوية.

2) دور الحركة: رمزه (T) واحدته الثانية (s) وهو أصغر فترة زمنية تلزم لتكرّر الحركة نفسها.

3) تواتر الحركة: رمزه (f) واحدته هرتز (Hz) وهو عدد الأدوار في واحدة الزمن.

$$\boxed{T=\frac{1}{f}} \quad , \quad \boxed{f=\frac{1}{T}}$$

4) طول الموجة (λ): هي المسافة التي يقطعها الاهتزاز خلال دور واحد.

$$\boxed{\lambda = T\,v \quad \Rightarrow \quad v = f\,\lambda}$$

5) معادلة مطال نقطة (n) من وسط الانتشار في الأمواج المتقدمة:

باعتبار الانتشار يتم في الاتجاه الموجب للمحور $\overline{x'x}$:

$$\overline{y}_{n(t)} = Y_{max}\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\overline{x}\right)$$

ملاحظة:

إذا كان الانتشار يحدث في الاتجاه السالب للمحور $\overline{x'x}$

تصبح معادلة مطال النقطة (n)

$$\overline{y}_{n(t)} = Y_{max}\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}\overline{x}\right)$$

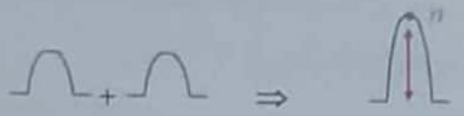
ما يجب تذكره + فوائد:

ملاحظة:

تنتج الأمواج المستقرة عن تداخل موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة لهما التواتر نفسه و السعة نفسها

1) شرح فكرة الدراسة التجريبية للأمواج المستقرة العرضية في وتر ص170.

$$Y_{max_1} = Y_{max_2}$$

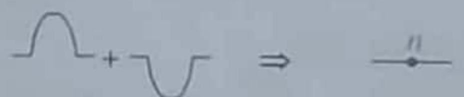
a) 

لقاء الأمواج العرضية على توافق دائم

$Y_{max} = 2Y_{max}$

ندعو (n) بطن اهتزاز

رمزها (A)

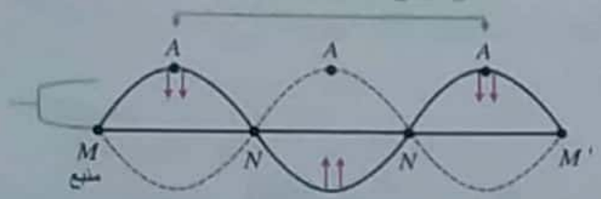
b) 

لقاء الأمواج العرضية على تعاكس دائم

$Y_{max} = 0$

ندعو (n) عقدة اهتزاز

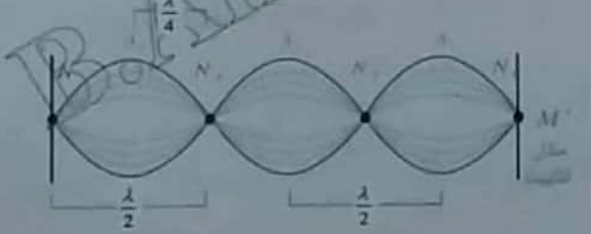
رمزها (N)



- تهتز جميع نقاط المغزل الواحد على توافق بالطور فيما بينها.

2) سعة الموجة المستقرة: Y_{max}

$$\boxed{Y_{max} = 2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\overline{x}\right|} \text{ (حفظ)}$$



أبعاد العقد و البطون عن النهاية المقيدة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3) لتحديد أبعاد عقد الاهتزاز (N) عن النهاية المقيدة (M'):

$$\boxed{x = n\frac{\lambda}{2}} \qquad n = 0,1,2,3,...$$

$n=0 \Leftarrow x=0$ عقدة أولى (N_1) مكان التثبيت M'

$n=1 \Leftarrow x=\frac{\lambda}{2}$ بعد عقدة ثانية (N_2) عن M'

$n=2 \Leftarrow x=2\frac{\lambda}{2}$ بعد عقدة ثالثة (N_3) عن M'

4) لتحديد أبعاد بطون الاهتزاز (A) عن النهاية المقيدة (M'):

$$\boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}} \qquad n = 0,1,2,3,...$$

$n=0 \Leftarrow x=\frac{\lambda}{4}$ بعد بطن أول (A_1) عن M'

$n=1 \Leftarrow x=3\frac{\lambda}{4}$ بعد بطن ثاني (A_2) عن M'

$n=2 \Leftarrow x=5\frac{\lambda}{4}$ بعد بطن ثالث (A_3) عن M'

5) نستنتج مما سبق:

- طول المغزل $= \frac{\lambda}{2}$
- البعد من بطن إلى بطن يليه $= \frac{\lambda}{2}$
- البعد من عقدة إلى عقدة تليها $= \frac{\lambda}{2}$
- البعد من عقدة إلى بطن يليها $= \frac{\lambda}{4}$

6) تجربة ملد على نهاية مقيدة:

$$\boxed{L = n\frac{\lambda}{2}} \xRightarrow[\left(\lambda=\frac{v}{f}\right)]{(v=f\lambda)} \boxed{f = n\frac{v}{2L}}$$

$$n = 1,2,3,...$$

- $(n=1)$ المدروج الأول (التواتر الأساسي) $\Leftarrow (f_1)$

$n = 1,2,3,...$ تواترات المدروجات

- $(n=2) \Leftarrow f_2 = 2f_1$ مدروج ثاني
- $(n=3) \Leftarrow f_3 = 3f_1$ مدروج ثالث

7) تجربة ملد على نهاية طليقة:

$$\boxed{L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}} \xRightarrow[\left(\lambda=\frac{v}{f}\right)]{(v=f\lambda)} \boxed{f = (2n-1)\frac{v}{4L}}$$

- $(n=1)$ المدروج الأول (التواتر الأساسي) $\Leftarrow (f_1)$

$(2n-1)$ تواترات المدروجات

(مدروجات الصوب الصادر)

- $(n=2) \Leftarrow f_2 = 3f_1$ مدروج ثالث
- $(n=3) \Leftarrow f_3 = 5f_1$ مدروج خامس

8) سرعة انتشار اهتزاز عرضي في وتر مشدود بقوة شد (F_T):

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}$$

μ: الكتلة الخطية $(kg \cdot m^{-1})$ وتُعطى بالعلاقة:

$$\boxed{\begin{matrix}\mu = \rho s \\ \mu = \rho\pi r^2\end{matrix}} \quad \text{أو} \quad \boxed{\mu = \frac{m_{(\text{كتلة الوتر})}}{L_{(\text{طول الوتر})}}}$$

ρ: الكتلة الحجمية لمادة الوتر

$s = \pi r^2$: مساحة مقطع الوتر

> **ملاحظة:** - إنقاص طول الوتر لا يغير (μ)
> - تغيير قوة الشد لا يغير (μ)

9) علاقة لحساب (f) تواتر اهتزاز وتر مشدود من الطرفين:

$$\boxed{f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T\, L}{m}}}$$

حيث (n) يمثل عدد المغازل أو رتبة الصوت

10) لتوليد اهتزاز فيزيائي في سلك نحاسي مشدود بقوة مناسبة يمر فيه تيار متناوب تواتره (f). نحيط السلك بمغناطيس نضوي خطوط حقله عمودية على السلك.

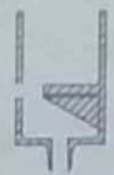
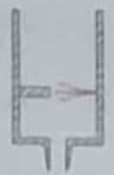
يهتز السلك بتجاوب مكون عدد صحيح من المغازل ويكون لدينا:

$$\boxed{f_{(\text{تواتر اهتزاز السلك})} = f_{(\text{تواتر التيار المتناوب})}}$$

الدرس الثاني

الأمواج المستقرة الطولية:

المزامير: مخطط لتحديد الحالة الاهتزازية عند المنبع و عند نهاية المزمار.

نوع المنبع	ذو فم بطن اهتزاز (A) 			ذو لسان عقدة اهتزاز (N) 
	متشابه الطرفين		مختلف الطرفين	متشابه الطرفين
نهاية المزمار	نهاية مفتوحة بطن اهتزاز (A) 			نهاية مغلقة عقدة اهتزاز (N) 

ملاحظة: أماكن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط ، أماكن عقد الاهتزاز هي بطون للضغط

مزمار متشابه الطرفين + العمود الهوائي المفتوح	مزمار مختلف الطرفين + العمود الهوائي المغلق
$L = n\frac{\lambda}{2} \underset{(\lambda = \frac{v}{f})}{\overset{(v = f\lambda)}{\Rightarrow}} f = n\frac{v}{2L}$	$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \underset{(\lambda = \frac{v}{f})}{\overset{(v = f\lambda)}{\Rightarrow}} f = (2n-1)\frac{v}{4L}$
$n = 1, 2, 3, \ldots$ عدد صحيح موجب	$n = 1, 2, 3, \ldots$ عدد صحيح موجب
(n) تمثل رتبة الصوت (مدروجات الصوت)	$(2n-1)$ تمثل رتبة الصوت (مدروجات الصوت)
$(n=1)$ صوت أساسي (f_1) مدروج أول	$(n=1)$ صوت أساسي (f_1) مدروج أول أي $[2n-1=1]$
$(n=2) \Leftarrow (f_2 = 2f_1)$ مدروج ثاني	$(n=2) \Leftarrow (f_3 = 3f_1)$ مدروج ثالث أي $[2n-1=3]$
$(n=3) \Leftarrow (f_3 = 3f_1)$ مدروج ثالث	$(n=3) \Leftarrow (f_5 = 5f_1)$ مدروج خامس أي $[2n-1=5]$

ملاحظات:

1- صوتان متوافقان أي لهما نفس التواتر (نفس الصوت $\Leftarrow$ نفس التواتر)

2- علاقة تربط بين سرعة انتشار الصوت في غاز مع درجة حرارته المطلقة (T) (كلفن)

$$\underset{\text{مطلقة (كلفن)}}{T} = 273 + \underset{\text{درجة سلزيوس } (^\circ C)}{t}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$ طرديا

3- علاقة تربط بين سرعة انتشار الصوت في غازين مختلفين مع كثافتيهما (D_1, D_2) بالنسبة للهواء:

$$\underset{\text{كثافة غاز بالنسبة للهواء}}{D} = \frac{M}{29}$$ الكتلة الجزيئية الغرامية (كتلة مولية)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$ عكسا

4- الغاز نفسه مع نفس درجة الحرارة $\Leftarrow$ السرعة نفسها

5- التسخين يزيد درجة الحرارة $\Leftarrow$ تزداد السرعة $\Leftarrow$ تتغير λ

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص192 :

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1- b) $\frac{\lambda}{2}$

2- b) $\varphi=\pi$ (ملاحظة: إذا كانت النهاية طليقة: $\varphi=0$)

3- a) $4L$ (الشرح: $L=\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda=4L$)

4- c) $2v$ (الشرح: $v'=\sqrt{\frac{4F_t}{\mu}}=2v$)

5- b) μ (الشرح: $\mu'=\frac{\frac{1}{2}m}{\frac{1}{2}L}=\frac{m}{L}=\mu$
لا تتغير الكتلة الخطية للوتر إذا أنقصنا من طوله)

6- c) $200\ cm$ (الشرح: $L=3\frac{\lambda}{4}=150 \Rightarrow \lambda=200cm$)

7- b) $L=\frac{\lambda}{2}$

(الشرح: $L=n\frac{\lambda}{2}$ ($n=1$ صوت أساسي) $\Rightarrow L=\frac{\lambda}{2}$)

8- a) $L=\frac{\lambda}{4}$

(الشرح: $L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$ ($n=1$ صوت أساسي) $\Rightarrow L=\frac{\lambda}{4}$)

9- b) $v_1=2v_2$ (الشرح: لدينا $r_2=2r_1$)

$$\frac{v_2}{v_1}=\frac{\sqrt{\frac{F_t}{\mu_2}}}{\sqrt{\frac{F_t}{\mu_1}}}=\sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}}=\sqrt{\frac{\rho s_1}{\rho s_2}}=\sqrt{\frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}}=\sqrt{\frac{r_1^2}{4r_1^2}}$$

$$\frac{v_2}{v_1}=\frac{1}{2} \Rightarrow v_1=2v_2$$

10- a) $f=\frac{v}{2L}$

(الشرح: $f=\frac{nv}{2L}$ ($n=1$ صوت أساسي) $\Rightarrow f=\frac{v}{2L}$)

11- b) بطن اهتزاز

12- b) $L=2L'$

شرح: صوت أساسي $(n=1)$

موافقاً للصوت الأساسي $\Leftarrow$ له نفس التواتر f

$$\left.\begin{array}{l} f=n\frac{v}{2L} \\ f=(2n-1)\frac{v}{4L'} \end{array}\right] \Rightarrow \frac{v}{2L}=\frac{v}{4L'} \Rightarrow L=2L'$$

13- d) $1305\ Hz$

(الشرح: $f_2=3f_1 \Rightarrow f_2=3\times 435=1305\ Hz$)

14- a) 435

(الشرح: $L=n\frac{\lambda}{2}=n\frac{v}{2f} \Rightarrow v=\frac{2f\,L}{n}$

$(n=4)$ حيث n عدد المغازل

$$v=\frac{2\times 435\times 2}{4}=435\ m\,s^{-1}$$

15- b) $v_1=4v_2$

$$\frac{v_{1(H_2)}}{v_{2(O_2)}}=\sqrt{\frac{D_{O_2}}{D_{H_2}}}=\sqrt{\frac{\frac{M_{O_2}}{29}}{\frac{M_{H_2}}{29}}}=\sqrt{\frac{32}{2}}=4$$

$$v_{1(H_2)}=4v_{2(O_2)}$$

16- b) مثلي المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- هام عدة دورات (... + 2017 + 2015 + 2013 + 2006)

$$y_{n(t)}=\underbrace{2y_{max}\sin\frac{2\pi x}{\lambda}}_{\text{سعة الموجة المستقرة في } n}\sin\omega t$$

سعة الاهتزاز $\boxed{y_{max/n}=2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right|}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- عقد الاهتزاز (N): نقاط سعة الاهتزاز معدومة دوماً

$$Y_{max/n}=0 \xrightarrow{\text{نعوض في }(*)} \sin\frac{2\pi x}{\lambda}=0 \Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda}=n\pi$$

$$\boxed{x=n\frac{\lambda}{2}} \qquad n=0,1,2,3,.....$$

$n=0 \Leftarrow x=0$ عقدة أولى (N_1) مكان التثبيت (M')

$n=1 \Leftarrow x=\frac{\lambda}{2}$ بعد عقدة ثانية (N_2) عن (M') النهاية المقيدة

- بطون الاهتزاز (A): نقاط سعة الاهتزاز عظمى دوماً.

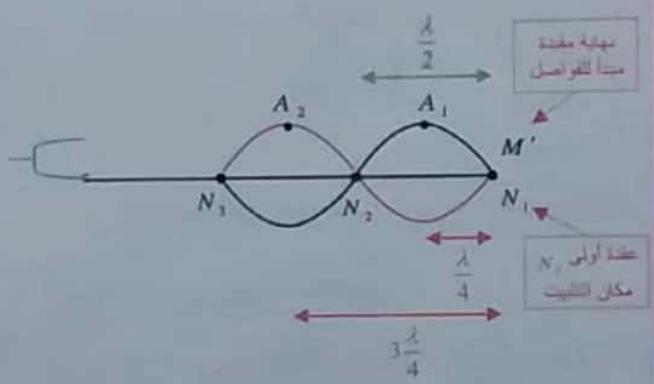
$$Y_{max/n}=2Y_{max} \xrightarrow{\text{نعوض في }(*)} 2Y_{max}=2Y_{max}\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \sin\left|\frac{2\pi x}{\lambda}\right|=1 \Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda}=(2n+1)\frac{\pi}{2} \quad (\frac{\pi}{2}+n\pi)$$

$$\Rightarrow \boxed{x=(2n+1)\frac{\lambda}{4}} \qquad n=0,1,2,3,.....$$

$n=0 \Leftarrow x=\frac{\lambda}{4}$ بعد بطن أول (A_1) عن (M') النهاية المقيدة

$n=1 \Leftarrow x=3\frac{\lambda}{4}$ بعد بطن ثاني (A_2) عن (M') النهاية المقيدة



2- هام عدة دورات (2003 + 2007 + 2010 + 2014+.....)

- نجعل مزماراً ذا لسان مختلف الطرفين من الناحية الاهتزازية نجعل نهاية المزمار مفتوحة
- بما أن المزمار مختلف الطرفين فيكون طول المزمار (L) يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة.

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\lambda=\frac{v}{f}} L=(2n-1)\frac{v}{4f}$$

$$f=(2n-1)\frac{v}{4L}$$

حيث $n=1,2,3,......$ عدد صحيح موجب.

3- الحل:

a- تبديل الرنانة مع نفس الثقل

ملاحظة: الثقل w يمثل قوة الشد F_T

$$\frac{f'}{f}=\frac{\frac{n'}{2L}\sqrt{\frac{w}{\mu}}}{\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{w}{\mu}}}=\frac{2}{3} \Rightarrow f'=\frac{2}{3}f$$

b- تبديل الثقل مع نفس الرنانة.

$$f=f$$

$$\frac{n}{\cancel{2L}}\sqrt{\frac{w}{\mu}}=\frac{n'}{\cancel{2L}}\sqrt{\frac{w'}{\mu}}$$

$$3\sqrt{w}=2\sqrt{w'} \Rightarrow 9\times w=4\times w'$$

$$9\times m\,g=4\times m'g \Rightarrow m'=\frac{9}{4}m$$

4- الحل:

- نكشف عن الحقل الكهربائي $\vec{E}$ بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل. ويتم ذلك بوصل طرفي الهوائي المستقبل براسم اهتزاز مهبطي وتغيير طول الهوائي حتى يرتسم على الشاشة خط بياني بسعة عظمى فيكون أصغر طول للهوائي المستقبل مساوياً $\frac{\lambda}{4}$.
- نكشف عن الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ بوساطة حلقة نحاسية عمودية على $\vec{B}$ فيولد فيها توتراً نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

5- الحل:

$$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$n\sqrt{F_T}=f\times 2L\sqrt{\mu}=const$$

[تغير قوة الشد فقط $\overset{أي}{\Leftarrow}$ (f) تواتر الرنانة نفسه لم يتغير]

نلاحظ أن عدد المغازل (n) يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر.

إذاً : لزيادة عدد المغازل (n) علينا إنقاص قوة شد الوتر (F_T)

إضافي: سؤال خيار متعدد هام جداً

أوجد العلاقة بين قوتي الشد $(F_T\ ,\ F_T')$

$$f_{\text{بعد}} = f_{\text{قبل}}$$

$$\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n'}{2L}\sqrt{\frac{F_T'}{\mu}}$$

[تغير قوة الشد لايغير μ]

$$3\sqrt{F_T} = 5\sqrt{F_T'}$$

$$9F_T = 25F_T' \Rightarrow F_T' = \frac{9}{25}F_T$$

▪▪ علل ما يأتي:

a- في الأمواج المستقرة العرضية لا يحدث انتقال للطاقة لأن الأمواج الواردة والأمواج المنعكسة تنقل الطاقة في اتجاهين متعاكسين فيحدث توزع جديد للطاقة بحيث عند البطن تكون الطاقة عظمى وعند العقدة الطاقة معدومة.

d- لأن نقاط الوسط تهتز مراوحة في مكانها فتأخذ شكلاً ثابتاً وتظهر كأنها ساكنة.

6- يهتز البطن الأول والبطن الثالث التالي على توافق فيما بينهما لأنه تهتز نقاط مغزلين متجاورين على تعاكس بالطور فيما بينهما.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 194

$$v = 331\,m\,s^{-1} \quad ، \quad t = 0^\circ C$$

مطلوب حساب $v' = ?$ عند الدرجة $t' = 27^\circ C$

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{\frac{t'+273}{t+273}} = \sqrt{\frac{27+273}{0+273}}$$

$$\frac{v'}{331} = \sqrt{\frac{300}{273}} \Rightarrow v' = 331 \times 1.048 \simeq 347\,m\,s^{-1}$$

المسألة الثانية: ص 194

أنبوب صوتي مختلف الطرفين

صوت أساسي $\Leftarrow n = 1$ ، $f = 435\,Hz$

مطلوب ما تواترات الأصوات الثالثة المتتالية؟

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \overset{\lambda = \frac{v}{f}}{\Rightarrow} L = (2n-1)\frac{v}{4f}$$

$$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$$

صوت أساسي [مدروج أول] $n = 1 \Leftarrow$

$$f_1 = (2\times1-1)\frac{v}{4L} \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4L} = 435\,Hz$$

$$\Rightarrow f = (2n-1)f_1 \Rightarrow f = (2n-1)\times 435$$

$$n = 1,2,3,4,\ldots\ldots\ldots$$

$$n = 2 \Rightarrow f_2 = (2\times2-1)\times435 = 3\times435$$

$f_2 = 1305\,Hz$ المدروج الثالث

$$n = 3 \Rightarrow f_3 = (2\times3-1)\times435 = 5\times435$$

$f_3 = 2175\,Hz$ المدروج الخامس

$$n = 4 \Rightarrow f_4 = (2\times4-1)\times435 = 7\times435$$

$f_4 = 3045\,Hz$ المدروج السابع

المسألة الثالثة ص 194 (تشبه دورة 2007)

صوت أساسي $(n = 1)$ ، $f = 250\,Hz$

مطلوب $f' = ?$ عندما $L' = \frac{L}{2}$ ، $F_T' = 2F_T$

الحل:

$$\left.\begin{array}{l} f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \\ n = 1 \text{ (صوت أساسي)} \end{array}\right] \Rightarrow f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f' = \frac{1}{2L'}\sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} = \frac{1}{2\times\frac{L}{2}}\sqrt{\frac{2F_T}{\mu}} \Rightarrow$$

$$f' = 2\sqrt{2}\,\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow \boxed{f' = 2\sqrt{2}\,f}$$ (خيار متعدد)

$$f' = 2\sqrt{2}\times250 = 500\sqrt{2}\,Hz = 707\,Hz$$

ملاحظة: (μ) لاتتغير لو أنقصنا طول الوتر

لا تتغير لو غيرنا قوة الشد

المسألة الرابعة ص 194

عمود هوائي مغلق (أنبوب مختلف الطرفين) ، $f = 440Hz$

مطلوب $L_1 = ?$ (الذي يحدث عنده الرنين الأول)

(أو يقول يسمع أعلى صوت للمرة الأولى)

حيث $v = 340 m\,s^{-1}$

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

أنبوب هوائي مغلق

$n = 1$ الرنين الأول

$$\Rightarrow L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{v}{4f} \qquad \left(\lambda = \frac{v}{f}\right)$$

$$L_1 = \frac{340}{4\times440} = \frac{34}{4\times44} = 0.19\ m$$

المسألة الخامسة ص 195

عمود رنين مغلق ، $f = 445Hz$

$L = 110cm = 1.1m$ (البعد بين صوتين شديدين متتاليين)

مطلوب حساب $v = ?$ (سرعة انتشار الصوت)

<u>الحل:</u>

البعد بين صوتين شديدين متتاليين $= \frac{\lambda}{2}$

$$\Rightarrow L = \frac{\lambda}{2} \quad \overset{\lambda = \frac{v}{f}}{\Rightarrow} \quad L = \frac{v}{2f} \Rightarrow v = 2f\,L$$

$$v = 2\times445\times1.1 = 979\ m\,s^{-1}$$

المسألة السادسة ص 195

حساب $f = ?$ ، صوت أساسي $(n=1)$

$L = 0.7m$ ، $m = 7g = 7\times10^{-3}kg$ ، $F_T = 49N$

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \mu = \frac{7\times10^{-3}}{7\times10^{-1}} = 10^{-2}\,kg\,m^{-1}$$

$$f = \frac{1}{2\times7\times10^{-1}}\sqrt{\frac{49}{10^{-2}}}$$

$$f = \frac{1}{2\times7\times10^{-1}}\times\frac{7}{10^{-1}} = \frac{100}{2} = 50\ Hz$$

المسألة السابعة ص 195 (تشبه دورة 2013)

$f = 30Hz$ ، $L = 2m$

1- $m = ?$ (كتلة الخيط) ، $F_T = 7.2N$ ، $n = 1$ (مغزل واحد)

طريقة أولى:

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T\,L}{m}}$$

$$f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\times\frac{F_T\,.L}{m} \Rightarrow m = \frac{n^2\times F_T}{4L\times f^2}$$

$$m = \frac{1\times7.2}{4\times2\times900} = \frac{72}{8\times9000} = 10^{-3}\,Kg$$

طريقة ثانية:

$$L = n\frac{\lambda}{2} = \frac{nv}{2f} \Rightarrow v = \frac{2f\,L}{n}$$

$$v = \frac{2\times30\times2}{1} = 120\ m\,s^{-1}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow v^2 = \frac{F_T}{\mu} \Rightarrow \mu = \frac{F_T}{v^2}$$

$$\mu = \frac{7.2}{144\times10^2} = \frac{72}{144\times10^3} = \frac{1}{2}\times10^{-3}\,Kg\,m^2$$

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow m = \mu L = \frac{1}{2}\times10^{-3}\times2 = 10^{-3}\,Kg$$

2- $F_{T_1} = ?$ من أجل (مغزل $n = 2$)

$F_{T_2} = ?$ من أجل (مغزل $n = 3$)

مع نفس الرنانة ⇐ أي نفس التواتر (f)

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T\times L}{m}}$$

- $n = 2 \Rightarrow 30 = \frac{2}{2\times2}\sqrt{\frac{F_{T_1}\times2}{10^{-3}}}$

$$900 = \frac{1}{4}\times\frac{F_{T_1}\times2}{10^{-3}} \Rightarrow F_{T_1} = 1800\times10^{-3} = 1.8\ N$$

- $n = 3 \Rightarrow 30 = \frac{3}{2\times2}\sqrt{\frac{F_{T_2}\times2}{10^{-3}}}$

$$100 = \frac{1}{16}\times\frac{F_{T_2}\times2}{10^{-3}} \Rightarrow F_{T_2} = 800\times10^{-3} = 0.8N$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثامنة ص 195:

حساب $v = ?$

$2r = 0.1\,mm = 0.1\times10^{-3} = 10^{-4}\,m$ (قطر مقطع السلك)

$r = \frac{1}{2}\times10^{-4} = 5\times10^{-5}\,m$ ، $D = 8$ (الكثافة) ، $F_T = 100\pi\,N$

فائدة

$D = \frac{\rho_{\text{جسم}}}{\rho_{\text{ماء}}}$ (الكثافة)

$\rho_{\text{ماء}} = 1000\,Kg\,m^{-3}$

تذكر

$\mu = \frac{m}{\ell} = \rho s$

$s = \pi r^2$

الحل:

$D = \frac{\rho_{\text{وتر}}}{\rho_{\text{ماء}}} \Rightarrow \rho_{\text{وتر}} = D\times\rho_{\text{ماء}}$

$\rho_{\text{وتر}} = 8\times1000 = 8\times10^3\,Kg\,m^{-3}$

لحساب $\mu = ?$

$\mu = \rho S \Rightarrow \mu = \rho\pi r^2$

$\mu = 8\times10^3\times\pi\times25\times10^{-10} = 2\pi\times10^{-5}\,kg\,m^{2}$

لحساب $v = ?$

$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{100\pi}{2\pi\times10^{-5}}} = \sqrt{5\times10^6}$

$v = \sqrt{5}\times10^3\,m\,s^{-1} = 2236\,m\,s^{-1}$

المسألة التاسعة ص 195

$v = 330\,m\,s^{-1}$

1- $f = ?$ (صوت أساسي $n = 1$) ، $L = 2m$ (عمود هوائي)

2- $f = ?$ للمدروج الثالث

حالة أولى: العمود الهوائي **مغلق** (مختلف الطرفين)

$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ ، $\lambda = \frac{v}{f}$

$L = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{4L}$

1- صوت أساس $n = 1 \Leftarrow$

$f = (2\times1-1)\frac{330}{4\times2} = \frac{165}{4} = 41.25\,Hz$

2- المدروج الثالث $\Leftarrow (2n-1) = 3$

$f = 3\times\frac{330}{4\times2} = 3\times41.25 = 123.75\,Hz$

حالة ثانية: العمود الهوائي **مفتوح** (متشابه الطرفين)

$L = n\frac{\lambda}{2}$ ، $\lambda = \frac{v}{f}$

$L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \frac{nv}{2L}$

1- صوت أساسي : $n = 1 \Leftarrow$

$f = \frac{1\times330}{2\times2} = 82.5\,Hz$

2- المدروج الثالث: $n = 3 \Leftarrow$

$f = \frac{3\times330}{2\times2} = 3\times82.5 = 247.5\,Hz$

المسألة العاشرة ص 195 (تشبه دورة 2013 + 2015 + ...)

$L = 1\,m$, $m = 20\,g = 20\times10^{-3}\,kg$

$F_T = 2\,N$

1- $v = ?$ (سرعة انتشار الاهتزاز على طول الوتر)

$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

لحساب μ: $\mu = \frac{m}{L}$

$\mu = \frac{2\times10^{-2}}{1} = 2\times10^{-2}\,kg\cdot m^{-1}$

$v = \sqrt{\frac{2}{2\times10^{-2}}} = 10\,m\cdot s^{-1}$

2- $f_1 = ?$ (تواتر الصوت الأساسي)

$f = n\frac{v}{2L}$

تواتر الصوت الأساسي: $n = 1$ (المدروج الأول)

$f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{10}{2\times1} = 5\,Hz$

3- التواترات الخاصة لمدروجاته الثلاثة الأولى:

- لدينا المدروج الأول: $f_1 = 5\,Hz$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

▪ المدروج الثاني $(n=2)$

$$f_2 = 2\frac{v}{2L} = 2f_1 \Rightarrow f_2 = 2\times 5 = 10\ Hz$$

المدروج الثالث $(n=3)$

$$f_3 = 3\frac{v}{2L} = 3f_1 \Rightarrow f_3 = 3\times 5 = 15\ Hz$$

ملاحظة:

لوكان الطلب: التواترات الخاصة لمدروجاته الثلاثة التالية للمدروج الأساسي، عندها نكمل الحل:

المدروج الرابع $(n=4)$

$$f_4 = 4\frac{v}{2L} = 4f_1 \Rightarrow f_4 = 4\times 5 = 20\ Hz$$

المسألة الحادية عشر ص 195

تشبه دورة (2004+ 2013+2016+...)

مزمار متشابه الطرفين. $v = 340\ m\,s^{-1}$ ، $L = 1\ m$

$f = 170\ Hz$ ← ملاحظة تم تعديل الرقم

1- عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار = ؟

$$\boxed{\text{عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار} = \frac{L\ (\text{طول المزمار})}{\lambda\ (\text{طول موجة واحدة})}}$$ (حفظ)

نحسب طول الموجة $\lambda = ?$

$$v = f\,\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} = 2\ m$$

عدد أطوال الموجة: $\frac{L}{\lambda} = \frac{1}{2}$

2- $L' = ?$ (طول مزمار آخر مختلف الطرفين)

صوت أساسي $(n=1)$

موافقاً للصوت السابق ⟸ له نفس التواتر

في درجة الحرارة نفسها ⟸ (نفس السرعة)

$$L' = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow L' = (2n-1)\frac{v}{4f}$$

بما أن الصوتان متوافقان أي لهما نفس التواتر $(f = f')$

$$L' = (2\times 1 - 1)\frac{340}{4\times 170} = \frac{1}{2}\ m$$

لمناقشة سؤال خيار من متعدد

$(n=1)$ الصوت أساسي مع المزمارين.

▪ المزمار متشابه الطرفين:

$$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = \frac{v}{2f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{v}{2L}}$$

▪ المزمار مختلف الطرفين:

$$L' = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow L' = \frac{v}{4f'} \Rightarrow \boxed{f' = \frac{v}{4L'}}$$

لكن $f = f'$ (الصوتان متوافقان):

$$\Rightarrow \frac{v}{2L} = \frac{v}{4L'} \Rightarrow L' = \frac{L}{2} = \frac{1}{2}\ m$$

تفكير ناقد ص 196

وتر كمان طوله (L)	عمود هوائي مغلق طوله (L)
f_1 تواتر أساسي $(n=1)$	f_2 تواتر أساسي $(n=1)$
(m) كتلة الوتر	(v) سرعة انتشار الصوت في الهواء

مطلوب استنتاج علاقة (F_T) قوة شد الوتر بدلالة $[v\ ,L\ ,m]$ عندما $f_1 = f_2$

الحل:

● $n=1$ ، $\mu = \frac{m}{L}$ ، $f_1 = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ (وتر الكمان)

$$\Rightarrow f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} \Rightarrow f_{1\,(\text{وتر})} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T\,.L}{m}}$$

● $n=1$ ، $\lambda = \frac{v}{f}$ ، $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ (عمود هوائي مغلق)

$$\Rightarrow L = \frac{v}{4f_2} \Rightarrow f_{2\,(\text{عمود هوائي})} = \frac{v}{4L}$$

لكن: $f_{1\,(\text{وتر})} = f_{2\,(\text{عمود هوائي})}$

$$\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T\,.L}{m}} = \frac{v}{4L} \Rightarrow \sqrt{\frac{F_T\,.L}{m}} = \frac{v}{2}$$

تربيع الطرفين

$$\frac{F_T\,.L}{m} = \frac{v^2}{4} \Rightarrow F_T = \frac{mv^2}{4L}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الأول 1

النماذج الذرية والطيوف

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 207:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

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 جزءاً من طاقة الإشعاع مطابقاً لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين.

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 208:

$r = 0.53\times10^{-10}\, m$

1- $F_E = ?$

$$F_E = K\frac{e^2}{r^2} \Rightarrow F_E = 9\times10^9\frac{e^2}{r^2}$$

$$F_E = 9\times10^9\frac{(1.6\times10^{-19})^2}{(0.53\times10^{-10})^2} = 82\times10^{-9}\, N$$

ملاحظة: لحساب $k = ?$

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{1}{4\pi\times\frac{1}{36\pi\times10^9}} = 9\times10^9$$

2- $v = ?$

$$F_E = F_c$$

$$9\times10^9\frac{e^2}{r^2} = m_e a_c$$

$$9\times10^9\frac{e^2}{r^2} = m_e\frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{9\times10^9\times e^2}{m_e r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9\times10^9\times(16\times10^{-20})^2}{9.1\times10^{-31}\times0.53\times10^{-10}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9\times10^9\times256\times10^{-40}}{9.1\times10^{-31}\times53\times10^{-12}}} = 2.19\times10^6\, m\, s^{-1}$$

نلاحظ أن $(c >> v)$ وعندها تكون $(m = m_0 \cdot \gamma = 1)$
أي يمكن إهمال التغير في كتلة الكترون والاعتماد على قوانين الميكانيك الكلاسيكي.

3- حساب $f = ?$

$$v = \omega\times r = \frac{2\pi}{T}\times r \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi r}$$

$$f = \frac{7.19\times10^6}{2\pi\times53\times10^{-12}} = 65\times10^{14}\, Hz$$

المسألة الثانية ص 208:

مطلوب حساب $\Delta E = ?$ ، $\lambda = ?$

$E_3 = -1.51\, eV$ ، $E_2 = -3.4 eV$

الحل:

$$\Delta E = \underset{\text{نهائي}}{E_2} - \underset{\text{بدائي}}{E_3}$$

$$\Delta E = (-3.4) - (-1.51) = -1.89\, eV$$

> ملاحظة: للتحويل من $eV \rightarrow J$ نضرب بشحنة الكترون 1.6×10^{-19}

$$\Delta E = -1.89\times1.6\times10^{-19} = -3.024\times10^{-19}\, J$$

وهذا يمثل مقدار النقص في طاقة الكترون نتيجة انتقاله من $E_3 \rightarrow E_2$.

- وبذلك تكون الطاقة المتحررة:

$\Delta E = +3.024\times10^{-19}\, J$ لحساب $\lambda = ?$

$$\Delta E = hf = h\frac{c}{\lambda} \quad (c = f\,\lambda)$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} \Rightarrow \lambda = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^8}{3.024\times10^{-19}}$$

$$\lambda = 6.6\times10^{-7}\, m$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة : ص 208

1- تعديل الطلب: احسب النسبة بين قوة الجذب الكتلي للبروتون المؤثرة في الكترون والقوة الكهربائية التي تجذب بها النواة الالكترون.....

الحل:

1- $\frac{F_1}{F_2} = ?$

F_1 قوة الجذب الكتلي للبروتون المؤثر في الإلكترون

F_2 القوة الكهربائية التي تجذب بها النواة الإلكترون

$$\left.\begin{aligned} F_1 &= G\frac{m_p\, m_e}{a^2} \\ F_2 &= k\frac{e^2}{a^2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{G \times m_p \times m_e}{ke^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times1.67\times10^{-27}\times9.1\times10^{-31}}{9\times10^{9}\times(1.6\times10^{-19})^2} = 10^{-39}$$

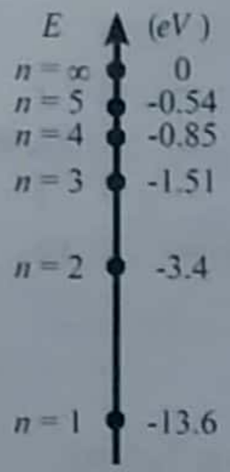
نلاحظ أن $F_2 >> F_1$ لذا تهمل قوة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

-2

$$\left.\begin{aligned} E_n &= -\frac{13.6}{n^2} \\ n &= 1 \ (\text{سوية أساسية}) \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6\ eV$$

$$E_1 = -13.6\times1.6\times10^{-19} = -21.76\times10^{-19}\ J$$

-3



$$E_1 = -13.6\ eV$$

$$E_2 = -\frac{13.6}{(2)^2} = -3.4\ eV$$

$$E_3 = -\frac{13.6}{(3)^2} = -1.51\ eV$$

$$E_4 = -\frac{13.6}{(4)^2} = -0.85\ eV$$

$$E_5 = -\frac{13.6}{(5)^2} = -0.54\ eV$$

-4 $n_1 = 1$ (سوية أساسية) ، $n_2 = ?$

$$f = 2.91\times10^{15}\ Hz$$

حساب الرقم (n) للسوية التي تتواجد فيها الذرة بعد الامتصاص (علماً أن ثابت بلانك $h = 6.63\times10^{-34}\ J\cdot s$)

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 \ \Rightarrow\ \Delta E = -\frac{E_0}{n_2^2} + \frac{E_0}{n_1^2}$$

$$\left.\begin{aligned} \Delta E &= E_0\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \\ E_0 &= 13.6\ eV \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$\Delta E = 13.6\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)\ (eV) \qquad (*)$$

ولدينا:

$$\Delta E = hf$$

$$\Delta E = 6.63\times10^{-34}\times2.91\times10^{15} = 19.4933\times10^{-19} J$$

للتحويل: من جول الى (eV) نقسم على شحنة الالكترون

$$\Delta E = \frac{19.4933\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 12.13\ eV$$

الحالة الأساسية $n_1 = 1$

نعوض في (*) :

$$12.13 = 13.6\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \Rightarrow n_2 = 3$$

تفكير ناقد ص 209:

بسبب الانكسار المضاعف للضوء عبر قطرة الماء وهذا يشابه انكسار الضوء عبر الموشور فيتبدد ضوء الشمس الأبيض إلى ألوان الطيف المرئي السبعة من الأحمر إلى البنفسجي ، (وهو طيف مستمر)

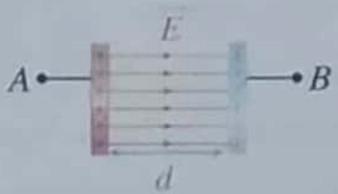
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الثاني 2

انتزاع الكترونات وتسريعها

ما يجب تذكره + قوانين للحفظ :

1- مكثفة مستوية البعد بين لبوسيها (d) و فرق الكمون بين لبوسيها U_{AB} :



يتولد بين لبوسيها حقل كهربائي $(\vec{E})$ شدته تعطى بالعلاقة:

$$\boxed{E = \frac{U_{AB}}{d} \Rightarrow U_{AB} = Ed}$$

2- شدة القوة الكهربائية المؤثرة على الإلكترون (e) الموجود في منطقة يسودها حقل كهربائي (E) تعطى بالعلاقة :

$$\boxed{F_{\text{كهربائية}} = e\,E}$$

ملاحظة:

$\overrightarrow{F} = \overline{q}\,\overrightarrow{E}$

$q > 0 \Rightarrow \overrightarrow{F}\ ,\overrightarrow{E}$ (لهما نفس الجهة)

$q < 0 \Rightarrow \overrightarrow{F}\ ,\overrightarrow{E}$ (لهما جهتان متعاكستان)

3- عمل القوة الكهربائية المؤثرة على الإلكترون يعطى بالعلاقة:

$$\boxed{W_{F_{\text{كهربائية}}} = eU_{AB}}$$

4- لحساب عدد الإلكترونات N :

$$\boxed{I = \frac{q}{t} = \frac{N\,e}{t}} \Rightarrow \boxed{N = \frac{I\,t}{e}}$$

5- تذكر للتحويل:

$m = 10^{-3}$ (ميلي)

$\mu = 10^{-6}$ (ميكرو)

$n = 10^{-9}$ (نانو)

$1\ A^{\circ} = 10^{-10}\ m$ (أنغستروم)

$1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$ (إلكترون فولط)

أي للتحويل من (eV) ← (J) نضرب بـ 1.6×10^{-19}

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 216:

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- الجواب: لايمكن تحديد موضع أو سرعة الكترون في لحظة ما وبدقة، وإنما يمكن تحديد احتمال وجود الإلكترون في لحظة ما في موضع معين.

2- الجواب: نعم تختلف بسبب:

- انتزاع الإلكترون من الذرة: نعلم أن الإلكترون يملك طاقة في مداره هي عبارة عن مجموع طاقته الكامنة وطاقته الحركية $(E_n = E_p + E_k)$

  ولانتزاع الالكترون يجب تقديم طاقة تدعى طاقة التأين وهي تساوي طاقة ارتباطه بالنواة.

- انتزاع الإلكترون من سطح المعدن: هي الطاقة اللازم تقديمها للإلكترون الحر لإخراجه خارج سطح المعدن.

3- الجواب: نعم يكفي لأن طاقة انتزاع الإلكترون من سطح المعدن هي الطاقة الدنيا اللازمة لانتزاعه دون أن يكتسب أي طاقة حركية.

مداخلة: لانتزاع الإلكترون الحر من سطح معدن ونقله مسافة صغيرة $(d\ell)$ خارج المعدن يجب تقديم طاقة أكبر من طاقة انتزاعه (E_s)

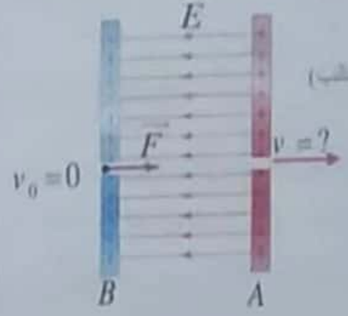
ثانياً: إختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1- c) يقفز من سوية أدنى (دنيا) إلى سوية أعلى (عليا).

2- d) تحقق C بالإضافة لعدم اصطدامه بأي جسيم أثناء خروجه من السطح.

ثالثاً: حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى ص 217 (تشبه دورة 1999)



$U_{AB}=10^3\ V$

$v_0=0$ (ساكن عند اللبوس السالب)

$d=1cm=10^{-2}\,m$

$v=?$

$a=?$

الحل:

يخضع الإلكترون لتأثير قوة كهربائية ثابتة تقوم بنقله نحو اللبوس الموجب فيكتسب تسارعاً ثابتاً وبالتالي تقوم هذه القوة بعمل.

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: ساكن عند اللبوس السالب (B)

الثاني: خروجه من اللبوس الموجب (A)

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

$$E_{k_2}-E_{k_1}=\overline{W_{\vec{F}}}$$

$$\frac{1}{2}m_e v^2-0=eU_{AB}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{2\,e\,U_{AB}}{m_e}}$$

$$v=\sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times10^{3}}{9.1\times10^{-31}}}=\sqrt{\frac{2\times16}{9}\times10^{14}}$$

$$v=\frac{4\sqrt{2}}{3}\times10^{7}\,m\,s^{-1}=1.88\times10^{7}\,m\,s^{-1}$$

لحساب التسارع:

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام:

$$v^2-v_0^2=2\,a\,d$$

$$\left(\frac{4\sqrt{2}}{3}\times10^{7}\right)^2-0=2a\times10^{-2}\Rightarrow\frac{16\times2}{9}\times10^{14}=2a\times10^{-2}$$

$$a=\frac{16}{9}\times10^{+16}\,m\,s^{-2}\Rightarrow a=1.77\times10^{16}\,m\,s^{-2}$$

طريقة ثانية: نفس طريقة النظري

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي بإهمال ثقله.

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{F}$ القوة الكهربائية لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة.

$F=e\,E$ شدتها ثابتة

لكن $E=\frac{U_{AB}}{d}\Leftarrow F=\frac{eU_{AB}}{d}$

وبحسب قانون نيوتن الثاني: $F=m_e\,a$

$$\Rightarrow m_e\,a=\frac{e\,U_{AB}}{d}\Rightarrow \boxed{a=\frac{e\,U_{AB}}{m_e\,d}=const}$$

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

$$v^2-v_0^2=2\,a\,d$$

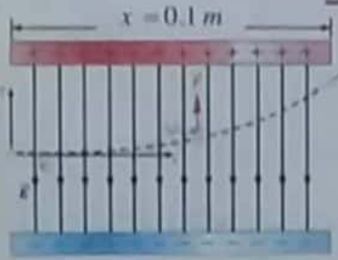
$$v^2-0=2\times\frac{e\,U_{AB}}{m_e\,d}\times d\Rightarrow v=\sqrt{\frac{2\,e\,U_{AB}}{m_e}}$$

$$v=\sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times10^{3}}{9\times10^{-31}}}=\frac{4\sqrt{2}}{3}\times10^{7}\,m\,s^{-1}$$

لحساب التسارع: نعوض بعلاقة التسارع السابقة:

$$a=\frac{e\,U_{AB}}{m_e\,d}=\frac{1.6\times10^{-19}}{9\times10^{-31}\times10^{-2}}=\frac{16}{9}\times10^{16}\,m\,s^{-2}$$

المسألة الثانية: ص 217



$v_0=3\times10^{6}\ m\cdot s^{-1}$

$E=200\ Volt\cdot m^{-1}$

$x=0.1\,m$ (طول اللبوس)

a) $a=?$

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي المنتظم

القوى الخارجية المؤثرة: (بإهمال ثقل الإلكترون)

$\vec{F}$: القوة الكهربائية $\vec{F}=e\,\vec{E}$

لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة وشدتها ثابتة.

$$\sum\vec{F}=m_e\,\vec{a}\Rightarrow \vec{F}=e\,\vec{E}=m_e\,\vec{a}$$

باعتبار:
- مبدأ الفواصل: نقطة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم $[x_0=0\ ,\ y_0=0]$
- مبدأ الزمن: لحظة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

بالإسقاط على محورين $\overline{x'x}$ أفقياً و $\overline{y'y}$ شاقولياً موجه نحو الأعلى:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$\overrightarrow{ox}$
$$\begin{cases} v_0x = v_0 = v_x \\ F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = const \end{cases}$$

إذاً حركة المسقط $\overline{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة .

تابعها الزمني: ①
$$x = v_0 t + x_0 \quad \text{لكن: } x_0 = 0 \Rightarrow x = v_0 t$$

$\overrightarrow{oy}$
$$\begin{cases} v_{0y} = 0 \ , \ y_0 = 0 \\ F_y = F = eE \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_e a_y = eE \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e} = const$$

إذاً حركة المسقط على $\overline{y'y}$ هي حركة مستقيمة متسارعة بانتظام .

$$\left\{ \boxed{a = a_y} \ , \ v_{0y} = 0 \ , \ y_0 = 0 \right\}$$

$$a = \frac{eE}{m_e} \Rightarrow a = \frac{1.6\times10^{-19}\times200}{9\times10^{-31}}$$

$$a = \frac{32}{9}\times10^{13}\ m\cdot s^{-2} \Rightarrow a = 3.55\times10^{13}\ m\,s^{-2}$$

b) $t = ?$

لدينا بالطلب السابق أن الحركة على $\overline{x'x}$ مستقيمة منتظمة.

$$x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$$ يمثل طول اللبوس

$$t = \frac{10^{-1}}{3\times10^6} = \frac{1}{3}\times10^{-7}\ s \Rightarrow t = 0.33\times10^{-7}\ S$$

تفكير ناقد: ص 217

لاينطبق ذلك على الإلكترون في الذرة وذلك وفقاً لفرضيات بور

- حركة الإلكترون حول النواة دائرية منتظمة.
- لايصدر 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 $\Delta E = hf$

مداخلة إضافية:

- حركة الإلكترون حول النواة دائرية منتظمة أي لايوجد تغير في طاقته الحركية.
- ومداره ثابت أي لايوجد تغير في طاقته الكامنة الكهربائية.
- وبذلك تكون طاقته الكلية ثابتة عندما يدور في مداره.

3 الدرس الثالث

الأشعة المهبطية

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 222:

أولاً: علل ما يأتي:

1- لأن الأشعة المهبطية تتكون من إلكترونات وهي تملك شحنة كهربائية.

2- لأن الأشعة المهبطية تمتلك طاقة حركية

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 222

تعديل نص المسألة:

احسب السرعة التي يغادر بها الإلكترون المهبط المعدني إذا كانت طاقته الحركية لحظة خروجه من المهبط تساوي $E_{k_0} = 18\times10^{-19}\ J$

الحل:

$$E_{k_0} = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times18\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} = 2\times10^6\ m\,s^{-1}$$

المسألة الثانية: ص 222

$I = 4.8\times10^{-12}\ A$

مطلوب حساب ? $N =$ خلال $t = 1s$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \Rightarrow N = \frac{It}{e}$$

عدد الأيونات ⟵ عدد الإلكترونات

$$N = \frac{4.8\times10^{-12}\times1}{1.6\times10^{-19}} = 3\times10^7$$ أيون

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة: ص 223

$E_s = 10\,ev = 10 \times 1.6 \times 10^{-19}\,J$ طاقة تأيين

مطلوب حساب ? $L =$ (طول المسار الحر) ، $E = 3\times10^6 V\,m^{-1}$ شدة الحقل الكهربائي

الحل:

$$\left.\begin{array}{l} U_{AC} = E\,L \Rightarrow L = \dfrac{U_{AC}}{E} \\ E_s = eU_{AC} \Rightarrow U_{AC} = \dfrac{E_s}{e} \end{array}\right] \Rightarrow$$

طاقة التأيين
طاقة الانتزاع

$$L = \frac{E_s}{e\,E} \Rightarrow L = \frac{10\times1.6\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}\times3\times10^6} = \frac{1}{3}\times10^{-5}\,m$$

تفكير ناقد : ص 223

في كافة الأفكار المطروحة : التوتر العالي ينتج عنه حقل كهربائي شديد يؤدي إلى تأيين جزيئات الهواء المحيطة به ويصبح الهواء وسط ناقل . فعند الاقتراب أو الملامسة يحدث صعقة كهربائية، أي تفريغ الشحنة الكهربائية عبر الجسم المجاور.

تدرب أكثر : مسألة دورة 2011

(تشبه دورة 2010 + 2007 + ...)

تبلغ شدة التيار في أنبوب للأشعة المهبطية $16\,m\,A$

المطلوب حساب:

1- عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط في كل ثانية.

2- الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله المصعد باعتبار أنه قد ترك المهبط دون سرعة ابتدائية، وأن التوتر الكهربائي بين المصعد والمهبط $180V$ ، ثم احسب سرعته عندئذ.

3- الطاقة الحرارية الناتجة عن التحول الكامل للطاقة الحركية للإلكترونات التي تصدم المصعد خلال دقيقة.

$e = 1.6\times10^{-19}C \;, m_e = 9\times10^{-31}\;Kg$

الحل:

$I = 16m\,A = 16\times10^{-3}A$

1- $N = ?$ عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط:

$$N = \frac{q}{e} = \frac{I\,t}{e}$$

$$N = \frac{16\times10^{-3}\times1}{1.6\times10^{-19}} = \frac{16\times10^{-3}}{16\times10^{-20}} = 10^{+17}\text{ (الكترون)}$$

$$\Rightarrow \quad N = 10^{+17}\text{ (الكترون)}$$

عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط في كل ثانية

2- $E_k = ?$ ، $v = ?$ (لحظة وصوله للمصعد)

$U_{AB} = 180\,V$ ، $v_0 = 0$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: عند المهبط.

الثاني: عند المصعد.

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W_{\bar F}}$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W}_{\bar F(a\to b)}$$

$$E_{k_2} - 0 = eU_{ab} \qquad (v_0 = 0 \text{ لأن } E_{k_1} = 0)$$

$$E_{k_2} = eU_{ab} = 1.6\times10^{-19}\times180$$

$$E_{k_2} = 288\times10^{-19}J$$

$$E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times288\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} = \sqrt{64\times10^{12}} = 8\times10^6\;m\cdot s^{-1}$$

3- $Q = ?$ (طاقة حرارية ناتجة عن التحول الكامل للطاقة الحركية للإلكترونات خلال $t = 1\min = 60\,s$)

الحل:

$\boxed{Q = U\,I\,t}$ حفظ

$$Q = 180\times16\times10^{-3}\times60 \Rightarrow Q = 172.8\,J$$

طريقة ثانية:

(الطاقة الحرارية الكلية) = (الطاقة الحركية للإلكترون) × (عدد الالكترونات)

نحسب عدد الإلكترونات التي تصدم المصعد خلال 60 ثانية

$$N' = 60\times N = 60\times10^{17} = 6\times10^{18}\text{ (الكترون)}$$

$$Q = E\text{ (طاقة حرارية كلية)} = N'\times E_{k_e}$$

$$Q = 6\times10^{18}\times288\times10^{-19}$$

$$Q = 172.8\;\;J$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الرابع 4

الفعل الكهرحراري

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 228:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- b) الإلكترونات الحرة من سطح المعدن بتسخينه لدرجة حرارة مناسبة.

2- d) بالتوتر السالب المطبق على الشبكة

3- a) ضبط الحزمة الإلكترونية.

4- a) لحماية الشاشة من الحقول الخارجية

ثانياً: اشرح الدور المزدوج لشبكة وهنلت في جهاز راسم الاهتزاز الإلكتروني: (هام جداً عدة دورات)

الحل: لشبكة وهنلت دور مزدوج لضبط الحزمة الإلكترونية:

1- تجميع الإلكترونات الحرة الصادرة عن المهبط في نقطة تقع على محور الأنبوب

2- التحكم بعدد الإلكترونات النافذة من ثقبها من خلال تغيير التوتر السالب المطبق مما يغيّر من شدة إضاءة الشاشة.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة : ص 229 (تشبه دورات : 2010 + 2007+ ..)

إضافة على النص : تبلغ شدة التيار في أنبوب للأشعة المهبطية

$I = 10\,\mu A = 10\times10^{-6}\,A$

$E_k = 9.6\times10^{-16}\,J$

تعديل على النص وبالرقم الأسي: الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات من الحزمة

المطلوب:

1- حساب $v = ?$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times9.6\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}} = \sqrt{\frac{2\times96}{9}}\times10^{7} = 4.6\times10^{7}\ m\,s^{-1}$$

3- حساب $N = ?$ عدد الإلكترونات ، $t = 1s$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \Rightarrow N = \frac{It}{e}$$

$$N = \frac{10\times10^{-6}\times1}{1.6\times10^{-19}} = \frac{1}{16}\times10^{15}$$ إلكترون

عدد الإلكترونات التي تصل الصفيحة المعدنية في الثانية الواحدة

2 - حساب $Q = ?$ كمية الحرارة المنتشرة خلال $t = 30s$

الحل:

$$\left(\text{الطاقة الحرارية الكلية}\right) = \left(\text{الطاقة الحركية للإلكترون الواحد}\right) \times \left(\text{عدد الالكترونات}\right)$$

نحسب عدد الكترونات التي تصدم الصفيحة المعدنية خلال $30s$

$$N' = 30\times N = 30\times\frac{1}{16}\times10^{15} = 1875\times10^{12}$$ إلكترون

$$Q = N'\times E_k$$

$$Q = 1875\times10^{12}\times9.6\times10^{-16} = 1.8\ J$$

ملاحظة: نستطيع حساب $N' = ?$ من العلاقة :

$$N' = \frac{It}{e} = \frac{10\times10^{-6}\times30}{1.6\times10^{-19}} = 1875\times10^{12}$$ إلكترون

تفكير ناقد ص 229:

يتم رسم الصورة في راسم الاهتزاز التلفزيوني عن طريق مسح الحزمة الإلكترونية لشاشة التلفاز.

وعند تقريب المغناطيس تخضع الحزمة الإلكترونية لحقل مغناطيسي وبالتالي تخضع الحزمة الإلكترونية لقوة لورنز المغناطيسية مما يؤدي إلى انحراف الحزمة الإلكترونية عن مسارها وبالتالي يؤدي إلى تشوه في الصورة وقد يحدث عطل في الشاشة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الخامس 5

نظرية الكم والفعل الكهرضوئي

فوائد لحل مسائل درس الفعل الكهرضوئي:

1- إذا كانت c سرعة الضوء في الخلاء فإن:

$$\boxed{c = f_s\,\lambda_s} \quad ، \quad \boxed{c = f\,\lambda}$$

حيث: λ_s : طول موجة عتبة الإصدار (اللازمة للإنتزاع) (أكبر طول موجة لازم للانتزاع)

f_s : تواتر عتبة الإصدار (تواتر العتبة اللازمة للانتزاع)

2- طاقة الفوتون:

$$\boxed{E = hf = h\frac{c}{\lambda}}$$

3- طاقة الانتزاع $(W_s = E_s)$:

$$\boxed{W_s = E_s = hf_s = h\frac{c}{\lambda_s}}$$

ملاحظة:

الطاقة الدنيا اللازمة لانتزاع الإلكترون هي (E_s) أو (W_s)

4- كمية حركة الفوتون:

$$\boxed{P = \frac{h}{\lambda}}$$

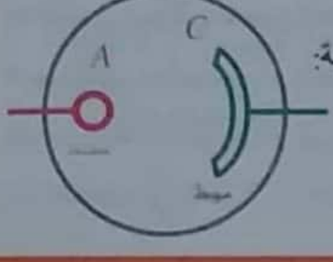
5- الطاقة الحركية العظمى للإلكترون لحظة انتزاعه من المهبط:

$$\boxed{E_k = E - E_s = hf - hf_s}$$

ملاحظة:

السرعة العظمى للإلكترون لحظة انتزاعه من المهبط (في الحجيرة الكهرضوئية) **يتم حسابها** من الطاقة الحركية العظمى (E_k) .

6- في الحجيرة الكهرضوئية:



نميز الحالات الآتية:

A) إذا كان: $E < E_s$

$$hf < hf_s \Rightarrow f < f_s \Rightarrow \lambda > \lambda_s$$

لا يتولد الفعل الكهرضوئي (لا يمر تيار).

B) إذا كان: $E = E_s$

$$hf = hf_s \Rightarrow f = f_s \Rightarrow \lambda = \lambda_s$$

يؤدي ذلك إلى انتزاع الإلكترون وخروجه من المعدن ولكن بطاقة حركية معدومة أي $(E_k = 0)$

ملاحظة: إذا طبقنا فرق كمون $(U_{AC} > 0)$ تعمل القوة الكهربائية على تسريع الالكترونات المتجهة إلى المصعد ويمر تيار.

C) إذا كانت: $E > E_s$

$$hf > hf_s \Rightarrow f > f_s \Rightarrow \lambda < \lambda_s$$

يتولد الفعل الكهرضوئي (يمر تيار).

7- A) شرط حدوث الفعل الكهرضوئي:

$$E > E_s \Rightarrow f > f_s \Rightarrow \lambda < \lambda_s$$

B) شرط الانتزاع :
(شرط حتى تعمل الحجيرة الكهرضوئية).

$$E \geq E_s \Rightarrow f \geq f_s \Rightarrow \lambda \leq \lambda_s$$

8- لحساب توتر الإيقاف $(U_0 = ?)$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

الأول: خروجه من المهبط.

الثاني: وصوله إلى المصعد بسرعة معدومة.

$$\overline{\Delta E_k = W_{\overline{F}(C\to A)}}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = W_{\overline{F}} \Rightarrow \underset{\text{توقف}}{0} - E_{k_C} = -e\,U_0 \Rightarrow U_0 = \frac{E_{k_C}}{e}$$

9- **ميّز بين:**

- لكل معدن ثوابت $(E_s \cdot f_s \cdot \lambda_s)$. أي هي ثابتة لنفس الحجيرة الكهرضوئية.
- أما $(f \cdot \lambda)$ فهي تخص الضوء الساقط.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 237:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- b) الفوتونات.

2- b) شدة الضوء الوارد.

3- a) تواتر الضوء الوارد.

الشرح: $E_k = E - E_s \Rightarrow E_k = hf - hf_s$

كلما (f) تواتر الضوء الوارد أكبر $\Leftarrow$ (E_k) أكبر

4- d) $f > f_s$

5- c) أكبر من طاقة الانتزاع

ملاحظة: إذا كانت طاقة الفوتون مساوية لعمل الانتزاع فإن ذلك يؤدي إلى انتزاع الإلكترون وخروجه من المعدن ولكن بطاقة حركية معدومة.

ثانياً: يسقط فوتون طاقته (E) على معدن، ويصادف إلكتروناً طاقة انتزاعه (E_s) ويقدم له كامل طاقته.

1- اشرح مايحدث للإلكترون إذا كانت:

a) طاقة الفوتون أقل من طاقة الانتزاع $E < E_s$

(طاقة الفوتون) (طاقة الانتزاع)

يكتسب الإلكترون طاقة حركية ويبقى مرتبطاً بالمعدن.

b) طاقة الفوتون أكبر من طاقة الانتزاع $E > E_s$

(طاقة الفوتون) (طاقة الانتزاع)

يجري انتزاع الإلكترون من المعدن باستهلاك جزء من طاقة الفوتون يساوي (E_s) ويبقى الجزء الأخر من الطاقة مع الإلكترون على شكل طاقة حركية.

أي يخرج الالكترون من المعدن بطاقة حركية تساوي $E_k = hf - E_s$

2- ما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء الوارد لتعمل الحجيرة الكهرضوئية:

$$[E \geq E_s \Rightarrow f \geq f_s] \Rightarrow \lambda \leq \lambda_s$$

(طاقة الفوتون) (طاقة الانتزاع) طول موجة الضوء، طول موجة العتبة

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 238

$f = 7.3 \times 10^{14}\ Hz$

$E_s = 3.2 \times 10^{-19}\ J$

1- بين بالحساب هل يتم انتزاع الإلكترون من سطح المعدن أم لا؟

الفكرة: نحسب طاقة الفوتون للضوء الوارد ونقارنها مع طاقة الانتزاع

الحل:

$$\underset{\text{طاقة الفوتون}}{E} = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 7.3 \times 10^{14} = 4.818 \times 10^{-19}\ J$$

نلاحظ أن طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة الانتزاع إذاً يتم انتزاع الإلكترونات من سطح المعدن.

2- حساب $E_k = ?$

$$E_k = E - E_s$$

$$E_k = 4.818 \times 10^{-19} - 3.2 \times 10^{-19} = 1.618 \times 10^{-19}\ J$$

المسألة الثانية: ص 238 (تشبه دورة 2000)

$\lambda = 0.5\ \mu m = 0.5 \times 10^{-6}\ m$

$E_s = 33 \times 10^{-20}\ J$

1- احسب $f_s = ?$ (تواتر العتبة)

$$E_s = hf_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{33 \times 10^{-20}}{6.6 \times 10^{-34}} = 5 \times 10^{14}\ Hz$$

2- حساب $\lambda_s = ?$ (طول موجة عتبة الأمسيار)

$$C = f_s \lambda_s \Rightarrow$$

$$\lambda_s = \frac{c}{f_s} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}} = 0.6 \times 10^{-6}\ m$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة ثانية: لحساب $\lambda_s = ?$ إذا كان (f_s غير معلوم)

طول موجة عتبة الإصدار

الحل:

$$\left.\begin{array}{l} E_s = hf_s \\ c = f_s\,\lambda_s \end{array}\right] \Rightarrow E_s = h\times\frac{c}{\lambda_s}$$

$$\lambda_s = \frac{h\times c}{E_s} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{33\times10^{-20}}$$

$$\lambda_s = 0.6\times10^{-6}\ m$$

3- حساب $E_k = ?$ (عظمى) ، $v = ?$ (عظمى)

$$E_k = E - E_s$$

نحسب طاقة الفوتون:

طاقة الفوتون

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{\frac{1}{2}\times10^{-6}} = 39.6\times10^{-20}\ J$$

نعوض:

$$E_k = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20}$$

$$E_k = 6.6\times10^{-20}\ J = 66\times10^{-21}\ J$$

لحساب $v = ?$ (عظمى)

$$E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times66\times10^{-21}}{9\times10^{-31}}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\times2\times33}{9}}\times10^{5}$$

$$v = \frac{2}{3}\sqrt{33}\times10^{5}\ m\cdot s^{-1}$$

$$v \simeq 3.82\times10^{5}\ m\cdot s^{-1}$$

المسألة الثالثة: ص 238

[أكبر طول موجة لازم للانتزاع $\Leftarrow \lambda_s$]

$$\lambda_s = 66\times10^{-8}\ m = 6.6\times10^{-7}\ m$$

الحل:

1- $E_s = ?$ (الطاقة اللازمة لانتزاع الكترون)

$$\left.\begin{array}{l} E_s = hf_s \\ c = f_s\,\lambda_s \end{array}\right] \Rightarrow E_s = h\frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_s = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{6.6\times10^{-7}} = 3\times10^{-19}\ J$$

2- $P = ?$ (كمية حركة الفوتون)

$$\lambda = 4400\ A^\circ = 4400\times10^{-10}m = 4.4\times10^{-7}m$$

$$\left.\begin{array}{l} P = mc \\ E = mc^2 \Rightarrow m = \dfrac{E}{c^2} \end{array}\right] \Rightarrow P = \frac{E}{c^2}\times c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} \Rightarrow \boxed{P = \frac{h}{\lambda}}$$

لو طلب استنتاج علاقة كمية حركة الفوتون

$$P = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow P = \frac{6.6\times10^{-34}}{4.4\times10^{-7}} = \frac{3}{2}\times10^{-27}$$

$$P = 1.5\times10^{-27}\ kg\cdot m\cdot s^{-1}$$

3- $E_k = ?$ (طاقة حركية عظمى)

$$E_k = E - E_s$$

نحسب $E = ?$ (طاقة الفوتون الوارد) و نعوض:

$$\left.\begin{array}{l} E = hf \\ c = f\,\lambda \end{array}\right] \Rightarrow E = h\frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{4.4\times10^{-7}}$$

$$E = 4.5\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = 4.5\times10^{-19} - 3\times10^{-19}$$

$$E_k = 1.5\times10^{-19}\ J$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

4- حساب قيمة كمون الإيقاف ? $U_0 = ?$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: لحظة خروجه من المهبط (بسرعة عظمى)

الثاني: لحظة وصوله إلى المصعد بسرعة معدومة (توقف)

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\vec{F}(c \to A)}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W}_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{k_C} = -eU_0$$

$$U_0 = \frac{E_{k_C}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} \Rightarrow U_0 \simeq 0.94\ Volt$$

طلب إضافي (دورة 2003) (تدرب أكثر)

يستبدل الضوء السابق بضوء وحيد اللون تواتره مساوياً تواتر عتبة الإصدار لمعدن السيزيوم. احسب سرعة الإلكترون لحظة وصوله إلى مصعد الحجيرة إذا كان فرق الكمون المطبق بين المسريين $45\ V$.

$f = f_s$

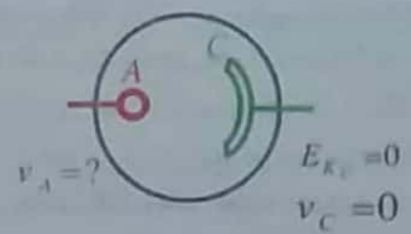
$v_A = ?$ (سرعة الإلكترون لحظة وصوله المصعد)

$U_{AC} = 45\ V$

فكرة الحل : بما أن

$$f = f_s \Rightarrow E_{k_C} = 0$$

أي يخرج الكترون دون سرعة إبتدائية:



الحل:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: عند المهبط $(v_C = 0)$

الثاني: عند المصعد $(v_A = ?)$

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\vec{F}(c \to A)}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W}_{\vec{F}}$$

بما أن:

$$f = f_s \Rightarrow E = E_s \Rightarrow E_{k_C} = 0$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = eU_{AC}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AC}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times45}{9\times10^{-31}}}$$

$$v = 4\times10^6\ m\cdot s^{-1}$$

المسألة الرابعة ص 239

مطلوب حساب :

$f_s = ?$ (تواتر العتبة) ، $E_k = ?$ ، $v = ?$

$\lambda = 5\times10^{-7}\ m$ (ضوء) ، $E_s = 3\times10^{-19}\ J$ (طاقة الانتزاع)

$$E_s = hf_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{3\times10^{-19}}{6.6\times10^{-34}} \simeq 4.5\times10^{16}\ Hz$$

$$\left.\begin{array}{l} E = hf \\ c = f\lambda \end{array}\right] \Rightarrow E = h\frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.6\times10^{-34} \times \frac{3\times10^8}{5\times10^{-7}} = 3.96\times10^{-19}\ J$$

طاقة الفوتون

$$E_k = E - E_s = 3.96\times10^{-19} - 3\times10^{-19} = 0.96\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times0.96\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} = 0.46\times10^6\ m\,s^{-1}$$

تفكير ناقد ص 239

يمكن اعتبار أن الإلكترون ضمن السطح المعدني كأنه في بئر كمون ارتفاعه (W) ولإخراج هذا الإلكترون من البئر يجب تقديم طاقة أكبر من (W_s)

(أي : $E > W_s$ فوتون)

لكي يغادر الإلكترون من سطح المعدن وتحدث ظاهرة الفعل الكهرضوئي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس السادس 6

الأشعة السينية X-Ray

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 244:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

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؟

الحل:

لأنها أمواج كهرطيسية أطوال موجاتها قصيرة جداً وبذلك تكون طاقتها عالية جداً لذلك هي ذات قدرة عالية على النفاذ.

ثالثاً: اكتب ثلاثاً من خواص الأشعة السينية:

الحل: من الكتاب صفحة 242

رابعاً: حل المسألة الآتية:

المسألة: ص 245

$U_{AC} = 8\times10^{4}\ V$

$v_C = 0$ (خروج من المهبط بسرعة معدومة عملياً)

1- استنتاج بالرموز $E_k = ?$ (الطاقة الحركية للالكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط)

تطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: المهبط.

الثاني: وصوله إلى الهدف (موصول بالمصعد مقابل المهبط)

$$\Delta E_k = \sum \overline{W}_{\overline{F}}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W}_{\overline{F}}$$

$$E_{k_A} - 0 = eU_{AC}$$

$E_{k_C} = 0$ لأن $v_C = 0$ خروج الإلكترون من المهبط بسرعة معدومة عملياً.

$$E_{k_A} = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{4} \Rightarrow E_{k_A} = 128\times10^{-16} J$$

2- $v = ?$ (اصطدامه بالهدف):

$$E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 \qquad \Rightarrow \qquad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times128\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}} = \sqrt{\frac{256\times10\times10^{-17}}{9\times10^{-31}}} \Rightarrow$$

$$v = \frac{16}{3}\sqrt{10}\times10^{+7}\ m\cdot s^{-1} \Rightarrow$$

$$v = 16.8\times10^{+7}\ m\cdot s^{-1} = 17\times10^{+7} m\cdot s^{-1}$$

3- احسب $\lambda_{min} = ?$:

$$\underbrace{E}_{\text{طاقة الفوتون الصادر}} = \underbrace{E_k}_{\text{طاقة حركية للالكترون الساقط}}$$

$$hf_{max} = E_k$$

$$h\frac{c}{\lambda_{min}} = E_k \qquad \Rightarrow \qquad \lambda_{min} = \frac{hc}{E_k}$$

$$\lambda_{min} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{128\times10^{-16}} = 0.155\times10^{-10}\ m$$

تفكير ناقد : ص 245

- **الطيف المستمر:** يحوي كل التواترات الكهرطيسية ويتعلق هذا الطيف بفرق الكمون المطبق بين المصعد والمهبط وينتج هذا الطيف من فقد طاقة الإلكترون نتيجة اصطدامه بذرات الهدف ويكون هذا الفقد بشكل متدرج فيظهر نقصان طاقة الإلكترون على شكل إشعاع ضوئي يحوي كل التواترات وتدعى هذه الأشعة بالأشعة اللينة.
- **الطيف الخطي:** هذا الطيف يتعلق بنوع مادة الهدف وهو إشعاع ضوئي شديد ينتج عن اصطدام الإلكترون الخارجي بإحدى إلكترونات الطبقة الداخلية القريبة من نواة الذرة . فيؤدي لإثارة الذرة وينتقل هذا الإلكترون إلى مدار أعلى أو خارج الذرة ويحل محله إلكترون من سوية طاقية عالية فيصدر إشعاع قيمته تساوي فرق الطاقة بين المدارين.

الدرس السابع 7

أشعة الليزر

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 251:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

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 $[N]$

4- d) عدد الذرات في السوية المثارة $[N^*]$

ثانياً: فسر مايأتي:

1- لايمكن الحصول على وسط مضخم من دون استخدام مؤثر خارجي؟

التفسير: لأن الإصدار المحثوث يُعيد الذرات إلى السوية الأساسية وهذا يسبب عدم بقاء ($N^* > N$) لذا لا بد من مؤثر خارجي يقدم الطاقة إلى الوسط المضخم مما يؤدي إلى إثارة الذرات ويُعوض عن انتقال الذرات إلى حالة الطاقة الأساسية.

2- لا تتحلل حزمة الليزر عند إمرارها عبر موشور زجاجي؟

التفسير: لأن حزمة الليزر وحيدة اللون.

ثالثاً: اكتب خواص حزمة الليزر:

الحل: من الكتاب ص 248

تفكير ناقد : ص 248

الجواب من الكتاب ص 250 بعض أنواع الليزر

معلومات اضافية عن أجهزة الليزر:

الليزرات الصلبة: مثال ليزر الياقوت وليزرات نصف ناقلة.

الليزرات الغازية: مثال ليزر غاز ثنائي أوكسيد الكربون وليزر هيليوم نيون.

الليزرات السائلة: مثال محلول عضوي صباغي يستخدم مادة عضوية صباغية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفيزياء الفلكية

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 265:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- c) أقل من 70%

الشرح: لأن النجم هو كتلة غازية من غاز الهيدروجين والهيليوم يحدث تفاعل اندماج نووي يتم فيه استهلاك الهيدروجين في النجم.

2- c) 3 سنة أرضية.

الشرح: لأن السرعة الخطية للكوكب ثلث السرعة الخطية المدارية للأرض.

3- b) ينزاح نحو الأزرق

الشرح: عند الإقتراب فإن تواتر الضوء يزداد

4- b) معدل تغير سرعة تمدد الكون مع المسافة.

5- c) 0.1

الشرح: حسب الخط البياني الموضح بالصفحة (258) من الكتاب.

6- b) ذات كثافة هائلة.

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

1- **الجواب:** كوكب المشتري هو خامس كوكب في المجموعة الشمسية وأكبر كواكب المجموعة الشمسية حجماً وهو كوكب غازي يتألف بشكل أساسي من 90% هيدروجين 10% هيليوم ، أما أقماره فهي صخرية.

2- **الجواب:** عندما يقترب المنبع من المراقب فإن التواتر يزداد وطول الموجة ينقص.

مقدار نقصان طول الموجة $\Delta\lambda = \dfrac{v'}{f}$

$$\lambda' = \lambda - \Delta\lambda$$

طول الموجة الذي يصل للمراقب | طول موجة المنبع | مقدار نقصان طول الموجة

$$\lambda' = \frac{v}{f} - \frac{v'}{f} \Rightarrow \lambda' = \frac{v - v'}{f}$$

$$\lambda' = \frac{v - v'}{\frac{v}{f}} \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{v - v'}{v}\right)\lambda$$

$$\lambda' = \left(1 - \frac{v'}{v}\right)\lambda$$

وبالتالي فإن طول الموجة الواصل إلى المراقب ينقص والتواتر يزداد فينزاح اللون باتجاه الأزرق.

3- **الجواب:**

- استنتاج السرعة الكونية الأولى:

القوة الجاذبة المركزية $F_C = F_g$ قوة جذب الأرض

$$m\,a_c = G\frac{m\,M}{r^2}$$

$$\frac{v_1^2}{r} = G\frac{M}{r^2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{G\,M}{r}}$$

- استنتاج السرعة الكونية الثانية وهي سرعة الانفلات من جاذبية الكوكب:

$$E_k = W_{\vec{W}}$$

الطاقة الحركية الواجب اكسابها للجسم حتى يخرج خارج نطاق الجاذبية | عمل قوة الجاذبية الأرضية

$$\frac{1}{2}m v_2^2 = F_g\, r$$

$$\frac{1}{2}m v_2^2 = G\frac{m\,M}{r^2}\, r$$

$$v_2^2 = \frac{2G\,M}{r} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2G\,M}{r}}$$

$$v_2 = \sqrt{2}\,\sqrt{\frac{G\,M}{r}} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2}\, v_1$$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 266

$R = 6400\,Km = 64\times10^5\ m$ ، $g = 10\,m\,s^{-2}$

(نصف قطر الأرض)

- مطلوب حساب $r = ?$ (نصف قطر الأرض عندما تصبح ثقب أسود)

$$\frac{1}{2}mv^2 = F\ r$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}\ r \Rightarrow v^2 = 2G\frac{M}{r}$$

عندما تصبح الأرض ثقب أسود يصبح $v = c$

$$c^2 = \frac{2GM}{r} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{2GM}{c^2} \quad (*)$$

(نصف قطر شفارتز شيلد)

لكن: حقل الجاذبية الأرضية يعطى بالعلاقة:

$$g = G\frac{M}{R^2} \quad \Rightarrow \quad gR^2 = GM$$

نعوض بـ (*)

$$r = \frac{2gR^2}{c^2} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{2\times10\times(64\times10^5)^2}{9\times10^{16}}$$

$$r = \frac{2\times10\times(64)^2\times10^{10}}{9\times10^{16}} = 9\times10^{-3}\,m$$

- لن تبلغ الأرض القمر لأن كتلة الأرض لن تتغير وكتلة القمر لن تتغير والبعد بينهما لم يتغير وبالتالي قوة التجاذب الكتلي بين الأرض والقمر لاتتغير.

المسألة الثانية ص 266:

مطلوب حساب $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = ?$ (نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي)

وحساب $\lambda' = ?$ (طول الموجة بعد الانزياح)

سنة ضوئية $d = 932\times10^6$ (بعد المجرة)

(طول الموجة الأصلي) $\lambda = 500\,nm = 500\times10^{-9} = 5\times10^{-7}\,m$

$H_0 = 68\,km\,s^{-1}/MPc$ ، $Pc = 3.26\ \ell ight\ year$

ثابت هابل

ميقا $= 10^6$ — الفرسخ الفلكي

الحل:

- $Light.year = 3\times10^8\times3600\times24\times365.25$

السنة الضوئية

$$= 9.46728\times10^{15}\,m$$

- الفرسخ الفلكي (PC) يعادل 3.26 سنة ضوئية.

$$PC = 3.26\times9.46728\times10^{15} \simeq 3\times10^{16}\,m$$

الفرسخ الفلكي

- نحسب ثابت هابل (H_o) بالواحدة الدولية (S^{-1})

$$H_o = \frac{68\times10^3}{10^6\times3\times10^{16}} = \frac{68}{3}\times10^{-19}\,S^{-1}$$

- حساب المسافة (d) مقدرة بـ (m)

$$d = 932\times10^6\times9.46728\times10^{15}$$

$$d = 88.23\times10^{+23}\,m$$

- حساب سرعة ابتعاد المجرة بالاعتماد على ثابت هابل:

$$H_0 = \frac{v'}{d} \Rightarrow \frac{68}{3}\times10^{-19} = \frac{v'}{88.23\times10^{23}}$$

$$\Rightarrow v' = \frac{68}{3}\times88.23\times10^4\,m\,s^{-1} = 2\times10^7\,m\,s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- حساب طول الموجة بعد الانزياح $\lambda' = ?$

$$\lambda' = \left[1 + \frac{v}{c}\right]\lambda \Rightarrow$$

$$\lambda' = \left[1 + \frac{2\times10^{7}}{3\times10^{8}}\right]\times 5\times10^{-7}$$

$$\lambda' = \left[1 + \frac{2}{3}\times10^{-1}\right]\times 5\times10^{-7}$$

$$\lambda' = 1.06\times5\times10^{-7} = 5.33\times10^{-7}\ m$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$$

$$\Delta\lambda = 5.33\times10^{-7} - 5\times10^{-7} = 0.33\times10^{-7}\ m$$

- حساب نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = ?$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{0.33\times10^{-7}}{5\times10^{-7}} = \frac{33\times10^{-2}}{5} = 66\times10^{-3} = \frac{1}{15}$$

المسألة الثالثة ص 266

$$r = 1,52\,AU$$

- مقدار النقصان في كتلة الشمس خلال دقيقة:

$$\Delta m = 4.22\times10^{11}\ Kg\ s^{-1}$$

$$\Delta m = 4.22\times10^{11}\times60 = 4.22\times6\times10^{12}\ Kg.\min^{-1}$$

مطلوب حساب $\Delta E' = ?$ (الطاقة التي يتلقاها ($1\ km^2$) من سطح المريخ خلال $\Delta t = 1\min$)

- مقدار الطاقة التي تشعها الشمس خلال دقيقة:

$$\Delta E = \Delta m\, c^2$$

$$\Delta E = 4.22\times6\times10^{12}\times9\times10^{16}$$

$$\Delta E = 4.22\times9\times6\times10^{28}\ J.\min^{-1}$$

- عد المريخ عن الشمس مقدرة ب Km

$$r = 1.52\times150\times10^{6} = 1.52\times15\times10^{7}\ Km$$

- الطاقة التي يتلقاها $\left[1Km^2\right]$

$$\Delta E' = \frac{\Delta E}{S} = \frac{\Delta E}{4\pi r^2} \Rightarrow$$

مساحة سطح الكرة

$$\Delta E' = \frac{4.22\times9\times6\times10^{28}}{4\pi(1.52\times15\times10^{7})^2}$$

$$\Delta E' = 0.055\times10^{14}\ J / Km^2$$

تفكير ناقد ص 267:

الأرض تدور حول محورها وحول الشمس وحول مركز المجرة (مجرة درب التبانة) وجميع النجوم تدور حول مركز المجرة في نفس الاتجاه وبنفس السرعة. لذلك النجوم لن تغير موقعها بالنسبة لنا ودورة واحدة حول مركز المجرة يستغرق (250 مليون) سنة. لذلك تتحرك الأرض حول مركز المجرة نسبياً وتقريباً بخط مستقيم وميلان محور الأرض يبقى ثابت ونجم القطب يبعد عنا (323 سنة ضوئية) فلو رسمنا مثلث بين موقع النجم والأرض فإن التغير في زاوية الرؤية صغير جداً جداً.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 1 ص 270

$k = 10N\,m^{-1}$ ، $m = 0.1kg$

$$t = 0 \left[\begin{array}{l} x = 0 \\ v = -3m\,s^{-1} \end{array} \right.$$

(يتحرك بالاتجاه السالب)

1- حساب $\omega_0 = ?$

$$k = m\,\omega_0^2 \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{10}{0.1} = 100$$

$$\omega_0 = 10\ rad\ s^{-1}$$

2- استنتاج التابع الزمني لمطال الحركة:

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

الثوابت : $(\varphi\ ,\omega_0\ ,X_{max}\ )$

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \ ، x = 0 \\ v = -3m\,s^{-1} \end{array}\right] \Rightarrow v_{max} = 3m\,s^{-1}$$

$$v_{max} = \omega_0\,X_{max} \Rightarrow X_{max} = \frac{v_{max}}{\omega_0} = \frac{3}{10} = 0.3\ m$$

لإيجاد $\varphi = ?$ من شروط البدء:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = 0 \end{array}\right] \Rightarrow 0 = X_{max}\cos(\omega_0 \times 0 + \varphi)$$

$$\cos\varphi = 0 \Rightarrow \left[\varphi = \frac{\pi}{2} \ ، \ \varphi = 3\frac{\pi}{2}\right]$$

نختار قيمة لـ $\bar{\varphi}$ تجعل $(v < 0)$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1 > 0 \Rightarrow v < 0$$

مقبول يوافق شروط البدء

$$\varphi = 3\frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin 3\frac{\pi}{2} = -1 < 0 \Rightarrow v > 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء

نعوض مكان الثوابت :

$$\bar{x} = 0.3\cos(10\,t + \frac{\pi}{2})$$

3- حساب $F = ?$ شدة قوة الإرجاع

عند: $x = 3\,cm = 3\times10^{-2}\ m$

$$\underbrace{\bar{F} = -k\,\bar{x}}_{\text{تشير للجهة}} \Rightarrow \underbrace{F = k\,x}_{\text{شدة قوة الإرجاع}}$$

$$F = 10\times3\times10^{-2} = 3\times10^{-1}\ N$$

المسألة 2 ص 270

$X_{max} = 8\ cm = 8\times10^{-2}\ m$ ، $T_0 = 4\,s$ ، $m = 0.5\ kg$

شروط البدء:

$$t = 0 \left[\begin{array}{l} x = \frac{X_{max}}{2} \\ \bar{v} < 0 \end{array} \right.$$

(متحرك بالاتجاه السالب)

1- التابع الزمني:

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

الثوابت : $\bar{\varphi}$ ، ω_0 ، X_{max}

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}\ rad\cdot s^{-1},\ X_{max} = 8\times10^{-2}m$$

لإيجاد $\varphi = ?$ من شروط البدء:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0 \\ x = \frac{X_{max}}{2} \end{array}\right] \Rightarrow \frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(\omega_0 \times 0 + \varphi)$$

$$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2} \left[\begin{array}{l} \text{إما } \varphi = \frac{\pi}{3}\ rad \\ \text{أو } \varphi = \frac{5\pi}{3}\ rad \end{array} \right.$$

نختار قيمة لـ φ تجعل $(\bar{v} < 0)$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

$$\varphi = \frac{\pi}{3}\ rad \Rightarrow \sin\frac{\pi}{3} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) > 0 \Rightarrow v < 0$$

مقبول يوافق شروط البدء.

$$\varphi = \frac{5\pi}{3}\ rad \Rightarrow \sin\frac{5\pi}{3} = \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) < 0 \Rightarrow v > 0$$

مرفوض يخالف شروط البدء.

نعوض مكان الثوابت:

$$\bar{x} = 8\times10^{-2}\cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3})$$

2- $t = ?$ [مرور أول / مرور ثالث] من وضع التوازن $\boxed{x = 0}$

ملاحظة: الحل حصراً بهذه الطريقة ...

نعوض بالتابع الزمني للمطال:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

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

- المرور الأول: ($k=0$) ⇐

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

$$\Rightarrow t=\frac{2}{6} \Rightarrow \boxed{t=\frac{1}{3}\ s}$$

- المرور الثالث: ($k=2$) ⇐

$$\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{3}=\frac{\pi}{2}+2\pi \Rightarrow \frac{t}{2}=\frac{5}{2}-\frac{1}{3}=\frac{15-2}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{t}{2}=\frac{13}{6} \Rightarrow t=\frac{13\times2}{6}$$

$$\Rightarrow \boxed{t=\frac{13}{3}\ s}$$

3- شدة محصلة القوى (شدة قوة الإرجاع) (شدة = بلا اشارة)

a) تكون عظمى في الوضعين المتطرفين $x=X_{max}$ ولحسابها:

$$a=a_{max}=\omega_0^2X_{max}$$

$$F_{max}=ma_{max} \Rightarrow F_{max}=m\omega_0^2X_{max}$$

$$F_{max}=0.5\times\frac{\pi^2}{4}\times8\times10^{-2}=0.1\ N$$

طريقة ثانية: $F_{max}=kx_{max}$ (الشدة)

تُحسب (k) من العلاقة $\omega_0^2=\frac{k}{m}$ ونعوض ...

b) تنعدم محصلة القوى في مركز الاهتزاز (عند المرور بوضع التوازن) حيث:

$$x=0 \Rightarrow F=0$$

4- $k=?$

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

$$k=0.5\times\frac{\pi^2}{4}=5\times10^{-1}\times\frac{10}{4}=\frac{5}{4}=1.25\ N\cdot m^{-1}$$

لا تتغير قيمة الثابت باستبدال الكتلة المعلقة.

5- $m'=?$ من أجل $T_0'=1\ s$

$$T_0'=2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}} \Rightarrow T_0'^2=4\pi^2\cdot\frac{m'}{k}$$

$$m'=\frac{kT_0'^2}{4\pi^2} \Rightarrow m'=\frac{\frac{5}{4}\times1}{4\times10}=\frac{5}{16}\times10^{-1}\ kg$$

$$m'=31.25\times10^{-3}\ kg$$

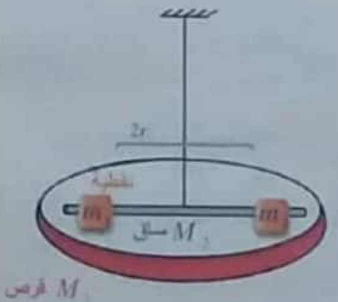
المسألة 3 ص 270

$R=5\times10^{-2}\ m$ قرص ، $M_1=12\times10^{-2}\ Kg$ قرص

$L=10^{-1}\ m$ ساق ، $M_2=12\times10^{-3}\ Kg$ ساق

$2r=4\times10^{-2}\ m$ بعد الكتلتين النقطيتين ، $m_1=m_2=5\times10^{-2}\ Kg$ نقطية

$k=8\times10^{-4}\ m.N\ rad^{-1}$



1- حساب $T_0=?$

الحل:

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

$$I_{\Delta}=I_{\Delta}+I_{\Delta}+I_{\Delta}$$
(جملة = قرص + ساق + نقطية الكتلتين)

$$I_\Delta=\frac{1}{2}M_1R^2=\frac{1}{2}\times12\times10^{-2}\times25\times10^{-4}=15\times10^{-5}\ Kg\ m^2$$ (قرص)

$$I_\Delta=\frac{1}{12}M_2L^2=\frac{1}{12}\times12\times10^{-3}\times10^{-2}=1\times10^{-5}\ Kg\ m^2$$ (ساق)

$I_\Delta=2m_1r_1^2$ (نقطية الكتلتين)، $r_1=r_2=2\times10^{-2}m$ $\Rightarrow I_\Delta=2\times5\times10^{-2}\times4\times10^{-4}$

$$I_\Delta=4\times10^{-5}\ Kg\ m^2$$

$$I_\Delta=15\times10^{-5}+1\times10^{-5}+4\times10^{-5}=2\times10^{-4}\ Kg\ m^2$$ (جملة)

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{2\times10^{-4}}{8\times10^{-4}}}=\pi s=3.14S$$

2- حساب $2r'=?$ البعد الجديد بين الكتلتين ليزداد الدور بمقدار [0.86 S]

الحل: إذا ازداد الدور بمقدار (0.86 S) يصبح الدور الجديد T_0'

$$T_0'=3.14+0.86=4S$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

$$4 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta'}{8\times10^{-4}}} \Rightarrow 16 = 40\,\frac{I_\Delta}{8\times10^{-4}}$$

$$I_\Delta' = \frac{16\times10^{-4}}{5} = 32\times10^{-5}\ Kg\,m^2$$

$$I_\Delta' = \frac{1}{2}M_1R^2 + \frac{1}{12}M_2L^2 + 2m_1r_1'^2$$

$$32\times10^{-5} = 15\times10^{-5} + 1\times10^{-5} + 2\times5\times10^{-2}\times r_1'^2$$

$$32\times10^{-5} - 16\times10^{-5} = 10^{-1}\times r_1'^2$$

$$r_1'^2 = 16\times10^{-4} \Rightarrow r_1' = 4\times10^{-2}\,m$$

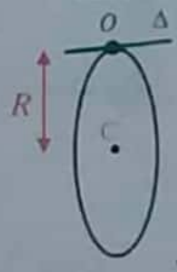
البعد الجديد بين الكتلتين $2r_1' = 2\times4\times10^{-2} = 8\times10^{-2}\ m$

ملاحظة: للتأكد من صحة الحل

(البعد الجديد بين الكتلتين) $2r' = 0.08 <$ (طول الساق) $L = 0.1m$

المسألة 4 ص 271

$R = 12.5cm = 12.5\times10^{-2}\,m$ ، ($M = 5\times10^{-2}\ Kg$)



(O) محور الدوران على محيط القرص

1- حساب $T_0 = ?$ (بسعة صغيرة)

علما أن $I_{\Delta/c} = MR^2$

الحل:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{M\,g\,d}}\ ,\ d = R$$

لحساب $I_{\Delta/c} = ?$ نطبق هايغنز

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

$$I_{\Delta/O} = M\,R^2 + M\,R^2 = 2M\,R^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2M\,R^2}{M\,\pi^2 R}} = 2\sqrt{2R}$$

$$T_0 = 2\sqrt{2\times12.5\times10^{-2}} = 2\times5\times10^{-1} = 1S$$

2- $\ell = ?$ (طول النواس البسيط المواقت)

$$T_{0\,(مركب)} = T_{0\,(بسيط)} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow 1 = \pi\sqrt{\frac{\ell}{\pi^2}} \Rightarrow \ell = 1m$$

المسألة 5 ص 271

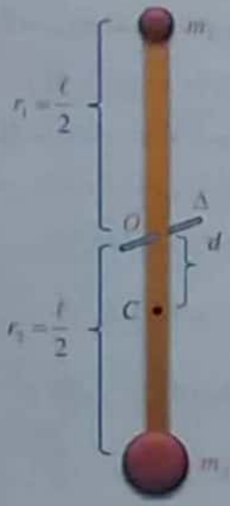
(تشبيه دورة 2002 + 2008 + 2014 +..)

نواس ثقلي ، $\ell = 1\ m$ (شاقوليه مهملة الكتلة)

$m_1 = 0.2\ kg$ ، $m_2 = 0.6\ kg$

[O] محور الدوران المار من منتصف الساق.

1- $T_0 = ?$ حساب (بسعة صغيرة)



$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{Mgd}}$$

$$M = m_1 + m_2 + m$$

$$M = 0.2 + 0.6 = 0.8\ kg$$

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

$$I_\Delta = m_1r_1^2 + m_2r_2^2$$

لدينا: $r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2} = \frac{1}{2}\ m$

$$I_\Delta = \left(\frac{\ell}{2}\right)^2(m_1 + m_2) = \frac{1}{4}\times0.8 = 0.2\ kg\cdot m^2$$

حساب $d = ?$ (لاحظ محور الدوران يقع بين كتلتين)

$$d = \frac{m_2r_2 - m_1r_1}{m_1 + m_2} \Rightarrow d = \frac{\frac{\ell}{2}(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2} \Rightarrow$$

$$d = \frac{\frac{1}{2}(0.6-0.2)}{0.8} = \frac{\frac{1}{2}\times0.4}{0.8} \Rightarrow d = \frac{1}{4}\ m$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{0.8\times\pi^2\times\frac{1}{4}}} \Rightarrow T_0 = 2\ s$$

2- $\ell = ?$ (طول نواس بسيط مواقت للنواس المركب)

شرط التواقت:

$$T_{0\,(بسيط)} = T_{0\,(مركب)}$$

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow 1 = \pi\sqrt{\frac{\ell}{\pi^2}} \Rightarrow \ell = 1\ m$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3- $T_0' = ?$ (بسعة كبيرة)

$$\theta_{max} = 0.4\ rad > 0.24\ rad$$

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

$$T_0' = 2\left[1 + \frac{(0.4)^2}{16}\right] = 2.02\ s$$

4- نزيح الساق بزاوية $\theta_{max} = 60°$

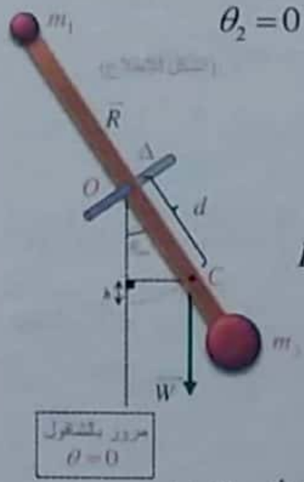
$\omega = 0$ (نترك دون سرعة بدائية)

A- استنتاج علاقة السرعة الزاوية لحظة المرور بالشاقول

نطبق نظرية الطاقة الحركية في جملة مقارنة خارجية بين وضعين :

الأول: تركه دون سرعة بدائية $\theta_1 = \theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad$

الثاني: مروره بالشاقول $\theta_2 = 0$



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

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

[$\overline{W}_{\vec{R}} = 0$ لا انتقال لنقطة تأثير القوة]

$$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 - 0 = mgh + 0 \\ h = d[1 - \cos\theta_{max}] \end{array}\right] \Rightarrow$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mg\,d[1-\cos\theta_{max}]}{I_\Delta}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times 0.8\times 10\times \frac{1}{4}[1-\frac{1}{2}]}{0.2}}$$

$$\omega = \sqrt{10} = \pi\ rad\cdot s^{-1}$$

B- $v = ?$ [المركز العطالة مرور بالشاقول]

$$\left.\begin{array}{l} v = \omega\times r \\ {[r = d]} \end{array}\right] \Rightarrow \underbrace{v_c}_{\text{مركز العطالة}} = \pi\times\frac{1}{4} = \frac{\pi}{4}\ m\cdot s^{-1}$$

طلب إضافي ل (B):

احسب السرعة الخطية للكتلة (m_2) لحظة المرور بالشاقول.

$$\left.\begin{array}{l} v_{m_2} = \omega\times r_2 \\ r_2 = \frac{\ell}{2} = \frac{1}{2} m \end{array}\right] \Rightarrow v_{m_2} = \pi\times\frac{1}{2} = \frac{\pi}{2}\ m\,s^{-1}$$

5- نستبدل $[m_2]$ بكتلة تساوي $[m_1]$ أي أصبح:

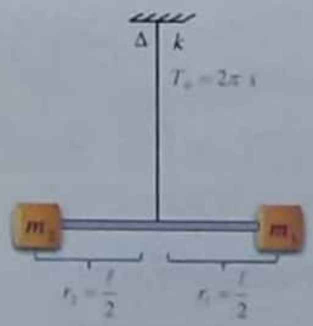
$$m_1 = m_2 = 0.2\ kg$$

نعلق الساق بسلك فتل (k) ⇐ نواس فتل.

نزيح الساق بـ θ_{max} ونتركه بدون سرعة بدائية

$T_0 = 2\pi\ s$ مطلوب حساب $k = ?$

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



لحساب $I_\Delta = ?$

$$I_\Delta = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} + \underbrace{I_{\Delta/\text{ساق}}}_{\text{ساق مهملة الكتلة}} = 2m_1\times\frac{\ell^2}{4}$$

حيث: $\begin{pmatrix} r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2} \\ m_1 = m_2 \end{pmatrix}$ ⇐

$$I_\Delta = 2\times 0.2\times\frac{1}{4} = 0.1\ kg\cdot m^2$$

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

$$k = 0.1\ m\cdot N\cdot rad^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

6- حساب $\alpha = ?$ (التسارع الزاوي عند المرور بوضع $\theta = 0.5\ rad$)

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

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

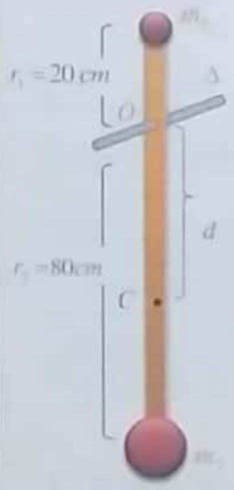
$$\bar{\alpha} = -1 \times 0.5 = -0.5\ rad \cdot s^{-2}$$

ملاحظة : مع مسألة دورة (2002) كانت المعطيات كما يلي:

$\ell = 1m$ ، $m_1 = 0.4Kg$ ، $m_2 = 0.6Kg$

محور الدوران (Δ) يمر من الساق ويبعد $(20cm)$ عن الطرف العلوي.

لحساب الدور $T_0 = ?$



الحل:

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

$$M = m_1 + m_2 + m_{ساق}$$

$$M = 0.4 + 0.6 + 0 = 1Kg$$

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

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

$$I_{\Delta} = 0.4 \times (0.2)^2 + 0.6 \times (0.8)^2$$

$$I_{\Delta} = 16 \times 10^{-3} + 384 \times 10^{-3} = 400 \times 10^{-3} = 0.4\ Kg\ m^2$$

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

$$d = \frac{0.6 \times 0.8 \times -0.4 \times 0.2}{1}$$

$$d = 0.48 - 0.08 = 0.4\ m$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.4}{1 \times \pi^2 \times 0.4}} = 2S$$

المسألة 6 ص 271

(تشبه دورات 2000 + 2014 + 2016 +..)

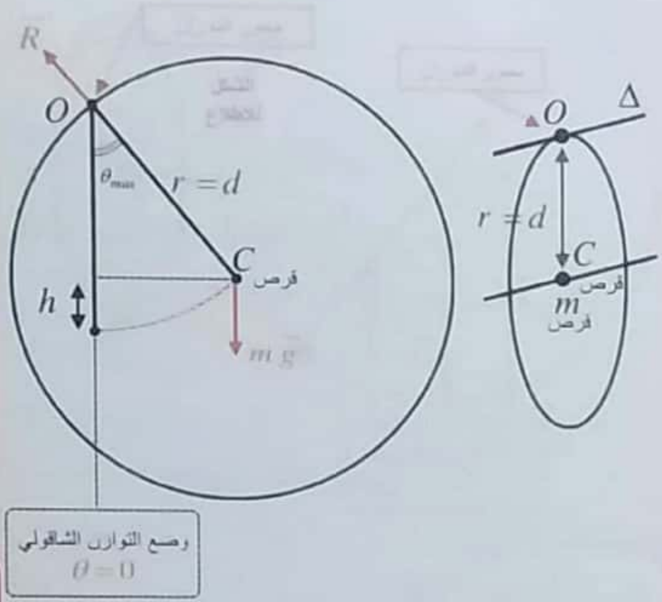
قرص متجانس كتلته $[m]$ ، $r = \frac{2}{3}\ m$

محور الدوران $|O|$ يمر من محيط القرص.

1- استنتاج علاقة $T_0 = ?$ بسعة صغيرة.

انطلاقاً من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب.

علما أن: $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2} mr^2$.



العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب بسعة صغيرة:

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

لإيجاد $I_{\Delta/O}$ نطبق هايغنز:

$$I_{\Delta/O} = I_{\Delta/C} + m\,d^2 \qquad [d = r]$$

$$I_{\Delta/O} = \frac{1}{2} mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2} mr^2$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{3}{2} mr^2}{mgr}} = 2\pi \sqrt{\frac{3r}{2g}}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{3 \times \frac{2}{3}}{2 \times \pi^2}} \Rightarrow T_0 = 2\ s$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- حساب $\ell = ?$ (طول النواس البسيط المواقت للنواس المركب)

شرط التواقت لحساب طول النواس البسيط المواقت:

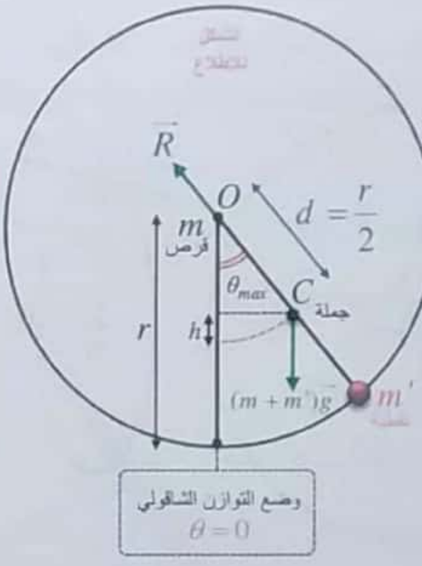
$$T_0\,(\text{بسيط}) = T_0\,(\text{مركب})$$

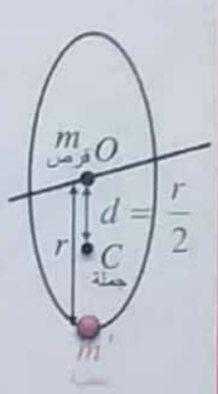
$$2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \Rightarrow \pi^2 \times \frac{\ell}{\pi^2} = 1 \Rightarrow \ell = 1\ m$$

3- (m') نقطية تضاف للمحيط = (m) قرص

$[O]$ محور الدوران المار من مركز القرص.

مطلوب حساب $T_0 = ?$ (بسعة صغيرة).





$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/O}}{Mgd}}$$

$$M = m + m' = 2m$$

لحساب $d = ?$:

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

لحساب I_Δ **(جملة النواس):** $I_\Delta = I_\Delta + I_\Delta$

شرح: لاحظ أن محور الدوران $[O]$ يمر من $[C]$ للقرص بمفرده. لذلك لا تحتاج تطبيق نظرية هايغنز.

$$\left.\begin{aligned} I_{\Delta/C} &= \frac{1}{2}mr^2 \\ I_\Delta &= m'r^2 \end{aligned}\right] \Rightarrow I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2}mr^2$$

نعوض لحساب الدور:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{2m \times \pi^2 \times \frac{r}{2}}} = 2\sqrt{\frac{3r}{2}} = 2\sqrt{\frac{3 \times \frac{2}{3}}{2}} = 2\ s$$

4- نزيح النواس ويترك دون سرعة بدائية $\theta_{max} = ?$

فتكون $v = \frac{2\pi}{3}\ m \cdot s^{-1}$ (للكتلة m') مرور بالشاقول

فائدة: لاحظ أن السعة كبيرة لذا يكون الحل حصراً مع تطبيق نظرية الطاقة الحركية.

نطبق نظرية الطاقة الحركية في جملة مقارنة خارجية بين وضعين:

الأول: تركه دون سرعة بدائية $\theta_1 = \theta_{max}$.

الثاني: مروره بالشاقول $\theta_2 = 0$.

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W}_{\vec F} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W}_{\vec W} + \overline{W}_{\vec R}$$

$\overline{W}_{\vec R} = 0$ لا انتقال لنقطة تأثير القوة.

$$\frac{1}{2}\ I_\Delta\ \omega^2 - 0 = Mgh + 0 \qquad (*)$$

بعد $[m']$ عن $[O]$ محور الدوران

$$v = \omega \times r \Rightarrow \frac{2\pi}{3} = \omega \times \frac{2}{3} \Rightarrow \omega = \pi\ rad \cdot s^{-1}$$

$$h = d\,[1 - \cos\theta_{max}] \Rightarrow h = \frac{r}{2}[1 - \cos\theta_{max}]$$

نعوض في $(*)$:

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{2}mr^2 \times \pi^2 = 2m \times \pi^2 \times \frac{r}{2} \times [1 - \cos\theta_{max}]$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{2}{3} = 1 - \cos\theta_{max}$$

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

طلبات إضافية: (دورة 1996)

في تجربة ثانية تزاح جملة النواس السابقة بسعة زاوية $[0.1]\ rad$ ويترك بدون سرعة ابتدائية يطلب:

1- احسب السرعة الخطية لمركز العطالة لحظة المرور بالشاقول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية [m'] لحظة المرور بالشاقول.

3- احسب التسارع الزاوي و المماسي لمركز العطالة في اللحظة التي يصنع فيها النواس زاوية $[\theta=0.05]\ rad$ مع وضع التوازن الشاقولي.

4- استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي لحركة النواس انطلاقاً من شكله العام معتبراً مبدأ الزمن اللحظة التي يترك فيها النواس من مطاله الأعظمي الموجب دون سرعة زاوية ابتدائية.

ملاحظات للحل:

- لاحظ أن $[\theta=0.1]\ rad$ صغيرة والحركة جيبية دورانية.
  نستطيع تطبيق كل توابع الحركة في نواس الفتل (α, ω, θ).
- مع نواس ثقلي والحركة دورانية عندما يطلب حساب المقادير الخطية. تُحسب أولاً المقادير الزاوية ثم ننتقل بالعلاقات:

$$\boxed{a_t=\alpha\times r}$$

$$\boxed{v=\omega\times r}$$

بعد النقطة المراد حساب سرعتها الخطية أو تسارعها الخطي عن محور الدوران

حل الطلبات الإضافية:

السعة صغيرة والحركة جيبية دورانية

$$\theta_{max}=0.1\ rad \Leftarrow \left[\begin{array}{r}\theta=0.1\ rad\\ \text{تركه دون سرعة بدائية}\end{array}\right.$$

1- $v_c=?$ (لمركز العطالة مرور بالشاقول)

فائدة: عندما يُطلب حساب مقدار خطي لمركز العطالة نستبدل r بـ d الذي هو بعد مركز العطالة عن محور الدوران $[O]$.

عند المرور بالشاقول تكون السرعة عظمى

$$\omega_{max}=\omega_0\theta_{max}$$

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

$$\omega_{max}=\pi\times 0.1=\frac{\pi}{10}\ rad\cdot s^{-1}$$

$$v_c=\omega\times r' \ ,\ r'=d=\frac{r}{2}=\frac{\frac{2}{3}}{2}=\frac{1}{3}\ m$$

حيث r': بعد مركز العطالة $[C]$ عن محور الدوران.

$$\Rightarrow v_c=\frac{\pi}{10}\times\frac{1}{3}=\frac{\pi}{30}\ m\cdot s^{-1}$$

2- $v_m=?$ (للكتلة m' مرور بالشاقول)

فائدة: لكل نقاط النواس نفس السرعة الزاوية لكن لكل نقطة منه سرعة خطية بحسب بعدها عن $[O]$ محور الدوران $[v=\omega\times r]$.

$$v_m=\omega\times r \ ,\ r=\frac{2}{3}\ m$$

$$v_m=\frac{\pi}{10}\times\frac{2}{3}=\frac{\pi}{15}\ m\cdot s^{-1}$$

3- حساب $[a_t=?\ ,\ \alpha=?]$ لمركز العطالة $[C]$ في وضع يصنع $\theta=0.05\ rad$ مع الشاقول.

$$\alpha=(\theta)''_t$$

$$\alpha=-\omega_0^2\theta \qquad \text{الحركة جيبية دورانية}$$

$$\alpha=-(\pi)^2\times 0.05=-0.5\ rad\cdot s^{-2}$$

لحساب $a_t=?$:

$$a_t=\alpha\times d \Rightarrow a_t=-0.5\times\frac{1}{3}=-\frac{1}{6}\ m\cdot s^{-2}$$

4- مطلوب تابع زمني للمطال الزاوي:

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

شروط البدء $t=0$:

$$\left.\begin{array}{l}\theta=0.1\ rad\\ \text{ترك دون سرعة بدائية}\end{array}\right] \Rightarrow \theta_{max}=0.1\ rad$$

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

لحساب $\varphi=?$:

$$\left.\begin{array}{l}t=0\\ \theta=\theta_{max}\end{array}\right) \Rightarrow \theta_{max}=\theta_{max}\cos(\omega_0\times 0+\varphi)$$

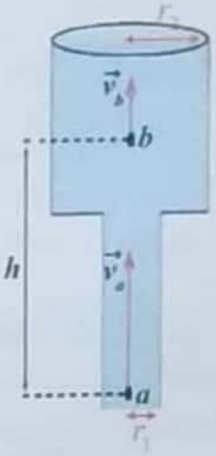
$$\Rightarrow \cos\varphi=1 \Rightarrow \varphi=0$$

نعوض:

$$\theta=0.1\cos(\pi t+0)\ rad$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 7 ص 272



$r_1 = 5\ cm = 5\times10^{-2}\ m$

$r_2 = 10\ cm = 10\times10^{-2}\ m$

$h = 50\ cm = 5\times10^{-1}\ m$

$\rho = 1000\ kg\cdot m^{-3}$

1- احسب $v_2 = ?$ (عند نقطة b)

علماً أنه: $v_1 = 4\ m\cdot s^{-1}$ (عند النقطة a)

حسب معادلة الاستمرارية:

$(s = \pi r^2)$

$$s_1 v_1 = s_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{s_1 v_1}{s_2} = \frac{\pi r_1^2 \times v_1}{\pi r_2^2}$$

(عند النقطة b) $$v_2 = \frac{25\times\cancel{10^{-4}}\times4}{100\times\cancel{10^{-4}}} = 1\ m\cdot s^{-1}$$

2- حساب $(P_a - P_b) = ?$

حسب معادلة برنولي:

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g\, z_1 = P_b + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g\, z_2$$

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

لكن: $z_2 - z_1 = h$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\times1000\,(1-16) + 1000\times10\times5\times10^{-1}$$

$$P_a - P_b = 500\times(-15) + 5000$$
$$= -7500 + 5000$$
$$= -2500\ P_a$$

لاحظ أن:

$$s_1 < s_2 \Rightarrow v_a > v_b \Rightarrow P_a < P_b$$

المسألة 8 ص 272

- شعاع سرعة المركبة موازياً لطول المركبة
- القياسات وفق أجهزة المركبة:

$L_0 = 100\,m$ طول المركبة ، $d_0 = 25\,m$ عرض المركبة

$t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة (year) زمن الرحلة

$L' = 4$ سنة ضوئية مسافة قطعتها المركبة $\Leftrightarrow$ $L' = 4C$ مسافة بدلالة سرعة الضوء

ملاحظة: السنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء خلال زمن قدره سنة.
المسافة = السرعة × الزمن
مسافة بدلالة سرعة الضوء = سرعة الضوء × سنة

- مطلوب وفق قياسات المحطة الأرضية:
- $v = ?$ (سرعة المركبة)

(سرعة المركبة) $$v = \frac{L'}{t_0} = \frac{4c}{\frac{8}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

- $L = ?$ (طول المركبة)

يلزم حساب $\gamma = ?$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\frac{3}{4}c^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{4}{4}-\frac{3}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$$

(طول المركبة) $$L = \frac{L_0}{\gamma} \Rightarrow L = \frac{100}{2} = 50\,m$$

- $d = ?$ (عرض المركبة)

(عرض المركبة يبقى نفسه لايتغير) $\Leftarrow$ $d = d_0 = 25m$

توضيح: الطول يتغير عندما يتحرك الجسم بحيث يكون شعاع السرعة موازياً لطوله بالنسبة لمراقب أرضي.

- لحساب مسافة الرحلة $x = ?$

(مسافة الرحلة) $x = \gamma L' \Rightarrow x = 2\times4 = 8$ سنة ضوئية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

إضاءة للتوضيح: بالنسبة لمراقب موجود داخل المركبة يشعر أن النجم يقترب منه بسرعة تساوي سرعة المركبة. وبالتالي المسافة بالنسبة لمراقب موجود داخل المركبة ستكون أقصر مقارنة مع المراقب الأرضي.

وبذلك تكون المسافة بالنسبة للمراقب الأرضي أطول
$x = \gamma L$

- لحساب زمن الرحلة $t = ?$

$$t = \gamma\, t_0 \Rightarrow t = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}} \text{ سنة (year)}$$

معلومة رائعة:

نجم الشعرى اليمني من ألمع النجوم في السماء بعد الشمس ورد ذكره في القرآن الكريم.

قوله تعالى: وأنّهُ هو رَبُّ الشِّعرَى. (سورة النجم)

المسألة 9 ص 272

$$m_0 = 1.67 \times 10^{-27}\ Kg \quad ، \quad E = 3E_0$$

1- حساب $E_0 = ?$ (طاقة سكونية للبروتون مقدرة بـ eV)

$$E_0 = m_0 c^2$$

$$E_0 = 1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 15.03 \times 10^{-11}\ J$$

للتحويل إلى eV نقسم على (شحنة الإلكترون 1.6×10^{-19})

$$E_0 = \frac{15.03 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}} = 9.39 \times 10^{+8}\ eV$$

2- حساب $v = ?$

لدينا $E = 3E_0$

$$\left.\begin{aligned} mc^2 &= 3m_0c^2 \\ m &= \gamma m_0 \text{ لكن} \end{aligned}\right] \Rightarrow \gamma m_0 c^2 = 3m_0 c^2 \Rightarrow \gamma = 3$$

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

$$9 - 9\frac{v^2}{c^2} = 1 \Rightarrow 9\frac{v^2}{c^2} = 9 - 1 \Rightarrow$$

$$v^2 = 8\frac{c^2}{9} \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c$$

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^{+8} = 2\sqrt{2} \times 10^{+8}\ m\,s^{-1}$$

3- حساب $E_k = ?$

$$E_k = E - E_0 \Rightarrow E_k = 3E_0 - E_0 = 2E_0 \Rightarrow$$

$$E_k = 2 \times 15.03 \times 10^{-11} = 30.06 \times 10^{-11}\ J$$

4- حساب $P = ?$

$$P = mv \Rightarrow P = \gamma m_0 v$$

$$P = 3 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$$

$$P = 10.02\sqrt{2} \times 10^{-19}\ Kg\ m\,s^{-1}$$

5- مطلوب استنتاج أن: $E^2 = P^2c^2 + E_0^2$

<u>الحل:</u>

$$E = \gamma E_0 \Rightarrow E^2 = \gamma^2 E_0^2$$

$$E^2 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} E_0^2 \Rightarrow E^2 - \frac{v^2}{c^2} E^2 = E_0^2 \xrightarrow{(E = mc^2)}$$

$$E^2 = E_0^2 + \frac{v^2}{c^2} m^2 c^4 \xrightarrow{(P = mv)}$$

$$E^2 = E_0^2 + P^2 c^2$$

وهو المطلوب

- للتأكد حسابياً نعوض بالعلاقة السابقة:

$$\left[3(15.03 \times 10^{-11})\right]^2 = (15.03 \times 10^{-11})^2 + (10.02\sqrt{2} \times 10^{-19})^2 (3 \times 10^8)^2$$

المساواة محققة ..

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 10 ص 273

لفة $N = 400$ ، $\ell = 40cm = 4\times10^{-1} m$

محور الوشيعة الأفقي يعامد خط الزوال المغناطيسي

$I = 16mA = 16\times10^{-3} A$

1- حساب $B = ?$ (في مركز الوشيعة)

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{NI}{\ell}$$

$$B = \frac{25}{2}\times10^{-7}\,\frac{4\times10^{2}\times16\times10^{-3}}{4\times10^{-1}}$$

$$B = 2\times10^{-5} T$$

طلبات إضافية:

a- احسب قيمة زاوية انحراف إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي باعتبار قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $(B_H = 2\times10^{-5} T)$

b- حساب شدة الحقل المغناطيسي الكلي في مركز الوشيعة.

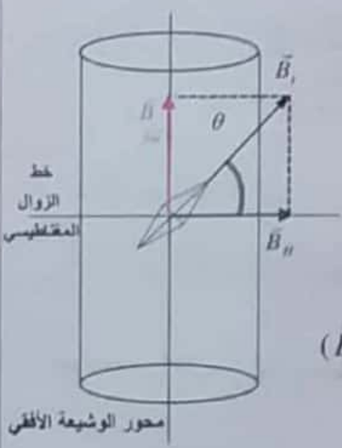
ملاحظة للرسم: اعتبرنا ورقة الدفتر مستوي أفقي

الحل:

a- مطلوب حساب $\theta = ?$

- قبل إمرار التيار تستقر ابرة البوصلة وفق $\vec{B}_H$
- بعد إمرار التيار تنحرف الإبرة بزاوية (θ) لتأخذ منحى $\vec{B}_t$ محصلة الحقلين $(\vec{B}, \vec{B}_H)$

$\boxed{\vec{B} \perp \vec{B}_H}$



من الشكل نجد:

$$\tan\theta = \frac{B}{B_H} \Rightarrow \tan\theta = \frac{2\times10^{-5}}{2\times10^{-5}} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ\ (\frac{\pi}{4} rad)$$

b- مطلوب حساب $B_t = ?$

$$\vec{B}_t = \vec{B} + \vec{B}_H$$

من الشكل نجد:

$$B_t^2 = B^2 + B_H^2 \Rightarrow B_t = \sqrt{B^2 + B_H^2}$$

$$B = B_H \text{ لكن } \Rightarrow B_t = \sqrt{2B^2}$$

$$B_t = \sqrt{2}\,B \Rightarrow B_t = 2\sqrt{2}\times10^{-5} T$$

$2r' = 2mm = 2\times10^{-3} m$ (قطر السلك)

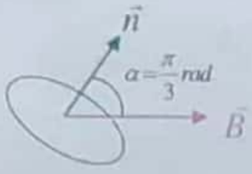
2- مطلوب حساب $N'' = ?$ (عدد الطبقات)

$$N'' = \frac{N}{N'}$$ (عدد الطبقات) — N (عدد اللفات الكلية)، N' (عدد اللفات بطبقة واحدة)

$$N' = \frac{\ell}{2r'} = \frac{4\times10^{-1}}{2\times10^{-3}} = 200 \text{ لفة}$$ (عدد اللفات بطبقة واحدة)

$$N'' = \frac{400}{200} = 2 \text{ طبقة}$$ (عدد الطبقات)

3- $S = 2cm^2 = 2\times10^{-4} m^2$ (مساحة الحلقة)



$\alpha = 60^\circ : (\vec{B}, \vec{n})$

مطلوب حساب $\Phi = ?$

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

$$N = 1 \text{ ، } \alpha = \frac{\pi}{3} rad \;:\; \cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$$

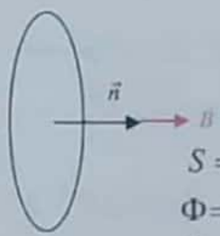
$$\Phi = 2\times10^{-5}\times2\times10^{-4}\times\frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = 2\times10^{-9}\ Weber$$

المسألة 11 ص 273

لفة $N = 100$ ، $r = 40cm = 4\times10^{-1} m$

$B = 0.5T$ (خطوط الحقل عمودية على مستوى الملف)

1- حساب $\Phi = ?$



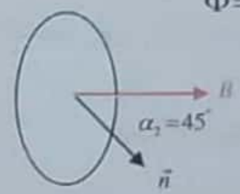
$$\Phi = N B S \cos\alpha$$

$$S = \pi r^2 \text{ ، } \alpha = 0\ (\vec{B}, \vec{n}) : \cos 0 = 1$$

$$\Phi = 100\times5\times10^{-1}\times\pi\times16\times10^{-2}\times1$$

$$\Phi = 8\pi = 25\ Weber$$

2- $\Delta\Phi = ?$



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

$$\Phi_2 = N B S \cos\alpha_2 \qquad \alpha_2 = 45^\circ : \cos\frac{\pi}{4} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Phi_2 = 100\times5\times10^{-1}\times\pi\times16\times10^{-2}\times\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Phi_2 = \frac{8\pi}{\sqrt{2}} = \frac{25}{\sqrt{2}}\ Weber \simeq 17.7\ Weber$$

$$\Delta\bar{\Phi} = 17.7 - 25 = -7.3\ Weber$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

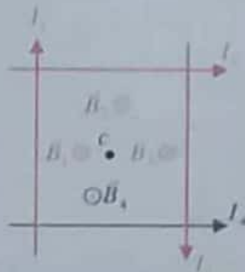
المسألة 12 ص 273

(طول ضلع المربع) $\ell = 40cm = 4\times10^{-1}\ m$

$I_1 = 10A \quad , I_2 = 5A \quad , I_3 = 15A$

مطلوب حساب $\{I_4 = ?$ وجهته$\}$

بحيث تكون $\{B_t = 0$ (محصلة في مركز المربع)$\}$



الحل:

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

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = \frac{\ell}{2} = 2\times10^{-1} m$$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{10}{2\times10^{-1}} = 10\times10^{-6}T$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\frac{5}{2\times10^{-1}} = 5\times10^{-6}T$$

$$B_3 = 2\times10^{-7}\frac{15}{2\times10^{-1}} = 15\times10^{-6}T$$

$$\vec{B}_t = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4 = \vec{0} \quad (*)$$

مناقشة: نلاحظ من الشكل أن:

- $(\vec{B}_1 , \vec{B}_2 , \vec{B}_3)$ لها نفس الحامل العمودي على مستوى الأسلاك ولها نفس الجهة (للخلف).
- $\vec{B}_4$ له نفس الحامل العمودي على مستوي الأسلاك.

ويجب أن تكون جهته (للأمام) ليحقق شرط $(\vec{B}_t = \vec{0})$

نسقط العلاقة (*) على محور له حامل وجهة $\vec{B}_1$

$$B_1 + B_2 + B_3 - B_4 = 0 \Rightarrow$$

$$B_4 = B_1 + B_2 + B_3$$

$$B_4 = 10\times10^{-6} + 5\times10^{-6} + 15\times10^{-6} = 30\times10^{-6}T$$

لحساب $I_4 = ?$

$$B_4 = 2\times10^{-7}\frac{I_4}{d_4}$$

$$I_4 = \frac{d_4\times B_4}{2\times10^{-7}} = \frac{2\times10^{-1}\times30\times10^{-6}}{2\times10^{-7}} = 30\ A$$

وجهة التيار (I_4) موضحة على الشكل.

المسألة 13 ص 273

ساق $L = 10cm = 10^{-1}\ m$ ، ساق $m = 20g = 2\times10^{-2}\ Kg$

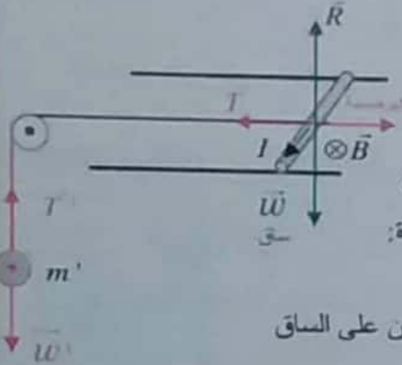
(تخضع بكاملها لـ B)

$B = 2\times10^{-2}T$ ، $I = 15\ A$

(منتظم شاقولي)

الساق متوازنة مع الكتلة (m') المعلقة بخيط

1- حساب $m' = ?$



- الجملة المدروسة : الساق المتوازنة

جملة المقارنة: خارجية

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ قوة ثقل الساق

$\vec{R}$ قوة رد فعل السكتين على الساق

$\vec{F}$ القوة الكهرطيسية

$\vec{T}$ قوة توتر الخيط

الساق بحالة توازن سكوني: $\quad \sum\vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{w} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0} \quad (*)$$

بالإسقاط على محور أفقي له حامل وجهة $\vec{F}$

$$0 + 0 + \underset{\text{كهرطيسية}}{F} - T = 0 \Rightarrow F = T \quad (1)$$

- الجملة المدروسة: الكتلة (m') المتوازنة

جملة المقارنة : خارجية

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}'$ قوة ثقل الكتلة (m')

$\vec{T}'$ قوة توتر الخيط

الكتلة (m') بحالة توازن سكوني: $\quad \sum\vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{w}' + \vec{T}' = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي له حامل $\vec{T}'$ وجهته:

$$-w' + T' = 0 \Rightarrow w' = T' \quad (2)$$

لكن الخيط مهمل الكتلة لا يمتط إذاً:

$$T = T' \quad (3)$$

من (1) و (2) و (3) نجد:

$$\underset{\text{كهرطيسية}}{F} = w' \Rightarrow I L B \sin\theta = m'g$$

$$\theta = \frac{\pi}{2}\ (I\vec{L} \perp \vec{B}) , \quad \sin\frac{\pi}{2} = 1$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$m' = \frac{I\,L\,B}{g} \Rightarrow$$

$$m' = \frac{15\times10^{-1}\times 2\times10^{-2}}{10} = 3\times10^{-3}\,Kg$$

-2 حساب $R = ?$

لدينا العلاقة (*) من الطلب السابق:

$$\vec{w} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي له حامل وجهة $\vec{R}$

$$-w + R + 0 + 0 = 0 \Rightarrow$$

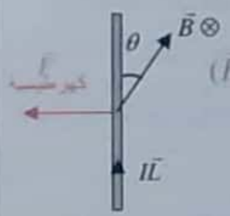
$$R = w \Rightarrow R = m\,g = 2\times10^{-2}\times10 = 2\times10^{-1}\,N$$

المسألة 14 ص 273

$I = 20A$ ، يخضع كله لـ B $L = 10\,cm = 10^{-1}\,m$

$B = 2\times10^{-3}\,T$ ، $\theta = 30^\circ\ (I\vec{L}, \vec{B})$

مطلوب حساب $F = ?$



موضحا بالرسم جهة $(\vec{F}, \vec{B}, I\vec{L})$

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

$$\theta = 30\ (I\vec{L}, \vec{B}) \quad , \quad \sin 30 = \frac{1}{2}$$

$$F = 20\times10^{-1}\times2\times10^{-3}\times\frac{1}{2} = 2\times10^{-3}\,N$$

المسألة 15 ص 274

$$v = 8\times10^{3}\ km\cdot s^{-1} = 8\times10^{6}\ m\cdot s^{-1}$$

$$(\vec{v}\perp\vec{B})\quad B = 5\times10^{-3}\,T$$

1. وازن بالحساب بين w_e و $F_{لورنز}$

$$w_e = m_e\,g \Rightarrow w = 9\times10^{-31}\times10 = 9\times10^{-30}\,N$$

$$F_{لورنز} = q\,v\,B\sin\theta$$

$$[q = e] \ ،\ \theta = \frac{\pi}{2}\ (\vec{v}\perp\vec{B}) \quad : \sin\frac{\pi}{2} = 1$$

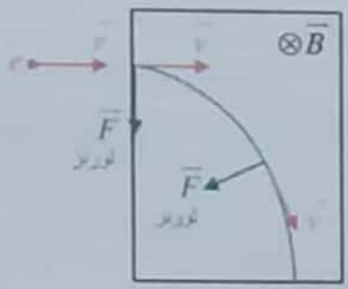
$$F = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^{6}\times5\times10^{-3}\times1 = 64\times10^{-16}\,N$$

نلاحظ أن: $F_{لورنز} >> w_e$

لذا يهمل ثقل الإلكترون أمام قوة لورنز.

2. برهان أن حركة الإلكترون دائرية منتظمة، واستنتاج علاقة $r = ?$.

ندرس الحركة لإيجاد التسارع ثم نناقش نوع المسار



يخضع الإلكترون المتحرك بسرعة $\vec{v}$ في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ لتأثير القوة المغناطيسية (لورنز)

$$\vec{F} = e\vec{v}\wedge\vec{B}$$

حيث $[e]$ شحنة الإلكترون بالقيمة المطلقة.

نطبق العلاقة الأساسية بالتحريك:

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

$$\vec{F}_{لورنز} = m_e\,\vec{a}$$

$$e\vec{v}\wedge\vec{B} = m_e\,\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\wedge\vec{B}$$

وحسب خواص الجداء الشعاعي نجد: $\vec{a}\perp\vec{v}$

إذاً : $\vec{F}_{لورنز}\perp\vec{v}$

فالتسارع ناظمي فقط والحركة دائرية منتظمة

- لاستنتاج علاقة $r = ?$

$$F_{لورنز} = F_c$$

$$e\,v\,B\sin\frac{\pi}{2} = m_e\,a_c$$

$$e\,v\,B = m_e\,\frac{v^2}{r} \Rightarrow \boxed{r = \frac{m_e v}{e\,B}}$$

وهي العلاقة المطلوبة.

$$r = \frac{m_e v}{e\,B} = \frac{9\times10^{-31}\times8\times10^{6}}{1.6\times10^{-19}\times5\times10^{-3}} = 9\times10^{-3}\ m$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3. حساب الدور $T = ?$

$$\left.\begin{array}{l} v = \omega \times r \\ \omega = \dfrac{2\pi}{T} \end{array}\right\} \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T} \times r \Rightarrow \boxed{T = \frac{2\pi r}{v}}$$

$$T = \frac{2\pi \times 9 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{6}} = \frac{9\pi}{4} \times 10^{-9}\ s = 7 \times 10^{-9}\ s$$

طلب إضافي:

ما طبيعة حركة إلكترون عندما يغادر الحقل المغناطيسي و لماذا ؟

الجواب:

حركة مستقيمة منتظمة. وذلك بسبب انعدام قوة لورنز (انعدام محصلة القوى الخارجية). أي انطباق مبدأ العطالة:

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v} = \overline{const}$$

المسألة 16 ص 274

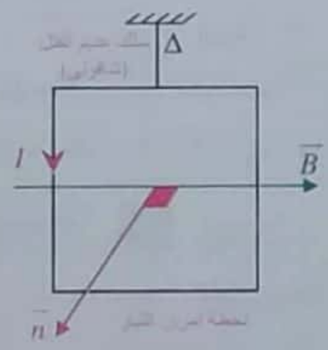
$s = 25\ cm^2 = 25 \times 10^{-4}\ m^2$ (مساحة المربع)

$N = 50$ لفة

إطار + سلك عديم الفتل (شاقولي)

$B = 10^{-2}\ T$ (منتظم أفقي) ، $I = 5\ A$

$\vec{B}$ يوازي مستوي الإطار قبل امرار التيار



$$\left\{\begin{array}{l} \alpha = \frac{\pi}{2}(\vec{n} \perp \vec{B}) \\ \Phi = 0 \\ \Gamma_\Delta \end{array}\right.$$

-1 $F = ?$

في كل من الضلعين الشاقولين:

> **ملاحظة:**
> عند حساب شدة القوة الكهرطيسية على ساق مؤلف من (N) سلك لا ننسى أن نضرب بـ N

$F_1 = F_2 = F$

$F = N\ I\ L\ B \sin\theta \qquad \theta = \frac{\pi}{2}[I\vec{L}, \vec{B}]$

لحساب $L = ?$

$s = L^2 \Rightarrow$

$L = \sqrt{s} = \sqrt{25 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-2}\ m$

$F = 50 \times 5 \times 5 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 1 = 125 \times 10^{-3} N$

> **ملاحظة:**
> لا تتغير قيمة هذه القوة أثناء الدوران لعدم تغير قيمة المقادير أثناء الدوران.
> وتبقى الزاوية $\theta = \frac{\pi}{2}[I\vec{L}, \vec{B}]$

-2 احسب $\Gamma_\Delta = ?$ مزدوجة كهرطيسية لحظة امرار التيار

$\Gamma_\Delta = N\ I\ s\ B \sin\alpha \qquad \alpha = \frac{\pi}{2}[\vec{n}, \vec{B}]$

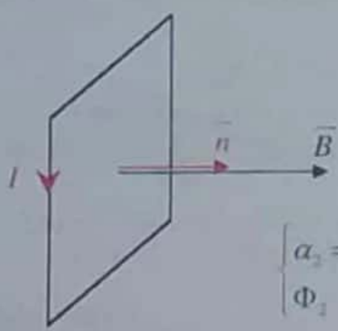
$\Gamma_\Delta = 50 \times 5 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times 1 \qquad \boxed{\sin\frac{\pi}{2} = 1}$

$\Gamma_\Delta = 625 \times 10^{-5}\ m \cdot N$

-3 حساب $W = ?$ عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار بين وضعين:

الأول: السابق $\Leftarrow \left[\alpha_1 = \frac{\pi}{2}(\vec{n}, \vec{B}),\ \Phi_1 = 0\right]$

الثاني: وضع توازن المستقر $\Leftrightarrow \left(\begin{array}{l} \Phi_2 \text{ اعظمي} \\ \alpha_2 = 0\ (\vec{n}, \vec{B}) \end{array}\right)$



$$\left|\begin{array}{l} \alpha_2 = 0(\vec{n}, \vec{B}) \\ \Phi_2 \end{array}\right.$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

$$W = I\left(\Phi_2 - \Phi_1\right)$$

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

لكن: $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha_1 = 0 \quad [\Phi_1 = 0]$

$$\alpha_2 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

$$W = 5\times 50\times 10^{-2}\times 25\times 10^{-4}\times (1-0)$$

$$W = 625\times 10^{-5}\ J$$

4- إطار + سلك فتل (k) $\Leftarrow$ مقياس غلفاني.

(تيار جديد) $I = 2\ mA = 2\times 10^{-3}\ A$

(زاوية دوران الإطار) $\theta' = 0.02\ rad$

مطلوب استنتاج $k = ?$ (ثابت الفتل)

ثم حساب $G = ?$ (ثابت المقياس الغلفاني)

يدور الإطار بزاوية $[\theta']$ ثم يتوازن:

شرط التوازن الدوراني:

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

$$\overline{\Gamma_\Delta} + \overline{\Gamma'}_{\vec{\eta}/\Delta} = 0 \qquad (*)$$

(محركة) (مقاومة)

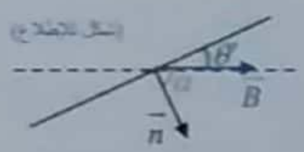
$$\overline{\Gamma'}_{\vec{\eta}/\Delta} = -k\,\theta' \qquad (1)$$

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

بما أن: $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \Leftarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

$$\overline{\Gamma}_\Delta = N\,I\,S\,B\cos\theta'$$

لكن $[\theta']$ صغيرة $\Leftarrow \cos\theta' = 1$



$$\Rightarrow \overline{\Gamma_\Delta} = N\,I\,s\,B \qquad (2)$$

نعوض (1) و (2) بـ $(*)$:

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

$$k = \frac{N\,I\,s\,B}{\theta'}$$ (وهي العلاقة المطلوبة)

ملاحظة: مع باقي المسائل نعزل حسب الطلب...

$$k = \frac{50\times 2\times 10^{-3}\times 25\times 10^{-4}\times 10^{-2}}{2\times 10^{-2}}$$

$$k = 125\times 10^{-6}\ m\cdot N\cdot rad^{-1}$$

لحساب $G = ?$

$$\theta' = G\,I$$

$$G = \frac{\theta'}{I} = \frac{2\times 10^{-2}}{2\times 10^{-3}} = 10\ rad\cdot A^{-1}$$

طريقة ثانية:

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

$$G = \frac{50\times 25\times 10^{-4}\times 10^{-2}}{125\times 10^{-6}} = 10\ rad\cdot A^{-1}$$

5- نزيد الحساسية 10 مرات، مع نفس التيار، مطلوب حساب $k' = ?$

$$G' = 10\,G$$

$$\frac{N\,s\,B}{k'} = 10\times\frac{N\,s\,B}{k}$$

$$k' = \frac{k}{10} = \frac{125\times 10^{-6}}{10}$$

$$k' = 125\times 10^{-7}\ m\cdot N\cdot rad^{-1}$$

نتيجة: زيادة الحساسية 10 مرات يؤدي إلى إنقاص (k) 10 مرات لأن (G, k) تناسب عكسي.

المسألة $\boxed{17}$ ص 274

لفة $S = 200cm^2 = 200\times 10^{-4} = 2\times 10^{-2}\ m^2$, $N = 100$

$I = 3A$, $B = 0.1T$

مطلوب حساب $\Gamma_\Delta = ?$ (مزدوجة كهرطيسية)

عندما يكون مستوي الملف يصنع $[\theta' = 60^\circ]$ مع $\vec{B}$

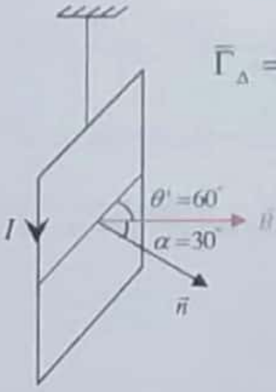
الحل:

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

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$\alpha=30\ (\vec{B}\ ,\vec{n})\ :\ \sin 30=\frac{1}{2}$



$$\bar{\Gamma}_{\Delta}=100\times3\times2\times10^{-2}\times10^{-1}\times\frac{1}{2}$$

$$\bar{\Gamma}_{\Delta}=3\times10^{-1}\,m.N$$

طلب إضافي:

احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح الإطار وهو في هذا الوضع.

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

$$\alpha=30\ (\vec{B}\ ,\vec{n})\ :\ \cos 30=\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Phi=100\times10^{-1}\times2\times10^{-2}\times\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Phi=10^{-1}\sqrt{3}\ Weber$$

المسألة 18 ص 274

(طول الوشيعة) $\ell=30cm=3\times10^{-1}\ m$

(ذاتية الوشيعة) $L=5\times10^{-3}H\ ,\ S=3\times10^{-2}\ m^2$

1- حساب $N=?$ (عدد اللفات)

$$L=4\pi\times10^{-7}\ \frac{N^2 S}{\ell}$$

$$5\times10^{-3}=\frac{25}{2}\times10^{-7}\ \frac{N^2\times3\times10^{-2}}{3\times10^{-1}}$$

$$N^2=\frac{2}{5}\times10^{+5}=\frac{20}{5}\times10^{+4}$$

$N^2=4\times10^{+4}\Rightarrow N=200$ لفة

2- نمرر تيار $I=20A$ (تم تعديل الرقم)

مطلوب حساب $E_L=?$ (طاقة كهرطيسية)

$$E_L=\frac{1}{2}L\,I^2$$

$$E_L=\frac{1}{2}\times5\times10^{-3}\times400=1\,J$$

3- نجعل شدة التيار I تتناقص من $[20\,A \xrightarrow{} 0]$ خلال $\Delta t=0.5S$

مطلوب حساب $\varepsilon=?$ وتحديد جهة التيار المتحرض.

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

$\Phi=N\ B\ S\cos\alpha \qquad \alpha=0\ (\vec{B}\ ,\vec{n})\ ,\ \cos0=1$

$$\Delta\Phi=N\ \Delta B\ S\ \cos0$$

$$\Delta\Phi=N\ (B_2-B_1)\ \pi r^2\times1$$

نحسب $B_1=?$ من أجل $I=20A$

$$B_1=4\pi\times10^{-7}\ \frac{N\ I}{\ell}$$

$$B_1=\frac{25}{2}\times10^{-7}\ \frac{2\times10^2\times2\times10^{+1}}{3\times10^{-1}}=\frac{1}{6}\times10^{-1}T$$

من أجل $I=0 \Leftarrow B_2=0$

$$\Delta\Phi=200\left(0-\frac{1}{6}\times10^{-1}\right)\times3\times10^{-2}\times1$$

$$\Delta\Phi=-10^{-1}Weber$$

$$\varepsilon=\frac{-(-10^{-1})}{\frac{1}{2}}=2\times10^{-1}\ volt$$

ملاحظة : هذه القوة المحركة الكهربائية التحريضية ذاتية. لأنه تم تغير تدفق الحقل المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في الوشيعة بالوشيعة نفسها.

- لتحديد جهة التيار المتحرض : حسب لنز السبب هنا

$\Delta\Phi<0 \Rightarrow \varepsilon>0$

(تدفق الحقل المغناطيسي متناقص)

وجهة $\vec{B}'$ متحرض بنفس جهة $\vec{B}$ المُحرض.

أي Φ' متحرض بنفس جهة Φ المُحرض.

نجعل إبهام اليد اليمين بجهة $\vec{B}'$ متحرض. تكون جهة التفاف الأصابع لها جهة التيار المتحرض.

4- $i=20-5t$

مطلوب حساب $\bar{\varepsilon}=?$ (ذاتي)

(ذاتي) $\bar{\varepsilon}=-L\frac{d\bar{i}}{dt} \quad , \quad \frac{d\bar{i}}{dt}=(\bar{i})'_t=-5$

(ذاتي) $\bar{\varepsilon}=-5\times10^{-3}\times-5=+25\times10^{-3}Volt$

إضافي: احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة عند اللحظة $t=2s$

$$i=20-5\times2=10A$$

$$E_L=\frac{1}{2}L\,i^2 \Rightarrow E_L=\frac{1}{2}\times5\times10^{-3}\times100=25\times10^{-2}\,J$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 19 ص 275

$\ell = \frac{2\pi}{5}\ m \quad , \quad N = 200$ لفة

$S = 20cm^2 = 2\times10^{-3}\ m^2 \quad , \quad R = 5\Omega$

> ملاحظة:
> 1. محور وشيعة أو ملف له حامل $\vec{n}$
> 2. ميز بين:
>   - a) $\vec{B}$ يوازي محور الوشيعة $\alpha = 0\left(\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n}\right)$
>   - b) $\vec{B}$ يوازي مستوي الملف $\alpha = \frac{\pi}{2}\left(\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n}\right)$

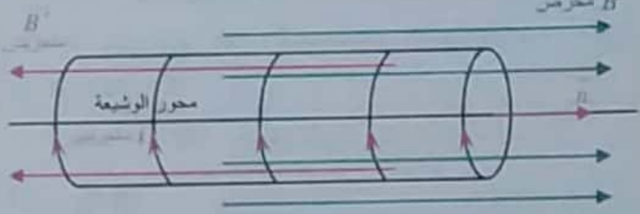
-1 $[B]$ ثابت المنحى (حقل منتظم) يوازي محور الوشيعة

نزيد شدة الحقل بانتظام خلال $\Delta t = 0.55$

$B_1 = 0.04T \xrightarrow{} B_2 = 0.06T$

-a مطلوب : رسم يحدد جهة ($\vec{B}$ مُحرض) ،

($\vec{B}'$ متحرض) ، جهة التيار المتحرض .



-b حساب $\bar{i} = ?$

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

$$\Phi = N\ B\ S\cos\alpha \qquad \alpha = 0(\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n})\ , \cos 0 = 1$$

$$\Delta\Phi = N\ \Delta B\ S\cos 0$$

$$\Delta\Phi = N\ (B_2 - B_1)S\ \times 1$$

$$\Delta\Phi = 200\ (0.06 - 0.04)\times 2\times10^{-3}$$

$$\Delta\Phi = 8\times10^{-3}\,Weber$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{-8\times10^{-3}}{\frac{1}{2}} = -16\times10^{-3}\ volt$$

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{i} = \frac{-16\times10^{-3}}{5} = -32\times10^{-4}\ A$$

-c حساب $L = ?$ (ذاتية الوشيعة)

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 S}{\ell}$$

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{4\times10^{+4}\times2\times10^{-3}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 8\times10^{-5}\ H$$

-2 $\bar{i} = 6 + 2t$

-a حساب $\bar{\varepsilon} = ?$ (ذاتي)

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

$$\frac{\overline{di}}{dt} = (\bar{i})'_t = 2$$

$$\bar{\varepsilon} = -8\times10^{-5}\times2 = -16\times10^{-5}volt$$

-b حساب $\Delta\Phi = ?$ (بين اللحظتين $t_1 = 0\ , t_2 = 1s$)

الحل: طريقة أولى:

$$\Phi = L\,i \Rightarrow \Delta\Phi = L\ \Delta i$$

$$\Delta\Phi = L\,(i_2 - i_1)$$

$$t_1 = 0 \quad \Rightarrow i_1 = 6 + 2(0) = 6\ A$$

$$t_2 = 1s \quad \Rightarrow i_2 = 6 + 2(1) = 8\ A$$

$$\Delta\Phi = 8\times10^{-5}\ (8-6) = 16\times10^{-5}\,Weber$$

طريقة ثانية :

$$\Delta\Phi = N\ \Delta B\ S\cos\alpha$$

$$\alpha = 0(\vec{B}\ ,\vec{n})\ , \cos 0 = 1$$

$$\Delta B = 4\pi\times10^{-7} = \frac{N\ \Delta i}{\ell} \qquad \left[\Delta i = i_2 - i_1\right]$$

$$\Delta B = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{2\times10^{+2}\,(8-6)}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$\Delta B = 4\times10^{-4}\ T$$

نعوض لحساب $\Delta\Phi = ?$

$$\Delta\Phi = 2\times10^{+2}\times4\times10^{-4}\times2\times10^{-3}\times1$$

$$\Delta\Phi = 16\times10^{-5}\,Weber$$

-c $I = 10A$ مطلوب حساب $E_L = ?$ (طاقة كهرطيسية)

$$E_L = \frac{1}{2}L\,I^2 \Rightarrow E_L = \frac{1}{2}\times8\times10^{-5}\times(10)^2 = 4\times10^{-3}\ J$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 20 ص 275

$\ell = \frac{2\pi}{5} m$ ، $N = 1000 = 10^3$ لفة ، $R = 5\Omega$

$r = 2cm = 2\times10^{-2}\ m$ (نصف قطر الوشيعة)

$2r' = \frac{\pi}{500} m$ (قطر السلك)

-1 حساب $\ell' = ?$ (طول سلك الوشيعة)

$N'' = ?$ (عدد الطبقات)

(عدد اللفات الكلية) $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$ (طول السلك / طول لفة واحدة) $\Rightarrow$

$\ell' = N \times 2\pi r \Rightarrow \ell' = 1000 \times 2\pi \times 2\times10^{-2} = 125 m$

(عدد الطبقات) $N'' = \frac{N}{N'}$ (عدد اللفات الكلية / عدد اللفات بطبقة واحدة)

(عدد اللفات بطبقة واحدة) $N' = \frac{\ell}{2r'}$ (طول الوشيعة / قطر السلك) $= \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = 200$ لفة

(عدد الطبقات) $N'' = \frac{1000}{200} = 5$ طبقة

-2 حساب $L = ?$ (ذاتية الوشيعة)

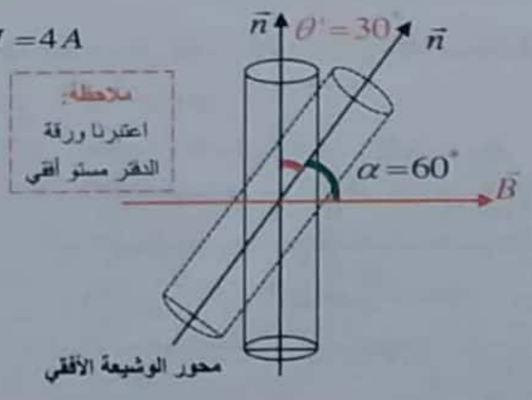
$$L = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{N^2 S}{\ell} \qquad [S = \pi r^2]$$

$$L = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{10^{+6}\times\pi\times4\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 4\pi\times10^{-4}\ H = 12.5\times10^{-4}\ H$$

-3 (محور الوشيعة الأفقي $\vec{B} \perp$) $B = 10^{-2} T$ (منتظم أفقي)

$I = 4A$



-a حساب $\Gamma_\Delta = ?$ عندما تكون قد دارت $[\theta' = 30°]$

$\Gamma_\Delta = N\ I\ S\ B \sin\alpha$

$\theta' + \alpha = 90° \Rightarrow \alpha = 90 - 30 = 60° \left(\frac{\pi}{3} rad\right)$

$\alpha = 60°\ (\vec{B}\hat{\ },\vec{n})$, $\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$

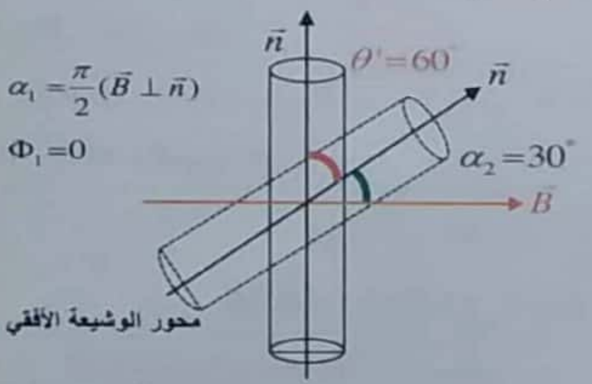
$\Gamma_\Delta = 10^{+3}\times4\times\pi\times4\times10^{-4}\times10^{-2}\times\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\Gamma_\Delta = 8\pi\sqrt{3}\times10^{-3}\ m.N = 25\sqrt{3}\ m.N$

-b حساب $W = ?$ بين وضعين:

الأول: $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Phi_1 = 0$

الثاني: $\theta' = 60° \Rightarrow \alpha_2 = 90 - 60 = 30° \left(\frac{\pi}{6} rad\right)$



$W = I\ \Delta\Phi$

$W = I\ N\ B\ S\ [\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1]$

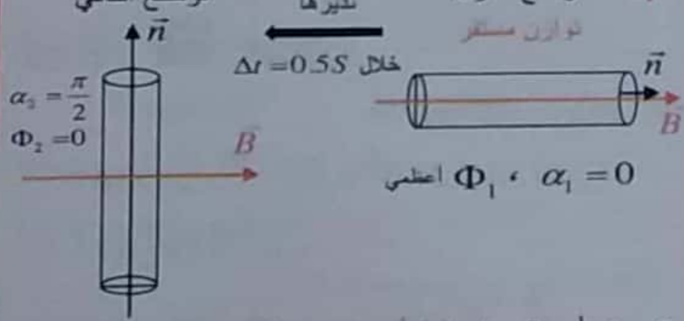
$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\frac{\pi}{2} = 0$

$\alpha_2 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \cos\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$W = 4\times10^{+3}\times10^{-2}\times\pi\times4\times10^{-4}\left[\frac{\sqrt{3}}{2} - 0\right]$

$W = 8\pi\sqrt{3}\times10^{-3} J = 25\sqrt{3}\times10^{-3}\ J$

-4 الوضع الأول: توازن مستقر



$\alpha_1 = 0$ ، Φ_1 أعظمي

-a حساب $i = ?$ (متولد $\Leftarrow$ متحرض)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \quad ، \quad \bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\Delta\Phi = N\,B\,S\,[\cos\alpha_1 - \cos\alpha_1]$$

$$\alpha_1 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\frac{\pi}{2} = 0$$

$$\Delta\Phi = 10^{+3} \times 10^{-2} \times \pi \times 4 \times 10^{-4}\,[0-1]$$

$$\Delta\Phi = -4\pi \times 10^{-3}\ Weber$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{-(-4\pi \times 10^{-3})}{\frac{1}{2}} = +8\pi \times 10^{-3}\ Volt$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow i = \frac{8\pi \times 10^{-3}}{5}$$

$$i = \frac{25}{5} \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3}\ A$$

b- حساب $\Delta q = ?$ (كمية الكهرباء)

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = |i| \times \Delta t$$

$$\Delta q = 5 \times 10^{-3} \times 0.5 = 25 \times 10^{-4}\ C$$

5- إعادة الوشيعة لوضع التوازن المستقر

إدخال نواة حديدية $\mu = 50$

مطلوب حساب $B_t = ?$ ، $\Phi = ?$

$$\mu = \frac{B_t}{B} \Rightarrow B_t = \mu B$$

$$B_t = 50 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-1}\ T$$

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

وضع التوازن المستقر $\Leftrightarrow$ $\alpha = 0\ (\vec{B}, \vec{n})$

$$\Phi = 10^{+3} \times 5 \times 10^{-1} \times \pi \times 4 \times 10^{-4} \times \cos 0 \quad \cos 0 = 1$$

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

المسألة 21 ص 276

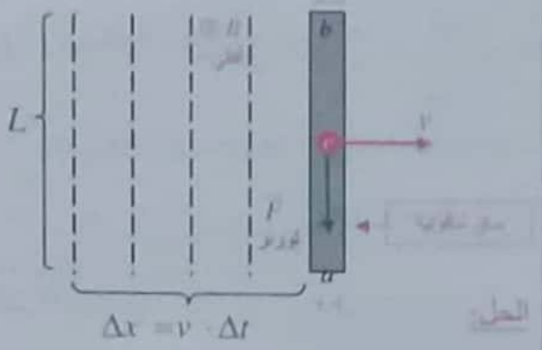
$$L = 80cm = 8 \times 10^{-1}\ m$$

(مستخدم أفقي) $B = 0.5T\ (\vec{v} \perp \vec{B})$ ، $U_{ab} = 0.4V$

1- استنتاج علاقة $v = ?$

إضافي: موضحاً بالرسم جهة $(\vec{F}, \vec{B}, \vec{v})$

مبيناً نوعي الشحنة على طرفي الساق



الحل:

- تحرك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ $(\vec{v} \perp \vec{B})$
- خلال فاصل زمني Δt
- تنتقل مسافة $\Delta x = v \cdot \Delta t$
- يتغير السطح بمقدار :

$$\Delta S = L\,\Delta x \quad \Rightarrow \quad \Delta S = Lv \cdot \Delta t$$

- يتغير التدفق بمقدار:

$$\Delta\Phi = B\,\Delta S \quad \Rightarrow \quad \Delta\Phi = BLv \cdot \Delta t$$

- تتولد قوة محركة كهربائية متحرضة (قيمتها المطلقة) وهي تساوي فرق الكمون.

$$U_{ab} = \varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B\,Lv\,\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow$$

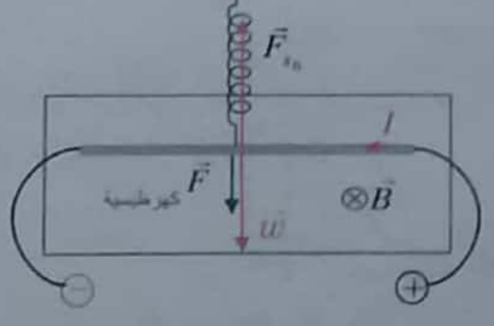
$$U_{ab} = B\,Lv \quad \Rightarrow \boxed{v = \frac{U_{ab}}{B\,L}}$$

$$v = \frac{4 \times 10^{-1}}{5 \times 10^{-1} \times 8 \times 10^{-1}} = 1\ m\,s^{-1}$$

-2 $K = 100\,N\,m^{-1}$, $I = 20\,A$

(استطالة النابض) $x_0 = 20cm = 2 \times 10^{-1}\ m$

a- تحديد على الرسم القوى الخارجية المؤثرة في الساق



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

b- استنتاج علاقة $m = ?$ (كتلة الساق)

جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w}$ قوة ثقل الساق

$\vec{F}$ قوة لابلاس (الكهرطيسية)

$\vec{F}_{s_0}$ قوة توتر النابض

(حالة التوازن السكوني):

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

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

بالإسقاط على محور شاقولي موجه للأسفل (له حامل وجهة $\vec{w}$)

$$w + F - F_{s_0} = 0 \Rightarrow$$

$$m\,g = F_{s_0} - F \Rightarrow m = \frac{F_{s_0} - F}{g} \quad (*)$$

- تؤثر على النابض القوة $\vec{F}'_{s_0}$ التي تسبب له الاستطالة x_0 إذاً :

$$\left.\begin{array}{l} F_{s_0}' = F_{s_0} = Kx \\ F = I\,L\,B\sin\theta \\ \theta = \dfrac{\pi}{2}\,(I\,\vec{L} \perp \vec{B}) \end{array}\right] \Rightarrow \quad \text{نعوض بـ } (*)$$

$$\Rightarrow \boxed{m = \frac{Kx_0 - I\,L\,B}{g}}$$

$$m = \frac{100\times2\times10^{-1} - 20\times8\times10^{-1}\times5\times10^{-1}}{10}$$

$$m = \frac{20-8}{10} = \frac{12}{10} = 1.2\,Kg$$

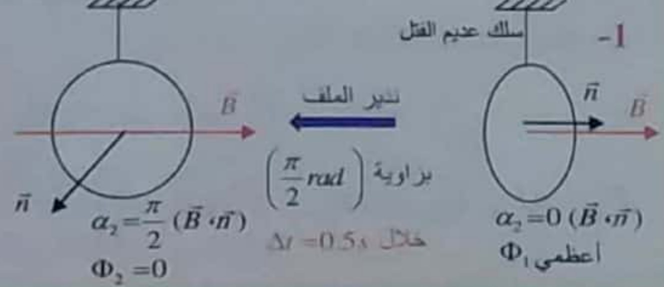
المسألة 22 ص 276

لفة $N = 600 = 6\times10^{+2}$ ، $r = 4cm = 4\times10^{-2}\ m$

$B = 0.04T$ (أفقي منتظم)

خطوط الحقل ناظمة على مستوى الملف

1-



مطلوب حساب $i = ?$ (متحرض) ، $R = 5\Omega$

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \quad ، \quad \bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\Phi}}{\Delta t}$$

$$\Delta\bar{\Phi} = N\,B\,S\,(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)\ ,\ S = \pi r^2$$

$$\alpha_1 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1 \quad (\Phi_1 \text{ أعظمي})$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\frac{\pi}{2} = 0 \quad (\Phi_2 = 0)$$

$$\Delta\bar{\Phi} = 6\times10^{+2}\times4\times10^{-2}\times\pi\times16\times10^{-4}\,(0-1)$$

$$\Delta\bar{\Phi} = -6\times64\pi\times10^{-4} = -6\times200\times10^{-4}$$

$$\Delta\bar{\Phi} = -12\times10^{-2}\ Weber$$

طريقة ثانية لحساب $\Delta\Phi$:

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

$$\Delta\bar{\Phi} = 0 - N\,B\,S\cos\alpha_1 \overset{\text{نعوض}}{=} -12\times10^{-2}\,Weber$$

$$\varepsilon = \frac{-(-12\times10^{-2})}{\frac{1}{2}} = 24\times10^{-2}\ volt$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow i = \frac{24\times10^{-2}}{5} = 48\times10^{-3}\ A$$

2- سرعة زاوية ثابتة تقابل $f = \dfrac{2}{\pi} Hz$

a- استنتاج بالرموز علاقة $[\varepsilon]$ وكتابة تابعها الزمني وكتابة التابع الزمني للتيار المتحرض المتناوب الجيبي.

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

$$\alpha = \omega t \quad \Leftarrow \text{الحركة دائرية منتظمة}$$

$$\Phi = N\,B\,S\cos\omega t$$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -(\bar{\Phi})_t'$$

$$\varepsilon = +N\,B\,S\,\omega\sin\omega t$$

تكون $[\varepsilon]$ عظمى عندما $\sin\omega t = 1$

$$\Rightarrow \varepsilon_{max} = N\,B\,S\,\omega$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$$

لكتابة التابع الزمني نوجد قيم الثوابت $[\omega\ ,\ \varepsilon_{max}]$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{2}{\pi} = 4 \ rad\ s^{-1}$$

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

$$S = \pi r^2 = \pi \times 16\times10^{-4} = 5\times10^{-3}\ m^2$$

$$\varepsilon_{max} = 6\times10^{+2}\times4\times10^{-2}\times5\times10^{-3}\times4$$

$$\varepsilon_{max} = 48\times10^{-2} volt$$

$$\bar{\varepsilon} = 48\times10^{-2}\sin 4t$$ نعوض مكان الثوابت

لكتابة تابع التيار:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow i = \frac{48\times10^{-2}}{5}\sin 4t$$

$$\bar{i} = 96\times10^{-3}\ \sin 4t$$

b- حساب $\ell' = ?$ (طول سلك الملف)

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r} \Rightarrow \ell' = N\times2\pi r$$

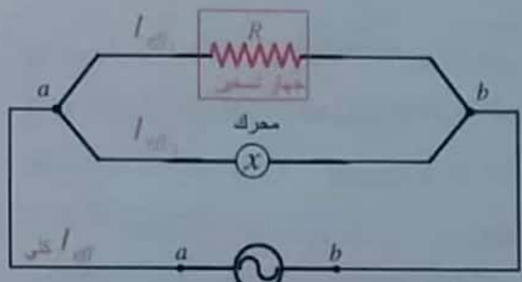
$$\ell' = 6\times10^{+2}\times2\pi\times4\times10^{-2}$$

$$\ell' = 6\times8\pi = 6\times25 = 150\, m$$

المسألة 23 ص 276

$$u_{ab} = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)\ volt$$

$$u_{ab} = U_{max}\cos\omega t$$



$U_{eff} = 120V$

a- الفرع الأول:

جهاز التسخين ذاتية مهملة $\Leftarrow$ مقاومة صرفة

تم تعديل الواحدة $\Leftarrow$ $m = 1Kg$ (ماء)

$$t_1 = 0^\circ C \xrightarrow{\text{إلى}} t_2 = 72^\circ C$$

خلال : $\Delta t = 7\min = 7\times60\ s$ ، مردود التسخين 100 %

b- الفرع الثاني: محرك $P_{avg} = 600\ Watt$

$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$ (التيار متأخر بالطور عن التوتر)

المطلوب:

1- حساب ؟ = I_{eff_1} ، ؟ = I_{eff_2}

وكتابة تابع الشدة اللحظية في كل من الفرعين.

الحل:

- لحساب ؟ = I_{eff_1} (الفرع الأول)

حسب مبدأ التوازن الحراري:

$$\left[\text{الطاقة الحرارية المنتشرة بفعل جول في المقاومة خلال فاصل زمني } (\Delta t)\right] \times \frac{100}{100} = \left[\text{الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء خلال الفاصل الزمني } (\Delta t) \text{ نفسه}\right]$$

$$\underbrace{m \cdot C \cdot \Delta t}_{J} = \underbrace{U_{eff}\ I_{eff_1} t}_{J}$$

طاقة حرارية منتشرة (J): $R I_{eff}^2 t = U_{eff} I_{eff} t = \frac{U_{eff}^2}{R} t$

$$I_{eff_1} = \frac{m\ c\ \Delta t}{U_{eff}\ t}$$

لحساب ؟ = U_{eff}

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

$$I_{eff_1} = \frac{1\times4200\times(72-0)}{120\times7\times60} = 6A$$

كتابة التابع الزمني للتيار في الفرع الأول:

$$\bar{i}_1 = I_{max_1}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_1)$$

$$\omega = 100\pi\ rad\ s^{-1}$$

جهاز التسخين مقاومة صرفة $\Leftarrow \varphi_1 = 0$ (التيار على وفاق مع التوتر)

$$I_{max_1} = I_{eff_1}\sqrt{2} = 6\sqrt{2}\ A$$

نعوض مكان الثوابت:

$$\bar{i}_1 = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0)\ A$$

- لحساب ؟ = I_{eff_2} (الفرع الثاني)

$$P_{avg_2} = U_{eff}\ I_{eff_2}\cos\varphi_2 \quad ، \quad \left[\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}\right]$$

$$I_{eff_2} = \frac{P_{avg_2}}{U_{eff}\ \cos\varphi_2} = \frac{600}{120 \times \frac{1}{2}} = 10\ A$$

كتابة التابع الزمني للتيار في الفرع الثاني:

$$\bar{i}_2 = I_{max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}\ A$$

$$\omega = 100\pi\ rad\ s^{-1}$$

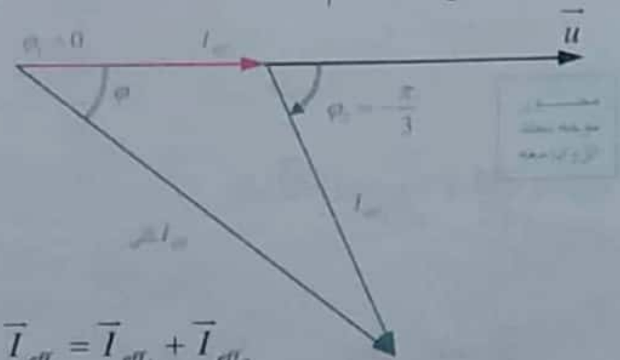
$$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3}\ rad$$

$$\bar{i}_2 = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})\ A$$

2- حساب ? $I_{eff} = ?$ ، $\cos\varphi = ?$

الحل: • لحساب $I_{eff} = ?$ باستخدام إنشاء فرنيل

$$\overline{I}_{eff_1}\left|\begin{array}{l} I_{eff_1} = 6\ A \\ \bar{\varphi}_1 = 0 \end{array}\right. ,\ \overline{I}_{eff_2}\left|\begin{array}{l} I_{eff_2} = 10\ A \\ \varphi_2 = -\frac{\pi}{3}\ rad \end{array}\right.$$



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

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

$$\cos(-\frac{\pi}{3} - 0) = \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 36 + 100 + 2 \times 6 \times 10 \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 36 + 100 + 60 = 196 \Rightarrow I_{eff} = 14\ A$$

• لحساب $\cos\varphi = ?$ (عامل استطاعة الدارة)

الحل: نحسب P_{avg} (في جملة الفرعين) ومنها نحسب $\cos\varphi$

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

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

$$P_{avg_1} = 120 \times 6 \times 1 = 720\ Watt$$

$$P_{avg_2} = 600\ Watt$$

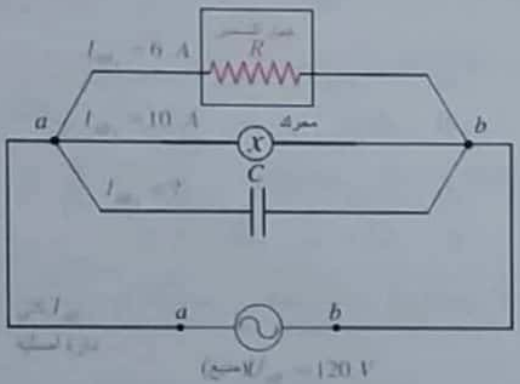
$$P_{avg} = 720 + 600 = 1320\ Watt$$

لحساب ? $\cos\varphi = ?$

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

$$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff}\ I_{eff}} = \frac{1320}{120 \times 14} = \frac{11}{14}$$

-3



مطلوب ? $I_{eff} = ?$ ، $C = ?$

ليصبح I_{eff} على وفاق بالطور مع التوتر أي $\varphi = 0$

ملاحظة: $\varphi = 0$

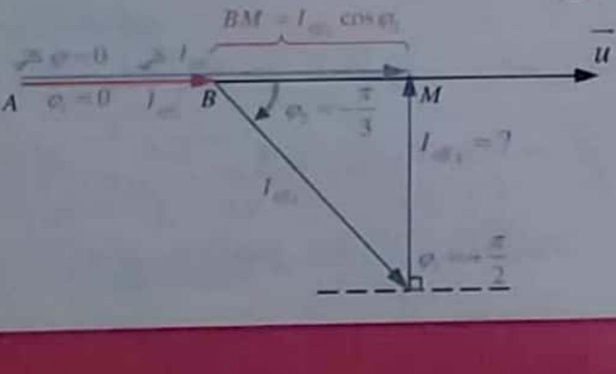
بدارة تفرع الحل حصراً مع إنشاء فرينل هندسياً.

فكرة الحل:

نحسب I_{eff_3} هندسياً من إنشاء فرينل ثم نحسب $Z_3 = X_C$ و منها نحسب السعة ? $C = ?$

$$\overline{I}_{eff_3}\left|\begin{array}{l} I_{eff_3} = ? \\ \varphi_3 = +\frac{\pi}{2}\ rad \end{array}\right. ,\ \overline{I}_{eff}\left|\begin{array}{l} I_{eff} = ? \\ \varphi = 0\ rad \end{array}\right.$$

الحل:



من الشكل:

$$\sin\varphi_2 = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}}$$

$$I_{eff_3} = I_{eff_2}\sin\frac{\pi}{3} \Rightarrow I_{eff_3} = 10\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}\ A$$

$$U_{eff} = X_C I_{eff_3} \quad \Rightarrow \quad 120 = X_C\ 5\sqrt{3}$$

$$X_C = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{24}{\sqrt{3}} \Rightarrow X_C = \frac{1}{\omega c} = 8\sqrt{3}\ \Omega$$

$$C = \frac{1}{100\pi\times 8\sqrt{3}}\ F \Rightarrow C = \frac{\sqrt{3}}{2400\pi}\ F$$

لحساب $I_{eff\,(كلي)} = ?$

$$\vec{I}_{eff\,(كلي)} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2} + \vec{I}_{eff_3}$$

من الشكل:

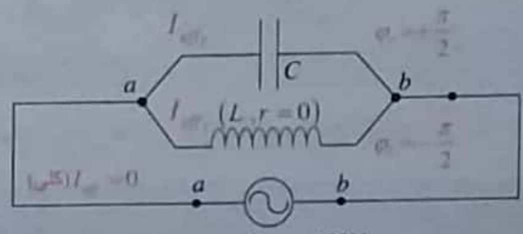
$$I_{eff\,(كلي)} = AB + BM$$

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2}\cos\varphi_2$$

$$I_{eff} = 6 + 10\times\frac{1}{2} = 11\ A$$

ملاحظة: مع الحل الهندسي لا نأخذ إشارة $[\varphi]$ بعين الاعتبار.

-4

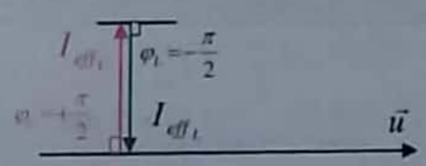


$U_{eff} = 120V$

مطلوب حساب $X_L = ?$ (ردية الوشيعة) التي من أجلها $I_{eff\,(كلي)} = 0$ (في الدارة الأصلية)

الحل:

$$\vec{I}_{eff\,(كلي)} = \vec{I}_{eff_c} + \vec{I}_{eff_L} = \vec{0}$$



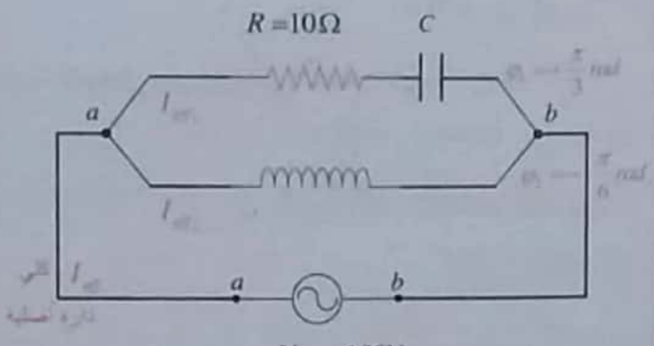
من الشكل نجد:

$$I_{eff\,(كلي)} = I_{eff_C} - I_{eff_L} = 0 \Rightarrow I_{eff_C} = I_{eff_L}$$

$$\frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{U_{eff}}{X_L} \Rightarrow X_C = X_L$$

$X_L = 8\sqrt{3}\ \Omega$ وتدعى حالة اختناق التيار.

المسألة 24 ص 277



$U_{eff} = 100V$

مطلوب:

1- استنتاج $I_{eff_1} = ?$ ، $I_{eff_2} = ?$

الحل:

تابع التيار في الدارة الأصلية:

$$i = 20\cos(100\pi t + 0)$$

$$i = I_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$

نلاحظ من تابع التيار أن:

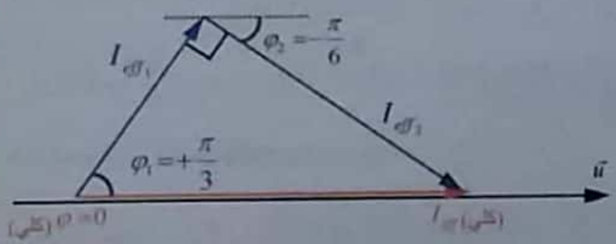
$\boxed{\varphi_{(كلي)} = 0}$ أي أن $[I_{eff\,(كلي)}]$ دارة أصلية على وفاق بالطور مع التوتر المطبق

$$I_{eff\,(كلي)} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\ A$$

$\vec{I}_{eff_2}$: $I_{eff_2} = ?$ ، $\varphi_2 = -\frac{\pi}{6}\ rad$ ، $\vec{I}_{eff_1}$: $I_{eff_1} = ?$ ، $\varphi_1 = +\frac{\pi}{3}\ rad$

تأخر تيار الفرع الثاني عن التيار الأصلي (أي عن التوتر المطبق)

تقدم تيار الفرع الأول عن التيار الأصلي (أي عن التوتر المطبق)



من إنشاء فرنيل نلاحظ أن المثلث قائم:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$\cos\varphi_1 = \frac{I_{eff_1}}{I_{eff\,(الكلي)}} \Rightarrow I_{eff_1} = I_{eff\,(الكلي)} \cos\varphi_1$$

$\boxed{\cos 60 = \frac{1}{2}}$

$$I_{eff_1} = 10\sqrt{2} \times \frac{1}{2} = 5\sqrt{2}\,A$$

$$\sin\varphi_1 = \frac{I_{eff_2}}{I_{eff\,(الكلي)}} \Rightarrow I_{eff_1} = I_{eff\,(الكلي)} \sin\varphi_1$$

$\boxed{\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}}$

$$I_{eff_1} = 10\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{6}\,A$$

2- حساب $Z_1 = ?$ (ممانعة الفرع الأول) ، $X_C = ?$ (الساعية المكثفة)

$$U_{eff} = Z_1 I_{eff_1} \Rightarrow 100 = Z_1 \times 5\sqrt{2}$$

$$Z_1 = \frac{100}{5\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\,\Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + X_C^2} \Rightarrow (10\sqrt{2})^2 = (10)^2 + X_C^2$$

$$X_C^2 = 100\times 2 - 100 = 100 \Rightarrow X_C = 10\,\Omega$$

3- $X_L = \frac{10}{\sqrt{6}}\,\Omega$ تم تعديل الرقم

مطلوب حساب $r = ?$ (مقاومة الوشيعة)

<u>طريقة أولى:</u>

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

لحساب $Z_L = ?$

$$U_{eff} = Z_L\, I_{eff_2} \Rightarrow Z_L = \frac{100}{5\sqrt{6}} = \frac{20}{\sqrt{6}}\,\Omega$$

$$r = Z_L \cos\varphi_2$$

$$r = \frac{20}{\sqrt{6}} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{10\sqrt{3}}{\sqrt{2}\,\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{2}}\,\Omega$$

<u>طريقة ثانية:</u>

$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow \left(\frac{20}{\sqrt{6}}\right)^2 = r^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{6}}\right)^2$$

$$r^2 = \frac{400}{6} - \frac{100}{6} = \frac{300}{6} = \frac{100}{2} \Rightarrow r = \frac{10}{\sqrt{2}}\,\Omega$$

<u>المسألة 25 ص 277</u>

$$u_{ab} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)\quad Volt$$

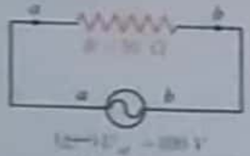
$$u_{ab} = U_{max}\cos(\omega t)$$

1- $f = ?$ ، $U_{eff} = ?$

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100\,V$$

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

2- مطلوب تابع شدة التيار.



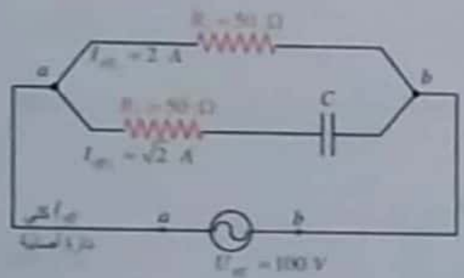
$$\bar{i} = I_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{100}{50} = 2\,A \qquad \varphi = 0\,rad$$

$$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow \bar{i} = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t)\quad A$$

-3



مطلوب تابع شدة التيار في الفرع الثاني ، $C = ?$

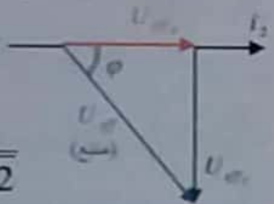
$$i_2 = I_{max_2}\cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2} = \sqrt{2}\times\sqrt{2} = 2\,A$$

لحساب $\varphi_2 = ?$:

$$U_{eff} = Z_2 I_{eff_2} \Rightarrow 100 = Z_2 \times \sqrt{2}$$

$$Z_2 = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2}\,A$$



$$\cos\varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\varphi_2 = +\frac{\pi}{4}\,rad$$

تقدم التيار عن التوتر في هذا الفرع

لاحظ:
تأخر التوتر المطبق عن تيار الفرع الثاني ⇐ تقدم تيار الفرع الثاني عن التوتر

$$\bar{i}_2 = 2\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\quad A$$

لحساب $C = ?$

$$Z = \sqrt{R_2^2 + X_C^2} = \sqrt{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$(50\sqrt{2})^2 = (50)^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2$$

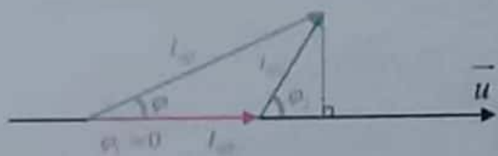
$$\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 = 5000 - 2500 = 2500 \quad \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\omega C} = 50\ \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{100\pi \times 50} = \frac{1}{5\pi} \times 10^{-3}\ F$$

-4 $I_{eff} = ?$ (كلي) (دارة أصلية).

باستخدام انشاء فرينل.

$$\vec{I}_{eff_1} \left| \begin{array}{l} I_{eff_1} = 2\ A \\ \varphi_1 = 0\ rad \end{array} \right. \quad , \quad \vec{I}_{eff_2} \left| \begin{array}{l} I_{eff_2} = \sqrt{2}\ A \\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{4}\ rad \end{array} \right.$$



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

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\overline{\varphi}_2 - \overline{\varphi}_1)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{4} - 0\right) = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \Rightarrow$$

$$I_{eff}^2 = (2)^2 + (\sqrt{2})^2 + 2 \times 2 \times \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff}^2 = 10 \quad \Rightarrow \quad I_{eff} = \sqrt{10}\ A$$

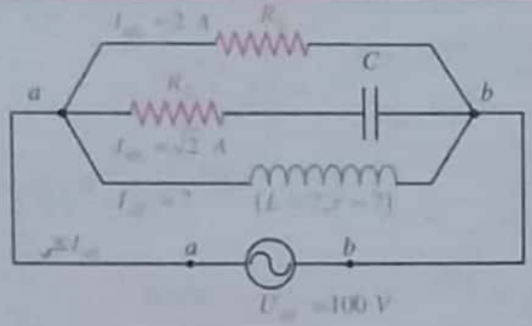
طريقة ثانية: (ننشئ مثلث قائم وتره I_{eff} كلي)

$$I_{eff}^2 = (I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos\frac{\pi}{4})^2 + (I_{eff_2} \sin\frac{\pi}{4})^2$$

$$I_{eff}^2 = \left(2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = (3)^2 + (1)^2 = 10 \quad \Rightarrow I_{eff} = \sqrt{10}\ A$$

-5

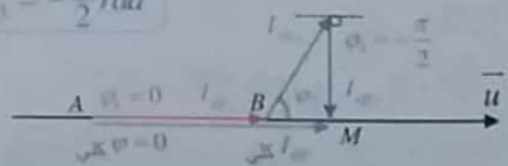


مطلوب $(r = 0 ، L = ?)$

لتصبح I_{eff} (كلي) على وفاق مع فرق الكمون أي: $\varphi = 0$ (كلي)

الفكرة: نحسب I_{eff_3} هندسياً من إنشاء فرينل لحساب Z_3 ومنها نحسب $L = ?$

$I_{eff_3} = ?$
$\overline{\varphi}_3 = -\frac{\pi}{2}\ rad$



من الشكل نجد:

$$\sin\varphi_2 = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}} \qquad (\varphi_2 = \frac{\pi}{4}\ rad)$$

$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin\frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 1\ A$$

$$U_{eff} = Z_3 I_{eff_3} \quad , \quad Z_3 = X_L$$

$$100 = X_L \times 1 \quad \Rightarrow \quad X_L = 100\ \Omega$$

$$X_L = L\omega \Rightarrow L = \frac{100}{100\pi} \Rightarrow L = \frac{1}{\pi}\ H$$

لحساب $I_{eff} = ?$ (كلي)

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2} + \vec{I}_{eff_3}$$

من الشكل نجد:

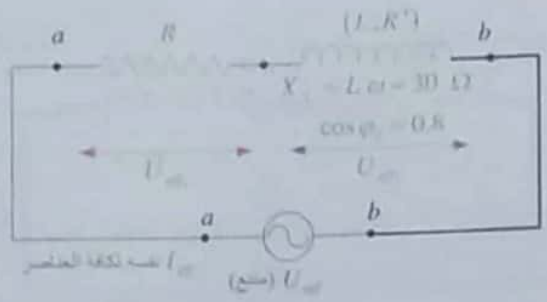
$$I_{eff} = AB + BM$$

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos\varphi_2$$

$$I_{eff} = 2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 3\ A$$

هي الشدة المنتجة للتيار عندما تعمل الفروع الثلاثة معاً.

المسألة 26 ص 277



$$\bar{i} = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t)\ A$$

$$i = I_{max}\cos(\omega t)$$

1- $I_{eff} = ?$ ، $f = ?$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 3\ A$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\ Hz$$

2- احسب $R' = ?$ ، $Z_L = ?$

مقاومة الوشيعة ممانعة الوشيعة

$$\cos\varphi_2 = \frac{R'}{Z_L} \Rightarrow 0.8 = \frac{R'}{\sqrt{R'^2 + X_L^2}} \Rightarrow$$

$$0.64 = \frac{R'^2}{R'^2 + (30)^2} \Rightarrow R'^2 = 0.64R'^2 + 0.64\times(30)^2$$

$$R'^2 - 0.64R'^2 = 0.64\times(30)^2 \Rightarrow 0.36R'^2 = 0.64\times(30)^2$$

$$0.6\times R' = 0.8\times 30 \Rightarrow R' = \frac{0.8\times 30}{0.6} = \frac{8\times 30}{6} = 40\Omega$$

$$Z_L = \frac{R'}{\cos\theta_2} \Rightarrow Z_L = \frac{40}{0.8} = \frac{400}{8} = 50\Omega$$

3- $R = ?$ ، $P_{avg_1} = ?$ ، $P_{avg} = ?$

(مستهلكة في الدارة)

$$U_{eff_1} = \frac{1}{2}U_{eff_2} \Rightarrow RI_{eff} = \frac{1}{2}Z_L I_{eff}$$

$$R = \frac{1}{2}Z_L \Rightarrow R = \frac{1}{2}\times 50 = 25\ \Omega$$

لحساب $P_{avg_1} = ?$

$$P_{avg_1} = RI_{eff}^2 \Rightarrow P_{avg_1} = 25\times(3)^2 = 225\ W$$

لحساب $P_{avg} = ?$

تستهلك الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة (R, R') فقط.

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} \Rightarrow P_{avg} = RI_{eff}^2 + R'I_{eff}^2$$

$$\boxed{P_{avg} = (R+R')I_{eff}^2} \Rightarrow P_{avg} = (25+40)\times(3)^2$$

$$P_{avg} = 65\times 9 = 585\ W$$

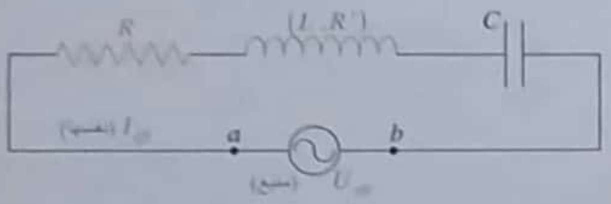
طريقة ثانية:

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

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

نقوم بحساب U_{eff_1} ، U_{eff_2} ونعوض

4- نضيف $C = ?$ على التسلسل فتبقى I_{eff} نفسها.



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

$$Z = Z$$

$$\sqrt{(R+R')^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{(R+R')^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

بالتربيع:
$$(L\omega)^2 = \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$

بجذر الطرفين:
$$\mp L\omega = L\omega + \frac{1}{\omega C}$$

إما:
$$+L\omega = L\omega - \frac{1}{\omega C}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow C \to \infty$$ مرفوض

أو:
$$-L\omega = L\omega - \frac{1}{\omega C}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 2L\omega \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = 2\times 30 = 60$$

$$C = \frac{1}{100\pi\times 60} = \frac{1}{6000\pi} = \frac{1}{6\pi}\times 10^{-3}\ F$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5- نضيف $[C']$ للمكثفة $[C]$

تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر .

$C''_{eq}=?$ ، تحديد طريقة الضم ، $C'=?$

الحل:

الشدة على توافق بالطور مع التوتر أي لدينا

حالة تجاوب كهربائي :

$$X_L=X_{C''} \Rightarrow L\omega=\frac{1}{\omega C''_{eq}} \Rightarrow C''_{eq}=\frac{1}{L\omega\omega}$$

$$C''_{eq}=\frac{1}{30\times100\pi}=\frac{1}{3\pi}\times10^{-3}\ F$$

نلاحظ أنه: $C < C''_{eq}$

نستنتج أن الطريقة التي ضم بها (C,C') على التفرع .

لحساب $C'=?$

$$C''_{eq}=C+C' \Rightarrow C'=C''_{eq}-C$$

$$C'=\frac{10^{-3}}{3\pi}-\frac{10^{-3}}{6\pi} \Rightarrow C'=\frac{1}{6\pi}\times10^{-3}\ F$$

طلب إضافي (قبل الطلب 5):
نغير من تواتر التيار في الدارة بحيث تصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة لها، احسب قيمة التواتر الجديد؟
$f=?$

الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة لها أي لدينا

حالة تجاوب كهربائي:

$$X_L=X_C \Rightarrow L\omega'=\frac{1}{\omega' C} \Rightarrow \omega'^2=\frac{1}{LC}$$

$$2\pi f'=\frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f'=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

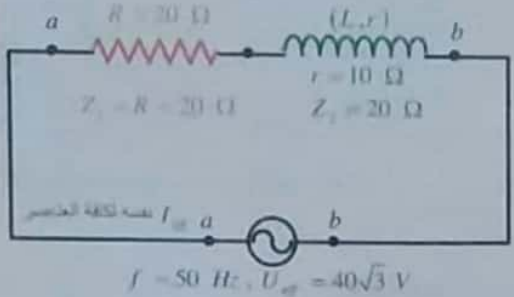
لحساب $L=?$

$$L\omega=30 \Rightarrow L=\frac{30}{100\pi}=\frac{3}{10\pi}\ H$$

$$\Rightarrow f'=\frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{3}{10\pi}\times\frac{10^{-3}}{6\pi}}}=5\sqrt{2}\ Hz$$

المسألة 27 ص 277

(A



1- $Z=?$ ، $I_{eff}=?$

$$Z=\sqrt{(R+r)^2+(L\omega)^2}$$

لحساب $X_L=L\omega=?$ (من ممانعة الوشيعة Z_2)

$$Z_L=\sqrt{r^2+(L\omega)^2} \Rightarrow (20)^2=(10)^2+(L\omega)^2$$

$$(L\omega)^2=400-100=300$$

نعوض لحساب $Z=?$ ممانعة الدارة (كلية):

$$Z=\sqrt{(20+10)^2+300}=\sqrt{900+300}$$

$$Z=\sqrt{1200}=\sqrt{4\times3\times100}=20\sqrt{3}\ \Omega$$

لحساب $I_{eff}=?$

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

$$40\sqrt{3}=20\sqrt{3}\times I_{eff} \Rightarrow I_{eff}=2\ A$$

2- $P_{avg}=?$ ، $\cos\varphi=?$

تصرف الاستطاعة حرارياً بفعل جول

$$P_{avg}=P_{avg_1}+P_{avg_2} \Rightarrow P_{avg}=RI^2_{eff}+rI^2_{eff}$$

$$P_{avg}=(R+r)I^2_{eff}=(20+10)\times4=120\ W$$

لحساب $\cos\varphi=?$

$$P_{avg}=U_{eff}I_{eff}\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi=\frac{120}{40\sqrt{3}\times2}$$

$$\cos\varphi=\frac{3}{2}\times\frac{1}{\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{2}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة ثانية لحساب $\cos\varphi_{كلي} = ?$

$$\cos\varphi_{كلي} = \frac{(R+r)}{Z} = \frac{20+10}{20\sqrt{3}} = \frac{30}{20\sqrt{3}} = \frac{3}{2\sqrt{3}}$$

$$\cos\varphi_{كلي} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

ملاحظة: لو طلب حساب فرق الطور بين التوتر المطبق و شدة التيار:

$$\varphi = +\frac{\pi}{6}\ rad$$

تقدم التوتر عن التيار

-3 $E = ?$ (طاقة حرارية منتشرة عن المقاومة الصرفة)

$t = 10\ min$ (دقيقة) $\Rightarrow t = 10\times 60 = 600\ s$

$$E = P_{avg_1}\times t = R\, I_{eff}^2\, t$$

$$E = 20\times(2)^2\times 600 = 48\times 10^3\ J$$

لكتابة تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة:

$$\overline{u}_1 = U_{max_1}\cos(\omega t + \overline{\varphi}_1)$$

$\varphi_1 = 0\ rad$ الشدة و التوتر على توافق.

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

$$U_{max_1} = U_{eff_1}\sqrt{2}$$

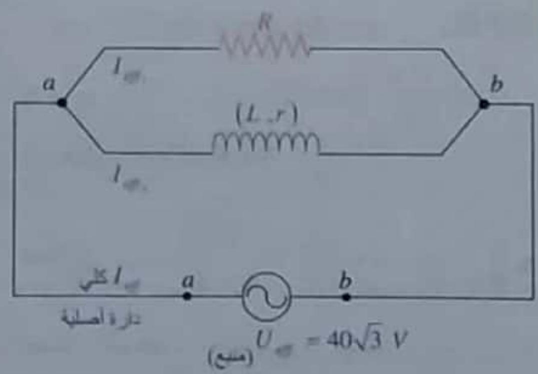
لحساب $U_{eff_1} = ?$

$$U_{eff_1} = R\, I_{eff} = 20\times 2 = 40\ V$$

$$U_{max_1} = 40\sqrt{2}\ V$$

$$u_1 = 40\sqrt{2}\cos(100\pi t)\ Volt$$

(B



-1 I_{eff} (كلي) باستخدام انشاء فرينل

نحسب كل من I_{eff_1} ، I_{eff_2}

$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{40\sqrt{3}}{20} = 2\sqrt{3}\ A$$

$$I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{40\sqrt{3}}{20} = 2\sqrt{3}\ A$$

$$\varphi_1 = 0\ rad$$

لحساب $\varphi_2 = ?$

$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_L} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{3}\ rad$$

تأخر التيار عن التوتر

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

تربيع الطرفين

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\overline{\varphi}_2 - \overline{\varphi}_1)$$

$$\cos(-\frac{\pi}{3} - 0) = \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = (2\sqrt{3})^2 + (2\sqrt{3})^2 + 2\times 2\sqrt{3}\times 2\sqrt{3}\times\frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 12 + 12 + 12 = 36 \Rightarrow I_{eff} = 6\ A$$

-2 $P_{avg} = ?$ (كلي) ، $\cos\varphi = ?$

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

تصرف الاستطاعة حرارياً بفعل جول

$$P_{avg} = R\, I_{eff_1}^2 + r\, I_{eff_2}^2$$

$$P_{avg} = 20\times(2\sqrt{3})^2 + 10\times(2\sqrt{3})^2$$

$$P_{avg} = 240 + 120 = 360\ W$$

لحساب $\cos\varphi_{كلي} = ?$

$$P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff}\ \cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{360}{40\sqrt{3}\times 6} = \frac{3}{2\sqrt{3}}$$

$$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 28 ص 278

$L_2 = 49cm$ ، $L_1 = 17cm$

حساب $f = ?$ ، $v = 340 m s^{-1}$

[عمود هوائي مغلق مختلف الطرفين] $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$n = 1 \Rightarrow L_1 = \frac{\lambda}{4}$

$n = 2 \Rightarrow L_2 = 3\frac{\lambda}{4}$

$\Rightarrow \Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$

$\Delta L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2 \times \Delta L \Rightarrow$

$\lambda = 2(49-17) = 64cm = 64\times10^{-2}\ m$

$v = f\ \lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{64\times10^{-2}} = 531.25\ Hz$

المسألة 29 ص 278 (تشبه دورة 2018)

مزمار ذو فم (A)
نهايته مفتوحة (A) ⇐ مزمار متشابه الطرفين

$L = 3\ m$, $f = 110\ Hz$

$t = 0\ ℃$, $v = 330\ m \cdot s^{-1}$

1- حساب البعد بين بطنين متتاليين = ؟
ثم استنتاج رتبة الصوت $n = ?$

الحل:

البعد بين بطنين متتاليين = $\frac{\lambda}{2}$

نحسب $\lambda = ?$

$v = f\ \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} = 3\ m$

البعد بين بطنين متتاليين: $\frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1.5\ m$

مع مزمار متشابه الطرفين (n) هي رتبة الصوت

$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda}$

$n = \frac{2\times3}{3} = 2$ (المدروج الثاني)

2- نسخن المزمار إلى: $t' = 819\ ℃$
استنتاج $\lambda' = ?$ (يصدر المزمار الصوت السابق نفسه)

الحل:

نفس الصوت ⇐ نفس التواتر أي: $f' = f$

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{\frac{273+t'}{273+t}}$$

$$\frac{f'\lambda'}{f\ \lambda} = \sqrt{\frac{273+819}{273+0}} = \sqrt{4} = 2$$

$\lambda' = 2\times\lambda \Rightarrow \lambda' = 2\times3 = 6\ m$

3- $L' = ?$ طول مزمار آخر

مزمار ذو فم (A)
نهايته مغلقة (N) ⇐ مزمار مختلف الطرفين
$v = 330\ m \cdot s^{-1}$ ⇐ $t = 0\ ℃$
$f = 110 Hz$ ⇐ له نفس تواتر الصوت السابق
$[(2n-1) = 3]$ ⇐ للمدروج الثالث

الحل:

$$L' = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

$(2n-1) = 3$ ⇐ المدروج الثالث

$$L' = 3\times\frac{v}{4f}$$

$$L' = 3\times\frac{330}{4\times110} = \frac{9}{4} = 2.25\ m$$

المسألة 30 ص 279 (تشبه دورة 2014)

$L = 1\ m$, $m = 10\ g = 10\times10^{-3} = 10^{-2}\ kg$

$f = 50\ Hz$, $\lambda = 40\ cm = 4\times10^{-1}\ m$

1- $n = ?$ (عدد المغازل المتكونة على طول الخيط)

إن طول المغزل الواحد = $\frac{\lambda}{2}$

$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2\times1}{4\times10^{-1}} = 5$ مغازل

2- حساب السعة $(Y_{max\ n}) = ?$

علماً أن: $Y_{max} = 1\ cm$ (سعة اهتزاز المنبع)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- لنقطة تبعد ($x_1 = 20\ cm = 0.2\ m$) عن النهاية المقيدة
- لنقطة تبعد ($x_2 = 30\ cm = 0.3\ m$) عن النهاية المقيدة

$$Y_{max/n} = 2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right| \quad \text{(السعة)}$$

- $x_1 = 0.2\ m$ ، (منبع) $Y_{max} = 1\ cm = 10^{-2}\ m$

$$Y_{max/n_1} = 2\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.2\right| \quad \boxed{\sin\pi = 0}$$

$$\Rightarrow Y_{max/n_1} = 0$$

أي (n_1) عقدة اهتزاز.

- $x_2 = 0.3\ m$

$$Y_{max/n_2} = 2\times10^{-2}\left|\sin\frac{2\pi}{0.4}\times0.3\right| \quad \boxed{\left|\sin\frac{3\pi}{2}\right| = 1}$$

$$Y_{max/n_2} = 2\times10^{-2}\ m$$

أي (n_2) بطن اهتزاز.

3- احسب: $\mu = ?$ ، $F_T = ?$ ، $v = ?$

- حساب الكتلة الخطية:

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \mu = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2}\ kg\cdot m^{-1}$$

- حساب قوة الشد وسرعة الانتشار:

$$v = f\lambda \Rightarrow v = 4\times10^{-1}\times50 = 20\ m\cdot s^{-1}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow F_T = v^2\times\mu$$

$$F_T = (20)^2\times10^{-2} = 4\ N$$

طريقة ثانية:

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow F_T = \frac{f^2\mu\times4L^2}{n^2}$$

$$F_T = \frac{(50)^2\times10^{-2}\times4\times(1)^2}{(5)^2} = 4\ N$$

4- $F'_T = ?$ التي تجعل الوتر يهتز بمغزلين $\Leftarrow$ $(n = 2)$

$$F'_T = \frac{f^2\mu\times4L^2}{n^2} = \frac{(50)^2\times10^{-2}\times4\times(1)^2}{(2)^2} = 25\ N$$

نحسب طول الموجة الجديد ($\lambda' = ?$) من أجل مغزلين:

$$L = 2\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow \lambda' = 1\ m$$

- لحساب أبعاد العقد N عن النهاية المقيدة (M')

$$x = n\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow x = n\frac{1}{2}$$

العقدة الأولى: $n = 0 \Rightarrow x_1 = 0\ m$

العقدة الثانية: $n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2}\ m$

العقدة الثالثة: $n = 2 \Rightarrow x_3 = 1\ m$

- لحساب أبعاد البطون A عن النهاية المقيدة (M')

$$x = (2n+1)\frac{\lambda'}{4} \Rightarrow x = (2n+1)\frac{1}{4}$$

البطن الأول: $n = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{1}{4}\ m$

البطن الثاني: $n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{3}{4}\ m$

5- نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه

$$L' = \frac{L}{2} \quad , \quad m' = \frac{m}{2}$$

$$\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$$

$$\mu = \mu' = 10^{-2}\ kg\cdot m^{-1}$$

إذاً لا تتغير الكتلة الخطية للوتر عندما ننقص طوله.

المسألة 31 ص 279 (تشبه دورة 2013 + 2015)

$L = 1.5\ m$ ، $m = 15\ g = 15\times10^{-3}\ kg$

$f = 100\ Hz$ ، $n = 3$ مغزل

1- حساب طول الموجة $\lambda = ?$

$$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2\times1.5}{3} = 1\ m$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- حساب الكتلة الخطية للوتر $\mu = ?$

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \mu = \frac{15\times10^{-3}}{1.5} = 10^{-2}\ kg\cdot m^{-1}$$

3- حساب سرعة الانتشار $v = ?$

$$v = f\lambda \Rightarrow v = 100\times1 = 100\ m\cdot s^{-1}$$

4- حساب قوة الشد: $F_T = ?$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$F_T = \mu v^2 = 10^{-2}\times(100)^2 = 100\ N$$

5-

- لحساب أبعاد العقد (N) عن النهاية المقيدة M'

$$x = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow x = n\frac{1}{2}$$

العقدة الأولى: $n=0 \Rightarrow x = 0\ m$

العقدة الثانية: $n=1 \Rightarrow x = \frac{1}{2}\ m$

العقدة الثالثة: $n=2 \Rightarrow x = 1\ m$

العقدة الرابعة: $n=3 \Rightarrow x = \frac{3}{2}\ m$

- لحساب أبعاد البطون (A) عن النهاية المقيدة M'

$$x = (2n+1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow x = (2n+1)\frac{1}{4}$$

البطن الأول: $n=0 \Rightarrow x = \frac{1}{4}\ m$

البطن الثاني: $n=1 \Rightarrow x = \frac{3}{4}\ m$

البطن الثالث: $n=2 \Rightarrow x = \frac{5}{4}\ m$

نلاحظ أن: $n=3 \Rightarrow x = \frac{7}{4}\ m > 1.5$

وهي غير محققة أكبر من طول الوتر.

المسألة $\boxed{32}$ ص 279

مزمار ذو فم (A)
نهايته مفتوحة (A) ⇐ مزمار متشابه الطرفين

$L = 3.4\ m$ ، $f = 1000\ Hz$ ، $v = 340\ m\cdot s^{-1}$

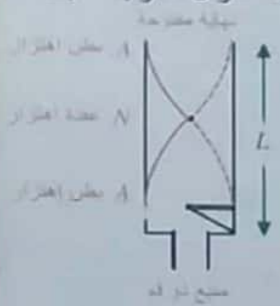
1- حساب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار؟

نحسب طول الموجة (λ)

$$v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0.34\ m$$

عدد أطوال الموجة $= \frac{L}{\lambda}$

$\Rightarrow$ عدد أطوال الموجة $= \frac{3.4}{0.34} = 10$



2- $f = ?$

$$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = n\frac{v}{2f}$$

$$f = \frac{nv}{2L}$$

لكن لدينا: $n = 1$

$$f = \frac{1\times340}{2\times3.4} \Rightarrow f = 50\ Hz$$

3- $v_1 = 331\ m\cdot s^{-1}$ عند الدرجة $t_1 = 0\ ℃$

مطلوب $t_2 = ?$ (درجة حرارة التجربة)

$v_2 = 340 m\cdot s^{-1}$ أي عندما السرعة

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{273+t_2}{273+t_1}}$$

$$\frac{340}{331} = \sqrt{\frac{273+t_2}{273+0}} \Rightarrow t_2 = 15\ ℃$$

للحفظ:

- سرعة انتشار الصوت في الهواء $v \simeq 340\ m\cdot s^{-1}$ عند درجة الحرارة $t = 15\ ℃$
- سرعة انتشار الصوت في الهواء $v \simeq 343\ m\cdot s^{-1}$ عند درجة الحرارة $t = 20℃$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

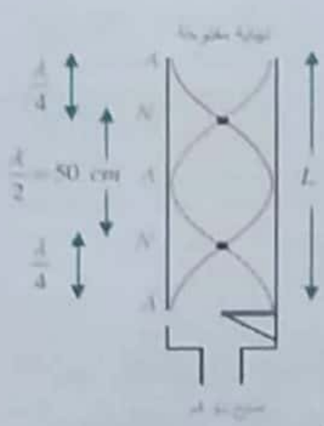
المسألة 33 ص 279 (مع الطلب الإضافي في دورة 2000)

1- مزمار ذو فم (A)
نهايته مفتوحة (A) ⇐ مزمار متشابه الطرفين

$t=15^{\circ}c$

يتكون داخله عقدتان تبعدان عن بعضهما $50\ cm$

علماً أن: $v'=331 m s^{-1}$ عند الدرجة $t'=0^{\circ}c$



من عقدة إلى عقدة تليها $=\frac{\lambda}{2}$

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{2}=50\ cm \Rightarrow \lambda=100\ cm=1\ m$$

2- $L=?$

من الشكل نجد:

$$L=\frac{\lambda}{4}+\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{4}=\frac{4\lambda}{4}=\lambda=1\ m$$

طريقة ثانية

$$L=n\frac{\lambda}{2}$$

يتكون داخله عقدتان ⇐ $n=2$

$$L=2\times\frac{1}{2}=1\ m$$

3- $f=?$

لحساب $[v=?]$ سرعة الهواء عند الدرجة $t=15^{\circ}C$

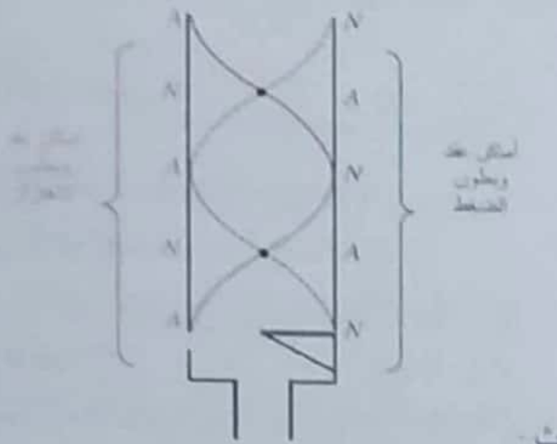
$$\frac{v}{v'}=\sqrt{\frac{T}{T'}}=\sqrt{\frac{273+t}{273+t'}}=\sqrt{\frac{273+15}{273+0}}$$

$$\frac{v}{331}=\sqrt{\frac{288}{273}} \Rightarrow v=340 m s^{-1}$$

$$v=f\ \lambda \Rightarrow f=\frac{v}{\lambda}=\frac{340}{1}=340 Hz$$

طلب إضافي: بين بالرسم أماكن بطون و عقد الضغط داخل المزمار.

الحل:



حيث:

- أماكن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط
- أماكن عقد الاهتزاز هي بطون للضغط

4- طول مزمار آخر $L'=?$

مزمار ذو فم (A)
نهايته مغلقة (N) ⇐ مزمار مختلف الطرفين

الدرجة $t=15^{\circ}c$ ⇐ $v=340 m s^{-1}$

صوت أساسي ⇐ $n=1$

صوت موافقاً للصوت السابق ⇐ له نفس التواتر

الحل:

$$L'=(2n-1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow L'=(2n-1)\frac{v}{4f}$$

الصوت أساسي أي $n=1$

الصوتان متوافقان أي لهما نفس التواتر $f=340\ Hz$

$$L'=(2\times1-1)\times\frac{340}{4\times340}=\frac{1}{4}=0.25\ m$$

المسألة 34 ص 280

مزمار متشابه الطرفين $L=3.32m$

$f=1024Hz$ ، $t=15^{\circ}C$ ، $v=340\ m s^{-1}$

1- احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار ؟

عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار $=\frac{L}{\lambda}$ (طول المزمار) / (طول موجة واحدة)

نحسب طول الموجة ؟ $\lambda=$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$v=f\lambda \Rightarrow \lambda=\frac{v}{f}=\frac{340}{1024}=0.332m$$

عدد أطوال الموجة: $\frac{L}{\lambda}=\frac{3.32}{0.332}=10$

-2 عدد أطوال الموجة الجديدة = 5
نفس الصوت ⟵ نفس التواتر
بتغيير درجة الحرارة t' ⟵ تتغير السرعة $[v']$

احسب $t'=?$

نحسب $\lambda'=?$ (طول الموجة الجديدة)

$$\lambda'=\frac{L}{\text{عدد أطوال الموجة الجديدة}}=\frac{3.32}{5}=0.664$$

$$\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{T'}{T}}=\sqrt{\frac{t'+273}{t+273}}$$

بما أن الصوتان متوافقان أي لهما نفس التواتر $[f=f']$

$$\frac{f'\lambda'}{f\lambda}=\sqrt{\frac{t'+273}{15+273}} \Rightarrow \frac{0.664}{0.332}=\sqrt{\frac{t'+273}{288}} \Rightarrow$$

$$4=\frac{t'+273}{288} \Rightarrow 4\times 288=t'+273$$

$$t'=1152-273=879^{\circ}c$$

-3 (تكون في الطرفان بطنان للاهتزاز) ⟷ (المزمار ذو فم نهاية مفتوحة)

عقدة واحدة في منتصفه $\Leftarrow n=1$

$v=340\ m\,s^{-1} \Leftarrow t=15^{\circ}c$

تغير قوة النفخ ⟸ تغير التواتر

احسب $f'=?$

نحسب $\lambda''=?$ (طول الموجة الجديدة)

$$L=n\frac{\lambda''}{2} \Rightarrow \lambda''=\frac{2L}{n}$$

عقدة واحدة في منتصفه ⟸ $[n=1]$

$$\lambda''=\frac{2\times3.22}{1}=6.64m$$

$$v=f'\lambda'' \Rightarrow f'=\frac{v}{\lambda''}=\frac{340}{6.64}=51.2Hz$$

المسألة 35 ص 280

$L_1=21cm$ (الصوت الشديد الأول) ، $L_2=65.3cm$ (الصوت الشديد الثاني)

مطلوب حساب $v=?$ $f=392Hz$

[عمود هوائي مغلق مختلف الطرفين] $L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$$\left.\begin{array}{l} n=1 \Rightarrow L_1=\frac{\lambda}{4} \\ n=2 \Rightarrow L_2=3\frac{\lambda}{4}\end{array}\right] \Rightarrow \Delta L=\frac{3\lambda}{4}-\frac{\lambda}{4}=\frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta L=\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda=2\times\Delta L$$

$$\lambda=2(65.3-21)=88.6cm=88.6\times10^{-2}m$$

$$v=f\lambda \Rightarrow v=392\times88.6\times10^{-2}=347.3\ m\,s^{-1}$$

درجة الحرارة في العمود الهوائي أكبر من درجة حرارة الغرفة

لأن سرعة انتشار الصوت في الهواء $v=343m\,s^{-1}$

عند الدرجة $t=20^{\circ}C$

للتأكد: نحسب سرعة انتشار الصوت في الهواء $[v'=?]$

عند درجة الحرارة $t'=20^{\circ}C$

نعلم أن سرعة انتشار الصوت في الهواء $[v=331m\,s^{-1}]$

عند درجة الحرارة $t=0^{\circ}C$

$$\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{T'}{T}}=\sqrt{\frac{t'+273}{t+273}}$$

$$\frac{v'}{331}=\sqrt{\frac{20+273}{0+273}} \Rightarrow v'=343m\,s^{-1}$$

المسألة 36 ص 280 (دورة 2009 + 2018 + ...)

مزمار ذو فم (A)
نهايته مغلقة (N) ⟸ مزمار مختلف الطرفين

يحوي غاز الأكسجين ، $v=324\ m\cdot s^{-1}$

صوت أساسي $(n=1)$ ، $f=162\ Hz$

-1 $L=?$ (طول المزمار)

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow L=(2n-1)\frac{v}{4f}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$L=(2\times1-1)\times\frac{324}{4\times162} \Rightarrow L=\frac{1}{2}\ m$$

2- صوت أساسي $(n=1)$

احسب $f'_{(H_2)}=?$ (المزمار مملوء بغاز الهيدروجين)

الفكرة: اختلاف نوع الغاز لغازين لهما نفس الرتبة الذرية نفكر بالكثافة

$$\frac{v_{(H_2)}}{v_{(O_2)}}=\sqrt{\frac{D_{O_2}}{D_{H_2}}}=\sqrt{\frac{\frac{M_{O_2}}{29}}{\frac{M_{H_2}}{29}}}=\sqrt{\frac{32}{2}}=4$$

$$\Rightarrow \boxed{v_{(H_2)}=4v_{(O_2)}}$$ (سؤال خيار متعدد)

$$v_{(H_2)}=4\times324=1296\ m\cdot s^{-1}$$

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow L=(2n-1)\frac{v_{(H_2)}}{4f'_{(H_2)}}$$

$$f'_{(H_2)}=(2n-1)\frac{v_{H_2}}{4L}$$

$$f'_{(H_2)}=(2\times1-1)\frac{1296}{4\times\frac{1}{2}}=648\ Hz$$

طريقة ثانية: لمناقشة سؤال خيار متعدد

$$L_{(H_2)}=L_{(O_2)}$$

$$\cancel{(2n-1)}\frac{\lambda_{(H_2)}}{\cancel{4}}=\cancel{(2n-1)}\frac{\lambda_{(O_2)}}{\cancel{4}}$$

صوت أساسي $(n=1)$:

$$\Rightarrow \boxed{\lambda_{(H_2)}=\lambda_{(O_2)}}$$ (سؤال خيار متعدد)

ولدينا مما سبق:

$$v_{(H_2)}=4v_{(O_2)}$$

$$f'_{(H_2)}\times\lambda_{(H_2)}=4\times f_{(O_2)}\times\lambda_{(O_2)}$$

$$\Rightarrow \boxed{f'_{(H_2)}=4f_{(O_2)}}$$ (سؤال خيار متعدد)

$$\Rightarrow f'_{(H_2)}=4\times162=648\ Hz$$

المسألة 37 ص 280

$$U_{AC}=8\times10^4\ V$$

$v_C=0$ (خروج من المهبط بسرعة معدومة عملياً)

1- استنتاج بالرموز $E_k=?$ (الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط)

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: المهبط.

الثاني: وصوله إلى الهدف (موصول بالمصعد مقابل المهبط)

$$\Delta E_k=\sum \overline{W}_{\overline{F}}$$

$$E_{k_A}-E_{k_C}=\overline{W}_{\overline{F}}$$

$$E_{k_A}-0=eU_{AC}$$

$E_{k_C}=0$ لأن $v_C=0$ خروج الإلكترون من المهبط بسرعة معدومة عملياً.

$$E_{k_A}=1.6\times10^{-19}\times8\times10^4 \Rightarrow E_{k_A}=128\times10^{-16} J$$

2- $v=?$ (اصطدامه بالهدف):

$$E_k=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v=\sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

$$v=\sqrt{\frac{2\times128\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}}=\sqrt{\frac{256\times10\times10^{-17}}{9\times10^{-31}}} \Rightarrow$$

$$v=\frac{16}{3}\sqrt{10}\times10^{+7}\ m\cdot s^{-1} \Rightarrow$$

$$v=16.8\times10^{+7}\ m\cdot s^{-1}\simeq17\times10^{+7} m\cdot s^{-1}$$

3- احسب $\lambda_{min}=?$:

$$E=E_k$$

$$hf_{max}=E_k$$

$$h\frac{c}{\lambda_{min}}=E_k \Rightarrow \lambda_{min}=\frac{hc}{E_k}$$

$$\lambda_{min}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^8}{128\times10^{-16}}=0.155\times10^{-10}\ m$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 38 ص 281 (عدة دورات)

$\lambda = 0.5\ \mu m = 0.5\times10^{-6}$ ، $E_s = (W_s) = 33\times10^{-20} J$

1) $\lambda_s = ?$ (طول موجة عتبة الإصدار)

$$\left.\begin{array}{l} E_s = hf_s \\ c = f_s\lambda_s \end{array}\right] \Rightarrow E_s = h\times\frac{c}{\lambda_s}$$

$$\lambda_s = \frac{h\times c}{E_s} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{33\times10^{-20}}$$

$$\lambda_s = 0.6\times10^{-6}\ m$$

2) $E_k = ?$ ، $v = ?$ (عظمى)

$$E_k = E - E_s$$

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{\frac{1}{2}\times10^{-6}} = 39.6\times10^{-20}\ J$$

نعوض:

$$E_k = 39.6\times10^{-20} - 33\times10^{-20}$$

$$E_k = 6.6\times10^{-20}\ J = 66\times10^{-21}\ J$$

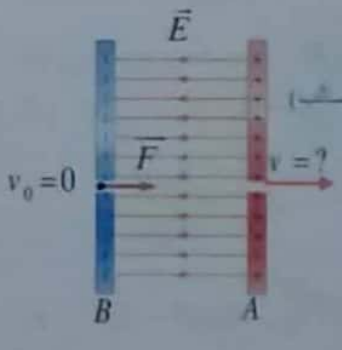
لحساب $v = ?$ (عظمى)

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times66\times10^{-21}}{9\times10^{-31}}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\times2\times33}{9}}\times10^{5}$$

$$v = \frac{2}{3}\sqrt{33}\times10^{5}\ m\cdot s^{-1} \Rightarrow v = 3.82\times10^{5}\ m\cdot s^{-1}$$

المسألة 39 ص 281 (دورة 1999 +..)



$U_{AB} = 720\ V$

$v_0 = 0$ (ساكن عند اللبوس السالب)

$v = ?$ (سرعته عند خروجه من اللبوس الموجب)

طريقة أولى:

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي بإهمال ثقله.

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{F}$ القوة الكهربائية لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة.

شدتها ثابتة $F = eE$

$$\left.\begin{array}{l} E = \frac{U_{AB}}{d} \text{ لكن } \Rightarrow F = \frac{eU_{AB}}{d} \\ F = m_e a \text{ وبحسب قانون نيوتن الثاني:} \end{array}\right] \Rightarrow$$

$$m_e a = \frac{eU_{AB}}{d} \Rightarrow a = \frac{eU_{AB}}{m_e d} = const$$

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

$$\left.\begin{array}{l} v^2 - v_0^2 = 2ax \\ x = d \end{array}\right] \Rightarrow v^2 - 0 = 2\frac{eU_{AB}}{m_e d}d$$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{2eU_{AB}}{m_e}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times720}{9\times10^{-31}}} = 16\times10^{6}\ m\cdot s^{-1}$$

طريقة ثانية:

يخضع الإلكترون لتأثير قوة كهربائية ثابتة تقوم بنقله نحو اللبوس الموجب فيكتسب تسارعاً ثابتاً.

وبالتالي تقوم هذه القوة بعمل.

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: ساكن عند اللبوس السالب (B)

الثاني: خروجه من اللبوس الموجب (A)

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

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W_{\vec{F}}}$$

$$\frac{1}{2}m_e v^2 - 0 = eU_{AB}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times720}{9\times10^{-31}}} = 16\times10^{6}\ m\cdot s^{-1}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة 40 ص 281 (دورة 2006)

$v_0 = 4\times10^7\ m\cdot s^{-1}$ ، $d = 2\ cm$ ، $U_{AB} = 900\ V$

الحل:

-1 $E = ?$ (شدة الحقل الكهربائي):

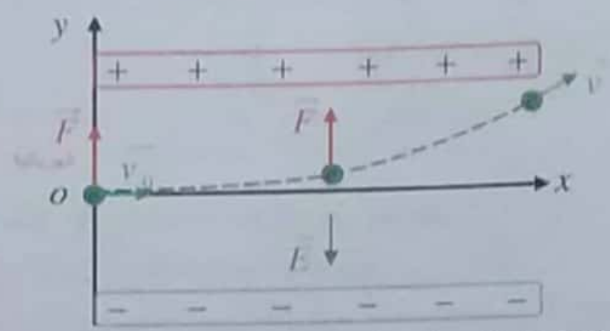
$$E = \frac{U_{AB}}{d} \Rightarrow E = \frac{900}{2\times10^{-2}} = 45\times10^3\ volt\cdot m^{-1}$$

-2 $F = ?$ (شدة القوة الكهربائية):

$$F = eE$$

$$F = 1.6\times10^{-19}\times45\times10^3 \Rightarrow F = 72\times10^{-16}\ N$$

-3 دراسة حركة الكترون واستنتاج معادلة حامل المسار:



جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي المنتظم

القوى الخارجية المؤثرة: (بإهمال ثقل الإلكترون)

$\vec{F}$: القوة الكهربائية $\vec{F} = e\vec{E}$

لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة وشدتها ثابتة.

$$\sum\vec{F} = m_e\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = e\vec{E} = m_e\vec{a}$$

باعتبار مبدأ الفواصل: نقطة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم $[x_0=0\ ،\ y_0=0]$

مبدأ الزمن: لحظة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم.

بالإسقاط على محورين $\overline{x'x}$ أفقياً و $\overline{y'y}$ شاقولياً موجه نحو الأعلى:

$$\overline{ox}\ \begin{cases} v_0x = v_0 = v_x \\ F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = const \end{cases}$$

إذاً حركة المسقط $\overline{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة .

تابعها الزمني:

$$\left.\begin{array}{l} x = v_0t + x_0 \\ x_0 = 0\ \text{:لكن} \end{array}\right] \Rightarrow x = v_0t \quad (1)$$

$$\overline{oy}\ \begin{cases} v_{0y} = 0\ ,\ y_0 = 0 \\ \left.\begin{array}{l} F_y = F = eE \\ E = \dfrac{U_{AB}}{d}\ \text{:لكن} \end{array}\right] \Rightarrow m_e a_y = \dfrac{eU_{AB}}{d} \\ \Rightarrow a_y = \dfrac{eU_{AB}}{m_e d} = const \end{cases}$$

إذاً حركة المسقط على $\overline{y'y}$ هي حركة مستقيمة متسارعة بانتظام .

$(a = a_y\ ،\ v_{0y} = 0\ ،\ y_0 = 0)$ تابعها الزمني:

$$y = \frac{1}{2}a_yt^2 + v_{0y}t + y_0 \Rightarrow y = \frac{1}{2}\cdot\frac{eU_{AB}}{m_e d}t^2 \quad (2)$$

لاستنتاج معادلة حامل المسار :

من (1) نجد: $t = \dfrac{x}{v_0}$ نعوض بـ (2):

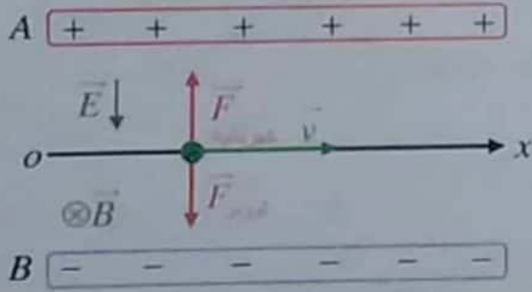
$$\boxed{y = \frac{1}{2}\cdot\frac{eU_{AB}}{m_e d v_0^2}x^2}$$

المسار محمول على جزء من قطع مكافئ.

$$y = \frac{1}{2}\cdot\frac{1.6\times10^{-19}\times900}{9\times10^{-31}\times2\times10^{-2}\times16\times10^{14}}x^2$$

$$y = \frac{5}{2}x^2$$

-4 حساب $B = ?$ (شدة الحقل المغناطيسي) التي تجعل الإلكترون يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة:



يخضع الإلكترون المتحرك بسرعة $\vec{v}$ إلى القوتين:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$\overline{F}$: قوة كهربائية (الناتجة عن تأثير الحقل الكهربائي)

$\overline{F}$: قوة لورنز (الناتجة عن تأثير الحقل المغناطيسي)

لكي يتابع الإلكترون بحركة مستقيمة منتظمة:

$$\sum \overline{F} = \vec{0} \Rightarrow \overline{F} + \overline{F} = \vec{0}$$

بالإسقاط وفق محور له منحى وجهة $\overline{F}$:

$$F - F = 0 \Rightarrow F = F$$

$$eE = evB\sin\theta$$

لدينا:

$$(\bar{v} \perp \overline{B}) \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1$$

نعوض:

$$E = vB \Rightarrow B = \frac{E}{v} = \frac{45\times10^{3}}{4\times10^{7}}$$

$$B = 11.25\times10^{-4}\ T$$

المسألة 41 ص 281

[أكبر طول موجي لازم للانتزاع ⇐ λ_s]

$$\lambda_s = 6600\ A^\circ = 6600\times10^{-10}\ m = 6.6\times10^{-7}\ m$$

الحل:

-1 $E_s = (W_s) = ?$ (الطاقة اللازمة لانتزاع الكترون)

$$E_s = hf_s = h\frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_s = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{6.6\times10^{-7}} = 3\times10^{-19} J$$

لحساب $P = ?$ (كمية حركة الفوتون)

$$\lambda = 4400 A^\circ = 4400\times10^{-10} m = 4.4\times10^{-7} m$$

الضوء الوارد

$$\left.\begin{array}{l} P = mc \\ E = mc^{2} \Rightarrow m = \frac{E}{c^{2}} \end{array}\right] \Rightarrow$$

$$P = \frac{E}{c^{2}}\times c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} \Rightarrow \boxed{P = \frac{h}{\lambda}}$$

$$P = \frac{6.6\times10^{-34}}{4.4\times10^{-7}} = \frac{3}{2}\times10^{-27}$$

$$P = 1.5\times10^{-27}\ kg\cdot m\cdot s^{-1}$$

-2 $E_k = ?$ (طاقة حركية عظمى)

$$E_k = E - E_s$$

نحسب $E = ?$ (طاقة الفوتون الوارد) و نعوض:

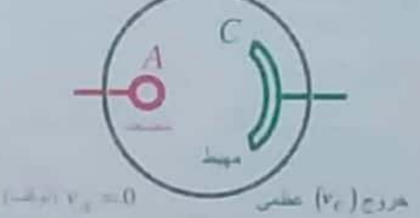
$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{4.4\times10^{-7}} \Rightarrow E = 4.5\times10^{-19}\ J$$

$$E_k = 4.5\times10^{-19} - 3\times10^{-19}$$

$$E_k = 1.5\times10^{-19}\ J$$

-3 حساب قيمة كمون الإيقاف $U_0 = ?$



نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: لحظة خروجه من المهبط (بسرعة عظمى)

الثاني: لحظة وصوله إلى المصعد بسرعة معدومة (توقف)

$$\overline{\Delta E}_k = \sum \overline{W}_{\overline{F}(c\to A)}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W}_{\overline{F}}$$

$$0 - E_{k_c} = -eU_0$$

$$U_0 = \frac{E_{k_c}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} \Rightarrow U_0 = 0.94\ Volt$$

المسألة 42 ص 282

$$f_{max} = 3\times10^{18}\ Hz$$

-1 $\lambda_{min} = ?$

$$c = \lambda_{min}\times f_{max}$$

$$\lambda_{min} = \frac{c}{f_{max}} = \frac{3\times10^{8}}{3\times10^{18}} \Rightarrow \lambda_{min} = 10^{-10} m$$

-2 $U_{AC} = ?$

طاقة الفوتون المتحرر ► $E = E_k$ ◄ طاقة حركية للالكترون الساقط

$$hf_{max} = eU_{AC}$$

$$\left(E_k = \frac{1}{2}mv^{2} = eU_{AC}\right)$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$U_{AC}=\frac{hf_{max}}{e}$$

$$U_{AC}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{18}}{1.6\times10^{-19}} \Rightarrow U_{AC}=12375\ V$$

-3 $v=?$ (لحظة اصطدامه بالهدف)

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

الأول: مهبط ، الثاني: وصوله إلى الهدف

$$\Delta E_k=\sum \bar{W}_F$$

$$E_{k_A}-E_{k_C}=\sum \bar{W}_F$$

$$E_{k_A}-0=eU_{AC}$$

$E_{k_C}=0$ لأن $v_c=0$ خروج الإلكترون من المهبط بسرعة معدومة عملياً.

$$E_{k_A}=eU_{AC} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2=eU_{AC}$$

$$v=\sqrt{\frac{2eU_{AC}}{m}}=\sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times12375}{9\times10^{-31}}}$$

$$v=66.33\times10^{6}\ m\cdot s^{-1}$$

المسألة 43 ص 282

نفس المسألة رقم 3 من مسائل الدرس ص 266

المسألة 44 ص 282

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{5}{100}$$

$$H_o=68\,Km\,s^{-1}/MPc$$

$$Light\ year=3\times10^{8}\times3600\times24\times365.25$$

(سنة ضوئية) $=9.46728\times10^{15}\ m$

$$P_C=3.26\times9.46725\times10^{15}\simeq3\times10^{16}\ m$$

لأن الفرسخ الفلكي يعادل 3.26 سنة ضوئية (الفرسخ الفلكي)

- ثابت هابل مقدر بوحدة S^{-1}

$$H_o=\frac{68\times10^{3}}{10^{6}\times3\times10^{16}}=\frac{68}{3}\times10^{-19}\ S^{-1}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{v'}{C} \Rightarrow v'=\frac{\Delta\lambda}{\lambda}C$$

$$v'=\frac{5}{100}\times3\times10^{8}=15\times10^{6}\ m\,s^{-1}$$

$$H_o=\frac{v'}{d} \Rightarrow d=\frac{v'}{H_o}=\frac{15\times10^{6}}{\frac{68}{3}\times10^{-19}}$$

$$d=\frac{45}{68}\times10^{25}\ m$$

المسألة 45 ص 282

$$R=3400\,Km=34\times10^{5}\ m$$

$$m=6.4\times10^{23}\ Kg$$

-1 لحساب سرعة الانفلات:

$$\frac{1}{2}mv^2=F_r$$

$$\frac{1}{2}mv^2=G\frac{mM}{r^2} \Rightarrow v^2=\frac{2GM}{r}$$

$$v=\sqrt{\frac{2\times6.6\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{34\times10^{5}}}$$

$$v=\sqrt{\frac{132\times6.4}{34}}.10^{3}=\sqrt{240.7}\times10^{3}\ m\,s^{-1}$$

$$v=15.5\times10^{3}\ m\,s^{-1}$$

-2 عندما يصبح المريخ ثقب أسود

تصبح $v=C$

$$C^2=\frac{2GM}{r} \Rightarrow r=\frac{2GM}{C^2}$$

$$r=\frac{2\times6.6\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{9\times10^{16}}$$

$$r=\frac{13.2\times6.4}{9}\times10^{-4}\ m=9.3\times10^{-4}\ m$$

مع تمنياتي بالنجاح والتوفيق

نموذج لمناقشة حل سؤال خيار من متعدد

الوحدة الأولى: النواسات درس (3+2+1)

اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. تُعطى عبارة قوة الإرجاع في الحركة التوافقية البسيطة (نواس مرن) بالعلاقة:

A) $\overline{F}=-k\,\overline{x}$ B) $\overline{F}=-\frac{1}{2}k\,\overline{x}$

C) $\overline{F}=-k\,x^2$ D) $\overline{F}=k\,\overline{x}$

الجواب الصحيح (A)

2. جهة قوة الإرجاع في الهزازة التوافقية البسيطة:

A) بعكس جهة شعاع السرعة دوماً

B) تتجه نحو مركز الاهتزاز دوماً

C) بجهة شعاع السرعة دوماً

D) بعكس جهة شعاع التسارع دوماً

الجواب الصحيح (B)

3. عند مرور المتحرك في الهزازة التوافقية البسيطة في وضع التوازن تكون الطاقة الكلية للمتحرك هي طاقة:

A) $E=E_p$ B) $E=E_k$

C) $E=0$ D) $E=\frac{1}{2}E_k$

الجواب الصحيح (B)

4. عند مرور المتحرك في الهزازة التوافقية البسيطة بالوضعين المتطرفين تكون الطاقة الكلية للمتحرك هي طاقة:

A) $E=E_p$ B) $E=0$

C) $E=E_k$ D) $E=\frac{1}{2}E_k$

الجواب الصحيح (A)

5. حركة توافقية بسيطة لجسم كتلته m معلق بنابض دور حركته T_0 ، نجعل الكتلة $m'=2m$ فيصبح دوره T_0' :

A) $T_0'=T_0$ B) $T_0'=2T_0$

C) $T_0'=\frac{T_0}{\sqrt{2}}$ D) $T_0'=\sqrt{2}T_0$

الحل: $T_0'=2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}=\sqrt{2}\times2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow T_0'=\sqrt{2}T_0$

6. هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن ثابت صلابته (k) وكتلته (m) معلقة بالنابض، دورها T_0 . إذا استبدلنا بالكتلة m كتلة $m'=4m$ و النابض بنابض آخر ثابت صلابته $k'=2k$ فيصبح دوره T_0' :

A) $T_0'=T_0$ B) $T_0'=\sqrt{2}T_0$

C) $T_0'=2T_0$ D) $T_0'=4T_0$

الحل: $T_0'=2\pi\sqrt{\frac{4m}{2k}}=\sqrt{2}\times2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow T_0'=\sqrt{2}T_0$

7. (دورة 2014) حركة توافقية بسيطة سعة اهتزازها X_{max} دورها T_0 ، نجعل سعة الاهتزاز $X'_{max}=4X_{max}$ فيصبح دورها T_0' :

A) $T_0'=4T_0$ B) $T_0'=2T_0$

C) $T_0'=T_0$ D) $T_0'=\sqrt{2}T_0$

الجواب الصحيح (C)

تذكر: لا يتعلق الدور بسعة الإزاحة مع النواس المرن و نواس الفتل.

8. الطاقة الميكانيكية في الحركة التوافقية البسيطة تُعطى بالعلاقة:

A) $E=\frac{1}{2}k\,X_{max}$ B) $E=\frac{1}{2}k\,X_{max}^2$

C) $E=\frac{1}{2}k\,x^2$ D) $E=k\,X_{max}^2$

الجواب الصحيح (B)

9. في الهزازة التوافقية البسيطة و عند الاقتراب من وضع التوازن في نقطة مطالها $\overline{x}$ يكون:

A) $\overline{v}$ بجهة $\overline{a}$ B) $\overline{v}$ بعكس جهة $\overline{a}$

C) $\overline{v}$ بعكس جهة $\overline{F}$ D) $\overline{a}$ بعكس جهة $\overline{F}$

الجواب الصحيح (A)

10. في الهزازة التوافقية البسيطة وعند الابتعاد عن وضع التوازن في نقطة مطالها $\overline{x}$ يكون:

A) $\overline{v}$ بجهة $\overline{a}$ B) $\overline{v}$ بعكس جهة $\overline{a}$

C) $\overline{v}$ بعكس جهة $\overline{F}$ D) $\overline{a}$ بعكس جهة $\overline{F}$

الجواب الصحيح (B) ، (C)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

11. هزازة توافقية بسيطة طاقتها الميكانيكية (E) ثابتة، سعة اهتزازها (X_{max}) و عند المرور بالمطال $\left(x = \frac{X_{max}}{2}\right)$ تكون طاقتها الحركية.

A) $E_k = \frac{1}{2} E$ B) $E_k = \frac{3}{4} E$

C) $E_k = \frac{E}{4}$ D) $E_k = E$

الحل:

$$E = E_k + E_p \Rightarrow E_k = E - E_p$$

تذكر: $\left[E_p = \frac{1}{2} k x^2 \ , E = \frac{1}{2} k X_{max}^2\right]$

$$E_k = \frac{1}{2} k X_{max}^2 - \frac{1}{2} k \frac{X_{max}^2}{4}$$

$$E_k = \frac{1}{2} k X_{max}^2 \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4} E$$

12. إن طبيعة الحركة لمركز عطالة الجسم الذي يشكل هزازة توافقية بسيطة هي:

A) مستقيمة متغيرة بانتظام متسارعة نحو مركز الاهتزاز
B) مستقيمة متباطئة بانتظام نحو مركز الاهتزاز
C) مستقيمة متسارعة نحو مركز الاهتزاز
D) مستقيمة منتظمة نحو مركز الاهتزاز

الجواب الصحيح: (C)

13. بالاقتراب من مركز الاهتزاز بالهزازة التوافقية البسيطة وبإهمال القوى المبددة للطاقة:

A) تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حركية
B) تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية وحرارية
C) تزداد الطاقة الكامنة وتنقص الطاقة الحركية
D) تنقص الطاقة الكامنة وتزداد الطاقة الحركية

الجواب الصحيح: (D)

14. عند وصول الهزازة التوافقية البسيطة إلى أحد الوضعين الطرفيين $\overline{x} = \pm X_{max}$ تنعدم:

A) الطاقة الكامنة B) الطاقة الميكانيكية
C) قيمة التسارع وقيمة السرعة
D) قيمة السرعة، ويكون التسارع أعظمي.

الجواب الصحيح: (D)

15. عندما يمر الجسم في مركو التوازن $[O]$ في الهزازة التوافقية:

A) ينعدم التسارع ويقف الجسم
B) تنعدم السرعة ويقف الجسم
C) تنعدم السرعة والتسارع ويقف الجسم
D) ينعدم التسارع ولا يقف الجسم

الجواب الصحيح: (D)

16. نواس مرن يتألف من جسم كتلته (m) معلقة إلى نابض ثابت صلابته $(k = m\,\omega_0^2)$ فإن ثابت صلابة النابض:

A) ينقص بزيادة (m) B) يزداد بنقصان (m)
C) لايتغير بتغير (m) D) يزداد بزيادة (m)

الجواب الصحيح: (C)

17. نواس مرن سرعة مركز العطالة لحظة المرور بمركز التوازن (v_{max}) نضاعف سعة إهتزازه فتصبح السرعة العظمى طويلة عند المرور بمركز التوازن (v'_{max})

A) $v'_{max} = 2v_{max}$ B) $v'_{max} = v_{max}$
C) $v'_{max} = \frac{1}{2} v_{max}$ D) $v'_{max} = \sqrt{2} v_{max}$

الحل:

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

$$v'_{max} = \omega_0 X'_{max} = \omega_0 \ (2X_{max}) = 2\,v_{max}$$

18. نواس مرن تكون طاقته الحركية مساوية لربع طاقته الميكانيكية عند المطال:

A) $x = \frac{1}{4} X_{max}$ B) $x = \frac{1}{2} X_{max}$
C) $x = \frac{\sqrt{3}}{2} X_{max}$ D) $x = \frac{2}{\sqrt{3}} X_{max}$

الحل:

$$E_p = E - E_k = E - \frac{1}{4} E \Rightarrow E_p = \frac{3}{4} E$$

$$\frac{1}{2} K x^2 = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} K X_{max}^2 \Rightarrow x = \frac{\sqrt{3}}{2} X_{max}$$

19. في النواس المرن عندما تنعدم الطاقة الحركية $(E_k = 0)$ فإن:

A) $E = 0$ B) $F = 0$ (قوة الإرجاع)
C) $E_p = \frac{1}{2} E$ D) $E_p = E$

الجواب الصحيح: (D)

20. عند وصول الهزازة التوافقية البسيطة إلى مركز الإهتزاز $(x = 0)$ تنعدم:

A) الطاقة الميكانيكية B) الطاقة الكامنة
C) السرعة والتسارع معاً D) الطاقة الحركية

الجواب الصحيح: (B)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

21. حركة جيبية انسحابية تحدث على قطعة مستقيمة طولها ($20 = cm$) دورها الخاص ($2S$) فإن تسارعها الأعظمي طويلة:

A) $2m\,s^{-1}$ B) $\frac{1}{2}\,m\,s^{-2}$

C) $1m\,s^{-2}$ D) $4m\,s^{-2}$

الحل

$$X_{max} = \frac{20\times10^{-2}}{2} = 10^{-1}\,m$$

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

$$a_{max} = \left|\omega_0^2\ X_{max}\right| \Rightarrow a_{max} = \pi^2\times10^{-1} = 1m\,s^{-1}$$

22. نواس مرن سعة اهتزاز حركته ($10\ cm$) ثابت صلابة النابض ($100\ N\,m^{-2}$) عندما تكون الطاقة الحركية للجسم المهتز ($\frac{1}{4}\ J$) تكون طاقته الكامنة.

A) $\frac{1}{2}J$ B) $\frac{1}{4}\,J$

C) $\frac{1}{8}\,J$ D) $2J$

الحل

$$E = E_P + E_k \Rightarrow E_P = E - E_k$$

$$E = \frac{1}{2}K\,X^2_{max} = \frac{1}{2}\times100\times(10^{-1})^2 = \frac{1}{2}\ J$$

$$E_p = \frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}J$$

23. نواس مرن سرعته العظمى (طويلة) $2m\,s^{-1}$ وتسارعه الأعظمي طويلة $4m\,s^{-1}$ فإن دوره الخاص مقدراً بالثانية هو:

A) $\frac{\pi}{4}$ B) $\frac{\pi}{2}$ C) π D) 2π

الحل

$$v_{max} = \omega_0\,X_{max} \Rightarrow \omega_0\,X_{max} = 2 \qquad (1)$$

$$a_{max} = \omega_0^2\,X_{max} \Rightarrow \omega_0^2\ X_{max} = 4 \Rightarrow \frac{\omega_0^2\,X_{max}}{2} = 2 \qquad (2)$$

من (1) و (2) ونجد :

$$\frac{\omega_0^2\ X_{max}}{2} = \omega_0\,X_{max} \Rightarrow \omega_0 = 2\,rad\,s^{-2}$$

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

24. نواس فتل دوره الخاص T_0 نجعل طول سلك الفتل فيه ربع ما كان عليه فيصبح دوره $T_0{}'$:

A) $T_0{}' = 4T_0$ B) $T_0{}' = 2T_0$

C) $T_0{}' = \frac{T_0}{2}$ D) $T_0{}' = \frac{T_0}{4}$

الحل

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

$$k_2 = k'\,\frac{(2r)^4}{\ell_2} = k'\,\frac{(2r)^4}{\frac{\ell_1}{4}} = 4k'\,\frac{(2r)^4}{\ell_1} \Rightarrow k_2 = 4k_1$$

$$T_0{}' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{4k_1}} = \frac{1}{2}\times2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_1}} = \frac{T_0}{2}$$

25. الطاقة الميكانيكية لنواس الفتل تُعطى بالعلاقة:

A) $E = \frac{1}{2}k\ \theta^2$ B) $E = \frac{1}{2}k\ \theta^2_{max}$

C) $E = \frac{1}{2}k\ \theta_{max}$ D) $E = \frac{1}{2}k\ \theta$

الجواب الصحيح (B)

26. عند مرور نواس الفتل بأحد الوضعين المتطرفين $\pm\theta_{max}$ تنعدم:

A) السرعة الزاوية فقط B) التسارع الزاوي فقط

C) عزم الإرجاع فقط D) السرعة و التسارع معاً

الجواب الصحيح (A)

27. دورة (2013): نواس فتل دوره الخاص T_0 نزيد من عزم عطالته حتى أربعة أمثال ما كان عليه فيصبح دوره الخاص الجديد T_0':

A) $T_0' = 0.5T_0$ B) $T_0' = 4T_0$

C) $T_0' = 2T_0$ D) $T_0' = 0.25T_0$

الحل

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{4I_\Delta}{k}} = 2\times2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} = 2T_0$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

28. نواس فتل تسارعه الزاوي (α) عند المطال الزاوي (θ) وعزم عطالته (I_Δ) نجعل عزم عطالة النواس أربعة أمثال ماكان عليه من أجل المطال الزاوي نفسه فيكون التسارع الزاوي (α') هو:

A) $\alpha'=\frac{1}{4}\alpha$ B) $\alpha'=\frac{1}{16}\alpha$

C) $\alpha'=4\alpha$ D) $\alpha'=16\alpha$

الحل:

$$\alpha=-\omega_0^2\,\theta \;،\; \omega_0^2=\frac{k}{I_\Delta}$$

$$\omega_0'^2=\frac{K}{I_\Delta'}=\frac{k}{4I_\Delta}=\frac{\omega_0^2}{4}$$

$$\alpha'=-\frac{\omega_0^2}{4}\theta \Rightarrow \alpha'=\frac{1}{4}\alpha$$

29. نواس فتل دوره الخاص (T_0) تسارعه الزاوي (α) من أجل مطال زاوي (θ) نجعل دوره $(T_0'=2T_0)$ فإن تسارعه الزاوي (α') من أجل المطال الزاوي نفسه:

A) $\alpha'=2\alpha$ B) $\alpha'=\frac{1}{4}\alpha$

C) $\alpha'=\frac{1}{2}\alpha$ D) $\alpha'=4\alpha$

الحل:

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

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

$$\alpha'=-\frac{\omega_0^2}{4}\theta \Rightarrow \alpha'=\frac{1}{4}\alpha$$

30. نواس فتل دوره الخاص T_0 نجعل قطر السلك الفتل ضعف ماكان عليه فيصبح الدور الخاص T_0':

A) $T_0'=2T_0$ B) $T_0'=\frac{1}{4}T_0$

C) $T_0'=4T_0$ D) $T_0'=\frac{1}{2}T_0$

الحل:

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

(الجديد) $$K_1=K'\frac{(2\times 2r)^4}{\ell}=(2)^4\times K$$

$$T_0'=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K_1}}=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{(2)^4\,K}}$$

$$T_0'=\frac{1}{(2)^2}T_0 \Rightarrow T_0'=\frac{1}{4}T_0$$

31. نواس فتل غير متخامد السرعة الزاوية العظمى لاهتزازه (ω_{max}) نجعل عزم عطالته أربعة أمثال ماكانت عليه ونجعل سعة اهتزازه نصف ماكانت عليه فتصبح سرعته الزاوية العظمى:

A) $\omega_{max}'=2\omega_{max}$ B) $\omega_{max}'=4\omega_{max}$

C) $\omega_{max}'=\frac{1}{2}\omega_{max}$ D) $\omega_{max}'=\frac{1}{4}\omega_{max}$

الحل:

$$\omega_{max}=\omega_0\,\theta_{max} \;،\; \omega_{max}'=\omega_0'\,\theta_{max}'$$

$$\omega_0'^2=\frac{K}{I_\Delta'}=\frac{K}{4I_\Delta}=\frac{\omega_0^2}{4} \Rightarrow \omega_0'=\frac{\omega_0}{2}$$

$$\omega_{max}'=\frac{\omega_0}{2}\times\frac{\theta_{max}}{2} \Rightarrow \omega_{max}'=\frac{1}{4}\omega_{max}$$

32. نواس فتل غير متخامد مؤلف من ساق أفقية متجانسة معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي يهتز بسعة زاوية θ_{max} وطاقته الميكانيكية E نجعل السعة الزاوية $2\theta_{max}$ فتصبح الطاقة الميكانيكية E':

A) $E'=2E$ B) $E'=4E$

C) $E'=8E$ D) $E'=\frac{1}{4}E$

الحل:

$$E=\frac{1}{2}K\,\theta_{max}^2 \;,\; E'=\frac{1}{2}K\,\theta_{max}'^2$$

$$E'=\frac{1}{2}K\,(2\theta_{max})^2 \Rightarrow E'=4E$$

33. نواس فتل غير متخامد الدور الخاص لاهتزازه T_0 ننقص عزم عطالته إلى ربع ماكان عليه ونجعل طول سلك الفتل ربع ماكان عليه فيصبح دوره الخاص T_0' هو:

A) $T_0'=\frac{1}{4}T_0$ B) $T_0'=4T_0$

C) $T_0'=\frac{1}{2}T_0$ D) $T_0'=\sqrt{2}\,T_0$

الحل:

$$K_1=K'\frac{(2r)^4}{\frac{\ell}{4}} \Rightarrow K_1=4K$$

$$T_0'=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta'}{K_1}}=2\pi\sqrt{\frac{\frac{I_\Delta}{4}}{4K}}=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{16K}}$$

$$\Rightarrow T_0'=\frac{1}{4}2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}} \Rightarrow T_0'=\frac{1}{4}T_0$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

34. نواس ثقلي كتلته (m) دوره الخاص T_0 ، نزيد كتلته لتصبح $(m' = 4m)$ فيصبح دوره الخاص T_0' :

A) $T_0' = 2T_0$ B) $T_0' = 4T_0$

C) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ D) $T_0' = T_0$

الجواب الصحيح (D)

35. (دورة 2007) نواس ثقلي بسيط دوره الخاص T_0 ، نجعل طول خيطه ربع ما كان عليه فيصبح دوره T_0'

A) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ B) $T_0' = 2T_0$

C) $T_0' = 4T_0$ D) $T_0' = \frac{T_0}{4}$

الحل: $$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{4}\ell}{g}} = \frac{1}{2}\times 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = \frac{T_0}{2}$$

36. نواس ثقلي يدق الثانية (دوره $2\ s$) نزيح النواس بسعة زاوية قدرها $(\theta = 0.4\ rad)$ ونتركه دون سرعة بدائية فيكون دوره الخاص:

A) $T_0 = 2\ s$ B) $T_0 = 2.14\ s$

C) $T_0 = 2.3\ s$ D) $T_0 = 2.02\ s$

الجواب الصحيح (D)

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

ملاحظة: - لو كانت $\theta = \frac{\pi}{3}\ rad$ فالجواب الصحيح (B)

- لو كانت $\theta = \frac{\pi}{2}\ rad$ فالجواب الصحيح (C)

37. نواس مرن (هزازة توافقية بسيطة) دوره عند مستوي سطح البحر $(T_0 = 2\ s)$ ننقله إلى قمة جبل مرتفع فهل:

A) يبقى دوره $2\ s$ B) يزداد الدور

C) ينقص الدور D) يقف عن الاهتزاز

الجواب الصحيح (A) حيث لا يتغير الدور للنواس المرن بتغير الجاذبية الأرضية لأن $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

تذكر: مع النواس الثقلي يتغير الدور بتغير حقل الجاذبية الأرضية $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\,g\,d}}$.

عند قمة جبل مرتفع: تنقص (g) ← يزداد الدور ← نواس يبطئ ← ميقاتية تؤخر.

38. ميقاتية ذات نواس ثقلي تدق الثانية في مستوٍ على سطح البحر، ننقلها إلى قمة جبل فإنها :

A) يبقى تدق الثانية B) تقدم

C) تؤخر D) تقف الميقاتية عن الاهتزاز

الجواب الصحيح (C)

39. نواس ثقلي بسيط طول خيطه ℓ وكتلته كرته النقطية m ودوره الخاص T_0 من أجل السعات الصغيرة ، نجعل كل من $(m \cdot \ell)$ نصف ماكان عليه فيصبح دوره الخاص T_0' يساوي:

A) $T_0' = \sqrt{2}T_0$ B) $T_0' = \frac{1}{2}T_0$

C) $T_0' = T_0$ D) $T_0' = \frac{1}{\sqrt{2}}T_0$

الحل: $$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{\ell}{2}}{g}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\ 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = \frac{1}{\sqrt{2}}T_0$$

40. نواس ثقلي بسيط يتألف من كرة صغيرة كتلتها (m) معلقة بخيط مهمل الكتلة طوله (ℓ) دوره الخاص $2\ s$ عند سطح البحر نعتبر ميقاتيته إذا أردنا أن تقدم الميقاتية فإننا:

A) ننقله إلى مكان مرتفع عن سطح البحر ونجعل (ℓ) ثابتة

B) ننقله إلى مكان منخفض عن سطح البحر ونجعل (ℓ) ثابتة

C) نزيد من طوله (ℓ)

D) نزيد من كتلة الكرة (m)

الجواب الصحيح (B)

41. ميقاتية تدق الثانية $(T_0 = 2s)$ عند مستوي سطح البحر نقلت إلى قمة جبل لتؤخر $(0.01s)$ بكل نوسة فيصبح دورها الخاص بعد النقل مع الحفاظ على درجة الحرارة:

A) $1.99s$ B) $2.01s$ C) $2.02s$ D) $1.98s$

الجواب الصحيح (B)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

42. نواس ثقلي بسيط دوره الخاص (T_0) طول خيطه (ℓ)، نغير من طول الخيط ليصبح دوره $\left(\frac{T_0}{2}\right)$ فيكون طول خيطه الجديد ℓ':

A) $\ell'=\frac{\ell}{2}$ B) $\ell'=2\ell$ C) $\ell'=\frac{\ell}{4}$ D) $\ell'=4\ell$

الحل:

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \text{ ، } T_0'=\frac{T_0}{2}$$

$$T_0^2=4\pi^2\frac{\ell}{g} \text{ ، } T_0'^2=4\pi^2\frac{\ell'}{g}$$

$$\frac{T_0'^2}{T_0^2}=\frac{\ell'}{\ell} \Rightarrow \frac{\frac{T_0^2}{4}}{T_0^2}=\frac{\ell'}{\ell} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{4}=\frac{\ell'}{\ell} \Rightarrow \ell'=\frac{1}{4}\ell$$

الدرس الرابع: ميكانيك الموائع

1. أي من الخواص التالية لا يتمتع بها جريان السائل المثالي:

A) غير قابل للانضغاط B) عديم اللزوجة

C) جريانه مستقر D) جريانه دوراني

الجواب الصحيح (D)

2. يخرج الماء بسرعة (v_1) من فوهة خرطوم مساحة مقطعه (s)، ننقص مساحة فوهة الخرطوم فتصبح سرعة خروج الماء (v_2) هل:

A) $v_2=v_1$ B) $v_2<v_1$

C) $v_2>v_1$ D) $v_2=0$

الجواب الصحيح (C) $[s_1v_1=s_2v_2=const]$

3. خرطوم مساحة مقطعه عند فوهة دخول الماء فيه s_1 وسرعة جريان الماء عند تلك الفوهة v_1، فتكون سرعة خروج الماء v_2 من نهاية الخرطوم، حيث مساحة المقطع $s_2=\frac{1}{2}s_1$، مساوية:

A) v_1 B) $\frac{1}{2}v_1$

C) $4v_1$ D) $2v_1$

الحل:

$$s_1v_1=s_2v_2=const$$

$$s_1v_1=\frac{1}{2}s_1v_2 \Rightarrow v_2=2v_1$$

4. انبوبة تغذي حقلاً بالماء مساحة مقطعها $(4\ cm^2)$ ينساب فيها الماء بسرعة $(10\ m\cdot s^{-1})$ تنتهي بـ (100) ثقب مساحة فوهة كل ثقب $(1\ mm^2)$ فتكون سرعة انسياب الماء من كل ثقب هي:

A) $60\ m\cdot s^{-1}$ B) $20\ m\cdot s^{-1}$

C) $40\ m\cdot s^{-1}$ D) $10\ m\cdot s^{-1}$

الحل:

$$s_1v_1=n\ s_2v_2$$

$$\Rightarrow \quad v_2=\frac{s_1v_1}{n\ s_2}=\frac{4\times10^{-4}\times10}{100\times1\times10^{-6}}=40\ m\cdot s^{-1}$$

5. سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة في أسفل خزان مساحة سطح مقطعه كبيرة جداً (v) على عمق (h). نزيد العمق إلى أربعة مرات فتصبح سرعة التدفق (v') من الفتحة الصغيرة:

A) $v'=4v$ B) $v'=2v$

C) $v'=v$ D) $v'=\frac{1}{2}v$

الحل: $v'=\sqrt{2gh'}=\sqrt{2g\times4h}=2\sqrt{2gh}=2v_1$

6. انبوب مساحة أحد مقطعيه s_1 معدل التدفق الحجمي عبره Q_1'، فإن معدل التدفق الحجمي Q_2' عبر المقطع الثاني حيث $s_2=2\ s_1$

A) $Q_2'=2Q_1'$ B) $Q_2'=\frac{1}{2}Q_1'$

C) $Q_2'=Q_1'$ D) $Q_2'=4Q_1'$

الجواب الصحيح (C) لأن $Q'=sv=const$

7. مفرغة ماء لها فتحتين متماثلتين لدخول الماء سطح كل منهما (S_1) وسرعة الدخول في كل منهما (v_1) ولها أربع فتحات متماثلة يخرج منها الماء مساحة سطح كل منها $\left(s_2=\frac{s_1}{2}\right)$ فتكون سرعة خروج الماء في كل فتحة خروج (v_2):

A) $v_2=4v_1$ B) $v_2=v_1$

C) $v_2=\frac{v_1}{2}$ D) $v_2=2v_1$

الحل:

$$2Q_1'=4Q_2'$$

$$2s_1v_1=4s_2v_2 \Rightarrow 2s_1v_1=4\times\frac{1}{2}s_1v_2 \Rightarrow v_1=v_2$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

8. بحسب معادلة برنولي فإنه:

A) يزداد ضغط المائع كلما ازدادت سرعته

B) ينقص ضغط المائع كلما ازدادت سرعته

C) لايتعلق ضغط المائع بتغير السرعة

D) يزداد ضغط المائع إلى الضعف إذا ازدادت سرعته للضعف

الجواب الصحيح: (B)

9. أثناء صعود سائل في تجربة برنولي فإن عمل قوة ثقل كتلة السائل:

A) محرك   B) مقاوم

C) معدوم   D) ينقص الطاقة الكامنة الثقالية

الجواب الصحيح: (B)

10. يصمم جناح الطائرة لتوليد قوة الرفع بحسب ميل الجناح بحيث تكون (v_1) سرعة جريان الهواء أعلى الجناح و (v_2) سرعة جريان الهواء أسفل الجناح ولكي يتم رفع الطائرة يجب أن يكون:

A) $v_1 > v_2$ B) $v_1 < v_2$

C) $v_1 = v_2$ D) $v_1 = \frac{1}{2} v_2$

الجواب الصحيح: (A)

11. يصمم جناح الطائرة لتوليد قوة الرفع بحسب ميل الجناح بحيث يتولد (P_1) ضغط أعلى الجناح و (P_2) الضغط أسفل الجناح ولكي يتم رفع الطائرة يجب أن يكون:

A) $P_2 > P_1$ B) $P_2 < P_1$

C) $P_2 = P_1$ D) $P_2 = \frac{1}{2} P_1$

الجواب الصحيح: (A)

الدرس الخامس: النسبية الخاصة:

1. وفق النظرية النسبية الخاصة فإن كتلة الجسم أثناء الحركة الدائمة:

A) أكبر منها عند السكون   B) أصغر منها عند السكون

C) مساوية لها عند السكون   D) لانهائية

الجواب الصحيح: (A)

2. تسير سيارة بسرعة v نحو مراقب وينطلق الضوء من مصابيحها بسرعة c بالنسبة للسيارة فتكون سرعة ضوء مصابيح السيارة بالنسبة للمراقب:

A) $c+v$ B) $c-v$ C) v D) c

الجواب الصحيح: (D)

3. تجري تجربة كيميائية في مركبة فضائية تتحرك بسرعة (v) وزمن هذه التجربة بالنسبة لرائد فضاء موجود داخل المركبة $(1S)$ وزمنها بالنسبة لمراقب أرضي $(2S)$ فإن سرعة المركبة:

A) $v = \frac{c}{2}$ B) $v = \frac{c}{4}$

C) $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$ D) $v = c$

الحل:

$$t = \gamma t_0 \Rightarrow 2 = \gamma \times 1 \Rightarrow \gamma = 2$$

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

$$1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1-\frac{1}{4} = \frac{3}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$$

4. مركبة فضائية مدى جناحيها $(10m)$ وهناك نيزكان يقتربان من المركبة البعد بينهما $(2m)$ حتى تستطيع المركبة العبور بين النيزكين يجب أن تكون سرعتها بالنسبة لمراقب أرضي:

A) $v = c$ B) $v = \frac{c}{2}$

C) $v = \frac{2\sqrt{6}}{5} c$ D) $v = \frac{c}{4}$

الحل:

$$L = \frac{L_0}{\gamma} \Rightarrow 2 = \frac{10}{\gamma} \Rightarrow \gamma = 5$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 5 \Rightarrow \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} = 25 \Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{25}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{24}{25} \Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{2\sqrt{6}}{5} \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{6}}{5} c$$

5. جسم كتلته السكونية $(m_0 = 1Kg)$ يتحرك بسرعة قدرها $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ فتكون طاقته الحركية في الميكانيك النسبي:

A) $3\times10^{8}\ J$ B) $9\times10^{16}\ J$
C) $6\times10^{16}\ J$ D) $10^{8}\ J$

$$E_K = (\gamma - 1) m_0 c^2$$

حساب $\gamma = ?$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{3}{4}\frac{c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$$

$$E_K = (2-1)\times1\times9\times10^{16} = 9\times10^{10}\ J$$

6. جسم كتلته السكونية $(1Kg)$ يتحرك بسرعة قدرها $v = \frac{1}{2}c$ فتصبح كتلته في الميكانيك النسبي:

A) $\sqrt{3}Kg$ B) $2Kg$ C) $\frac{2}{\sqrt{3}}Kg$ D) $1Kg$

الحل:

$$m = \gamma m_0$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{1}{4}\frac{c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{3}{4}}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$m = \frac{2}{\sqrt{3}}\times1 = \frac{2}{\sqrt{3}}Kg$$

7. رائد فضاء عمره (35) سنة يودع صديقه (مراقب أرضي) الذي عمره مساوي له وينطلق بمركبته الفضائية بسرعة $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ فبعد سنة من رحلته يصبح عمر صديقه:

A) 36 سنة B) 35 سنة C) 34 سنة D) 37 سنة

الحل:

$$t = \gamma t_0$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{3}{4}\frac{c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$$

$t = 2\times1 = 2$ سنة (بالنسبة لمراقب أرضي)

أي عمر صديقه سيكون: $35 + 2 = 37$ سنة

الوحدة الثانية: الكهرباء والمغناطيسية

درس (3+2+1)

1. عامل الإنفاذ المغناطيسي يعطى بالعلاقة:

A) $\mu = \frac{B}{B_l}$ B) $\mu = B\ B_l$
C) $\mu = \frac{B_l}{B}$ D) $\mu = B + B_l$

الجواب الصحيح (C)

2. تمرر تيار كهربائي متواصل شدته $10A$ في سلك طويل مستقيم تكون شدة الحقل المغناطيسي في نقطة تبعد عن محور السلك $50\ cm$ هي:

A) $B = 4\times10^{-2}T$ B) $B = 4\times10^{-6}T$
C) $B = 2\times10^{-5}T$ D) $B = 2.5\times10^{-6}T$

الحل:

$$B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d} = 2\times10^{-7}\frac{10}{5\times10^{-1}} = 4\times10^{-6}\ T$$

3. الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل المتولد عن ملف دائري $B = 4\pi\times10^{-7}K'I$ حيث الثابت K' هو:

A) $K' = \frac{1}{2\pi d}$ B) $K' = \frac{N}{\ell}$
C) $K' = \frac{N}{2r}$ D) $K' = \frac{2r}{N}$

الجواب الصحيح (C)

ملاحظة: لو ملف حلزوني وشيعة الجواب صحيح (B)
لو سلك مستقيم الجواب الصحيح (A)

4. يكون التدفق المغناطيسي عبر دارة مستوية أعظمياً عندما تكون الزاوية (α) بين $(\vec{B}, \vec{n})$ هي:

A) $\alpha = \frac{\pi}{2} rad$ B) $\alpha = \pi\ rad$
C) $\alpha = \frac{\pi}{4} rad$ D) $\alpha = 0\ rad$

الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: لو أصغرياً الجواب صحيح (B)
لو معدوماً الجواب الصحيح (A)

5. ملف دائري نصف قطره (r) عدد لفاته (N) نضعه في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم شدته (B) يجتازه تدفق مغناطيسي قدره (Φ)، عندما نضاعف نصف قطر الملف إلى الضعف وننقص شدة الحقل المغناطيسي إلى النصف مع بقاء (α) بين $(\overline{B}\cdot\overline{n})$ وعدد اللفات (N) نفسه فيصبح التدفق المغناطيسي (Φ') الذي يجتاز سطحه:

A) $\Phi'=2\Phi$ B) $\Phi'=4\Phi$

C) $\Phi'=\Phi$ D) $\Phi'=\frac{1}{2}\Phi$

الحل:

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

$$S=\pi r^2 \Rightarrow S'=\pi(2r)^2=4s$$

$$\Phi'=N\times\frac{1}{2}B\times 4S\cos\alpha \Rightarrow \Phi'=2\Phi$$

6. (دورة 2004) تُعطى عبارة عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل) في تجربة السكتين بالعلاقة:

A) $W=I\,\Delta\Phi$ B) $W=I\,\Delta B$

C) $W=I\,\Phi$ D) $W=F\cdot\Delta\Phi$

الجواب الصحيح (A)

7. ينعدم عزم المزدوجة الكهرطيسية ويكون الإطار في حالة توازن مستقر عندما تكون الزاوية $\theta=(\overline{B},\overline{n})$:

A) $\theta=\frac{\pi}{2}\ rad$ B) $\theta=0\ rad$

C) $\theta=\pi\ rad$ D) $\theta=\frac{\pi}{3}\ rad$

الجواب الصحيح (B)

8. في المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك وفي وضع التوازن بعد الدوران بزاوية (θ') يكون التدفق المغناطيسي:

A) أعظمياً B) أصغرياً

C) معدوماً D) موجباً

الجواب الصحيح (D)

9. تزداد حساسية المقياس الغلفاني:

A) بنقصان عدد اللفات (N) .

B) بنقصان شدة الحقل المغناطيسي B .

C) بإنقاص طول سلك الفتل.

D) باستخدام سلك رفيع جداً من الفضة.

الجواب الصحيح (D)

10. تزيد حساسية مقياس غلفاني (10) مرات. من أجل شدة التيار نفسها، بتغيير ثابت فتل سلك تعليق الإطار. فيكون ثابت الفتل الجديد (k')

A) $k'=k+10$ B) $k'=10k$

C) $k'=\frac{k}{10}$ D) $k'=k-10$

الحل:

$$G'=10G\Rightarrow\frac{N\,B\,s}{k'}=10\frac{N\,B\,s}{k}\Rightarrow k'=\frac{k}{10}$$

11. العبارة الشعاعية لقانون لورنز تُعطى بالعلاقة:

A) $\overline{F}=q\bar{v}\wedge\overline{B}$ B) $\overline{F}=\overline{B}\wedge\bar{v}$

C) $\overline{F}=I\,\overline{L}\wedge\overline{B}$ D) $\overline{F}=\bar{v}\wedge q\overline{B}$

12. العبارة الشعاعية لقانون لابلاس تُعطى بالعلاقة:

A) $\overline{F}=q\bar{v}\wedge\overline{B}$ B) $\overline{F}=\overline{B}\wedge\bar{v}$

C) $\overline{F}=I\,\overline{L}\wedge\overline{B}$ D) $\overline{F}=\bar{v}\wedge q\overline{B}$

13. تكون شدة القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس) عظمى عندما تكون الزاوية $\theta=I\,\overline{L},\overline{B}$ تساوي بالراديان:

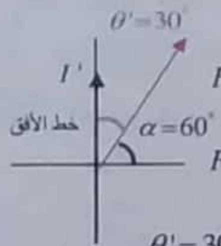
A) 0 B) $\frac{\pi}{2}$ C) $\frac{\pi}{3}$ D) π

14. تنعدم قوة لورنز عندما:

A) $q\bar{v}\parallel\overline{B}$ B) $q\bar{v}\perp\overline{B}$

C) $q>0$ D) $q<0$

15. ناقل نحاسي مستقيم طوله (L) نجعله شاقولي في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $(\vec{B})$ عمودي على الناقل نمرر فيه تيار كهربائي متواصل فتكون شدة قوة لابلاس (F) ، نميل الحقل المغناطيسي بزاوية (60°) عن الأفق ونجعل شدة التيار الكهربائي نصف ماكانت عليها فتصبح شدة قوة لابلاس (F') هي:



A) $F'=\frac{\sqrt{3}}{4}F$ B) $F'=\frac{1}{2}F$

C) $F'=4F$ D) $F'=\frac{1}{4}F$

الحل: $\theta'=30^\circ\ (I\vec{L},\vec{B})$, $I'=\frac{1}{2}I$

$$\frac{F'}{F}=\frac{\frac{1}{2}I\,L\,B\sin 30}{I\,L\,B\,\sin 90}=\frac{\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}}{1}=\frac{1}{4}\Rightarrow F'=\frac{1}{4}F$$

16. مقياس غلفاني ذو إطار متحرك ثابتة G وطول سلك الفتل فيه (ℓ) تزيد حساسية القياس إلى مثلي ماكانت عليه بتعديل طول سلك الفتل فقط إلى:

A) $\ell'=2\ell$ B) $\ell'=\frac{\ell}{2}$

C) $\ell'=\frac{\ell}{4}$ D) $\ell'=4\ell$

الحل: مناقشة الحل: $G'=\frac{N\,S\,B}{K_1}$

ولكي يصبح $G'=2G$ يجب أن يصبح $K_1=\frac{K}{2}$ (جديد)

$K_1=K'\frac{(2r)^4}{\ell'}$ (جديد)

(K) ، (ℓ) تناسب عكسي

وبما أن $K_1=\frac{K}{2}$ (جديد) $\Leftarrow$ $\ell'=2\ell$

17. مقياس غلفاني حساسيته (G) نجعل طول سلك فتله نصف ماكان عليه فإن حساسيته الجديدة (G') هي:

A) $G'=\frac{1}{2}G$ B) $G'=4G$

C) $G'=\frac{1}{4}G$ D) $G'=2G$

الحل: من العلاقات بالسؤال السابق:

$$\ell'=\frac{\ell}{2}\Rightarrow K_1=2K\Rightarrow G'=\frac{1}{2}G$$

18. تكون شدة قوة لابلاس الكهرطيسية مساوية لنصف شدتها العظمى المؤثرة في ساق يجتازها تيار كهربائي وتخضع لحقل مغناطيسي منتظم عندما تكون الزاوية (θ) بالراديان:

A) $\theta=0$ B) $\theta=\frac{\pi}{3}$

C) $\theta=\frac{\pi}{2}$ D) $\theta=\frac{\pi}{6}$

الحل:

$$\frac{F'}{F}=\frac{I\,L\,B\sin 30}{I\,L\,B\sin 90}=\frac{\frac{1}{2}}{1}=\frac{1}{2}\Rightarrow F'=\frac{1}{2}F$$

19. تنعدم القوة الكهرطيسية (لابلاس) عندما:

A) $I\vec{L}\perp\vec{B}$ B) $I\vec{L}$ يصنع زاوية حادة مع $\vec{B}$

C) $I\vec{L}\,//\,\vec{B}$ D) $I\vec{L}$ يصنع زاوية منفرجة مع $\vec{B}$

الجواب الصحيح (C)

20. في تجربة دولاب بارلو لدينا

$$\left[P=1Watt\ ,I=10A\ ,r=10cm\ ,f=\frac{10}{\pi}Hz\right]$$

فإن شدة الحقل المغناطيسي المنتظم المؤثر عمودياً على نصفه السفلي:

A) $B=1T$ B) $B=\frac{1}{2}T$

C) $B=0.1T$ D) $B=\frac{1}{4}T$

الحل:

$$P=\Gamma_\Delta.\omega\Rightarrow P=F\times\frac{r}{2}\times 2\pi f$$

$$F=\frac{2P}{r\times 2\pi f}=\frac{2\times 1}{10^{-1}\times 2\pi\times\frac{10}{\pi}}=1N$$

$$F=I\,r\,B\sin\frac{\pi}{2}\Rightarrow B=\frac{F}{I\,r}=\frac{1}{10\times 10^{-1}}=1T$$

21. يخضع إلكترون يتحرك بسرعة $\vec{v}$ إلى حقل مغناطيسي $\vec{B}$ ناظمي على شعاع سرعته

1 فيرسم مسارا دائريا نصف قطره (r) يعطى بالعلاقة:

A) $r=\frac{e\,v}{m\,B}$ B) $r=\frac{mv}{e\,B}$

C) $r=\frac{e\,B}{m\,v}$ D) $r=\frac{m\,v}{e\,B}$

الجواب الصحيح (D)

2 ويكون دور حركة الإلكترون يعطى بالعلاقة:

A) $T = \dfrac{2\pi m}{e B}$ B) $T = \dfrac{e B}{2\pi m}$

C) $T = \dfrac{\pi m}{e B}$ D) $T = \dfrac{\pi m}{2e B}$

الجواب الصحيح (A)

22. نؤثر على إلكترون ساكن بحقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ فنجد أن الإلكترون:

A) يتحرك بسرعة $\vec{v}$ عمودية على $\vec{B}$

B) يبقى ساكناً

C) يخضع لقوة لورنز $\perp \vec{B}$

D) يخضع لقوة لورنز $// \vec{B}$

الجواب الصحيح (B)

23. إطار مربع معلق من منتصف أحد أضلاعه بسلك عديم الفتل ويخضع لحقل مغناطيسي منتظم أفقي خطوط حقله توازي مستوي الإطار فيكون عزم المزدوجة الكهرطيسية Γ_Δ لحظة إمرار التيار المتواصل، وعندما يدور الإطار بزاوية الإطار 60° يصبح عزم المزدوجة الكهرطيسية Γ'_Δ:

A) $\Gamma' = \sqrt{\dfrac{3}{2}}\,\Gamma$ B) $\Gamma' = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\,\Gamma$

C) $\Gamma' = 2\Gamma$ D) $\Gamma' = \dfrac{1}{2}\,\Gamma$

الحل: لدينا: $\theta' + \alpha = 90^\circ$

قبل الدوران: $\theta' = 0 \Rightarrow \alpha_1 = 90^\circ$

بعد الدوران: $\theta' = 60^\circ \Rightarrow \alpha_2 = 30^\circ$

$$\frac{\Gamma'}{\Gamma} = \frac{N\,I\,S\,B\sin 30}{N\,I\,S\,B\sin 90} = \frac{\frac{1}{2}}{1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Gamma' = \frac{1}{2}\Gamma$$

24. إطار مستطيل يجتاز تيار متواصل في حالة توازن مستقر ضمن منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم التدفق المغناطيسي عبره $\Phi = \Phi_{max}$ نديره حول محوره الشاقولي نصف دورة فإن تغير التدفق المغناطيسي عبر الإطار:

A) $\Delta\Phi = 2\Phi_{max}$ B) $\Delta\Phi = 0$

C) $\Delta\Phi = -2\Phi_{max}$ D) $\Delta\Phi = -\Phi_{max}$

الحل: $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -\Phi_{max} - \Phi_{max} = -2\Phi_{max}$

25. حلقة معدنية مغلقة بمقياس غلفاني، نُقرب من وجهها قطب شمالي لمغناطيس مستقيم فيتولد في هذا الوجه:

A) قطب موجب B) قطب سالب

C) قطب جنوبي D) قطب شمالي

الجواب الصحيح (D)

تذكر: تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف ← قطب مماثل

تبعيد قطب مغناطيسي من وجه ملف ← قطب معاكس

26. في تجربة دولاب بارلو (أو تجربة السكتين الكهرطيسية أو في المحرك) تتحول:

A) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

B) الطاقة كهربائية إلى طاقة الميكانيكية

C) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كيميائية

D) الطاقة الكهرطيسية إلى طاقة كهربائية

الجواب الصحيح (B)

27. في تجربة المولد الكهربائي المتناوب (AC) تتحول:

A) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

B) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كيميائية

C) الطاقة الكهرطيسية إلى طاقة كهربائية

D) الطاقة كهربائية إلى طاقة الميكانيكية

الجواب الصحيح (A)

28. تُعطى علاقة الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة بالعلاقة:

A) $E_L = \dfrac{1}{2} L\, I^2$ B) $E_L = \dfrac{1}{2}\Phi\, I^2$

C) $E_L = \dfrac{1}{2} L\, I$ D) $E_L = \Phi\, I$

الجواب الصحيح (A)

تذكر: يوجد شكل أخر لعلاقة الطاقة: $E_L = \dfrac{1}{2}\Phi\, I$

29. تبلغ شدة التيار المتحرض في تجربة السكتين التحريضية (i) فإذا جعلنا سرعة حركة الساق مثلي ما كانت عليه في الشروط نفسها فإنّ شدة التيار المتحرض (i') تساوي:

A) $i' = 2i$ B) $i' = \frac{1}{2}i$

C) $i' = \frac{1}{4}i$ D) $i' = 4i$

الجواب الصحيح (A)

$$i' = \frac{B\,L\,v'}{R} = \frac{B\,L\times 2v}{R} = 2i$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

30. في تجربة السكتين التحريضية تزداد القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (ε) وذلك:

A) بنقصان (L) B) بزيادة (L)

C) بنقصان السرعة (v) D) بزيادة المقاومة (R)

الحل: لدينا من العلاقة $i' = \frac{B\,L\,v}{R}$

شدة التيار تتناسب طرداً مع (ℓ) طول الساق لذلك الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (v)

وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (B)

وتزداد شدة التيار المتحرض بإنقاص (R)

31. وشيعة عدد لفاتها (N) يجتازها تيار كهربني شدته (I) فتكون الطاقة الكهرطيسية المختزنة فيها (E_L)، نضاعف عدد لفاتها فقط ونمرر التيار السابق نفسه فتصبح الطاقة الكهرطيسية المختزنة فيها :

A) $E_L' = 2E_L$ B) $E_L' = 4E_L$

C) $E_L' = \frac{1}{2}E_L$ D) $E_L' = \frac{1}{4}E_L$

الحل:

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2$$

$$L' = 4\pi\times10^{-7}\frac{N'^2 S}{\ell}\ ,\ N' = 2N$$

$$\Rightarrow L' = 4L \Rightarrow E_L' = 4E_L$$

32. في تجربة التحريض الذاتي تكون القوة المحركة المتحرضة الذاتية عند فصل القاطعة (ε_1) وتكون (ε_2) عند إغلاق القاطعة فإن:

A) $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ B) $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$

C) $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$ D) $\varepsilon_2 = 0$

الحل: (ε) تتناسب عكسي مع (dt) : $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$

$$\varepsilon_2 < \varepsilon_1 \Leftarrow \left[dt_1\ \text{(فصل القاطعة)} \gg dt_2\ \text{(إغلاق القاطعة)} \right]$$

الدارة المهتزة + التيار المتناوب + المحولات

(درس 4 + 5 + 6)

1. في الدارة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة (R) صغيرة هل تكون سعة الاهتزاز:

A) ثابتة B) متناقصة C) صفر D) متزايدة

الجواب الصحيح (B)

2. في الدارة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة $(R = 0)$ هل تكون سعة الاهتزاز:

A) ثابتة B) متناقصة C) صفر D) متزايدة

الجواب الصحيح (A)

3. في الدارة المهتزة (L, C) المكثفة مشحونة يكون فرق الطور بين تابعي شدة التيار و الشحنة مقدراً بالراديان:

A) $\varphi = \pi$ B) $\varphi = 0$ C) $\varphi = \frac{\pi}{3}$ D) $\varphi = \frac{\pi}{2}$

الجواب الصحيح (D)

4. في الدارة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة (R) صغيرة نقول عن التفريغ الكهربائي عندما يحدث:

A) لا دورياً باتجاه واحد

B) جيبياً سعة الاهتزاز فيه ثابتة و دوره الخاص T_0

C) دورياً متخامداً باتجاهين شبه الدور T_0

D) دوري متخامد باتجاه واحد

الجواب الصحيح (C)

5. في الدارة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة (R) كبيرة بشكلٍ كافٍ نقول عن التفريغ الكهربائي عندما يحدث:

A) لا دورياً باتجاه واحد

B) جيبياً سعة الاهتزاز فيه ثابتة و دوره الخاص T_0

C) دورياً متخامداً باتجاهين شبه الدور T_0

D) دوري متخامد باتجاه واحد

الجواب الصحيح

6. في الدارة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة $(R = 0)$ أو عوضنا عن نقص الطاقة نقول عن التفريغ الكهربائي عندما يحدث:

A) لا دوري و باتجاه واحد

B) جيبياً سعة الاهتزاز فيه ثابتة و دوره الخاص T_0

C) دورياً متخامداً باتجاهين شبه الدور T_0

D) دوري متخامد باتجاه واحد

الجواب الصحيح (B)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

30. في تجربة السكتين التحريضية تزداد القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (ε) وذلك:

A) بنقصان (L) B) بزيادة (L)

C) بنقصان السرعة (v) D) بزيادة المقاومة (R)

الحل: لدينا من العلاقة $i' = \dfrac{B\,L\,v}{R}$

شدة التيار تتناسب طرداً مع (ℓ) طول الساق لذلك الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (v)

وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (B)

وتزداد شدة التيار المتحرض بإنقاص (R)

31. وشيعة عدد لفاتها (N) يجتازها تيار كهربائي شدته (I) فتكون الطاقة الكهرطيسية المختزنة فيها (E_L) ،نضاعف عدد لفاتها فقط ونمرر التيار السابق نفسه فتصبح الطاقة الكهرطيسية المختزنة فيها :

A) $E_L' = 2E_L$ B) $E_L' = 4E_L$

C) $E_L' = \dfrac{1}{2}E_L$ D) $E_L' = \dfrac{1}{4}E_L$

الحل:

$$E_L = \frac{1}{2}L\,I^2$$

$$L' = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N'^2 S}{\ell}\ ,\ N' = 2N$$

$$\Rightarrow L' = 4L \Rightarrow E_L' = 4E_L$$

32. في تجربة التحريض الذاتي تكون القوة المحركة المتحرضة الذاتية عند فصل القاطعة (ε_1) وتكون (ε_2) عند إغلاق القاطعة فإن:

A) $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ B) $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$

C) $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$ D) $\varepsilon_2 = 0$

الحل: (ε) تتناسب عكسي مع (dt) : $\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt}$

$\varepsilon_2 < \varepsilon_1 \Leftarrow \left[\ dt_2 \text{ (إغلاق القاطعة)} >> d t_1 \text{ (فصل القاطعة)}\ \right]$

الدارة المهتزة + التيار المتناوب + المحولات (درس 4 + 5 + 6)

1. في الدارة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة (R) صغيرة هل تكون سعة الاهتزاز:

A) ثابتة B) متناقصة C) صفر D) متزايدة

الجواب الصحيح (B)

2. في الدارة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة $(R = 0)$ هل تكون سعة الاهتزاز:

A) ثابتة B) متناقصة C) صفر D) متزايدة

الجواب الصحيح (A)

3. في الدارة المهتزة (L, C) المكثفة مشحونة يكون فرق الطور بين تابعي شدة التيار و الشحنة مقدراً بالراديان:

A) $\varphi = \pi$ B) $\varphi = 0$ C) $\varphi = \dfrac{\pi}{3}$ D) $\varphi = \dfrac{\pi}{2}$

الجواب الصحيح (D)

4. في الدارة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة (R) صغيرة نقول عن التفريغ الكهربائي عندما يحدث:

A) لا دورياً باتجاه واحد

B) جيبياً سعة الاهتزاز فيه ثابتة و دوره الخاص T_0

C) دورياً متخامداً باتجاهين شبه الدور T_0

D) دوري متخامد باتجاه واحد

الجواب الصحيح (C)

5. في الدارة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة (R) كبيرة بشكلٍ كافٍ نقول عن التفريغ الكهربائي عندما يحدث:

A) لا دورياً باتجاه واحد

B) جيبياً سعة الاهتزاز فيه ثابتة و دوره الخاص T_0

C) دورياً متخامداً باتجاهين شبه الدور T_0

D) دوري متخامد باتجاه واحد

الجواب الصحيح

6. في الدارة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة و المقاومة $(R = 0)$ أو عوضنا عن نقص الطاقة نقول عن التفريغ الكهربائي عندما يحدث:

A) لا دوري و باتجاه واحد

B) جيبياً سعة الاهتزاز فيه ثابتة و دوره الخاص T_0

C) دورياً متخامداً باتجاهين شبه الدور T_0

D) دوري متخامد باتجاه واحد

الجواب الصحيح (B)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

16. دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل (R, L, C) يتحقق فيها $(X_L = X_C)$ يكون فرق الطور بين التوتر المطبق و التيار:

A) $\varphi > 0$ B) $\varphi < 0$

C) $\varphi = 0$ D) $\varphi = \pi$

وتدعى حالة تجاوب كهربائي.

17. دارة تيار متناوب التوتر بين طرفيها U_{eff} (منبع)، تحوي على التسلسل (R, L, C) يتحقق فيها تجاوب كهربائي (طنين) عندما يكون:

A) ممانعة الدارة معدومة
B) الشدة المنتجة بأكبر قيمة لها
C) الشدة المنتجة بأصغر قيمة لها
D) مقاومة الدارة معدومة

تذكر: وعندها يكون أيضاً $Z = R$ ، $\varphi = 0$

$\cos\varphi = 1$ = عامل الاستطاعة

U_{eff} (منبع) $= U_{eff_R}$ ، $U_{eff_C} = U_{eff_L}$

18. دارة تيار متناوب تحوي فرعين أحدهما مكثفة و الثاني وشيعة مهملة المقاومة و يحققان $(X_L = X_C)$ تكون الشدة المنتجة في الدارة الخارجية:

A) أعظم ما يمكن B) أصغر ما يمكن

C) $I_{eff} = 0$ D) $I_{eff} = 2I_{eff_L}$

و تدعى حالة اختناق للتيار.

19. دارة تيار متناوب تحوي فرعين احدهما مقاومة صرف و الآخر وشيعة مهملة المقاومة. التوتر المطبق بين طرفيها $u = U_{max} \cos \omega t$ يكون فرق الطور بين الشدة الأصلية للتيار في الدارة الخارجية و التوتر المطبق:

A) $\varphi > 0$ B) $\varphi < 0$

C) $\varphi = 0$ D) $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

لأن:

20. دارة تيار متناوب تحوي فرعين احداهما مقاومة صرف و الآخر مكثفة. التوتر المطبق بين طرفيها $u = U_{max} \cos \omega t$ يكون فرق الطور بين الشدة الأصلية للتيار في الدارة الخارجية و التوتر المطبق:

A) $\varphi > 0$ B) $\varphi < 0$

C) $\varphi = 0$ D) $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

لأن:

21. تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات:

A) عالية التواتر
B) منخفضة التواتر
C) معدومة التواتر
D) لا يتعلق التواتر بممانعة الوشيعة

لأن $X_L = L\omega = L 2\pi f$

22. تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات:

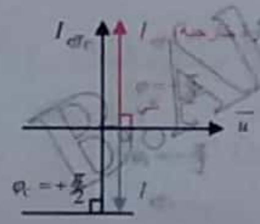
A) عالية التواتر
B) معدومة التواتر
C) منخفضة التواتر
D) لا يتعلق التواتر بممانعة الوشيعة

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

23. دارة تيار متناوب تحوي فرعين احداهما مكثفة والثاني وشيعة مهملة المقاومة ويحققان $(X_L > X_C)$.تابع التوتر بين طرفيها $u = U_{max} \cos \omega t$ ويكون فرق الطور بين الشدة الأصلية للتيار في الدارة الخارجية والتوتر المطبق:

A) $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ B) $\varphi = +\frac{\pi}{2}$

C) $\varphi = 0$ D) $\varphi < 0$



ملاحظة:

$X_L > X_C \Rightarrow I_{eff_L} < I_{eff_C}$

24. بين نقطتين من دارة تيار متناوب جيبي التوتر متقدم بالطور على التيار بمقدار $\frac{\pi}{3} rad$ فإنه يوجد بين هاتين النقطتين:

A) وشيعة مهملة المقاومة B) وشيعة لها مقاومة
C) مكثفة D) مكثفة ومقاومة على التسلسل

الجواب الصحيح: (B)

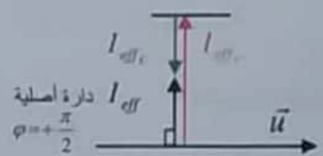
25. دارة تحوي فرعين الأول مكثفة والثاني وشيعة مهملة المقاومة تابع التوتر بين طرفيها من الشكل: $u = U_{max} \cos \omega t$ وكان تابع الشدة في الدارة الأصلية متقدم بالطور بمقدار $(\frac{\pi}{2} rad)$ فإن:

A) $X_L = X_C$ B) $X_L > X_C$
C) $X_L < X_C$ D) $X_C = 2X_L$

الجواب الصحيح: (B)

الشرح

$$I_{eff_L} < I_{eff_C} \Rightarrow X_L > X_C$$



26. وشيعة مقاومتها 30Ω وممانعتها $60\ \Omega$ يطبق بين طرفيها توتراً لحظياً يعطى بالعلاقة $[u = U_{max} \cos \omega t]$ فيكون فرق الطور $[\varphi]$ بين التوتر المطبق والتيار مقدرا بالراديان:

A) $-\frac{\pi}{2}$ B) $+\frac{\pi}{2}$
C) $-\frac{\pi}{3}$ D) $+\frac{\pi}{3}$

الجواب الصحيح: (C)

الشرح

$$\cos \varphi = \frac{r}{Z} = \frac{30}{60} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}$$

تأخر التيار عن التوتر المطبق بين طرفي الوشيعة

27. وشيعة ممانعتها (50Ω) ورديتها (40Ω) فإن قيمة مقاومتها:

A) 10Ω B) 30Ω C) 60Ω D) 0Ω

الحل

$$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow 2500 = r^2 + 1600$$
$$r^2 = 900 \Rightarrow r = 30\Omega$$

28. وشيعة نطبق بين طرفيها توتراً متواصلاً $(12V)$ فيمر تيار شدته $(1A)$ وعندما نستخدم تيار متناوب جيبي على الوشيعة نفسها توتره المنتج $(120V)$ تكون الشدة المنتجة للتيار $(6A)$ فإن ردية الوشيعة مقدرة بالأوم تساوي:

A) 12 B) 20 C) 16 D) 8

الحل

$$U = r\,I \Rightarrow 12 = R \times 1 \Rightarrow R = 12\Omega$$
$$U_{eff} = Z_L I_{eff} \Rightarrow 120 = Z_L \times 6 \Rightarrow Z_L = 20\Omega$$
$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow 400 = 144 + X_L^2$$
$$X_L^2 = 256 \Rightarrow X_L = 16\ \Omega$$

29. دارة تيار متناوب جيبي التوتر المنتج بين طرفيها U_{eff} تحوي على التسلسل (R, L, C) وفي حالة التجاوب الكهربائي يتحقق فيها:

A) $U_{eff_R} = \frac{1}{2} U_{eff}$ B) $U_{eff_R} = 2U_{eff}$
C) $U_{eff_R} = \sqrt{2}\,U_{eff}$ D) $U_{eff_R} = U_{eff}$

الجواب الصحيح: (D)

30. دارة تيار متناوب جيبي تحوي على التسلسل (R, L, C) وفي حالة التجاوب الكهربائي يتحقق فيها:

A) $U_{eff_L} = \frac{1}{2} U_{eff_C}$ B) $U_{eff_L} = U_{eff_C}$
C) $U_{eff_L} = 3U_{eff_C}$ D) $U_{eff_C} = \frac{1}{2} U_{eff_L}$

الجواب الصحيح: (B)

31. (تشبه دورة 2013) محولة عدد لفات كل من دارتيها $(N_P = 100$ لفة$)$ ، $(N_S = 300$ لفة$)$ فتكون نسبة التحويل فيها:

A) $\mu = \frac{1}{3}$ B) $\mu = 3$
C) $\mu = 9$ D) $\mu = \frac{1}{9}$

الحل

$$\mu = \frac{N_S}{N_P} = \frac{300}{100} = 3$$

تذكر:

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

32. (دورة 2009+2014) محولة عدد لفات كل من دارتيها ($N_p = 300$ لفة) ، ($N_s = 100$ لفة) تُطبق بين طرفي أوليتها توتراً متناوباً جيبياً قيمته المنتجة $U_{eff_p} = 90\ V$ فيكون التوتر المنتج بين طرفي ثانويتها U_{eff_s}:

A) $220\ V$ B) $40\ V$

C) $30\ V$ D) $180\ V$

الجواب الصحيح: (C)

33. محولة كهربائية نسبة التحويل فيها $\mu = 2$ تواتر التيار المتناوب الجيبي في الدارة الأولية ($50\,Hz$) فيكون تواتر التيار في الدارة الثانوية مقدراً بالهرتز:

A) 100 B) 200 C) 50 D) 25

الجواب الصحيح: (C)

تذكر: المحولة لاتغير من تواتر التيار أو شكل اهتزازه

34. في المحولة الكهربائية تكون نسبة التحويل:

A) $\mu > 0$ B) $\mu < 0$

C) $\mu = 0$ D) $\mu = \frac{N_p}{N_s}$

الجواب الصحيح: (A)

الوحدة الثالثة: الأمواج المستقرة

1. سؤال دورة (2014):

تتكون جملة أمواج مستقرة على طول خيط بطول موجة $\lambda = 0.4\ m$ ، فإنّ البُعد بين بطن اهتزاز وعقدة اهتزاز تليه مباشرة يساوي:

A) $0.2\ m$ B) $0.1\ m$

C) $0.4\ m$ D) $0.3\ m$

الجواب الصحيح: B) $0.1\ m$

شرح:

البعد بين بطن اهتزاز وعقدة اهتزاز يليه مباشرة $= \frac{\lambda}{4}$

2. وتر مشدود بقوة (F_T) كتلته الخطية (μ) سرعة انتشار الاهتزاز العرضي فيه (v) نزيد قوة الشد إلى الضعف و نجعل طوله نصف ما كان عليه فتصبح سرعة الانتشار فيه (v'):

A) $v' = v$ B) $v' = \frac{v}{\sqrt{2}}$

C) $v' = 2v$ D) $v' = \sqrt{2}\,v$

الحل: $v' = \sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} = \sqrt{\frac{2F_T}{\mu}} = \sqrt{2}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{2}\,v$

تذكر: لا تتغير (μ) بإنقاص طول الوتر.

3. في تجربة ملد حالة نهاية مقيدة على وتر تهزه رنانة كهربائية تواترها (f) يتشكل مغزل واحد عندما تكون قوة الشد ($F_T = 20\ N$) ولكي يتشكل فيه مغزلين نغير قوة الشد لتصبح (F_T') مساوية:

A) $5\ N$ B) $10\ N$

C) $40\ N$ D) $80\ N$

الحل: $f_{قبل} = f_{بعد} \Rightarrow \frac{n}{\cancel{2}\cancel{L}}\sqrt{\frac{F_T}{\cancel{\mu}}} = \frac{n'}{\cancel{2}\cancel{L}}\sqrt{\frac{F_T'}{\cancel{\mu}}}$

$1\sqrt{F_T} = 2\sqrt{F_T'} \Rightarrow F_T = 4F_T'$

$F_T' = \frac{F_T}{4} = \frac{20}{4} = 5\ N$

4. (دورة 2007) لتكن (v) سرعة انتشار الاهتزاز العرضي في وتر مشدود، ننقص طول الوتر إلى النصف و نحافظ على قوة شده، هل سرعة انتشار الاهتزاز (v') هي:

A) $v' = 2v$ B) $v' = \sqrt{2}\,v$

C) $v' = \frac{1}{2}v$ D) $v' = v$

الجواب الصحيح: (D)

(حيث إنقاص طول الوتر لا يغير μ ; $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5. يحدد أبعاد بطون الاهتزاز في الأمواج المستقرة العرضية في الانعكاس على نهاية مقيدة بالعلاقة:

A) $x=(2n+1)\frac{\lambda}{4}$ B) $x=n\frac{\lambda}{2}$

C) $x=(2n-1)\frac{\lambda}{2}$ D) $x=n\lambda$

الجواب الصحيح (A)

6. يحدد أبعاد عقد الاهتزاز في الأمواج المستقرة العرضية في الانعكاس على نهاية مقيدة بالعلاقة:

A) $x=(2n-1)\frac{\lambda}{2}$ B) $x=n\frac{\lambda}{2}$

C) $x=(2n+1)\frac{\lambda}{4}$ D) $x=n\lambda$

الجواب الصحيح (B)

7. في الأمواج المستقرة العرضية المنعكسة على نهاية مقيدة يكون بعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة:

A) $x=3\frac{\lambda}{4}$ B) $x=5\frac{\lambda}{4}$

C) $x=\frac{\lambda}{2}$ D) $x=2\frac{\lambda}{2}$

الجواب الصحيح (A)

الحل: أبعاد البطون: $\left[x=(2n+1)\frac{\lambda}{4}\right]$

البطن الثاني $(n=1) \Rightarrow x=3\frac{\lambda}{4}$

8. في الأمواج المستقرة العرضية المنعكسة على نهاية مقيدة يكون بعد العقدة الثانية عن النهاية المقيدة:

A) $x=2\frac{\lambda}{2}$ B) $x=5\frac{\lambda}{4}$

C) $x=\frac{\lambda}{2}$ D) $x=3\frac{\lambda}{4}$

الجواب الصحيح (C)

الحل: أبعاد العقد: $\left[x=n\frac{\lambda}{2}\right]$

العقدة الثانية $(n=1) \Rightarrow x=\frac{\lambda}{2}$

9. مزمار ذو لسان نهايته مغلقة (متشابه الطرفين) طوله $L=85\ cm$، سرعة انتشار الصوت في هوائه $(340\ m\cdot s^{-1})$ فإن تواتر صوته الأساسي:

A) $50\ Hz$ B) $100\ Hz$

C) $150\ Hz$ D) $200\ Hz$

الحل: $f=\frac{n\,v}{2L}=\frac{1\times340}{2\times85\times10^{-2}}=200\ Hz$

10. مزمار ذو فم نهايته مغلقة (مختلف الطرفين) تواتر مدروجه الثالث $100\ Hz$، سرعة انتشار الصوت في هوائه $400\ m\cdot s^{-1}$ فإن طوله يساوي:

A) $L=3\ m$ B) $L=5\ m$

C) $L=6\ m$ D) $L=4\ m$

الحل: $L=(2n-1)\frac{v}{4f}=3\times\frac{400}{4\times100}=3m$

11. رتبة الصوت في مزمار مختلف الطرفين هي :

A) $(2n-1)$ B) $(n+1)$

C) n D) $2n$

الجواب الصحيح (A)

12. رتبة الصوت في مزمار متشابه الطرفين هي :

A) $2n$ B) $(n+1)$

C) n D) $(2n-1)$

الجواب الصحيح (C)

13. دورة (2008+2010): يتولد بانعكاس إشارة على نهاية مقيدة فرق طور (φ') مقدرة بالراديان:

A) $\varphi'=0$ B) $\varphi'=\frac{3\pi}{2}$

C) $\varphi'=\pi$ D) $\varphi'=\frac{\pi}{2}$

الجواب الصحيح (C)

ملاحظة: على نهاية طليقة يكون الجواب الصحيح (A)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

14. سؤال:

وتر مشدود بقوة شد $\left(F_{T_1}\right)$ تهزه رنانة تواترها $\left(f\right)$ ليتشكل بالوتر مغزل واحد. نغير قوة الشد ليهتز الوتر بتجاوب مشكلاً مغزلين فتكون $\left(F_{T_2}\right)$ تساوي:

A) $F_{T_2}=4F_{T_1}$ B) $F_{T_2}=\dfrac{F_{T_1}}{4}$

C) $F_{T_2}=\dfrac{F_{T_1}}{2}$ D) $F_{T_2}=2F_{T_1}$

- الجواب الصحيح : (B)

شرح:

$f_{(قبل)}=f_{(بعد)}$

$$\frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_{T_1}}{\mu}}=\frac{k'}{2L}\sqrt{\frac{F_{T_2}}{\mu}}$$

$$1\sqrt{F_{T_1}}=2\sqrt{F_{T_2}}\Rightarrow F_{T_1}=4F_{T_2}\Rightarrow F_{T_2}=\frac{F_{T_1}}{4}$$

15. المسافة بين عقدتين في الأمواج المستقرة العرضية في وتر نهايته مقيدة بدلالة طول الموجة:

A) $\dfrac{\lambda}{2}$ B) $\dfrac{\lambda}{4}$ C) $n\dfrac{\lambda}{2}$ D) $(2n+1)\dfrac{\lambda}{4}$

الجواب الصحيح (C)

ملاحظة: لو البعد بين عقدتين متتاليتين عندها الجواب الصح (A)

16. المسافة بين عقدة وبطن في الأمواج المستقرة العرضية في وتر نهايته مقيدة بدلالة طول الموجة :

A) $\dfrac{\lambda}{2}$ B) $\dfrac{\lambda}{4}$ C) $n\dfrac{\lambda}{2}$ D) $(2n+1)\dfrac{\lambda}{4}$

الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: لو البعد بين عقدة وبطن متتاليين عندها الجواب الصح (B)

17. في تجربة ملد على نهاية طليقة يصدر خيط طوله (L) صوتاً عند مدروجه الثالث فإن طول موجته (λ) بدلالة طول الوتر (L) تساوي:

A) $\lambda=4L$ B) $\lambda=\dfrac{4}{3}L$ C) $\lambda=\dfrac{3}{4}L$ D) $\lambda=3L$

الحل

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}\Rightarrow L=3\frac{\lambda}{4}\Rightarrow\lambda=\frac{4}{3}L$$

18. في تجربة ملد على نهاية طليقة يصدر خيط طوله (L) صوتاً أساسياً طول موجته (λ) تساوي:

A) $\lambda=\dfrac{L}{2}$ B) $\lambda=L$ C) $\lambda=2L$ D) $\lambda=4L$

الجواب الصحيح (D)

19. في تجربة ملد على وتر نهايته طليقة تواتر مدروجه الخامس $50\,Hz$ فتواتر المدروج الذي يليه مباشرة مقدراً بالهرتز :

A) 55 B) 65 C) 60 D) 70

الجواب الصحيح (D)

الشرح

$f=50\,Hz$ للمدروج الخامس ⇐ المدروج الأساسي $f=10\,Hz$

المدروج الذي يلي الخامس هو المدروج السابع ⇐ $f=10\,Hz$

20. مزمار مختلف الطرفين تواتر مدروجه الخامس $1000\,Hz$ يكون تواتر مدروجه الثالث:

A) $200\,Hz$ B) $400\,Hz$ C) $600\,Hz$ D) $500\,Hz$

الجواب الصحيح (C)

الشرح

$f=1000\,Hz$ للمدروج الخامس ، $(2n-1)=5$

$f=5f_1\Rightarrow f_1=\dfrac{1000}{5}=200\,Hz$ (مدروج خامس) (تواتر أساسي)

المدروج الثالث: $(2n-1)=3$

$f=3f_1\Rightarrow f=3\times200=600\,Hz$ (مدروج ثالث)

21. في المزمار مختلف الطرفين وعندما $(n=2)$ فإن الصوت الصادر هو:

A) أساسي B) مدروج ثاني

C) مدروج ثالث D) مدروج رابع

الجواب الصحيح (C)

ملاحظة: لو كان المزمار متشابه الطرفين فالجواب الصحيح هو (B)

22. سرعة انتشار الصوت في غاز معين تتناسب:

A) طرداً مع درجة الحرارة المطلقة

B) طرداً مع درجة الحرارة

C) طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة

D) طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة

الجواب الصحيح (D)

23. سرعتا انتشار الصوت في غازين مختلفين لهما نفس الرتبة الذرية ونفس درجة الحرارة تتناسب:

A) طرداً مع الجذر التربيعي لكثافة الغازين بالنسبة للهواء

B) عكساً مع كثافة الغازين بالنسبة للهواء

C) عكساً مع الجذر التربيعي لكثافة الغازين بالنسبة للهواء

D) طرداً مع كثافة الغازين بالنسبة للهواء

الجواب الصحيح (C)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

24. طول مزمار متشابه الطرفين:

A) $L = n\lambda$ B) $L = (2n-1)\dfrac{\lambda}{4}$

C) $L = n\dfrac{\lambda}{4}$ D) $L = (2n-1)\dfrac{\lambda}{2}$

الجواب الصحيح (C)

ملاحظة: لو كان المزمار مختلف الطرفين فالجواب الصحيح هو (B)

25. في الأمواج المستقرة العرضية تتكون عقد الاهتزاز عندما تلتقي الأمواج الواردة والمنعكسة على:

A) توافق دائم B) تعاكس دائم

C) ترابع دائم D) ليس أياً من الإجابات السابقة

الجواب الصحيح (B)

ملاحظة: لو بطون الإهتزاز فالجواب الصح هو (A)

26. في الأمواج المستقرة الكهرطيسية العرضية يتشكل عند الحاجز الناقل:

A) عقدة حقل كهربائي وبطن حقل مغناطيسي

B) بطن حقل كهربائي

C) عقدة حقل مغناطيسي وبطن حقل كهربائي

D) عقد حقل مغناطيسي

الجواب الصحيح (A)

27. لدينا وتران مشدودان بنفس قوة الشد ولهما نفس الكتلة الخطية ولكن مقطعاهما $(r_2 = 2r_1)$ تكون العلاقة بين سرعة انتشار الإهتزاز العرضي بينهما:

A) $v_2 = 4v_1$ B) $v_2 = 2v_1$

C) $v_2 = \frac{1}{2}v_1$ D) $v_2 = \frac{1}{4}v_1$

الحل:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_2}}}{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_1}}} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = \sqrt{\frac{\rho s_1}{\rho s_2}} = \sqrt{\frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}} = \sqrt{\frac{r_1^2}{4r_1^2}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{1}{2}v_1$$

الوحدة الرابعة: الكترونيات

1. يخضع الإلكترون في ذرة الهيدروجين في مساره لقوة كهربائية ناجمة عن جذب النواة له. تُعطى بالعلاقة:

A) $F_E = k\dfrac{e^2}{r^2}$ B) $F_E = k\dfrac{e}{r^2}$

C) $F_E = k\dfrac{e}{r}$ D) $F_E = k\dfrac{e^2}{r}$

الجواب الصحيح (A)

2. يخضع الإلكترون في ذرة الهيدروجين في مساره لقوة العطالة النابذة. وتُعطى بالعلاقة:

A) $F_c = m\dfrac{v^2}{r}$ B) $F_c = m\dfrac{v}{r^2}$

C) $F_c = m\dfrac{v}{r}$ D) $F_c = m^2\dfrac{v}{r}$

الجواب الصحيح (A)

3. اقترح بور أن هناك مدارات محددة ذات أنصاف أقطار مختلفة يمكن للإلكترون أن يدور فيها حول النواة وفي أي منها يكون عزم كمية الحركة للإلكترون يُعطى بالعلاقة:

A) $m\,v\,r = n\dfrac{h}{2\pi}$ B) $m\,v\,r = n\dfrac{2\pi}{h}$

C) $m\,v\,r = n\dfrac{h}{\pi}$ D) $m\,v\,r = n\dfrac{2h}{\pi}$

الجواب الصحيح (A)

4. تُعطى علاقة الطاقة الميكانيكية لإلكترون ذرة الهيدروجين في مداره بالعلاقة:

A) $E = -k\dfrac{e^2}{2r}$ B) $E = k\dfrac{e^2}{2r}$

C) $E = k\dfrac{e^2}{r}$ D) $E = -k\dfrac{e^2}{r}$

الجواب الصحيح

5. تُعطى علاقة الطاقة الكامنة الكهربائية لإلكترون ذرة الهيدروجين في مداره بالعلاقة:

A) $E_P = -2k\dfrac{e^2}{r}$ B) $E_P = k\dfrac{e^2}{2r}$

C) $E_P = k\dfrac{2e}{r}$ D) $E_P = -k\dfrac{e^2}{r}$

الجواب الصحيح (D)

6. إن عدد الإلكترونات المنتزعة في الثانية الواحدة من سطح المعدن يزداد:

A) كلما زاد الضغط المحيط بسطحه.

B) كلما قل الضغط المحيط بسطحه.

C) لا علاقة للضغط بعدد الإلكترونات.

D) بانخفاض درجة الحرارة.

الجواب الصحيح (D)

تذكر: ويزداد عدد الإلكترونات كلما ارتفعت درجة حرارته.

7. نعرض حجيرة كهرضوئية لحزمة ضوئية ذات طول موجة وحيد مناسب ثم نضاعف من شدة الحزمة الضوئية فإن توتر الإيقاف:

A) يزداد إلى الضعف　B) ينقص إلى النصف

C) يبقى على نفس قيمته　D) يتغير إلى قيمة ما

الجواب الصحيح (C)

8. نعرض حجيرة كهرضوئية لحزمة ضوئية ذات طول موجة وحيد مناسب ثم نضاعف من شدة الحزمة الضوئية فإن شدة تيار الإشباع:

A) تزداد　B) تنقص　C) تبقى على حالها

D) لا تتعلق شدة تيار الإشباع بزيادة شدة الحزمة الضوئية

الجواب الصحيح (A)

9. أقصر طول موجة λ_{min} لفوتونات الأشعة السينية الصادرة يُعطى بالعلاقة:

A) $\lambda_{min} = \dfrac{hc}{eU}$　B) $\lambda_{min} = \dfrac{eU}{hc}$

C) $\lambda_{min} = \dfrac{h}{eU}$　D) $\lambda_{min} = \dfrac{eU}{h}$

الجواب الصحيح (A)

10. إن الأشعة السينية من طبيعة:

A) إلكترونية سالبة　B) كهربائية

C) أمواج كهرطيسية　D) مغناطيسية

الجواب الصحيح (C)

11. إن الأشعة المهبطية من طبيعة:

A) إلكترونية سالبة　B) كهربائية

C) أمواج كهرطيسية　D) مغناطيسية

الجواب الصحيح (A)

12. كاشف كهربائي شحنته موجبة تنطبق وريقتيه ويعتدل كهربائياً إذا سقطت عليه في الهواء:

A) أشعة مرئية　B) أشعة تحت حمراء

C) أشعة فوق بنفسجية　D) أشعة سينية

الجواب الصحيح (D)

13. يكون الوسط المثار يصلح لتوليد الليزر إذا كان:

A) $N^* = N$　B) $N^* < N$

C) $N^* > N$　D) $N^* \geq N$

الجواب الصحيح (C)

14. تنشأ الطيوف الذرية نتيجة انتقال الإلكترونات من السوية الطاقية التي توجد فيها إلى:

A) سوية طاقية أخفض　B) سوية طاقية أعلى

C) خارج الذرة　D) النواة

الجواب الصحيح (A)

15. دورة (2017) من خواص الفوتون:

A) شحنته موجبة　B) لايمتلك كمية حركة

C) شحنته سالبة　D) شحنته معدومة

الجواب الصحيح (D)

الوحدة الخامسة: الفيزياء الفلكية

1. عندما يبتعد منبع موجي عن مراقب فإن الطول الموجي:

A) يزداد　B) ينقص　C) لايتغير　D) ينعدم

الجواب الصحيح (A)

2. عندما يبتعد المنبع الضوئي عن المراقب ينواح الطيف نحو:

A) الأحمر　B) الأخضر　C) الأزرق　D) البنفسجي

الجواب الصحيح (A)

3. في النجوم يندمج الهيدروجين ليعطي:

A) الهيليوم　B) النيون　C) الكريبتون　D) الأرغون

الجواب الصحيح (A)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفهرس

يمكنك متابعة صفحتنا على الفيس بوك:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner