

(٠_٠)

[T.me/Science_2022bot](https://t.me/Science_2022bot) : تم التحميل بواسطة 



Telegram : @Science_2022bot

(٠_٠)

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

عزيزي الطالب ...

- النسخة الملونة هي النسخة الأصلية.
- التلوين في النسخة الأصلية يعطي مدلولات لفهم الأفكار.
- إن 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:



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
- حل جميع الأسئلة الواردة بالكتاب و التفكير الناقد
- يوجد طلبات إضافية لبعض المسائل لإغناء الفكرة
- تدرب أكثر وفق نماذج الدورات السابقة
- رسومات واضحة و دقيقة لتوضيح الحل
- تجميع القوانين و ترتيبها لسهولة حفظها

إعداد المدرس

بسام النابلسي

إهداء

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

رايت أن أهدي هذا الكتاب إلي:

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 و يجيب عن كثيرٍ من الأسئلة التي ترتبط بالسنوات السابقة، فقد سعيت إلى أن أجعل مادة الفيزياء سلسلةً متصلةً في ذهن كلِّ 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. و عملت على مراجعة الأفكار و القوانين المرتبطة بالمراحل السابقة قبل كل بحث.

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

مدخلٌ ونصائحٌ مهمةٌ :

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

- دراسة البحث النظري من الكتاب المقرر.
- الاطلاع على الفوائد و القوانين المطلوبة لحل 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 الحل التي اخترتها تمكّن الطالب من تحقيق الدرجة التامة بإذن الله. وهذا ما نتمناه بكل إخلاص لطلابنا الأعزاء.

والله ولي التوفيق

المدرس: بشام النابلسي

ملاحظة: إذا كان:

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

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

مثال:

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

-c اشتقاق التوابع الجيبية:

$$\bar{x} = \sin \alpha t \Rightarrow (\bar{x})' = \alpha \cos \alpha t$$

$$\bar{x} = \cos \alpha t \Rightarrow (\bar{x})' = -\alpha \sin \alpha t$$

مثال:

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

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

$$(\bar{x})'' = -x_{\text{max}} \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

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

4- تذكرة قوانين (حادي عشر):

1- قانون هوك:

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

k: ثابت صلابة النابض $N \cdot m^{-1}$ $\bar{x} > 0$ استطالة النابض ، $\bar{x} < 0$ انضغاط النابض.

2- الحركة المستقيمة المنتظمة:

$$v = \text{const}$$

$$x = vt + x_0$$

تابع الفاصلة من الدرجة الأولى بالنسبة إلى الزمن.

3- الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام:

{مستقيمة ($a_i = 0$), متغيرة بانتظام ($a_i = \text{const}$)}

$$\Rightarrow a = a_i = \text{const}$$

تمهيد ميكانيك:

1- المقادير: وتقسّم إلى ثلاثة أنواع:

1- مقدار حسابي: وهو مقدار موجب دوماً، مثال:

طول ساق $\ell = 20 \text{ cm}$ ، كتلة جسم $m = 30 \text{ kg}$.

2- مقدار جبري: وهو مقدار إما أن يكون موجب

أو سالب، يوضع فوق الرمز خط.

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

إشارة (-) تشير أن المتحرك يسير بعكس

التوجه. وإن قيمة السرعة (شدة شعاع السرعة)

هي: $v = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

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 وتميز له نوعين:

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

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

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

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

3- تذكرة حول الاشتقاق:

a- اشتقاق تابع زمني: مثال:

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

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

$$(\bar{x})'' = 6$$

التوابع:

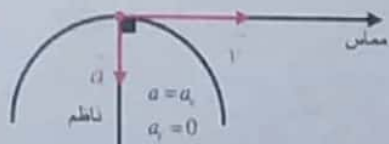
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \text{const} \Rightarrow \text{الحركة الدائرية المنتظمة}$$

$$\rightarrow v = \text{const} \quad (\text{حركة منتظمة})$$

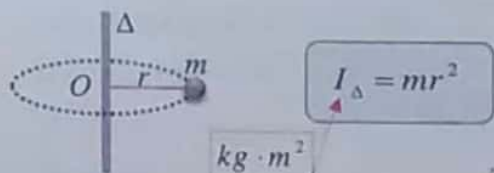
$$\rightarrow r = \text{const} \quad (\text{مسار دائري})$$

$$\vec{a} = \vec{a}_c, \quad \vec{v} \perp \vec{a}_c$$

ومع الحركة الدائرية المنتظمة $(a_t = 0)$ أي شعاع التسارع ناظمي فقط.



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



ملاحظة:

عزوم عطالة اجسام 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):

$$\sum \vec{\Gamma}_\Delta = I_\Delta \vec{\alpha}$$

ويكون شرط التوازن (مع الدوران): $\sum \vec{\Gamma}_\Delta = \vec{0}$

10- كمية الحركة:

$$P = mv$$

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

11- عزم حركي:

$$L = Pr$$

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

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

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$v = at + v_0$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

4- الحركة الدائرية المنتظمة:

$$S = vt + S_0$$

تابع الفاصلة المنحنية:

$$\theta = \omega t + \theta_0$$

تابع الفاصلة الزاوية:

علاقة الدور (T) مع التواتر (f) :

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

علاقة السرعة الزاوية (ω) مع الدور والتواتر:

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

5- ربط المقادير الخطية مع الزاوية:

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

حيث α التسارع الزاوي a_t التسارع المماسي.

6- التسارع المماسي و الناظمي:

$$a_t = (v)' = (S)'$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}, \quad a_c = \omega^2 r$$

ملاحظات:

• $a_t = \text{const} \Rightarrow$ (حركة متغيرة بانتظام)

• $a_t \neq \text{const} \Rightarrow$ (حركة متغيرة)

• $a_t = 0 \Rightarrow$ (حركة منتظمة)

• $a_c = 0 \Rightarrow$ (مسار مستقيم)

• $a_c \neq 0 \Rightarrow$ (مسار منحن)

طاقة حركية (دوران) $E_k = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2$ ▫

طاقة كامنة (ثقالية) $E_p = w h$ ▫

الطاقة الكامنة الثقالية = عمل قوة الثقالة

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

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:

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

16- ربط الانسحاب مع الدوران :

انسحاب	دوران
القوة F	عزم Γ_{Δ}
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 انسحابه $P = Fv$	استطاعة دوران $P = \Gamma_{\Delta} \omega$
طاقة حركية انسحابه $E_k = \frac{1}{2} m v^2$	طاقة حركية دورانية $E_k = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2$

12- الاستطاعة: ($W : P$)

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

وبحالة خاصة: $P = Fv$ (انسحاب)

$P = \Gamma \omega$ (دوران)

13- العمل: ($W : J$ حول)، العمل مقدار جبري \vec{W}

(a) عمل قوة ثابتة:

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

θ : زاوية بين حامي القوة و الانتقال . ونميز:

1. $\theta = 0$: للقوة و الانتقال نفس الحامل و نفس

الجهة: $\vec{W} = F \cdot x$ ، ($W > 0$)

2. $\theta = 180^\circ$: للقوة و الانتقال نفس الحامل و

جهتين متعاكستين: $\vec{W} = -F \cdot x$ ، ($W < 0$)

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

(b) عمل قوة الثقالة:

$\vec{W} = wh$ (عمل قوة النقل) \Rightarrow $\vec{W} = m g h$ (عمل قوة النقل)

ويكون: (+) هبوط (محرك)

(-) صعود (مقاوم)

لاحظ أن $w = mg$ هي (شدة قوة نقل)

14- الطاقة: ($E : J$)

[الطاقة الكلية = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة]

$E_{\text{كلية}} = E_k + E_p$
الطاقة الكلية = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة

ولدينا:

طاقة حركية (الانسحاب) $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ ▫

5. ملاحظات رياضية:

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

$$\sum \vec{F} = \vec{0} , \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

(2) كل شعاع = طولته × شعاع واحدته.

$$\vec{s} = s \vec{n} \quad \text{مثال:}$$

(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:

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

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

$$\theta = (\vec{B}, \vec{C}) \quad \text{حيث:}$$

حالة خاصة:

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

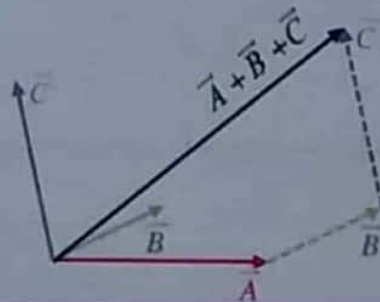
$$A^2 = B^2 + C^2 \Rightarrow A = \sqrt{B^2 + C^2}$$

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

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

$$\sin \theta = \theta , \tan \theta = \theta , \cos \theta = 1$$

(6) تذكرة عن جمع الأشعة:



6. قواعد حول حساب التغيرات الصغيرة والتغير النسبي:

- التغير في مقدار (x) هو (Δx)
- التغير النسبي في مقدار (x) هو (Δx/x)
- لحساب التغيرات الصغيرة:

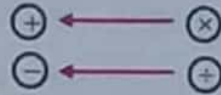
A. حالة مجموع:

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

B. حالة طرح:

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

- قواعد سريعة لإيجاد التغير النسبي (قواعد إشارة):



القوة ← تهبط لتصبح أمثال

$$\left[\begin{array}{l} \text{الثابت} \leftarrow \text{لا يوجد له تغيير و لا تغير نسبي} \\ x = \text{const} \Rightarrow \Delta x = 0 \Rightarrow \frac{\Delta x}{x} = 0 \end{array} \right]$$

ثم نجري التغير النسبي لباقي الحدود.

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

$$x = \text{const} \times y^a \times z^b + F^c$$

الحل:

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

ملاحظة:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{x_2 - x_1}{x_1} \Rightarrow \Delta x = \frac{\Delta x}{x} \times x$$

أما الطريقة المباشرة فهي طرح الحالة النهائية من

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad \text{الحالة البدائية أي:}$$

ما يجب تذكره في النواس المرن:

1- الجسم المعلق وهو في بحالة توازن سكوني يحقق:

$$w = F_{s_0} = F'_{s_0} \Rightarrow w = kx_0$$

2- قوة الإرجاع:

$$\vec{F} = -k\vec{x}$$

ملاحظة: عندما يُطلب حساب شدة قوة الإرجاع

لا نضع إشارة (-)، أي شدة قوة الإرجاع:

$$F = |-kx| \Rightarrow F = kx$$

3- تابع المطال في النواس المرن:

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

الثوابت: φ ، ω_0 ، X_{max}

النواس المرن حركته جيبيية انسحابية توافقية بسيطة

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

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

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

مناقشة: باختيار شروط بدء مناسبة:

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

يصبح تابع المطال بالشكل المختزل:

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

$$\bar{v} = (x)'_t = -\omega_0 X_{max} \sin \omega_0 t \text{ 4- تابع السرعة:}$$

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

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

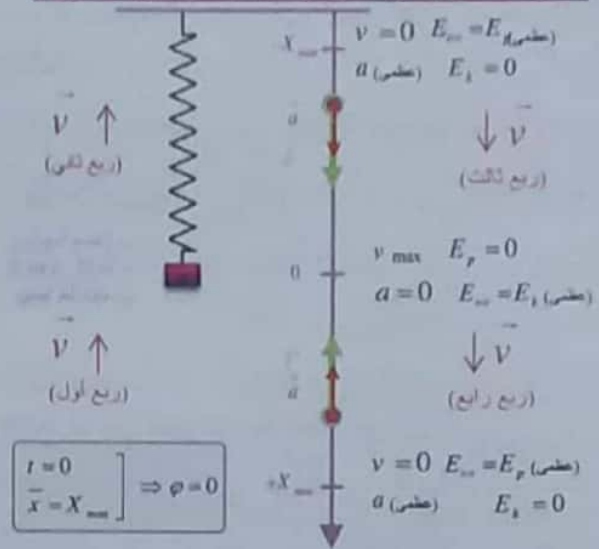
($v = 0$) تنعدم السرعة عند المرور بالوضعين

المتطرفين ($x = \pm X_{max}$)

ليتمكن الجسم من تغيير اتجاه حركته على المسار نفسه.

1 الدرس الأول

الحركة التوافقية البسيطة: (النواس المرن)

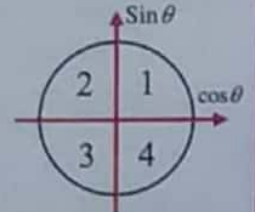


ملاحظة:

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

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

ملاحظة رياضية:

$$I) \cos \theta = 0 \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2} \text{ or } \frac{3\pi}{2}$$

$$II) \sin \theta = 0 \Rightarrow \theta = 0 \text{ or } \pi$$

حيث

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

$$\theta = 60^\circ \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\theta = 300^\circ \Rightarrow \theta = \frac{5\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\frac{100 \times 5}{100 \times 3} = \frac{500}{3}$$

5- التسارع:

تمرين:

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

$$\left. \begin{array}{l} t=0 \\ x = +\frac{X_{max}}{2} \\ \bar{v} > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ \frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cos(\omega_0 \times 0 + \varphi) \\ \cos \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \left[\varphi = 3 \text{ rad}, \varphi = \frac{3\pi}{3} \text{ rad} \right] \end{array}$$

نختار قيمة φ تجعل $(v > 0)$ التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

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

مرفوض يخالف شروط البدء.

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

مقبول يوافق شروط البدء.

تمرين:

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

الحل:

$$\left. \begin{array}{l} t=0 \\ x=0 \\ \bar{v} < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ 0 = X_{max} \cos(\omega_0 \times 0 + \varphi) \\ \cos \varphi = 0 \Rightarrow \left[\varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad}, \varphi = \frac{3\pi}{2} \text{ rad} \right] \end{array}$$

نختار قيمة φ تجعل $(v < 0)$ التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

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

مقبول يوافق شروط البدء.

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

مرفوض يخالف شروط البدء.

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

$$\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{x} \quad (\text{مفعل})$$

لاحظ أن التسارع متغير في الحركة التوافقية البسيطة:
• التسارع اعظمي طويلاً عندما:

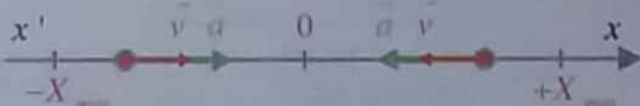
$$\bar{x} = \pm X_{max} \Rightarrow a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$$

• ينعدم التسارع عند وضع التوازن:

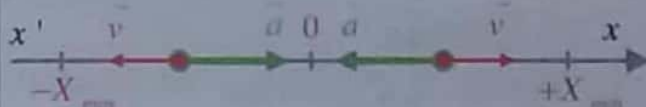
$$x = 0 \Rightarrow a = 0$$

مناقشة:

- بما أن $(\bar{F} = m\bar{a})$ نستنتج أنه (\bar{F}, \bar{a}) لهما نفس الجهة دوماً وهي تتجه نحو المركز (ارجاع).
- جهة (\bar{v}) تحدها 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:

$$\left. \begin{array}{l} t=0 \\ x = X_{max} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ X_{max} = X_{max} \cos(\omega_0 \times 0 + \varphi) \\ \Rightarrow \cos \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0 \text{ rad} \end{array}$$

مرفوض لأنه يحقق السرعة موجبة $\varphi = \pi \text{ rad}$

$$t = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4} \text{ s}$$

$$\vec{v} = -2\pi \times 0.06 \sin\left(2\pi \times \frac{1}{4} + \pi\right) = +0.12\pi \text{ m s}^{-1}$$

• نبدل مكان الثابت لنجد:

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

3- (d) لا تتفق لأن مطال الأول $-X_{\text{max}}$ ومطال الثانية

$+X_{\text{max}}$

الشرح:

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

وبما أنه بدء الاهتزاز مع بدء الزمن:

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

وبعد مرور $(t=3\text{s})$ ← $x = -X_{\text{max}}$

$$T_{0_2} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{20}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{4 \times 10}} = 1 \text{ s}$$

وبما أنه بدء الاهتزاز مع بدء الزمن:

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

وبعد مرور $(t=3\text{s})$ ← $x = +X_{\text{max}}$

للنقطة البدء ←

لنقيا: اجب عن الأسئلة الآتية:

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

في الحركة التوافقية البسيطة:

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

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

$$\cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = \frac{x^2}{X_{\text{max}}^2} \quad (1)$$

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

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

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

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 16 + 17 :

أولاً اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

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

من الشكل البياني نجد:

$$X_{\text{max}} = 8 \text{ cm} = 8 \times 10^{-2} = 0.08 \text{ m}$$

لإيجاد $\varphi = 0$ نعوض بشروط البدء:

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

نعوض مكان الثابت:

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

$$v = -0.12\pi \sin 2\pi t \quad (c-2) \text{ الشرح}$$

من الشكل البياني نجد:

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

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

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

($v=0, t=0$) نبدل بتابع السرعة:

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

$$0 = -\omega_0 X_{\text{max}} \sin(\bar{\varphi}) \Rightarrow \sin \bar{\varphi} = 0 \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \bar{\varphi} = 0 \text{ rad} \\ \bar{\varphi} = \pi \text{ rad} \end{array} \right\}$$

نختار قيمة (φ) تحقق الشكل البياني للتابع:

• مقبول لأنه يحقق السرعة سالبة في $\varphi = 0 \text{ rad}$

$$t = \frac{T_0}{4} = \frac{1}{4} \text{ s}$$

$$\vec{v} = -2\pi \times 0.06 \sin\left(2\pi \times \frac{1}{4} + 0\right) = -0.12\pi \text{ m s}^{-1}$$

نعوض (2) + (1) :

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

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل :

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

لأنه بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن:

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

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

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

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 بالنايظ الأفقي جيبياً انسحابية

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

(ب) مطلوب استنتاج علاقة E_k بدلالة X_{\max} عند كل من:

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

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

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

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

$$E_k = \frac{1}{2}k X_{\max}^2 - \frac{1}{2}k \frac{X_{\max}^2}{4}$$

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

$$E_k = \frac{3}{8}k X_{\max}^2$$

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

• لاحظ أيضاً أنه: $E_p = \frac{1}{4}E$

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

بجمع العلاقتين (1) و (2) نجد:

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

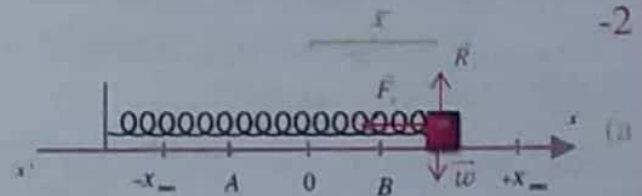
$$1 - \frac{x^2}{X_{\max}^2} = \frac{v^2}{\omega_0^2 X_{\max}^2}$$

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

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

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

حفظ



جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: النواس المرن

القوى الخارجية في مرقر عطة الجسم

قوة تؤثر النايظ F_s

قوة الثقل w

قوة رد فعل السطح R

بتطبيق قانون نيوتن الثاني:

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

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

بالإسقاط على محور $x'x$ (محور أفقي موجه كما في الشكل):

$$0 + 0 - F_s = m\vec{a} \quad (1)$$

تؤثر في النايظ القوة F_s الناتجة عن الاستطالة \bar{x}

$$F_s = k\bar{x}$$

$$F_s = F_s = k\bar{x} \quad (2) \quad \text{إذا:}$$

$$-k x = m \vec{a}$$

بما أن حركة الجسم مستقيمة فالتسارع الناظمي معدوم

والتسارع مماسي فقط:

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

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 17

$$k = 10 \text{ N m}^{-1}, \quad m \text{ كتلة الجسم}$$

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

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

$$X_{\max} = 0.1 \text{ m} \quad (1) \text{ الثوابت:}$$

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

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

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

$$m = ? \quad (2)$$

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

$$\left[\begin{array}{l} X = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m} \\ v > 0 \text{ يتحرك بالاتجاه الموجب} \end{array} \right] \quad v = ? \quad (3)$$

طريقة أولى:

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

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

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

$$E_k = 5 (100 \times 10^{-4} - 25 \times 10^{-4})$$

$$E_k = 5 \times 75 \times 10^{-4}$$

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

$$v^2 = \frac{2 \times 5 \times 75 \times 10^{-4}}{1} = 750 \times 10^{-4}$$

$$\bar{v} = \pm \sqrt{750} \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

السالب مرفوض لأن الجسم يتحرك بالاتجاه الموجب للمحور

$$\bar{v} = +\sqrt{25 \times 3 \times 10 \times 10^{-2}} = +5\pi\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

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

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

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

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

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

$$E_k = \frac{1}{4} k X_{\max}^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} E$$

• لاحظ أيضاً أنه: لول حيا سعيد

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:

$$E_{\text{tot}} = E_p + E_k \quad \text{الحل:}$$

$$E = 2E_p \Leftrightarrow E_k = E_p \quad \text{عندما}$$

$$\frac{1}{2} k X_{\max}^2 = 2 \times \frac{1}{2} k x^2 \Rightarrow x = \frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$$

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

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

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

(a) الانفصال في مركز الاهتزاز:

قذف شاقولي نحو الأعلى لأن الجسم مزود بسرعة

ابتدائية قيمتها الجبرية ($v_{\max} = -\omega_0 X_{\max}$) تتجه للأعلى.

إذا 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 أي)

وبذلك تكون طبيعة الحركة: مستقيمة متسارعة بانتظام

طلب إضافي:

حدد موضع المتحرك (الجسم) في لحظة بدء الزمن. أي مطلوب $x = ?$ عندما $t = 0$ نعوض بتابع المطال

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

$$\Rightarrow x = 0$$

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 $\left(\varphi = +\frac{\pi}{2} \text{ rad}\right)$

نعوض بتابع السرعة عند بدء الزمن:

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

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

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

قاعدة هام جدا:

علينا أن نميز بين بدء الاهتزاز وبدء الزمن.

- بدء الاهتزاز يكون بترك الجسم دون سرعة ابتدائية من مطالبه الأعظمي الموجب أي $(v = 0, x = +X_{\max})$.
- أما بدء الزمن: هذه المعلومة تقيد في تحديد مكان الجسم المتحرك عند بدء تسجيل الزمن.
- لا يشترط بدء الزمن مع بدء الاهتزاز.

أمثلة:

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

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

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

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

- لذلك $(t = 0)$ تحدد لنا شروط البدء.

طريقة ثانية:

لحساب السرعة بمكان مطالة (x) يمكن استخدام العلاقة:

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

نعوض:

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

$$v = \pi \sqrt{75 \times 10^{-4}} = \pi \sqrt{25 \times 3} \times 10^{-2}$$

$$v = +5\pi \sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

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 الإشارة.

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

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

$$t = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} x = 5 \times 10^{-2} \text{ m} = \frac{0.1}{2} \\ v > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{0.1}{2} = 0.1 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

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

- مرفوض يحقق $\left(\pi t + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \quad (v < 0)\right)$ أما
- مقبول يحقق $\left(\pi t + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{3} \text{ rad} \quad (v > 0)\right)$ أو

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

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

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

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

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

$$v = 5\pi \sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

$$\frac{7\pi}{6} + \frac{\pi}{2} = \frac{7\pi}{6} + \frac{3\pi}{6}$$

$$= \frac{10\pi}{6} = \frac{5\pi}{3}$$

$$\sin \frac{5\pi}{3} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

المسألة الثالثة: ص 18

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

$$m = 1 \text{ kg}$$

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

1- استنتاج علاقة الاستطالة السكونية لهذا النابض

$$x_0 = ? \text{ ثم حساب}$$

يستطيل النابض x_0 بعد تعليق الجسم فيه ويتوازن.

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: النواس المرن

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

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

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

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

$$F_{s_0}' = F_{s_0} = kx_0 \quad (2) \quad \text{إذا:}$$

$$\text{نعوض (1) ب (2)} \quad w = kx_0$$

ملاحظة لو كان الطول أصب الاستطالة السكونية بحوز استخدام العلاقة بين التردد

$$mg = kx_0$$

$$k = m\omega_0^2$$

ولدينا العلاقة

$$\frac{mg}{m\omega_0^2} = \frac{kx_0}{k}$$

$$x_0 = \frac{g}{\omega_0^2}$$

لحساب الدور $T_0 = ?$

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

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

المسألة الثانية: ص 18

$$m = 0.4 \text{ kg}$$

من الشكل البياني نستنتج:

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

$$E_{\text{tot}} = 0.05 \text{ J}$$

$$k = ? \quad (1)$$

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

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

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

$$T_0 = ? \quad (2)$$

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

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

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

$$v = ? \quad (3) \quad \text{عند مركز الاهتزاز}$$

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

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

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

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

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

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

أي تكون الطاقة الحركية العظمى:

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

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

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

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 الأول والثاني للنقطة المادية في مركز الاهتزاز.
- (3) احسب كمية حركة الجسم المهتز لحظة مروره في مركز التوازن.

الحل:

(1) مطلوب كتابة التابع الزمني للمطال

$$t = 0 \quad \begin{cases} X = +X_{\max} \\ v = 0 \end{cases}$$

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

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

لإيجاد $\varphi = ?$ نعوض بشروط البدء

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

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

نعوض مكان الثوابت:

$$x = 12 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{5\pi}{2}t + 0\right)$$

(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 العد)، 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

$$t_1 = \frac{T_0}{4} = \frac{0.8}{4} = 0.2 \text{ s}$$

المرور الأول

$$t_2 = \frac{T_0}{4} + \frac{2T_0}{4} = \frac{3T_0}{4} = 3 \times 0.2 = 0.6 \text{ s}$$

المرور الثاني

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

$$v_{\max} = |\pm \omega_0 X_{\max}| \quad v_{\max} = ? -2$$

[طويلة ← بلا إشارة]

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

لحساب $X_{\max} = ?$

$$2X_{\max} = 24 \times 10^{-2} \Rightarrow X_{\max} = 12 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$v_{\max} = \frac{5\pi}{2} \times 12 \times 10^{-2} = 30\pi \times 10^{-2} = 3\pi \times 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$$

$$x = 10 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ m} \quad \text{عند } a = ? -3$$

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

حفظ

$$a = -\left(\frac{5\pi}{2}\right)^2 \times 10^{-1} = -\frac{25\pi^2}{4} \times 10^{-1}$$

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

$$x = -4 \text{ cm} = -4 \times 10^{-2} \text{ m} \quad \text{عند } E_p = ? -4$$

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

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

$$k = m\omega_0^2$$

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

$$E_p = \frac{1}{2} \times \frac{125}{2} \times 16 \times 10^{-4}$$

$$E_p = 500 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-2} \text{ J}$$

نحسب $E_k = ?$

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

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

$$E_{\text{tot}} = \frac{1}{2} \times \frac{125}{2} \times (12 \times 10^{-2})^2 = \frac{1}{2} \times \frac{125}{2} \times 144 \times 10^{-4}$$

$$E_{\text{tot}} = 125 \times 36 \times 10^{-4} = 45 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$E_k = 45 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-2} = 40 \times 10^{-2} \text{ J} = 0.4 \text{ J}$$

المسألة الرابعة: ص 18

$$k = 16N m^{-1} \quad , \quad T_0 = 1s$$

$$X_{max} = 0.1m$$

$$t = 0 \left[\begin{array}{l} x = \frac{X_{max}}{2} \\ v < 0 \end{array} \right] \quad \text{شروط البدء:}$$

(1) استنتاج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من الشكل العام:

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

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

$$X_{max} = 0.1m$$

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

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

$$t = 0 \left[\begin{array}{l} x = \frac{X_{max}}{2} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cos(\omega_0 \times 0 + \varphi)$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{2} \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \\ \rightarrow \varphi = \frac{5\pi}{3} \text{ rad} \end{array} \right.$$

نختار قيمة ل (φ) تجعل السرعة سالبة

نعوض بالتابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

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

مقبول يوافق شروط البدء

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

مرفوض يخالف شروط البدء

نعوض مكان الثوابت:

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

طريقة ثانية: (رياضية)

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

$$t = ? \left[\begin{array}{l} x = 0 \end{array} \right] \Rightarrow 0 = 12 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{5\pi}{2} t\right)$$

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

حيث $k = 0, 1, 2, \dots$

المرور الأول

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

المرور الثاني

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

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

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

عند مركز الاهتزاز تكون السرعة عظمى

$$\text{ولذلك: } (v_{max} = 3\pi \times 10^{-1} \text{ m } s^{-1})$$

$$P_{max} = mv_{max}$$

$$P_{max} = 1 \times 3\pi \times 10^{-1} = 3\pi \times 10^{-1} \text{ kg } m s^{-1}$$

طريقة ثانية:

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

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

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

تفكير ناقذ: ص 19

معلومات عن دافعة أرخميدس:

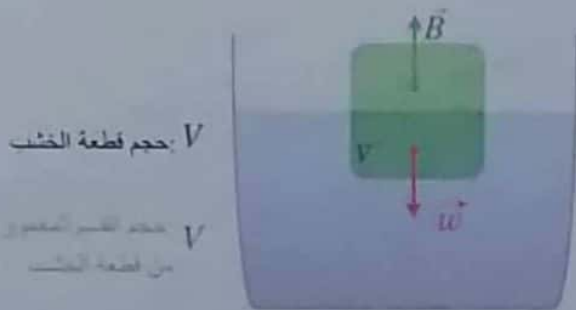
(1)

$$\downarrow B = w \downarrow = \downarrow m g = \rho \uparrow V g$$

شدة دافعة أرخميدس	ثقل السائل المزاج	كتلة السائل المزاج	السائل	حجم السائل المزاج أي حجم الجسم 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



شرط الطفو:

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

الجسم بحالة التوازن:

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

تسقط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

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



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

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

الحل: نعوض بالتابع الزمني للمطال:

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

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

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

$$\boxed{2t + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + k} \quad \text{حيث: } k = 0, 1, 2, \dots$$

المرور الأول: ($k = 0$) $2t + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + 0$

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

المرور الثالث: ($k = 2$)

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

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

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

• ومطلوب حساب $F = ?$ [استخدم الإرجاع في حالة] (سؤال $x = +0.1 \text{ m}$)

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

$$F = |-kx| \quad \text{شدة قوة الإرجاع}$$

$$F = 16 \times 0.1 = 1.6 \text{ N}$$

(3) حساب $m = ?$

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

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

$$w - \rho_L V g = m \bar{a}$$

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

$$V = A(x_0 + \bar{x}) \quad \text{حيث:}$$

نعوض (1) بـ (2)

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

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن:

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

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

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

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 جيبيية انحصائية لاستنتاج علاقة الدور:

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

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

ابحث أكثر: ص 19:

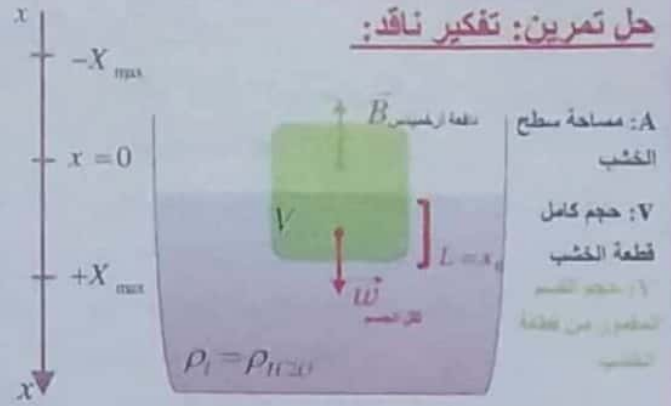
دور النواس الموضح بالشكل المجاور (بعد الاستنتاج)

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

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

نلاحظ من علاقة الدور أنه لا يتعلق بالجاذبية الأرضية (\bar{g}) لذلك لا تتغير قيمة (T_0) وتبقى نفسها على الأرض وفي المحطة الفضائية.

حل تمرين: تفكير ناقد:



• حالة التوازن السكوني:

- يخضع الجسم داخل السائل لتأثير قوتين:

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

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

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

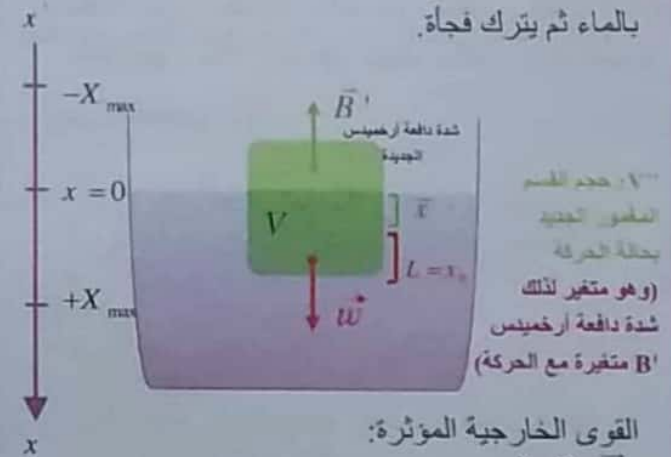
بالإسقاط على محور $\bar{x}'\bar{x}$ موجه نحو الأسفل

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

$$w = \rho_L A x_0 g \quad (1) \quad V = A x_0 \quad \text{حيث:}$$

• حالة الحركة:

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



القوى الخارجية المؤثرة:

\bar{w} ثقل الجسم

\bar{B}' قوة دافعة أرخميدس الجديدة أثناء الحركة

بتطبيق قانون نيوتن الثاني:

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

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

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

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

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:

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

ℓ : طول سلك الفتل ، $2r$: قطر السلك.

يلاحظ:

- 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' :

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

شرح الحل:

شرح الحل:

من العلاقة $k = k' \frac{(2r)^4}{\ell}$ نجد:

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

الدرس الثاني

الاهتزازات الجيبية الدورانية - (نواس الفتل

غير المتخامد):

ما يجب تذكره في نواس الفتل:

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

$$\Gamma_{\eta} = -k \bar{\theta}$$

والتي تعيد الساق إلى وضع توازنها كلما ابتعد عنها.

- تابع المطال في نواس الفتل:

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

حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية (هزازة جيبية دورانية).

الثوابت: θ_{max} ، ω_0 ، $\bar{\varphi}$

ω_0 : النبض الخاص $[rad \cdot s^{-1}]$.

$\bar{\varphi}$: الطور الابتدائي عند اللحظة $(t=0)$.

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

- النبض الخاص:

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

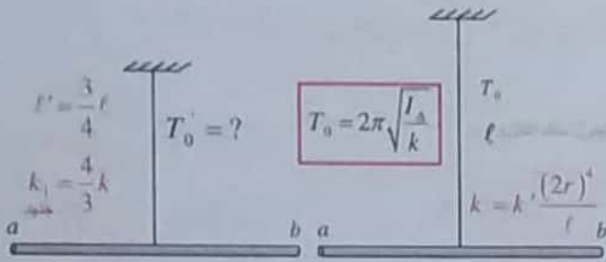
I_{Δ} : عزم عطالة الساق بالنسبة لمحور الدوران

المنطبق على سلك الفتل الشاقولي.

- الدور الخاص:

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

شرح الحل:



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

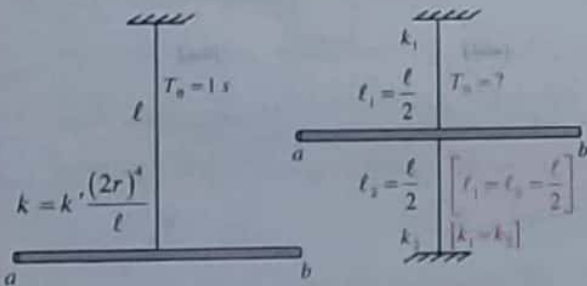
$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k_1}} \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{\frac{4}{3}k}}$$

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

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

(4) نواس قتل دوره الخاص T_0 مكون من ساق متجانسة معلقة من منتصفها بسلك قتل شاقولي طوله (l) تقسم سلك القتل إلى قسمين متساويين وتعلق الساق بنصفي السلك معاً إحداها من الأعلى والآخر من الأسفل ومن منتصفها ويثبت طرف هذا السلك من الأسفل بحيث يكون شاقولياً فيصبح دوره الخاص T_0' :

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



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

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

سليم توضيح استنتاج علاقة الدور لاحقاً في الصفحة 23

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

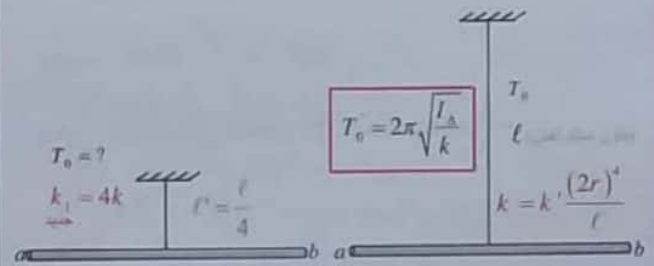
$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{2k}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$$

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

(2) نواس قتل دوره الخاص T_0 مكون من ساق متجانسة معلقة من منتصفها بسلك قتل شاقولي طوله (l) نجعل طول سلك القتل فيه ربع ما كان عليه فيصبح دوره الخاص T_0' :

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

شرح الحل:



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

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

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

نحذف ربع سلك القتل وتعلق الساق بالسلك الباقي فيصبح دوره الخاص T_0' :

فيصبح دوره الخاص T_0' :

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

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 25:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

(C -1)

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

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

(C -2) 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

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}} \quad (T_0 \text{ تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لـ } k)$$

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

الشرح: من الشكل نجد

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

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

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

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

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

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

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

نعوض مكان الثوابت:

شرح الحل:

$$\left. \begin{aligned} k_1 = k_2 = \frac{k'(2r)^4}{\ell} = 2k \\ \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{2k + 2k}} \\ T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{4k}} \\ T_0' = \frac{1}{2} \times 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}} \\ T_0' = \frac{T_0}{2} \end{aligned} \right\}$$

فائدة: عن ضبط الميقاتية:

الميقاتية المضبوطة: هي ميقاتية وقتها دقيق ودورها (T_0)

مثال: الساعة الناطقة [اتصل على الرقم 1511]

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 \leftarrow نواس يبطئ

\leftarrow 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 \leftarrow نواس يسرع

\leftarrow ميقاتية تقدم (تسبق)

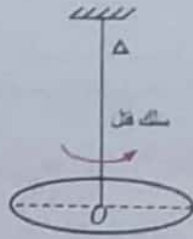
ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 26 (تشبه دورة 2012 + 2017 + ...)

$$m = 2 \text{ kg}$$

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

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



شروط البدء

$$t = 0 \quad \left[\begin{array}{l} \theta = +\frac{\pi}{4} \text{ rad} \\ \omega = 0 \quad (\text{ترك دون سرعة ابتدائية}) \end{array} \right.$$

$$I_{\Delta/C} = \frac{1}{2} m r^2 \quad \text{لدينا}$$

$$T_0 = ? \quad \text{حساب (1)}$$

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

لنحسب عزم عطالة القرص حول محوره:

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

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

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

(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}

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

لأن القرص ترك دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

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

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

1- انطلاقاً من مصونية الطاقة الميكانيكية برهن أن حركو نواس القتل حركة جيبيية دورانية.

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

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

بإشتقاق طرفي المعادلة بالنسبة للزمن:

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

$$(\theta)' = \omega \quad , \quad (\omega)' = (\theta)'' \quad \text{لكن:}$$

$$k \theta \omega + I_{\Delta} \omega (\theta)'' = 0 \quad \text{نعوض:}$$

نقسم الطرفين على (ω) فنجد:

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبيياً من الشكل:

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

للتحقق من صحة الحل: نشق مرتين بالنسبة للزمن نجد:

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

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

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

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 القتل جيبيية دورانية.

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

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

$$T_{0_1} = \text{const} \cdot \sqrt{\ell_1} \quad , \quad T_{0_2} = \text{const} \cdot \sqrt{\ell_2}$$

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

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

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

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

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

1- استنتاج التابع الزمني انطلاقاً من الشكل العام :

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

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

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

$$\theta_{max} = \frac{\pi}{3} rad \quad \text{المسعة الزاوية}$$

لأن الساق تركت دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

إيجاد $\varphi = ?$ (نعوض شروط البدء)

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

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

نعوض مكان الثوابت:

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

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

$$\omega = (\dot{\theta})_t$$

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

من دور أول من وضع التوازن (ربع دورة)

$$t = \frac{T_0}{4} = \frac{2}{4} = \frac{5}{8} s$$

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

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

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

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

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

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

نعوض مكان الثوابت:

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

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

ثم حساب $E_k = ?$ عندها

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

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

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

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

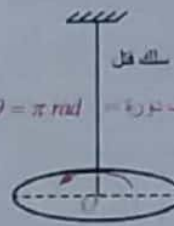
الحل: عند وضع التوازن $(\theta = 0)$

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

الطاقة الكامنة

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

(A) $\ell = ab = 40 \text{ cm}$ (سلك فتل + سلك فتل) ← نواس فتل.

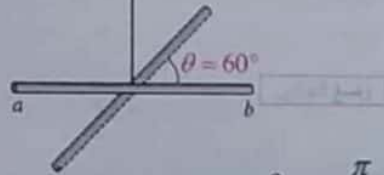
$t = 0$ (شروط البدء) $\theta = 60^\circ$
 (دون سرعة بدائية) $v = 0 (\omega = 0)$

$T_0 = 1 \text{ s}$ ، تهتز بحركة جيبية دورانية

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

1 - استنتاج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من الشكل العام.

$\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
 الثوابت: φ ، ω_0 ، θ_{\max}



المسعة الزاوية: $\theta_{\max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$

لأن الساق تركت دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

قاعدة: إزاحة وترك دون سرعة بدائية:

← (θ_{\max}) مع نواس الفتل ، (X_{\max}) مع النواس المرن

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

لإيجاد $(\varphi = ?)$ من شروط البدء:

$t = 0$ $\theta = \theta_{\max}$ $\Rightarrow \theta_{\max} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 \times 0 + \varphi)$

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

نعوض مكان الثوابت:

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

طريقة ثانية

عند المرور بوضع التوازن تكون السرعة الزاوية عظمى

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

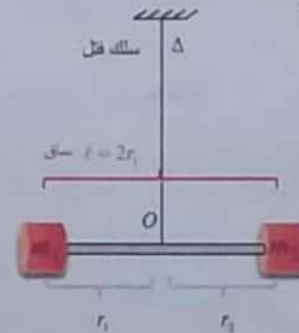
ولكن لأن البدء من $(+\theta_{\max})$ تأخذ السرعة عند المرور

الأول من وضع التوازن قيمة جبرية سالبة

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

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

3- حساب طول الساق $\ell = ?$



فكرة الحل: لحساب I_Δ الحزمة
 ومنها نحسب $r_1 = ?$
 طول الساق $(\ell = 2r_1)$

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

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

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

$[I_\Delta = I_{\Delta 1} + I_{\Delta 2} + I_{\Delta 3}]$
 حزمة 1 ساق حزمة 2 كتلة حزمة 3 كتلة

$I_\Delta = 0 + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$
 ساق مهمة الكتلة

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

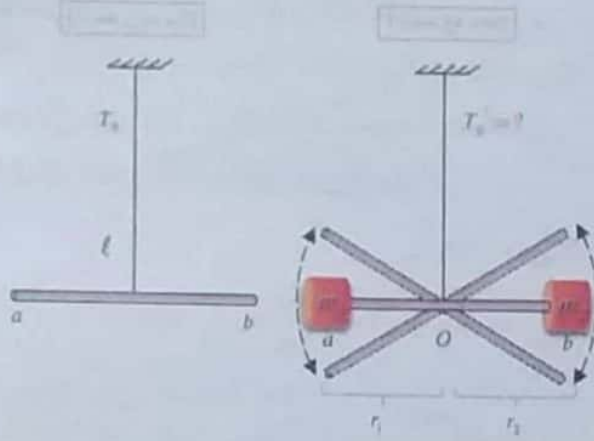
$I_\Delta = 2m_1 r_1^2$
 (حزمة)

$I_\Delta = 2m_1 r_1^2 \Rightarrow r_1^2 = \frac{I_\Delta}{2m_1}$
 (حزمة)

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

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

شرح:



حساب I'_Δ جملة:

شرح: $I'_\Delta = I_\Delta + I_{\Delta, \text{ساق}} + I_{\Delta, \text{كتلة}} + I_{\Delta, \text{كتلة}}$

$I'_\Delta = I_\Delta + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$
 لكن $(r_1 = r_2, m_1 = m_2)$

$r_1 = r_2 = \frac{l}{2} = \frac{40}{2} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-1} \text{ m}$

$I'_\Delta = I_\Delta + 2m_1 r_1^2$
 $= 2 \times 10^{-3} + 2 \times 75 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-2}$
 $= 2 \times 10^{-3} + 600 \times 10^{-5}$
 $= 2 \times 10^{-3} + 6 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
 نعوض بـ (*):

$\frac{T'_0}{1} = \sqrt{\frac{8 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}}} \Rightarrow T'_0 = 2 \text{ s}$
 لحساب $k = ?$ نعوض بـ (1):

$1 = 2\pi \sqrt{\frac{2 \times 10^{-3}}{k}} \Rightarrow 1 = 4\pi^2 \times \frac{2 \times 10^{-3}}{k}$
 $k = 8 \times 10 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$

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

طريقة ثانية لحساب $k = ?$

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

2- $\omega = ?$ (سرعة زاوية):

حساب السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن:

$\bar{\omega} = (\bar{\theta})' = -2\pi \times \frac{\pi}{3} \sin(2\pi t)$

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

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

نعوض بتابع السرعة:

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

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

3- $\alpha = ?$ (تسارع زاوي):

عندما تصنع الساق زاوية $(\bar{\theta} = -30^\circ)$ مع وضع التوازن:

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

$\theta = -30^\circ \Rightarrow \theta = -\frac{\pi}{6} \text{ rad}$

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

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

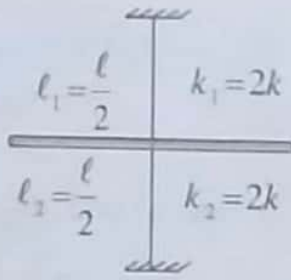
ملاحظة: لا تُعوض الزوايا مع القوانين إلا بالراديان.

(B) $m_1 = m_2 = 75 \text{ g}$ مطلوب حساب $(T'_0 = ?)$ ثم حساب قيمة $(k = ?)$

(1) $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta \text{ساق}}{k}} \Rightarrow (*) \frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{I'_\Delta \text{جملة}}{I_\Delta \text{ساق}}}$
 (2) $T'_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I'_\Delta \text{جملة}}{k}}$

توضيح

لاستنتاج علاقة دور نواس الفتل الجديد :



جملة المفارئة: خارجية

الجملة المدروسة: نواس الفتل

القوى الخارجية المؤثرة:

• في الساق \bar{w} ثقل الساق• قوة توتر سلك التعليق العلوي \bar{T}_1 • قوة توتر سلك التعليق السفلي \bar{T}_2 • في سلك التعليق العلوي $\bar{\Gamma}_{\theta/\Delta} = -k_1 \bar{\theta}$ • في سلك التعليق السفلي $\bar{\Gamma}_{\theta/\Delta} = -k_2 \bar{\theta}$

$$\Sigma \bar{\Gamma}_{\Delta} = I_{\Delta} \bar{\alpha}$$

$$\bar{\Gamma}_{\bar{w}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\bar{T}_1/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\bar{T}_2/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\theta/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\theta/\Delta} = I_{\Delta} \bar{\alpha}$$

لكن: $\bar{\Gamma}_{\bar{T}_2/\Delta} = 0$ ، $\bar{\Gamma}_{\bar{T}_1/\Delta} = 0$ ، $\bar{\Gamma}_{\bar{w}/\Delta} = 0$ لأن القوى \bar{T}_2 ، \bar{T}_1 ، \bar{w} تنطبق على محور الدوران

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

$$k_1 = k_2 = k \cdot \frac{(2r)^4}{\ell} = 2k \quad \alpha = (\bar{\theta})_t \quad \text{لكن}$$

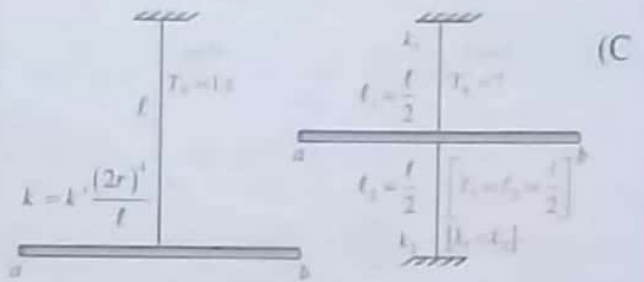
$$-2k \bar{\theta} - 2k \bar{\theta} = I_{\Delta} (\bar{\theta})_t \Rightarrow -4k \bar{\theta} = I_{\Delta} (\bar{\theta})_t$$

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تفعل حلاً جيبياً من الشكل:

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

$$k = 2 \times 10^{-3} \times (2\pi)^2 = 8 \times 10^{-2} \text{ mN rad}^{-1}$$



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

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

ملاحظة: سيتم توضيح
لاستنتاج علاقة الدور

الحل:

$$\left. \begin{aligned} k_1 = k_2 = \frac{k'(2r)^4}{\ell} = 2k \\ T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k_1 + k_2}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{2k + 2k}}$$

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

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

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

ملاحظة: يمكن أن يُعطى الطلب (B) بشكل عكسي، حيث يُعطى الدور الجديد ($T_0' = 2 \text{ s}$) و يُطلب حساب عزم عطالة الساق:

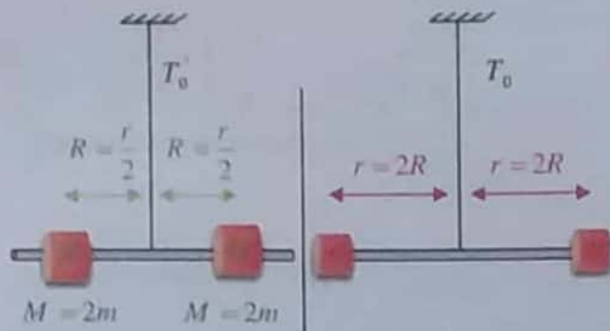
نعوض بـ (*) بعد التربيع:

$$\frac{4}{1} = \frac{I_{\Delta} + 2m_1 r_1^2}{I_{\Delta}} \Rightarrow 4I_{\Delta} - I_{\Delta} = 2m_1 r_1^2$$

$$\Rightarrow 3I_{\Delta} = 2m_1 r_1^2 \Rightarrow I_{\Delta} = \frac{2}{3} m_1 r_1^2 \Rightarrow$$

$$I_{\Delta} = \frac{2}{3} \times 75 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

ابحث أكثر: ص 27



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

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

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

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

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

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

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: $T'_0 < T_0$

B. Alnablsy

بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن:

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

$$(\theta)_t = -\omega_0^2 \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

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

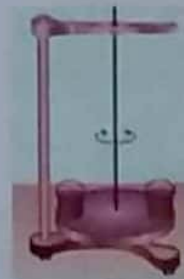
$$\omega_0^2 = \frac{4k}{I_\Delta} \quad \text{بالمطابقة مع المعادلة التفاضلية نجد:}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4k}{I_\Delta}} = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{4k}}$$

$$k_1 + k_2 = 4k \quad \text{لكن:}$$

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

تفكير ناقد ص 27:



إن فتح الصمامين يؤدي إلى تناقص كتلة الماء وانفصاله عن جملة النواس ^{يؤدي} إلى تناقص عزم عطالة جملة النواس.

$$I_\Delta > I'_\Delta \quad \text{جملة النواس بعد فتح الصمام} \quad \text{جملة النواس قبل فتح الصمام}$$

وهذا يؤدي إلى تناقص دور النواس حسب العلاقة:

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

لأن الدور يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لعزم العطالة. ولدينا من علاقة السرعة الزاوية العظمى لنواس القتل:

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

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

نلاحظ من العلاقة أن السرعة الزاوية العظمى تتناسب عكساً مع الدور

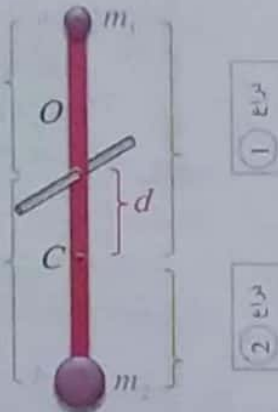
وبما أن الدور يتناقص ^{يؤدي} إلى ازدياد السرعة الزاوية لجملة النواس

نتيجة: السرعة الزاوية بشكل عام تزداد بتناقص الدور.

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 Oذراع ①: بعد m_1 عن Cذراع ②: بعد m_2 عن C

يمكننا استخدام إحدى الطريقتين التاليتين :

طريقة أولى: (الاطلاع)

انطلاقاً من شرط التوازن :

$$\sum \bar{\Gamma}_{\Delta} = 0 \Rightarrow \bar{\Gamma}_{w_1} + \bar{\Gamma}_{w_2} = 0$$

$$\Rightarrow \Gamma_{w_1} = \Gamma_{w_2}$$

$$(aC)(m_1g) = (bC)(m_2g)$$

$$(r_1 + d)m_1 = (r_2 - d)m_2 \quad (\text{حسب})$$

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

طريقة ثانية: (هي الطريقة الأسهل)

نطبق العلاقة التالية :

$$d = \frac{m_1 \bar{r}_1 + m_2 \bar{r}_2 + \dots + m_i \bar{r}_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i}$$

$$\Rightarrow d = OC = \frac{\sum m_i \bar{r}_i}{\sum m_i}$$

 \bar{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.

3 الدرس الثالث

الاهتزازات غير التوافقية - النواس الثقلي غير المتخامد:

فوائد لحل مسائل النواس :

1. لحساب الدور الخاص تجريبياً لكافة النواسات :

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

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 :

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

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

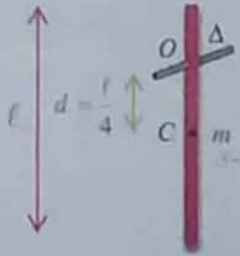
(b) بزوايا كبيرة والحركة ليست جيبية، نطبق العلاقة

التالية: (المسائل التوافقية)

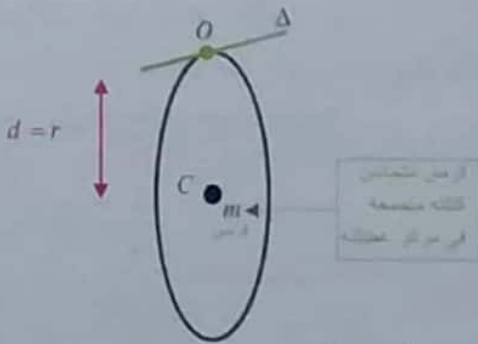
$$T_0' = T_0 \left[1 + \frac{\theta_{\max}^2}{16} \right]$$

• قابلة للدوران حول محور (O) ماراً 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] ماراً من نقطة على محيطه.



5. لتمييز أدوار النواس :

(a) نواس مرن (جسم + نابض):
الحركة جيبية انحرافية دوماً.

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

(b) نواس قتل (ساق أو قرص + سلك قتل):
الحركة جيبية دورانية دوماً.

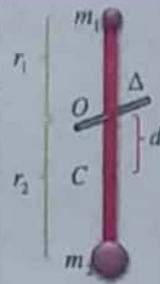
$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$$

(c) نواس ثقلي : ونميز فيه :

الحركة جيبية دورانية فقط بسعات صغيرة.

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

A. إذا كان محور الدوران يقع بين الكتلتين:

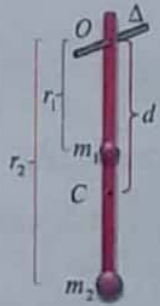


$$d = \frac{m_2 r_2 - m_1 r_1}{m_1 + m_2}$$

لاحظ أن: d يجب أن يكون موجب لذلك نأخذ: الكبير - الصغير.

B. إذا كان محور الدوران

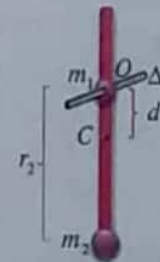
يقع خارج الكتلتين :



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

C. إذا كان محور الدوران ماراً من

إحدى الكتلتين :



(مثلاً ماراً من الكتلة $m_1 \iff r_1 = 0$)

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

ملاحظة:

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

ملاحظة: لحساب (I) بحالة نواس ثقلي مركب يتألف

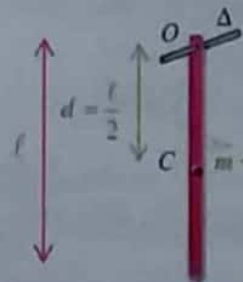
من كتلة واحدة يكفي أن نرسم شكل واضح.

ونميز:

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

• قابلة للدوران حول محور (O) أفقي عمودي على

مستويها الشاقولي وماراً من طرفها العلوي:



حيث مع النواس الثقلي البسيط نستطيع أن نبدأ من العلاقة:

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

9. لحساب الأعمال:

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

لا انتقال للنقطة تأثير لقوة.

$$\overline{W}_{\vec{r}} = 0 \quad \text{(B) مع نواس ثقلي بسيط:}$$

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

(C) مع النواسين:

$$\overline{W}_{\vec{w}} = \overline{w} h = m g h$$

10. لحساب [h] الارتفاع:

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

وعندما الوضع النهائي هو المرور بالشاقول يصبح:

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

$$h = d [1 - \cos \theta_{max}] \quad \text{عندها}$$

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

11. لجسم متجانس أي مصنوع من نفس المادة. نعتبر

كتلة الجسم متجمعة في مركز عطالته (C).



6. نواسين متوائتين أي لهما نفس الدور:

لحساب طول نواس بسيط مواقت لنواس مركب نبدأ بـ:

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

7. لحساب السرعة نميز حالتين:

(a) بزوايا صغيرة: والحركة جيبية دورانية:

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

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

ولحساب السرعة العظمى عند وضع التوازن الشاقولي:

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

(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 $[\theta]$

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

والطلب المعكوس:

يزاح النواس بـ $[\theta_{max}]$ مجهولة وتُعطى السرعة مثلاً

مرور بالشاقول. ويطلب حسب θ_{max}

[وهذا عندما تكون $\theta_{max} > 0.14 \text{ rad}$] يكون الحل

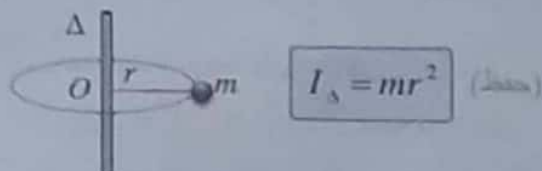
أيضاً بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين.

8. الطاقة الحركية:

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

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

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



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

[هنا الأفضل حساب (I_{Δ}) لكل جزء ثم لجمع]

18. عزم العطالة بمسائل المنهاج 3 أفكار:

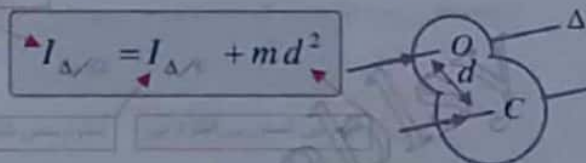
- 1- نقطة مادية تدور حول محور ... $I_{\Delta} = mr^2$
- 2- ساق متجانسة
- 3- قرص متجانس

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

19. نظرية هاينغنز:

تفيد نظرية هاينغنز في إيجاد عزم عطالة جسم يدور حول محور الدوران بدلالة عزم عطالته حول محوره [أي محور عمودي على مستوي الجسم ومار من C]، حيث تعطى 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 هاينغنز:

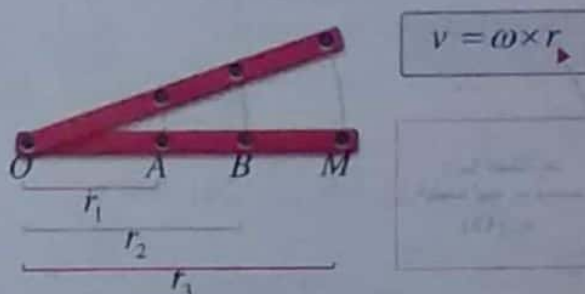


أي عزم عطالة يعطى بنص المسألة هو $I_{\Delta/C}$

20. تنكر:

- 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 $\pi^2 = 10, 4\pi = 12.5, \frac{25}{2}$

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



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

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

ثم نسقط بحسب ما تحتاجه المسألة:

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

تكرار: $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{\ell} \quad (r = \ell)$

14. نواس ثقلي يدق الثانية أي:

$T_0 = 2s$

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

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

- لو سخنا سلك النواس \Leftarrow يزداد الطول \Leftarrow يزداد الدور \Leftarrow نواس يبطن \Leftarrow ميقاتية توخر.
- لو نقلنا النواس إلى مرتفعات عن سطح البحر \Leftarrow تنقص الجاذبية \Leftarrow يزداد الدور \Leftarrow نواس يبطن \Leftarrow ميقاتية توخر.
- لو نقلنا النواس إلى منخفض عن سطح البحر \Leftarrow تزداد الجاذبية \Leftarrow ينقص الدور \Leftarrow نواس يسرع \Leftarrow ميقاتية تسبق (تقدم).

كتابة حل المسائل الآتية

المسألة الأولى ص 39:

$$M = 0.5 \text{ kg} = \frac{1}{2} \text{ kg} \quad , \quad \ell = 1.5 \text{ m} = \frac{3}{2} \text{ m}$$

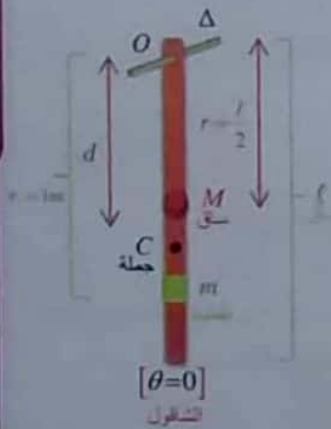
(ساق نحاسية)

(o) محور الدوران مار من الطرف العلوي للساق

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

$$I_{\Delta/O} = \frac{1}{12} M \ell^2 \quad \text{عن محور الدوران. علما أن}$$

$$I_{\Delta/O} = ? \quad \text{حساب } (ساعة صغيرة)$$



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

$$m = M + m'$$

نقطة ساق حزمة

$$m = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ kg}$$

$$d = ?$$

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

$$r = \frac{\ell}{2} = \frac{3}{2} = \frac{3}{4} \text{ m} \quad , \quad r' = 1 \text{ m}$$

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

$$I_{\Delta/O} = ? \quad \text{حساب}$$

$$I_{\Delta/O} = I_{\Delta/O} + I_{\Delta/O}$$

نقطة ساق حزمة النحاس

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

نقطة

$$I_{\Delta/O} \text{ حساب } (ساق) \text{ نطبق نظرية هايفز}$$

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

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

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



اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 37:

أولاً: أقرأ الأجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- 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.

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

الميقاتية بهذه الحالة تقدم (تسبق) أي دورها $T_0 > T_0$ ولضبط الميقاتية علينا أن نجعل دورها أكبر وهذا يتم بخفض القرص بمقدار ضئيل مما يؤدي إلى زيادة (ℓ) وهذا يؤدي إلى زيادة دورها أي تبطن 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 عكسا مع الحذر 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

$$(T_{0_2} \text{ طابق أخير} < T_{0_1} \text{ طابق أرضي})$$

الميقاتية الثانية دورها (T_{0_2}) أكبر < نواس يبطن <

ميقاتية تؤخر.

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

3- (b) الشخص A.

شرح الحل

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

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

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

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

لحساب $v_m = ?$ مرور بالشاقول

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

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

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

$$v_m = \omega \times r \quad \left[\text{بعد } m \text{ عن محور الدوران} \right]$$

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

طلبات إضافية:

1- حساب السرعة الخطية لمركز العطالة لحظة المرور بالشاقول

$$v_c = \omega \times d \quad \left[\text{بعد مركز العطالة عن محور الدوران} \right]$$

$$v_c = 2\sqrt{5} \times \frac{7}{8} = \frac{7}{4} \sqrt{5} \text{ m s}^{-1}$$

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 ينوس بالسعة السابقة.

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

$$T_0 = 2s \quad \text{لدينا دور بسعة صغيرة:}$$

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

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

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

لنعوض لحساب $I_{\Delta/O}$ (جملة النواس) \odot

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

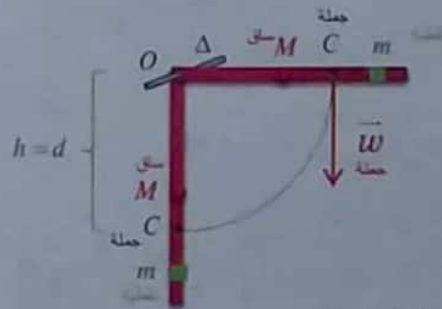
لنعوض لحساب $T_0 = ?$

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

-2

$$\left. \begin{array}{l} \theta = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \\ v = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \theta_{\max} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

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 ابتدئية: $\theta_1 = \theta_{\max} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

الثاني: مروره بالشاقول: $\theta_2 = 0$

$$\Delta \bar{E}_{k(1 \rightarrow 2)} = \sum \bar{W}_F$$

$$E_{k2} - E_{k1} = \bar{W}_w + \bar{W}_R$$

$$\bar{W}_R = 0 \quad \text{لا انتقال لنقطة تأثير القوة}$$

$$E_k - 0 = (M + m)gh + 0$$

المسألة الثانية ص 39 (تور 2015 مع الإضافي)

$$m_1 = 100 \text{ g} = 10^{-1} \text{ kg}, \quad \ell = 40 \text{ cm} = 4 \times 10^{-1} \text{ m}$$

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

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

الحل:

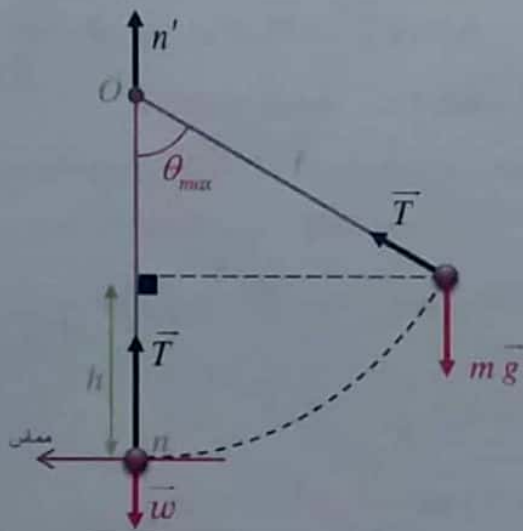
القوى الخارجية المؤثرة:

\vec{w} ثقل الكرة ، T قوة توتر الخيط

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

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

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



$$\Delta E_k = \sum \vec{W}_{\vec{F}(1 \rightarrow 2)}$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \vec{W}_w + \vec{W}_T$$

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

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

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

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

$$4 = 2 \times 10 \times 4 \times 10^{-1} [1 - \cos \theta_{\max}]$$

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

$$\theta_{\max} = 60^\circ \quad (\theta_{\max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad})$$

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

(a) احسب دور هذا النواس في حالة الساعات الزاوية الصغيرة.

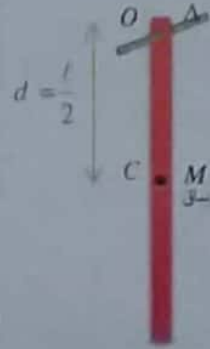
(b) برهن أن دور إهتزازات الساق بسعة صغيرة يساوي

$$2s \text{ حول محور أفقي يبعد عن مركز عطالتها } \frac{\ell}{6}$$

(c) احسب طول النواس البسيط الموافق لهذا النواس الثقلي.

الحل:

$$(a) T_0 = ? \text{ (سعة صغيرة)}$$



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

$$I_{\Delta O} = \frac{1}{3} M \ell^2 \text{ (نينا بالثقل المتكافئ)}$$

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

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3} M \ell^2}{M \times \pi^2 \times \frac{\ell}{2}}} \Rightarrow T_0 = 2\sqrt{\frac{2\ell}{3}} = 2\sqrt{\frac{2 \times 1.5}{3}} = 2s$$

(b) برهان أن $T_0 = 2s$ (سعة صغيرة) عندما $[O]$ محور

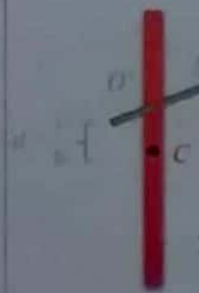
الدوران يبعد $[\ell/6]$ عن $[C]$ مركز الكتلة

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

لحساب $[I_{\Delta O'}]$ نطبق هاينغز:

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

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



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

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

(c) احسب $\ell = ?$ (طول نواس بسيط موافق لنواس المركب)

شروط التوافق: T_0 (مركب) = T_0 (بسيط)

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

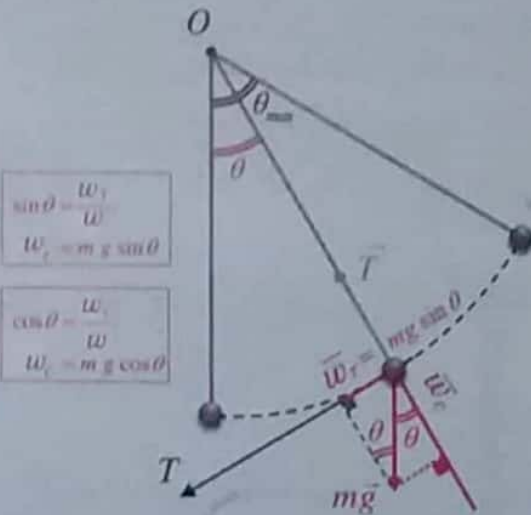
2- استنتاج علاقة $T = ?$ عند المرور بالشاقول:

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

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

بالإسقاط على مماس المسار في هذا الموضع:

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

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

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

2- $\alpha = ?$ عندما يصنع الخيط 30°

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

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

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

بالسقاط طرفي العلاقة على محور ينطبق على حامل \vec{T} وبجيبته لحد: (بالسقاط على الناظم nm')

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

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

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

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

$$T = 2 \text{ N}$$

طلبات إضافية:

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

الحل:

1- استنتاج علاقة $[a]$ عندما يصنع الخيط زاوية

$$a_t = ? \text{ مع الشاقول } \theta = 30^\circ \text{ ثم حسب قيمة } a_t = ?$$

B. Alnablsy

من الشكل نجد:

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

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

$$\cos \theta_{\max} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{\max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad } (\theta_{\max} = 60^\circ)$$

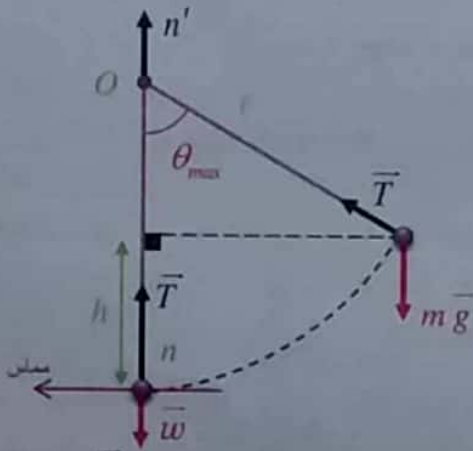
3- حساب $T_0 = ?$ (لاحظ السعة كبيرة)

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{1.6}{\pi^2}} = 2\sqrt{\frac{16}{10}}$$

$$T_0 = \frac{2 \times 4}{\sqrt{10}} = \frac{8}{\pi} \text{ s} \approx 2.55 \text{ s}$$

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

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

4- استنتاج بالرموز $T = ?$ (عدد 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 حبل T وبجانبه نجد: (بإسقاط على الناطم nm')

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

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

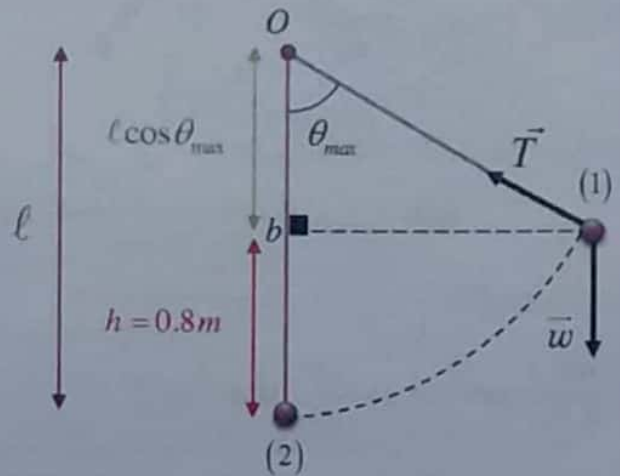
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{\ell}$$

$$T = 0.5 \left(10 \times \frac{10 \times 1.6}{1.6} \right) = 0.5 \times 20 \Rightarrow T = 10 \text{ N}$$

المسألة الثالثة: ص 39 (شبه نورة 2009 + 2011 + 2013 + ...)

نواس ثقلي بسيط $m = 0.5 \text{ kg} = \frac{1}{2} \text{ kg}$ ، $\ell = 1.6 \text{ m}$ يزاح الخيط بزاوية $[\theta]$ مع الشاقول يرتفع بمقدار $h = 0.8 \text{ m}$ 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: تتركه دون سرعة ابتدائية عند

المطال الأعظمي $[\theta_1 = \theta_{\max}]$ الثاني: مرور بالشاقول $[\theta_2 = 0]$

$$\Delta \bar{E}_{k_{1 \rightarrow 2}} = \sum \bar{W}_F$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \bar{W}_w + \bar{W}_T$$

لكن $\bar{W}_T = 0$ لأن حامل T يعامد الانتقال بكل لحظة

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

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

$$v = \sqrt{2 \times 10 \times 1.6} = \sqrt{32} = 4 \text{ m s}^{-1}$$

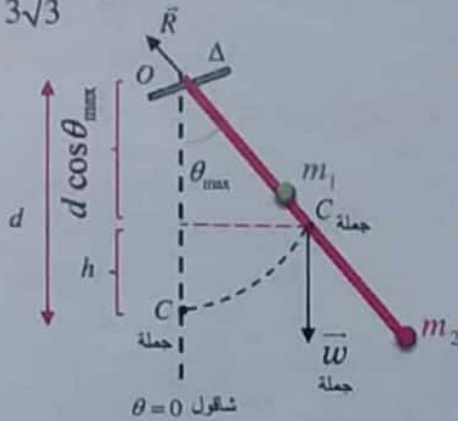
(2) استنتاج علاقة $\theta = ?$ (وحساب قيمتها)

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

2- بزيج الجملة $\theta_{max} = ? > 0.24 \text{ rad}$

$$v_c = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}} m s^{-1}$$

(مركز العطلة)



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

$$v_c = \omega \times d \leftarrow \text{بعد مركز العطلة عن محور الدوران (O)}$$

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

تعلم أن لكافة نقاط التماس نفس السرعة الزاوية

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

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

طريقة ثانية

$$v_{m_2} = \omega \times r_2, v_c = \omega \times d$$

$$\frac{v_{m_2}}{v_c} = \frac{\omega \times r_2}{\omega \times d} \Rightarrow v_{m_2} = v_c \times \frac{r_2}{d}$$

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

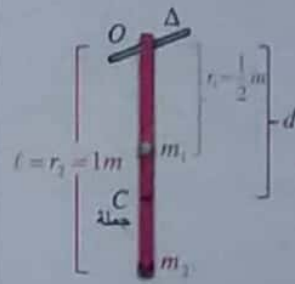
طلب إضافي: حساب السرعة الخطية للكتلة النقطية m_1 لحظة المرور بالشاقول.

$$v_{m_1} = \omega \times r_1 \leftarrow \text{بعد } m_1 \text{ عن محور الدوران (O)}$$

$$v_{m_1} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{2} = \frac{\pi}{\sqrt{3}} m s^{-1}$$

المسألة الرابعة: ص 40

نواس ثقلي مركب



$l = 1m$
ساق مهمله 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 $T_0 = ?$ (سعة صغيرة)

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

$$M = m + m_1 + m_2$$

ساق مهمله الكتلة
 $m = 0$

$$M = 0.4 + 0.2 = 0.6kg$$

$$I_{\Delta/O} = I_{\Delta} + I_{\Delta/O} + I_{\Delta/O}$$

جملة ساق مهمله الكتلة
جملة كتلة 2
جملة كتلة 1
 $I_{\Delta} = 0$

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

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

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

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

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

(نعوض بحسب الدور T_0)

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

المسألة الخامسة ص 40:

(ل) (ساق مهمله الكتلة)

(m) كتلة نقطية في كل من طرفي الساق

(O) محور الدوران يبعد $\left(\frac{l}{4}\right)$ عن طرف الساق العلوي

$$t = 0 \quad \left[\begin{array}{l} \text{نزوح الساق } \theta = \frac{1}{2\pi} \text{ rad} \\ \text{وتترك دون سرعة ابتدائية} \end{array} \right]$$

$$T_0 = 2.5 \text{ s} = \frac{5}{2} \text{ s}$$

توضيح هام جداً:

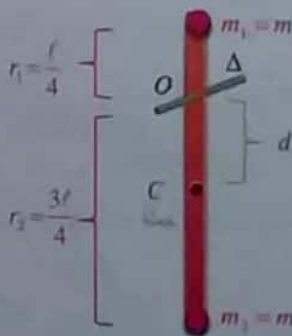
$$\theta = \frac{1}{2\pi} = 0.159 \text{ rad} < 0.24 \text{ rad}$$

السعة الزاوية صغيرة والحركة جيبية دورانية.

ملاحظات للحل:

- عندما تكون ($\theta < 0.24 \text{ rad}$) صغيرة والحركة جيبية دورانية.
- نستطيع تطبيق كل توابع الحركة في نواس الفتل (α, ω, θ)

الحل:



$$\theta = \frac{1}{2\pi} \text{ rad} < 0.24 \text{ rad}$$

سعة صغيرة والحركة جيبية دورانية

1- استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي؟

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

الثوابت $\theta_{\text{max}}, \omega_0, \bar{\varphi}$ ب- استنتاج قيمة $\theta_{\text{max}} = ?$ القوى الخارجية المؤثرة \vec{W} | ثقل جملة النواس
قوة رد فعل محور الدوران \vec{R}

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: ترك النواس دون سرعة ابتدائية بوضع: $\theta_1 = \theta_{\text{max}}$ الثاني: مرور بالشاقول بوضع: $\theta_2 = 0$

$$\Delta \bar{E}_{k(1 \rightarrow 2)} = \sum \bar{W}_F$$

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

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

$$\frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2 - 0 = M g h + 0$$

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

$$\frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-1} \times \frac{4\pi^2}{3} = 6 \times 10^{-1} \times \pi^2 \times \frac{2}{3} \times (1 - \cos \theta_{\text{max}})$$

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

$$\theta_{\text{max}} = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \quad (\theta_{\text{max}} = 60^\circ)$$

$$d = \frac{m' r_2 - m' r_1}{m' + m'} = \frac{m' \left(\frac{3\ell}{4} - \frac{\ell}{4} \right)}{2m'} \quad \text{ولدينا:}$$

$$d = \frac{2\ell}{4} = \frac{\ell}{2} \quad (3)$$

نعوض (2) و (3) في (1)

$$T_0^2 = \frac{2 \times m' \times \frac{5\ell^2}{8^4}}{m' \times \frac{\ell}{4}} \Rightarrow \ell = \frac{T_0^2}{5}$$

$$\ell = \frac{25}{5} \Rightarrow \ell = \frac{5}{4} = 1.25 \text{ m}$$

3- حساب $\omega = ?$
(سرعة زاوية عظمى طويلة)

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

$$\omega_{\max} = \omega_0 \theta_{\max} \quad (\text{طويلة})$$

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

$$\omega_{\max} = \frac{2}{5} = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ rad s}^{-1}$$

طلب اضافي: احسب التسارع الزاوي والمماسي لمركز العتالة في اللحظة التي يصنع فيها النواس زاوية $\left(\theta = \frac{1}{4\pi} \text{ rad} \right)$ مع وضع التوازن الشاقولي.

الحل: (الحركة حصة دورانية)

$$\alpha = -\omega_0^2 \theta$$

$$\alpha = -\left(\frac{4\pi}{5} \right)^2 \times \frac{1}{4\pi}$$

$$\alpha = -\frac{16\pi^2}{25} \times \frac{1}{4\pi} = -\frac{4\pi}{25}$$

$$\alpha = -\frac{12.5}{25} = -\frac{1}{2} = 0.5 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\theta_{\max} = \frac{1}{2\pi} \text{ rad s}^{-1}$$

لأن الناق تركت دون سرعة ابتدائية عند بدء الزمن

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

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

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

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

نعوض مكان الثوابت:

$$\theta = \frac{1}{2\pi} \cos\left(\frac{4\pi}{5}t + 0\right)$$

2- استنتاج علاقة $\ell = ?$

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

$$M = m' + m' = 2m' \quad \text{جملة}$$

$$T_0^2 = 4\pi^2 \frac{I_{\Delta}}{2m' \times \pi^2 \times d}$$

$$T_0^2 = \frac{2 \times I_{\Delta}}{m' \times d} \quad (1)$$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta} + I_{\Delta} + I_{\Delta}$$

ساق مهمة الكتلة

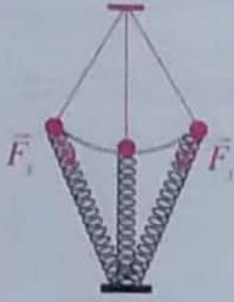
لدينا:

$$I_{\Delta} = m' r_1^2 + m' r_2^2 = m' (r_1^2 + r_2^2)$$

$$\text{لكن: } r_1 = \frac{\ell}{4}, \quad r_2 = 3\frac{\ell}{4}$$

$$I_{\Delta} = m' \left[\frac{\ell^2}{16} + \frac{9\ell^2}{16} \right]$$

$$I_{\Delta} = m' \times \frac{10\ell^2}{16} \Rightarrow I_{\Delta} = m' \times \frac{5\ell^2}{8} \quad (2)$$

**تفكير ناقد ص 41:**

1- على متن المحطة الفضائية

ينعدم الثقل الظاهري

لكرة النواس وبالتالي

ينعدم عزم الثقل

(تعلم أن النواس الثقلي يهتز بتأثير عزم ثقله)

وبالتالي لا يهتز النواس وبالتالي ($T_0 = 0$)

2- ولكي نجعل النواس يهتز:

نعلق بكرة النواس نابض شاقولي، ثم نثبت النابض من

طرفه الآخر (كما في الشكل).

نزيح كرة النواس بسعة زاوية (θ_{max}) ونتركه دون سرعة

ابتدائية فتتهتز كرة النواس بتأثير قوة توتر النابض.

ابحث أكثر ص 41:

نواس فوكو:

- قام العالم فوكو في منتصف القرن التاسع عشر بتجربة علق ثقل قدره (28 kg) بسلك طوله (67 m) في داخل كنيسة بانتينون في باريس مشكلاً نواس ثقلي بسيط فوجد أن مستوي اهتزازة 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).

تساريف = ?

$$a_t = \alpha \times d$$

(بمركز العطلة)

بعد مركز العطلة عن محور الدوران

تساريف = ?

$$d = \frac{\ell}{4} = \frac{5}{4} = \frac{5}{16} \text{ m}$$

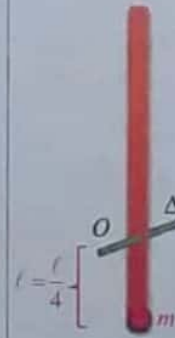
$$a_t = \frac{1}{2} \times \frac{5}{16} = \frac{5}{32} \text{ m s}^{-2}$$

4- انفصلت (m') السفليةمطلوب استنتاج $T_0 = ?$ **توضيح الحل:** أصبح النواس الثقلي

عبارة عن كتلة نقطية تهتز على

بعد قدره $\left(\frac{\ell}{4}\right)$ عن محور الدوران

وبالتالي يعامل معاملة نواس ثقلي بسيط



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

$$d = r = \ell' = \frac{\ell}{4}$$

$$I_{\Delta} = m' r^2 = m' \ell'^2$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m' \ell'^2}{m' g \ell'}}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell'}{g}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_{\text{نق}}}{4g}}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_{\text{نق}}}{4 \times \pi^2}}$$

$$T_0 = \sqrt{\ell_{\text{نق}}} \Rightarrow T_0 = \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} \text{ s}$$

الحل:

نواس ثقلي مركب

$$\ell = \frac{3}{2}m \quad (\text{ساق متجانسة}), \text{ كتلتها } (m_1)$$

(O) محور الدوران مار من منتصف الساق.

نثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية ($m_2 = m_1$)1- استنتاج $T_0 = ?$ (بسعة صغيرة)

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

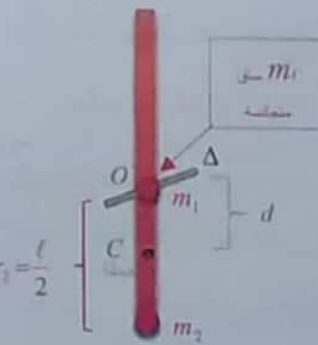
$$M = m_1 + m_2 = 2m_1$$

$$I_{\Delta O} = I_{\Delta O}^{\text{نقطة}} + I_{\Delta O}^{\text{حملة}}$$

$$I_{\Delta O} = \frac{1}{12}m_1 \ell^2 + m_2 r_2^2$$

$$\text{لكن: } m_1 = m_2$$

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



$$I_{\Delta O} = \frac{1}{12}m_1 \ell^2 + m_1 \frac{\ell^2}{4}$$

$$I_{\Delta O} = \frac{1}{3}m_1 \ell^2$$

لحساب $d = ?$ (لاحظ أن محور الدوران يمر من (m_1) للساق)

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

$$d = \frac{m_2 \times \frac{\ell}{2}}{2m_2} = \frac{\ell}{4}$$

نعوض لحساب الدوران

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3}m_1 \ell^2}{2m_1 \times g \times \frac{\ell}{4}}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

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

تدرب أكثر:**مسألة دورة أولى (2016) مع طلائع إصفهية**

يتألف نواس ثقلي مركب من ساق متجانسة طولها

محور أفقي ثابت عمودي على مستويها الشاقولي ومار من منتصفها ونثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية ($m_2 = m_1$)

محور أفقي ثابت عمودي على مستويها الشاقولي ومار من منتصفها ونثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية

محور أفقي ثابت عمودي على مستويها الشاقولي ومار من منتصفها ونثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية ($m_2 = m_1$) والمطلوب:

1- استنتاج بالرموز العلاقة المحددة للدور الخاص لهذا

النواس بدلالة طول الساق (ℓ) انطلاقاً 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 ($\theta_{\max} = 60^\circ$) ونتركه دون سرعة

ابتدائية يطلب:

a- استنتاج 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

علماً أنه : عزم عطالة الساق حول محور عمودي

عليها ومار من منتصفها ($I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m_1 \ell^2$)

$$\omega = \sqrt{\frac{3 \times 10 \times (1 - \frac{1}{2})}{\frac{3}{2}}} = \sqrt{10} \text{ rad s}^{-1}$$

1- حساب $v_{m_2} = ?$ (مرور بالشاقول)

$$v_{m_2} = \omega \times r_2$$

$$r_2 = \frac{\ell}{2} = \frac{3}{2} = \frac{3}{4} \text{ m}$$

لكن:

$$v_{m_2} = \sqrt{10} \times \frac{3}{4}$$

$$v_{m_2} = \frac{3}{4} \sqrt{10} \text{ m s}^{-1}$$

2- حساب $v_c = ?$ (مركز العطلة مرور بالشاقول)

$$v_c = \omega \times d$$

$$d = \frac{\ell}{4} = \frac{3}{4} = \frac{3}{8} \text{ m}$$

لكن:

$$v_c = \sqrt{10} \times \frac{3}{8} = \frac{3}{8} \sqrt{10} \text{ m s}^{-1}$$

3- حساب $T_0' = ?$ (سعة كبيرة عندما $\theta = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$)

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

$$T_0' = 2 \left[1 + \frac{\left(\frac{\pi}{3} \right)^2}{16} \right] \Rightarrow T_0' = 2.14 \text{ s}$$

للحفظ: إذا كان الدور بسعة صغيرة $T_0 = 2 \text{ s}$

• يكون الدور عندما $\theta = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ قيمته $T_0' = 2.14 \text{ s}$

• يكون الدور عندما $\theta = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$ قيمته $T_0' = 2.3 \text{ s}$

2- حساب $\ell = ?$ (طول نواس بسيط موافق للنواس المركب)

$$T_0 = T_0$$

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

3- نزيح النواس \rightarrow $t = 0$ $\left[\begin{array}{l} \theta_{\max} = 60^\circ \\ \text{ويترك دون سرعة ابتدائية} \end{array} \right]$

1- 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: $\theta_2 = 0$

$$\Delta \bar{E}_{k(1 \rightarrow 2)} = \Sigma \bar{W}_F$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \bar{W}_w + \bar{W}_R$$

$\bar{W}_R = 0$ لا انتقال لنقطة تأثير القوة:

$$\frac{1}{2} I_{\Delta O} \omega^2 - 0 = M g h + 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2M g h}{I_{\Delta O}}}$$

$$h = d(1 - \cos \theta_{\max}) \quad \cdot \quad d = \frac{\ell}{4}$$

لكن:

$$M = 2m_1$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 2m_1 \times g \times \frac{\ell}{4} (1 - \cos \theta_{\max})}{\frac{1}{3} m_1 \ell^2}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3g(1 - \cos \theta_{\max})}{\ell}}$$

5- معدل التدفق الحجمي:

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} \text{ أو } Q' = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad Q' : m^3 s^{-1}$$

$$Q' = sv \quad \text{وتعطى بالعلاقة:}$$

6- العلاقة بين Q و Q' :

$$Q = \frac{m}{\Delta t} = \frac{\rho V}{\Delta t} = \rho Q'$$

$$Q = \rho Q' \Rightarrow Q = \rho sv \quad \text{إذا:}$$

7- معادلة الاستمرارية:

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

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

تناسل عكسي

8- معادلة برنولي في الجريان المستقر:

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

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = const \quad \text{هي معادلة برنولي}$$

حالة خاصة:

$z_1 = z_2$ الأنبوب أفقي و النقاط على استقامة واحدة.

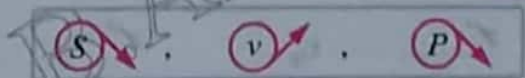
$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

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

نتيجة: ضغط السائل يقل عندما تزداد سرعته (عندما تزداد السرعة ينقص الضغط) (حيث m ثابت)

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

ملاحظة: تُربط المقادير كما يلي:



$$P_1 - P_2 = \rho g h \quad \text{9- ستكون الموائع:}$$

وهذه معادلة المانومتر (قانون الضغط في الموائع الساكنة)

4 الدرس الرابع

ميكانيك الموائع

ما يجب تذكره + فوائد لحل المسائل

1- الكتلة الحجمية: كتلة واحدة الحجم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$$

$$\begin{aligned} m &: kg \\ V &: m^3 \\ \rho &: kg \cdot m^{-3} \end{aligned}$$

للتحويل:

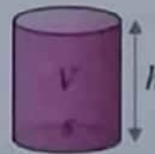
$g \cdot cm^{-3}$	$\xrightarrow{\times 10^3}$	$kg \cdot m^{-3}$
g	$\xrightarrow{\times 10^{-3}}$	kg
cm	$\xrightarrow{\times 10^{-2}}$	m
cm^2	$\xrightarrow{\times 10^{-4}}$	m^2
cm^3	$\xrightarrow{\times 10^{-6}}$	m^3
ℓ (لتر)	$\xrightarrow{\times 10^{-3}}$	m^3
	$1m^3 = 1000\ell$	

$$\rho = 1 g \cdot cm^{-3} \Rightarrow \rho = \frac{1 \times 10^{-3}}{10^{-6}} = 10^3 kg \cdot m^{-3} \quad \text{مثال:}$$

2- الضغط: القوة المؤثرة ناظماً على السطح.

$$P = \frac{F}{s} \Rightarrow F = P s$$

$$F : N, \quad s : m^2, \quad P : Pa$$



3- لحساب حجم الأسطوانة:

$$\text{الارتفاع: } h = \Delta x = z = \ell$$

$$\text{سطح الدائرة: } s = \pi r^2$$

مساحة سطح القارة
قاعدة الأسطوانة

$$\text{الحجم: } V = s h \text{ أو } V = s \Delta x \text{ أو } V = s \ell$$

4- معدل التدفق الكتلي:

$$Q = \frac{m}{\Delta t} \text{ أو } Q = \frac{\Delta m}{\Delta t} \quad Q : kg s^{-1}$$

شرح الحل:

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

ثانياً: اعط تفسيراً علمياً باستخدام العلاقات

الرياضية المناسبة لكل مما يأتي:

1- حسب معادلة الاستمرارية: $Q' = s_1 v_1 = s_2 v_2$

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 السائتر.

3- نعلم أن خط الانسياب يمر 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:

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

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 $s_2 < s_1$

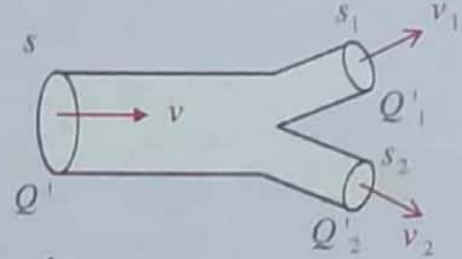
(b) عندما توجه فوهة الخرطوم للأعلى

سرعة جريان الماء تنقص كلما ابتعد عن سطح
الأرض $v_2 < v_1$ لذلك **يزداد** مقطع الماء
المتدفق $s_2 > s_1$

10- نظرية تور شيللي:

سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة أسفل خزان مساحة
سطح مقطعه كبيرة:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (h = z_1 = z_2)$$

11- فائدة لحل المسألة (رقم 3):

لدينا من الشكل الموضح جانبياً

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

بعبارة خاصة:

$$Q' = 2Q'_1 \Leftrightarrow Q'_1 = Q'_2 \Leftrightarrow S_1 = S_2$$

(2) إذا كان لدينا (n) فتحة ممتثلة، مساحة كل فتحة (S_1)

$$Q' = nQ'_1 \Rightarrow sv = n s_1 v_1$$

حفظ

اختبر نفسي**حل أسئلة الدرس ص 51:**

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما يأتي:

1- a - الجواب الصحيح (a) تزداد.

b - الجواب الصحيح (b) مبدأ برنولي.

مسقط
الهواء
منحصر
عند الفوهة



شرح الحل: من الشكل المرسوم جانبياً

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 ثورة)

مسقط الغاز
داخلاً
المدخنة
مرتفع

تدريب 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

$$s_1 v_1 = s_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{\pi r_1^2 \times v_1}{\pi r_2^2} = \frac{r_1^2 \times v_1}{4 r_2^2} = \frac{v_1}{4}$$

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

تتناقص السرعة 4 مرات أي: $v_2 = \frac{v_1}{4}$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 52 (دورة 2014 + ..)

$V = 600 \text{ l} \Rightarrow V = 600 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-1} \text{ m}^3$

$s = 5 \text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, $\Delta t = 300 \text{ s}$

$\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1) احسب $Q' = ?$ معدل التدفق الحجمي (معدل الضخ).

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{6 \times 10^{-1}}{300} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

اضافي: احسب المنسوب الكتلي $[Q = ?]$

$$Q = \frac{m}{\Delta t} = \frac{\rho V}{\Delta t} = \rho Q'$$

$Q = 1000 \times 2 \times 10^{-3} = 2 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

5- حسب معادلة الاستمرارية:

$$Q' = s_1 v_1 = s_2 v_2 = \text{const}$$

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:

$$Q' = s_1 v_1 = s_2 v_2 = \text{const}$$

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:

$$Q' = s v = \text{const}$$

عندما نجعل الفتحة صغيرة \Leftarrow تزداد سرعة جريان الغاز

لأن السرعة (v) تتناسب عكساً مع المساحة (S)

مما يسهل احتراق الغاز.

8- حسب معادلة الاستمرارية:

$$Q' = s v = \text{const}$$

لأن السرعة (v) تتناسب عكساً 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 يحدث فارق كبير في الضغط بين خارج المنزل

وداخله $[P_2 \text{ (خارج المنزل)} > P_1 \text{ (داخل المنزل)}]$

ولتقليل فارق الضغط ينصح بفتح النوافذ لكي لا ينكسر

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

لكن الضغط عند الفوهة العلوية $[P_2 = P_0]$

$$P_1 = P_0 + \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1)$$

$$h = z_2 - z_1 = 20 \text{ cm} \quad \text{لكن:}$$

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

$$P_1 = 10^5 + 37500 + 200000$$

$$P_1 = 100000 + 237500 = 337500 \text{ Pa}$$

3- حساب $W = ?$ (العمل الميكانيكي) اللازم للضخ:

$$\Delta V = 100 \ell = 100 \times 10^{-3} = 10^{-1} \text{ m}^3$$

طريقة أولى:

من مصونية الطاقة:

$$W_T = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$$W_T = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

لكن: $m = \rho \Delta V$

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

$$W_T = \frac{1}{2} \times 1000 \times 10^{-1} (100 - 25)$$

$$W_T = 37.5 \times 10^2 = 3750 \text{ J}$$

طريقة ثانية:

$$W_T = W_w + W_1 + W_2$$

$$W_T = -m g z + p_1 \Delta V - p_2 \Delta V$$

$$W_T = -m g z + (p_1 - p_2) \Delta V \quad \text{حفظ}$$

$$m = \rho \Delta V \Rightarrow m = 1000 \times 10^{-1} = 100 \text{ Kg}$$

$$W_T = -100 \times 10 \times 20 + (3.375 \times 10^5 - 10^5) 10^{-1}$$

$$W_T = -2 \times 10^4 + 2.375 \times 10^4 = 3750 \text{ J}$$

المسألة الثالثة ص 52

$$S = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} = 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$s_1 = 0.1 \text{ cm}^2 = 0.1 \times 10^{-4} = 10^{-5} \text{ m}^2$$

تقب $n = 25$ عدد التوب

$$v = 50 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$= 50 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-1} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = ? \quad (2)$$

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

$$s_2 = \frac{1}{4} s_1 \text{ من أجل } v_2 = ? \quad (3)$$

$$s_1 v_1 = s_2 v_2$$

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

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

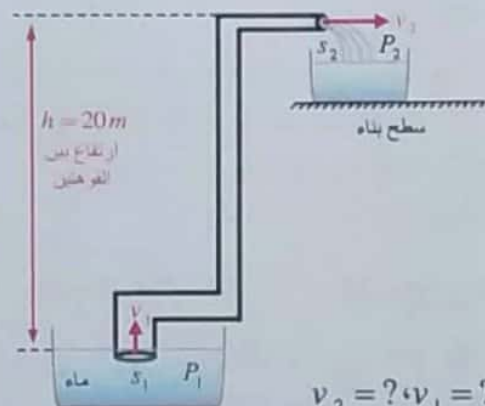
المسألة الثانية ص 52

$$s_1 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} = 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$s_2 = 5 \text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$Q' = 0.005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad (\text{معدل الضخ})$$

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \quad g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$



$$v_2 = ? , v_1 = ? \quad -1$$

$$Q' = s v_1 = s_2 v_2$$

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

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

$$P_1 = ? \quad -2 \quad (\text{ضغط الماء عند الفوهة})$$

$$P_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}, \quad h = 20 \text{ m} \quad (\text{الارتفاع بين الفوهتين})$$

حسب معادلة برنولي:

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

عند الفوهة السفلى

عند الفوهة العلوية

(V) نفسه (نقسم الطرفين على V)

$$\frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t_1} + \frac{1}{\Delta t_2} + \frac{1}{\Delta t_3} \Rightarrow \frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{7}{4}$$

(زمن كلي) (زمن كلي)

$$\Delta t = \frac{1}{7} hr \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{7} \times 3600 = 514.28 s$$

(زمن كلي) (زمن كلي)

طريقة ثانية:

$$Q' = Q_1' + Q_2' + Q_3'$$

(جملة)

$$Q_1' = \frac{V}{\Delta t_1}$$

$$Q_2' = \frac{V}{\Delta t_2}$$

$$\Delta t_2 = \frac{1}{2} \Delta t_1 \text{ لكن}$$

$$Q_2' = \frac{V}{\frac{1}{2} \Delta t} = 2Q$$

$$Q_3' = \frac{V}{\Delta t_3}$$

$$\Delta t_3 = \frac{1}{4} \Delta t_1 \text{ لكن}$$

$$Q_3' = \frac{V}{\frac{1}{4} \Delta t} = 4Q_1'$$

$$Q' = Q_1' + 2Q_1' + 4Q_1' = 7Q_1'$$

جملة

$$Q' = 7Q_1'$$

$$\frac{V}{\Delta t} = 7 \frac{V}{\Delta t_1}$$

(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)

$$\Delta t = \frac{1}{7} \times 3600 = 514.28 s$$

(زمن كلي)

1- حساب $Q' = ?$ معدل التدفق الحجمي للماء



$$Q' = sv$$

$$Q' = 10^{-3} \times 5 \times 10^{-1}$$

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

2- $v_1 = ?$ سرعة تدفق الماء من كل ثقب

$$Q' = Q_1' + Q_2' + \dots = n Q_1'$$

$$Q' = n s_1 v_1$$

سرعة تدفق الماء من كل ثقب:

$$v_1 = \frac{Q'}{n s_1} = \frac{5 \times 10^{-4}}{25 \times 10^{-5}} = \frac{1}{5} \times 10^{+1} = 2 m \cdot s^{-1}$$

المسألة الرابعة ص 52

$$S_1 = 1.25 cm^2 = 1.25 \times 10^{-4} m^2$$

(مساحة سطح المصفاة) ملاحظة: تم تعديل هذا الرقم ليصبح

$$S_2 = 4 \times 10^{-2} cm^2 = 4 \times 10^{-2} \times 10^{-4} m^2 = 4 \times 10^{-6} m^2$$

(مساحة مقطع الأنارة)

1- حساب $v_1 = ?$ عندما: $Q' = 5 \times 10^{-5} m^3 s^{-1}$ (عبر مقطع المصفاة)

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

$$v_1 = \frac{Q'}{s_1} \Rightarrow v_1 = \frac{5 \times 10^{-5}}{1.25 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^{-1} m s^{-1}$$

3- حساب $v_2 = ?$ (مخرج من فوهة الأنارة)

$$v_2 = \frac{Q'}{s_2} \Rightarrow v_2 = \frac{5 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-6}} = 1.25 \times 10^1 = 12.5 m s^{-1}$$

المسألة الخامسة ص 52

(V) حجم الحوض نفسه

$$\Delta t_1 = 1 hr = 3600 s$$

الصنبور الأول:

$$\Delta t_2 = \frac{1}{2} hr = 1800 s$$

الصنبور الثاني:

$$\Delta t_3 = \frac{1}{4} hr = 900 s$$

الصنبور الثالث:

$$Q' = Q_1' + Q_2' + Q_3'$$

طريقة أولى:

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

(زمن كلي)

3- سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب إذا نقص مقطعه ليصبح ربع ماكان عليه.

الحل:

$$V = 12m^3, \quad \Delta t = 240s$$

$$S = 50cm^2 = 50 \times 10^{-4} m^2$$

$$Q' = ? -1$$

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow Q' = \frac{12}{240} = \frac{1}{20} = 0.05 m \cdot s^{-1}$$

$$Q' = s \cdot v -2$$

$$v = \frac{5 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = 10 m \cdot s^{-1}$$

$$3- \text{ حساب } v_2 = ? \text{ عندما } (s_2 = \frac{1}{4} s_1)$$

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

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

$$v_2 = 4v_1 \Rightarrow v_2 = 4 \times 10 = 40 m \cdot s^{-1}$$

مسألة تشبه دورة 2014:

يفرغ خزان ماء حجمه $8m^3$ بمعدل ضخ $0.04m^3 \cdot s^{-1}$ والمطلوب حساب:

- 1- الزمن اللازم لتفريغ الخزان
- 2- سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه $100 cm^2$

الحل:

$$\Delta V = 8 m^3, \quad \text{معدل الضخ } Q' = 0.04 m^3 \cdot s^{-1}$$

$$1- \Delta t = ? \text{ (زمن التفريغ)}$$

$$Q' = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta V}{Q'} = \frac{8}{4 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^2 s$$

$$2- v = ?$$

$$s = 100 cm^2 = 100 \times 10^{-4} = 10^{-2} m^2 \text{ (مساحة مقطع)}$$

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

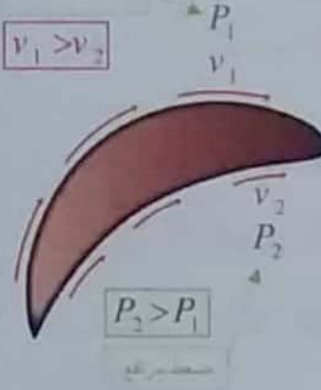
تفكير ناقد ص 53:

أيهما أكثر تقوساً السطح العلوي أم السطح السفلي لجناح الطائرة؟

الجواب: السطح العلوي أكثر تقوساً من السطح السفلي لجناح الطائرة.

الشرح:

حسب مبدأ برنولي:



• السطح العلوي للجناح

هو التقوس الأكبر \Leftarrow

يزيد من سرعة الهواء (v_1)

\Leftarrow يحدث نقص في الضغط (P_1)

• السطح السفلي للجناح هو التقوس الأقل \Leftarrow ينقص

من سرعة الهواء (v_2) \Leftarrow 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.

- 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) 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 بقية المتحرك

3- الإجابة الصحيحة (a)

الشرح: لأن السرعة يجب أن لا تتخطى سرعة الضوء.

ثانياً: أجب عن السؤالين الآتيين:

- 1- لا يمكن أن تصل الجسيمات لسرعة الضوء. لأنه مع زيادة السرعة تزداد الكتلة وعندما يصبح الجسم بسرعة الضوء تصبح الكتلة العطالية لانهائية وبالتالي يحتاج إلى إعطائه قوة لانهائية وهذا غير ممكن.

2-

- طاقته الحركية معدومة لانعدام 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 وما زال يمتلك كتلة سكونية (تولد طاقة سكونية).

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

الدرس الخامس

النسبية الخاصة

يجب تذكرك:

- 1- ينتشر الضوء في الخلاء بالسرعة نفسها في جميع جمل المقارنة وهذه الفرضية الأولى لأينشتاين.
2- القوانين الفيزيائية تبقى نفسها في جميع جمل المقارنة العطالية وهي الفرضية الثانية لأينشتاين.

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

للحفظ

تميز:

- (a) حالة السكون $(\gamma = 1) \Leftrightarrow (v = 0)$
(b) حالة الحركة $(\gamma > 1) \Leftrightarrow (v < c)$
 $(\gamma \rightarrow \infty) \Leftrightarrow (v = c)$

- 4- عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة المقارنة فإن الزمن يتمدد (تباطؤ الزمن) وفق قياس جملة المقارنة

$$t = \gamma t_0 \quad \gamma > 1 \Rightarrow t > t_0$$

للحفظ

- 5- عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة مقارنته فإن طوله ينقص (تقلص الأطوال) وفق قياس جملة المقارنة

$$L = \frac{L_0}{\gamma} \quad \gamma > 1 \Rightarrow L < L_0$$

للحفظ

- 6- عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة المقارنة فإن كتلته تزداد وفق قياس جملة المقارنة تلك:

$$m = \gamma m_0 \quad \gamma > 1 \Rightarrow m > m_0$$

للحفظ

- 7- الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي هي مجموع الطاقة السكونية والطاقة الحركية.

$$E_0 = m_0 c^2 \quad \text{للحفظ} \quad \text{الطاقة السكونية:}$$

$$E_k = E - E_0 \quad \text{للحفظ} \quad \text{الطاقة الحركية:}$$

$$E = m c^2 \Rightarrow E = \gamma m_0 c^2 \quad \text{للحفظ} \quad \text{الطاقة الكلية:}$$

$$3- \left[\begin{array}{l} \text{زمن الرحلة ومسافتها مع مراقب} \\ \text{إذا تحرك مع هذه الميونات} \end{array} \right] L=? , t'=?$$

- زمن الرحلة هو نفسه زمن تحلل الميونات لأن المراقب يتحرك بنفس سرعة الميونات أي:

$$t' = t = 2.2 \times 10^{-6} s$$

- المسافة الساكنة للرحلة (المسافة بين نقطة تولد الميونات و سطح 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 واقتربها من سرعة الضوء)

المسألة الثانية ص 66

$$b_0 = 2a \text{ بحالة السكون}$$

$$b = a \text{ بحالة الحركة}$$

(حيث الطول يتقلص بالحركة بالنسبة لمراقب خارجي)

مطلوب حساب $v = ?$ (بالنسبة لمراقب في الجملة الساكنة)

$$\left[\begin{array}{l} b = \frac{b_0}{\gamma} \\ b = a , b_0 = 2a \end{array} \right] \Rightarrow a = \frac{2a}{\gamma} \Rightarrow \gamma = 2$$

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

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

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

$$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 3 \times 10^8 = 1.5\sqrt{3} \times 10^8 m s^{-1}$$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 65

$$t = 2.2 \mu s = 2.2 \times 10^{-6} s \text{ زمن تحلل الميونات في المعبر}$$

$$1- v = 0.995c \text{ سرعة الميونات}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{مطلوب حساب } y = ? \\ \text{أقصى ارتفاع عن سطح الأرض} \\ \text{وفق القوانين الكلاسيكية} \end{array} \right]$$

$$v = 0.995c = 0.995 \times 3 \times 10^8 m s^{-1}$$

$$y = vt \Rightarrow y = 0.995 \times 3 \times 10^8 \times 2.2 \times 10^{-6}$$

$$y = 656.7 m$$

مناقشة: إن هذا ليس الارتفاع الأقصى الفعلي بالنسبة لمراقب

أرضي لأنه من الخطأ تطبيق القوانين الكلاسيكية على جسم سرعته قريبة من سرعة الضوء في الخلاء. لأن الزمن يتمدد (تباطؤ الزمن) مع اقتراب سرعة الجسيمات من سرعة الضوء

2- وفق الميكانيك النسبي:

$$\left[\begin{array}{l} \text{زمن تحلل الميونات في المختبر وهي} \\ \text{ساكنة تقريباً بالنسبة للمراقب الأرضي} \end{array} \right] t_0 = 2.2 \times 10^{-6} s$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{زمن تحلل الميونات وهي متحركة} \\ \text{وفق الميكانيك النسبي} \end{array} \right] t = ? \text{ مطلوب حساب}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{أقصى ارتفاع وفق الميكانيك النسبي} \end{array} \right] y' = ? \text{ وحساب}$$

$$t = \gamma t_0 \quad \bullet \text{الحل:}$$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{0.009975}} \approx \frac{1}{0.1} = 10$$

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

• لحساب أقصى ارتفاع يمكن أن تكون قد تولدت

عنده الميونات بالنسبة لمراقب أرضي:

$$y' = vt$$

$$y' = 0.995 \times 3 \times 10^8 \times 2.2 \times 10^{-5} = 6567 m$$

$$E_0 = 1.67 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16} = 15.03 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$E_k = ? \quad \bullet \text{ (في الميكانيك النسبي)}$$

$$E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0$$

$$E_k = 2 \times 15.03 \times 10^{-11} = 30.06 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$m = ? \quad \bullet \text{ (في الميكانيك النسبي)}$$

$$m = \gamma m_0 \quad \text{لحساب } \gamma = ?$$

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

$$\left. \begin{aligned} E &= \gamma E_0 \\ E &= 3E_0 \quad \text{لكن} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 3E_0 = \gamma E_0 \Rightarrow \gamma = 3$$

$$m = \gamma m_0 \Rightarrow m = 3 \times 1.67 \times 10^{-27} = 5.01 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

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

$$E_k = \frac{m_0^2 v^2}{2m_0} \Rightarrow E_k = \frac{P_0^2}{2m_0}$$

$$E_k = \frac{1}{2m_0} \times P_0^2 \quad \text{وعندما } P_0 = 2P_0 \Rightarrow$$

$$E_k' = \frac{1}{2m_0} \times (2P_0)^2 \Rightarrow E_k' = \frac{1}{2m_0} \times 4P_0^2$$

مناقشة العلاقة السابقة:

1- في الميكانيك الكلاسيكي تبقى الكتلة ثابتة وبالتالي

$$\left[\frac{1}{2m_0} = \text{const} \right]$$

إذا: العلاقة السابقة محققة: $E_k' = \text{const} \times 4P_0'$

$$\left[E_k' = 4E_k \leftarrow P_0' = 2P_0 \right] \text{ أي عندما}$$

2- في الميكانيك النسبي الكتلة غير ثابتة وتزداد بزيادة

$$\left[\frac{1}{2m_0} \neq \text{const} \right] \text{ السرعة } (m = \gamma m_0) \text{ وبالتالي}$$

إذا: لا تتحقق العلاقة السابقة في الميكانيك النسبي.

المسألة الثالثة ص 66

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c, \quad m_p = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

مطلوب حساب $P = ?$ كمية حركة الكترون.

• وفق الميكانيك الكلاسيكي:

تبقى كتلة الكترون ثابتة في الميكانيك الكلاسيكي:

$$P = m_p v \Rightarrow P = 9.1 \times 10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8$$

$$P = 18.2\sqrt{2} \times 10^{-23} \text{ Kg m s}^{-1}$$

• وفق الميكانيك النسبي:

ترداد كتلة الكترون في الميكانيك النسبي:

$$[m = \gamma m_0]$$

$$P = \gamma m_0 v$$

لحساب $\gamma = ?$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{8}{9} \frac{c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{8}{9}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{9}}} = \frac{1}{\frac{1}{3}} = 3$$

$$P = 3 \times 9.1 \times 10^{-31} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8$$

$$P = 54.6\sqrt{2} \times 10^{-23} \text{ Kg m s}^{-1}$$

الأصح هو كمية الحركة في الميكانيك النسبي.

المسألة الرابعة ص 66

$$m_0 = m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$E_i = 3E_0$$

مطلوب حساب:

$$E_0 = ? \quad \bullet$$

$$E_0 = m_0 c^2$$

4- الحقول المغناطيسية للتيارات الكهربائية:

قاعدة اليد اليمنى في تحديد جهة الحقل المغناطيسي

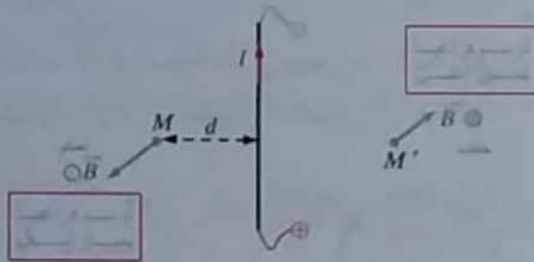
\vec{B} (بشكل مختصر)

- التيار يدخل من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
- باطن الكف باتجاه النقطة المدروسة
- الابهام المنبسط له جهة \vec{B}

(a) الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم طويل:

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d} \text{ حقل}$$

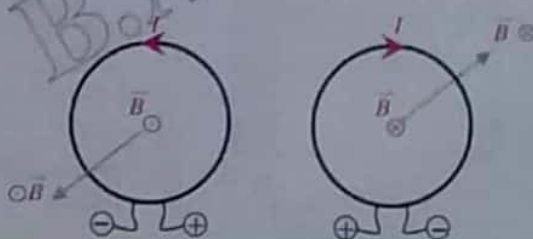
- I : شدة التيار الكهربائي المتواصل (A)
- d : بعد النقطة المعتبرة عن محور السلك (m)
- B : شدة الحقل المغناطيسي (T)



(b) الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في ملف دائري:

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r} \text{ حقل}$$

- I : شدة التيار الكهربائي المتواصل (A)
- N : عدد اللفات
- r : نصف قطر الملف الوسطي (m)



I الدرس الأول

المغناطيسية

ما يجب تذكره + فوائد لحل المسائل:

1- شعاع الحقل المغناطيسي: \vec{B}

شدة الحقل المغناطيسي $[B]$ وتقدر بالتسلا $[T]$
نحدد جهته بليرة مغناطيسية تكون الجهة من القطب الجنوبي لليرة (S) إلى قطبها الشمالي (N)



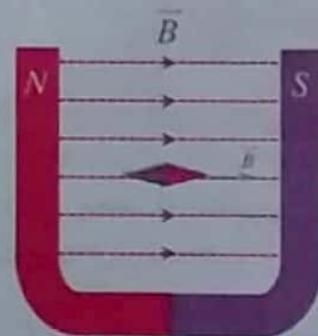
2- خطوط الحقل المغناطيسي:

1. تتجه هذه الخطوط بجهة أشعة الحقل، لتخرج من القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم ثم تنحني عائدا لتدخل من قطبه الجنوبي.



2. الحقل المغناطيسي المنتظم:

خطوط الحقل مستقيمة متوازية، ويكون $B = const$



3- اصطلاح:



7- لتمييز المركبة الأفقية (\vec{B}_H) والمركبة الشاقولية (\vec{B}_V)

$$\cos i = \frac{B_H}{B}$$

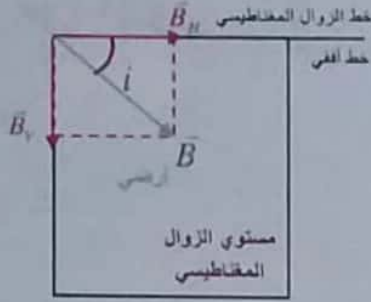
$$B_H = B \cos i$$

(شدة المركبة الأفقية)

$$\sin i = \frac{B_V}{B}$$

$$B_V = B \sin i$$

(شدة المركبة الشاقولية)



8- التدفق المغناطيسي: (من أجل N لفة) \vec{S}

$$\Phi = N B S \cos \alpha \quad \alpha = (\vec{n}, \vec{B})$$

(\vec{n}) شعاع الوحدة الناظم على السطح ونمير:

- 1) $\alpha = 0 \Rightarrow \Phi$ اعظمي
- 2) $\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Phi = 0$ معدوم
- 3) $\alpha = \pi \Rightarrow \Phi$ اصغري
- 4) $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ موجب
زاوية حادة
- 5) $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi \Rightarrow \Phi$ سالب
زاوية منفرجة

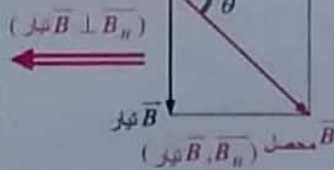
9- قاعدة لحل المسائل:

(a) إبرة البوصلة (إبرة محورها الشاقول). تستقر في مستوي الزوال المغناطيسي وتتنطبق على خط الأفق لتأخذ منحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي فقط $[B_H]$ 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}, \vec{B}_H) تيار ولحساب زاوية انحراف الإبرة (θ):

$$\tan \theta = \frac{B_{\text{تيار}}}{B_H}$$



(c) الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل يمر في ملف حلزوني (وشيجة):

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

I : شدة التيار الكهربائي المتواصل (A)

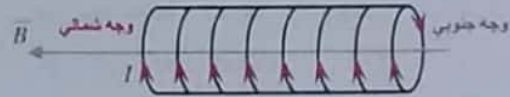
ℓ : طول الوشيجة (m)

N : عدد اللفات الكلية في الوشيجة

ونسمي النسبة $n_1 = \frac{N}{\ell}$ عدد اللفات في واحدة الأطوال

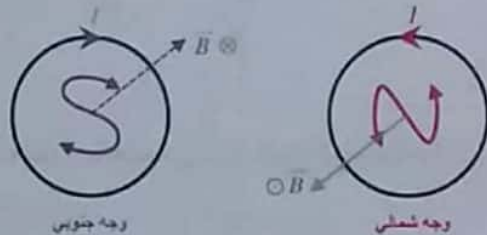
- ويصبح للعلاقة شكل آخر:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} n_1 I$$



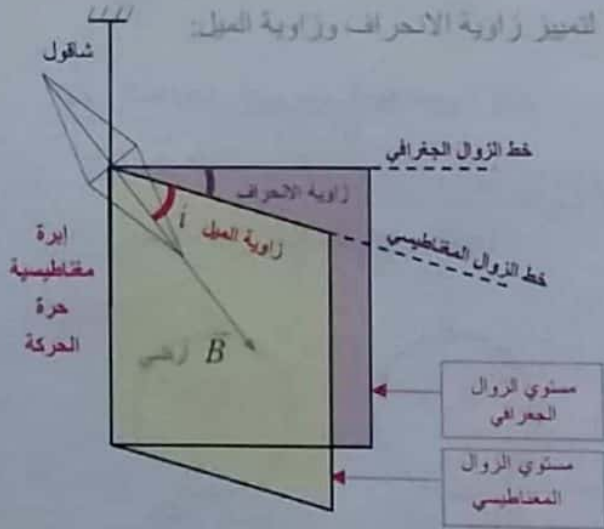
5- ملاحظة:

الملف أو الوشيجة 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:



اختبر نفسي



حل أسئلة الدرس ص 84 :

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1- (C) 4B الشرح

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

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

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

$$B' = 4B$$

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

$$\frac{\Phi}{\Phi_{\max}} = \frac{NBS \cos \frac{\pi}{3}}{NBS \cos 0} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = \frac{1}{2} \Phi_{\max}$$

3- (c) التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشعة. الشرح

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{\ell} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NU}{\ell \times R}$$

$$U = RI \quad (\text{ولدينا})$$

نلاحظ من العلاقة أن شدة الحقل المغناطيسي (B) تتناسب طردياً مع (U) التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشعة.

4- (d) $\frac{1}{8} B$ الشرح

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d} \quad I' = \frac{I}{4} \quad d' = 2d$$

$$B' = 2 \times 10^{-7} \frac{\frac{I}{4}}{2d} \Rightarrow B' = \frac{1}{8} \times 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

$$B' = \frac{1}{8} B$$

5- (a) B (تمثل شدة الحقل المغناطيسي عند مركز كل قسم من الوشعة

عندما يجتازه نفس التيار الكهربائي)

$$B' = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{NI}{2}}{\frac{\ell}{2}} = B$$

10- سهولة الحسابات نحفظ ما يلي:

$$4\pi = \frac{25}{2} = 12.5$$

$$8\pi = 25$$

$$16\pi = 50$$

$$32\pi = 100$$

$$\pi^2 = 10$$

11- تذكر: بزوايا صغيرة ومقدرة بالراديان

[أقل من $\theta = 0.24 \text{ rad}$]

ليس: $\sin \theta = \theta$, $\tan \theta = \theta$, $\cos \theta = 1$

12- قوانين استنتاجيه:

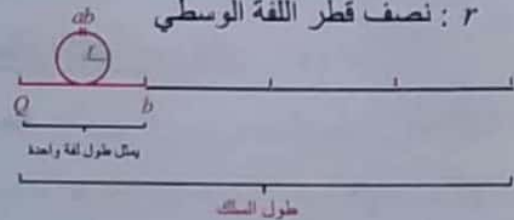
1. عدد اللفات الكلية لوشعة أو ملف = $\frac{\text{طول السلك}}{\text{طول لفة واحدة}}$

بمثال

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

أي:

r : نصف قطر اللفة الوسطي



2. $\left[\frac{\text{طول الوشعة}}{\text{قطر السلك}} \right] = \left[\frac{\text{عدد اللفات بوشعة}}{\text{حلقاتها متلاصقة (طبقة واحدة)}} \right]$

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

أي:



3. $\left[\frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد اللفات بطبقة واحدة}} \right] = \left[\frac{\text{عدد الطبقات بوشعة}}{\text{حلقاتها متلاصقة}} \right]$

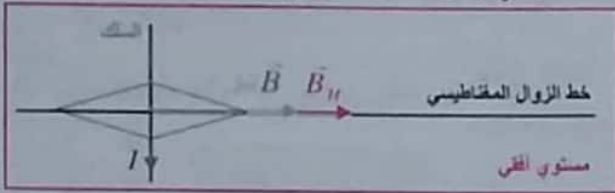
$$N'' = \frac{N}{N'}$$

أي:

طبقة واحدة

الشرح لأن إنقاص عدد اللفات إلى النصف سيقابله إنقاص طول الوشعة إلى النصف بحيث تبقى النسبة $(\eta_1 = \frac{N}{\ell} = const)$ رابعاً: أجب عما يلي:

نعلم أن الإبرة المغناطيسية التي محورها شاقولي تطبق على خط الزوال المغناطيسي لتأخذ منحى المركبة الأفقية (\vec{B}_H) للحقل المغناطيسي الأرضي. ولكي لا تنحرف 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 ووجه التيار كما هي موضحة بالشكل.



خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الثانية ص 86:

a- ملف دائري $N = 400$

$r = 2cm = 2 \times 10^{-2} m$ ، $U = 10V$ ، $R = 20\Omega$
مطلوب حساب $B = ?$ (في مركز الملف)

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

لحساب $I = ?$ شدة التيار

$$U = R I \Rightarrow I = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} = 0.5A$$

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{400 \times \frac{1}{2}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow B = 2\pi \times 10^{-3} T$$

b- نقطع التيار $[I = 0]$

مطلوب حساب $\Delta\Phi = ?$ (الذي يجتاز الملف نفسه)

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

$$\Delta\Phi = N \Delta B S \cos \alpha \quad \alpha = 0 (\vec{B}, \vec{n}) \Rightarrow \cos 0 = 1$$

$$\Delta\Phi = N (B_2 - B_1) \pi r^2 \times 1$$

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-3} T$$

$$B_2 = 0 \quad (I = 0) \text{ قطع التيار}$$

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

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

ملاحظة:

عندما يتم تطبيق فرق الكمون نفسه على كل قسم من الوشعة عندها يكون الجواب الصح هو (b) أي: $B' = 2B$

الشرح عندما يتم قسم الوشعة إلى قسمين متساويين تصبح $R' = \frac{R}{2}$ (مقاومة سلك الوشعة) (حيث: $R = \rho \frac{\ell}{S}$) ومع تطبيق فرق الكمون نفسه تتغير شدة التيار

$$[U = R' I' , R' = \frac{R}{2}] \Rightarrow I' = 2I$$

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

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 لا تولد 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.

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

الشرح

شدة الحقل المغناطيسي (B) تتناسب عكساً مع بعد النقطة المعتبرة عن محور السلك (d).

4- خطأ

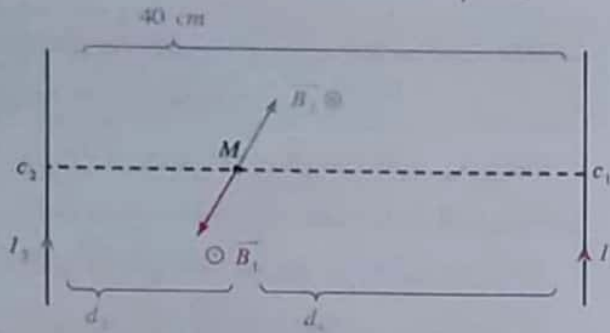
الصح: لا تتغير شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشعة (عدد طبقاتها طبقة واحدة) إلى نصف شدته في حالة إنقاص عدد لفاتها إلى النصف على أن يمر فيها التيار الكهربائي نفسه.

من الشكل نجد:

$$\tan \alpha = \frac{B_1}{B_H} = \frac{2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}} = 10^{-1} = 0.1$$

$$\alpha = 0.1 \text{ rad} \leftarrow (\tan \alpha \approx \alpha \text{ (الزاوية صغيرة)})$$

(3) مطلوب تحديد النقطة [M] الواقعة على الاستقامة الواصلة بين السلكين التي يكون فيها $B_1 = 0$ (محصل تيار)



شرط انعدام محصلة الحقلين:

$$\vec{B}_1 = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}$$

\vec{B}_1 و \vec{B}_2 على حامل واحد وبجهتين متعاكستين:

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

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

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \quad (1)$$

$$d_1 + d_2 = 40 \text{ cm} \quad (2) \quad \text{ولدينا}$$

من (1):

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} = \frac{I_1 + I_2}{d_1 + d_2} = \frac{3 + 1}{40} = \frac{4}{40} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{1}{10} \Rightarrow d_1 = 10 \times 3 = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{I_2}{d_2} = \frac{1}{10} \Rightarrow d_2 = 10 \times 1 = 10 \text{ cm}$$

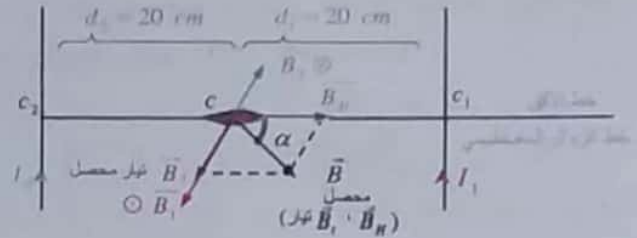
(للتأكد: $d_1 + d_2 = 30 + 10 = 40 \text{ cm}$)

المسألة الأولى ص 85 (تشبه دورة 2002 + 2008)

c_1, c_2 منتصف المسافة $[c]$ ، $d = c_1 c_2 = 40 \text{ cm}$

لتيارين نفس الجهة $I_2 = 1 \text{ A}$ ، $I_1 = 3 \text{ A}$

(1) $B = ?$ في النقطة [c] موضحاً بالرسم.



الحل:

لنحسب شدات الحقل المغناطيسية:

لدينا:

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

$$I_1 = 3 \text{ A} \quad , \quad d_1 = 20 \text{ cm} = 2 \times 10^{-1} \text{ m}$$

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{3}{2 \times 10^{-1}} = 3 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$I_2 = 1 \text{ A} \quad , \quad d_2 = 2 \times 10^{-1} \text{ m}$$

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

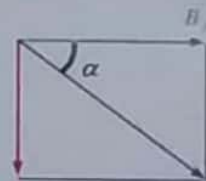
$$\vec{B}_1 = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

\vec{B}_1 ، \vec{B}_2 على حامل واحد وبجهتين متعاكستين، إذاً:

$$B_1 = B_1 - B_2$$

$$B_1 = 3 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

تيار محصل



(2) $\alpha = ?$ (زاوية الحراف الإبرة)

علماً أن: $B_H = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$

قبل إمرار التيار تستقر الإبرة

وفق حامل وجهة (B_H) .

تيار محصل

بعد إمرار التيار تستقر الإبرة وفق محصلة

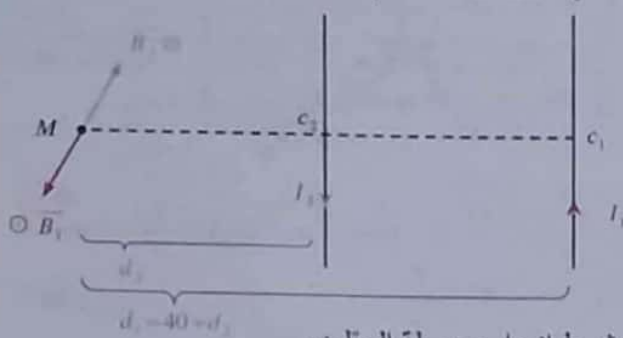
الحقلين (B_1, B_H) .

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

ملاحظة: لنقطة تقع بين السلكين نمر:

- التيارين بنفس الجهة ← الحقلين متعاكسين بالجهة.
- التيارين بجهتين متعاكستين ← الحقلين بنفس الجهة.

2- مطلوب تحديد النقطة (M) الواقعة على استقامة (C₁ C₂) التي يكون فيها (B_r = 0) (مسألة)



شرط انعدام محصلة الحقلين:

$$B_1 = B_2$$

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

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \quad (1)$$

ولدينا: $d_1 = 40 + d_2$

$$d_1 - d_2 = 40 \text{ cm} \quad (2)$$

من (1):

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} = \frac{I_1 - I_2}{d_1 - d_2} = \frac{3 - 1}{40} = \frac{2}{40} = \frac{1}{20}$$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{1}{20} \Rightarrow d_1 = 20 \times 3 = 60 \text{ cm}$$

$$\frac{I_2}{d_2} = \frac{1}{20} \Rightarrow d_2 = 20 \times 1 = 20 \text{ cm}$$

(للتأكد: $d_1 - d_2 = 60 - 20 = 40 \text{ cm}$)

نتيجة: عندما يكون للتيارين جهتين متعاكستين تقع نقطة انعدام الحقل المغناطيسي خارج السلكين وعلى امتداد (C₁ C₂) ومن طرف السلك الذي يمر فيه التيار الأصغر.

3- لا يمكن أن تتعدم شدة الحقل المغناطيسي في نقطة تقع بين السلكين لأنه عندما يكون للتيارين جهتين متعاكستين فإن أي

نقطة تقع بين السلكين يكون فيها للحقلين (B₂, B₁) نفس الحامل ونفس الجهة.

نتيجة:

- عندما يكون للتيارين نفس الجهة تقع نقطة انعدام الحقل المغناطيسي داخل السلكين بين (C₁ C₂) 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: لا تتحرف إبرة البوصلة لو وضعناها في نقطة انعدام محصلة الحقلين.

4- لا يمكن أن تتعدم شدة الحقل المغناطيسي في نقطة واقعة خارج السلكين لأنه عندما يكون للتيارين نفس الجهة فإن أي نقطة تقع خارج السلكين يكون فيها للحقلين (B₂, B₁) نفس الحامل ونفس الجهة.

طلبات إضافية:

إذا جعلنا التيارين السابقين بجهتين متعاكستين **يطلب:**

- 1- حساب الزاوية التي تتحرف فيها إبرة البوصلة عن منحائها الأصلي موضحاً بالرسم.
- 2- حدد النقطة الواقعة على استقامة (C₁ C₂) التي تتعدم فيها شدة محصلة الحقلين (التي إذا وضعت فيها إبرة البوصلة لا تتحرف) واحسب بعدها عن السلكين موضحاً بالرسم.
- 3- هل يمكن أن تتعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة تقع بين السلكين؟ وضح إجابتك.

الحل:

1- $\alpha = ?$ التيارين بجهتين متعاكستين: $\vec{B}_r = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

لهما نفس الحامل ونفس الجهة:



$$B_r = B_1 + B_2$$

$$= 3 \times 10^{-6} + 1 \times 10^{-6} \Rightarrow B_r = 4 \times 10^{-6} \text{ T}$$

مع نفس الحل السابق.....

$$\tan \alpha = \frac{B_r}{B_H} = \frac{4 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}} = 0.2 \Rightarrow \alpha \approx 0.2 \text{ rad}$$

(زاوية صغيرة)

$$I_2 = 10^{-2} \text{ A}$$

طريقة ثانية:

$$B_{r_1} = B_1 + B_2$$

$$4 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-7} \left[\frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2} \right]$$

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

$$2 = \left[\frac{I_1}{2 \times 10^{-2}} + \frac{I_2}{2 \times 10^{-2}} \right]$$

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

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

$$B_{r_2} = B_1 - B_2$$

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

$$1 = \frac{1}{2 \times 10^{-2}} (I_1 - I_2) \Rightarrow$$

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

• جمع العلاقتين (1) و (2) نجد:

$$2I_1 = 6 \times 10^{-2} \Rightarrow I_1 = 3 \times 10^{-2} \text{ A}$$

نعوض في العلاقة (1):

$$3 \times 10^{-2} + I_2 = 4 \times 10^{-2}$$

$$I_2 = 1 \times 10^{-2} \text{ A}$$

المسألة الثالثة ص 86:

سلكين شاقوليين متوازيين (M_1, M_2) $d = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2}$

$$B_{r_1} = 4 \times 10^{-7} \text{ T}$$

(M_1, M_2 سمت M)

• (I_2, I_1) باتجاهين متعاكسين

$$B_{r_2} = 2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

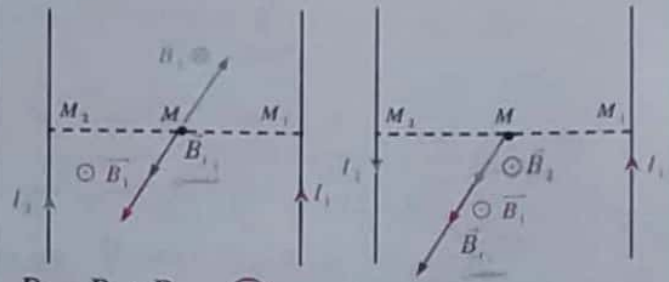
(M_1, M_2 سمت M)

• (I_2, I_1) نفس الجهة

مطلوب حساب $I_1 = ?$ و $I_2 = ?$

(بفرض $B_1 > B_2 \Leftrightarrow I_1 > I_2$)

الحل:



$$B_{r_1} = B_1 + B_2 \quad (1)$$

$$B_{r_2} = B_1 - B_2 \quad (2)$$

• بجمع العلاقتين (1) و (2) نجد:

$$B_{r_1} + B_{r_2} = 2B_1$$

$$4 \times 10^{-7} + 2 \times 10^{-7} = 2 \times 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1}$$

لكن (M) بمنتصف $M_1 M_2 \Leftrightarrow d_1 = d_2 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$6 \times 10^{-7} = 2 \times 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{2 \times 10^{-2}}$$

$$6 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-5} \times I_1$$

$$I_1 = \frac{6 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-5}} = 3 \times 10^{-2} \text{ A}$$

• بطرح العلاقتين (1) و (2) نجد:

$$B_{r_1} - B_{r_2} = 2B_2$$

$$4 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-7} = 2 \times 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2}$$

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

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

$$2 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-5} \times I_2$$

B. Almablsy

المسألة الرابعة من ص 86

$$B_2 = B_r - B_1$$

$$B_2 = 5 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} T$$

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

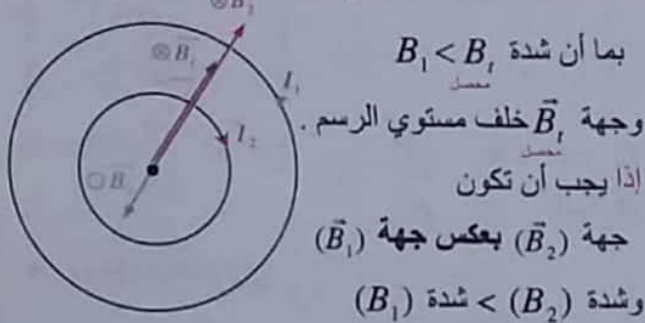
$$4 \times 10^{-2} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{2 \times 10^2 \times I_2}{4 \times 10^{-2}}$$

$$4 = \pi \times 10^{-1} \times I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{4}{\pi \times 10^{-1}}$$

$$I_2 = \frac{40}{\pi} = \frac{40\pi}{\pi^2} = 4\pi A = 12.5 A$$

$B_r = 3 \times 10^{-2} T$ -2 (وجهته خلف مستوي الرسم)

• مناقشة جهة التيار (I_2) :



بما أن شدة $B_1 < B_2$

وجهة \vec{B}_r خلف مستوي الرسم إذا يجب أن تكون

جهة (\vec{B}_2) بعكس جهة (\vec{B}_1)

وشدة $(B_1) < (B_2)$

وبالتالي تكون جهة التيار (I_2) مع جهة دوران عقارب

الساعة (أي بعكس جهة التيار I_1)

• لحساب شدة التيار $I_2 = ?$

$$\vec{B}_r = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

\vec{B}_1 و \vec{B}_2 على حامل واحد وبجهتين متعاكستين.

$$B_r = B_2 - B_1$$

$$B_2 = B_r + B_1$$

$$B_2 = 3 \times 10^{-2} + 1 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} T$$

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

$$4 \times 10^{-2} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{2 \times 10^2 \times I_2}{4 \times 10^{-2}}$$

$$4 = \pi \times 10^{-1} \times I_2 \Rightarrow I_2 = 4\pi = 12.5 A$$

ملفين دائريين لهما المركز ذاته لفة $N_1 = N_2 = 200$ في مستوي شاقولي واحد.

$$r_1 = 10 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$r_2 = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$I_1 = 8 A$$

(جهة التيار عكس عقارب الساعة)

مطلوب حساب $I_2 = ?$

وتحديد جهته في كل من الحالات التالية

1- $B_r = 5 \times 10^{-2} T$ (وجهته أمام مستوي الرسم)

مناقشة هام:

$$\vec{B}_r = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

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

(r) تتناسب عكسي مع (B)

بما أن $B_2 > B_1 \Rightarrow r_2 < r_1$

• لحساب شدة (B_1)

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

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{200 \times 8}{10^{-1}}$$

$$B_1 = 32\pi \times 10^{-4} = 100 \times 10^{-4} = 10^{-2} T$$

• مناقشة جهة التيار (I_2) :

بما أن شدة $B_1 < B_r$ وجهة \vec{B}_r أمام مستوي الرسم.

إذا يجب أن تكون جهة (\vec{B}_2) بنفس جهة (\vec{B}_1)

إذا تكون جهة (I_2) أيضا بعكس جهة دوران عقارب

الساعة (أي بنفس جهة I_1)

• لحساب شدة التيار $I_2 = ?$

نحسب شدة الحقل $B_2 = ?$

$$\vec{B}_r = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

\vec{B}_1 و \vec{B}_2 لهما نفس الحامل ونفس الجهة

$$B_r = B_1 + B_2$$

طلبات إضافية:

- 1- احسب طول سلك الملف
- 2- إذا علمت أن الوشعة تتألف من طبقة واحدة ولفاتها متلاصقة احسب قطر السلك المستخدم.

الحل:

$$1- \ell' = ? \text{ (طول سلك الملف)}$$

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

$$\ell' = N \times 2\pi r$$

$$\ell' = 50 \times 2\pi \times 5 \times 10^{-2}$$

$$\ell' = 5\pi \text{ m}$$

طول سلك الملف

$$2- 2r' = ? \text{ (قطر السلك)}$$

$$N' = N_{\text{طبقة}} = 100 \text{ لفة} \quad \text{طبقة واحدة}$$

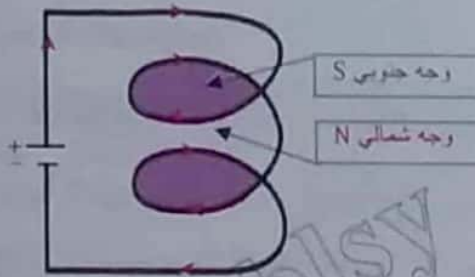
وشعة طبقة واحدة

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

$$2r' = \frac{\ell}{N'} \Rightarrow 2r' = \frac{2 \times 10^{-1}}{100}$$

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

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.

$$B_1 = 0 - 3$$

• مناقشة جهة التيار (I_2)

لكي تتعدم 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 $I_2 = ?$

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

\vec{B}_1 و \vec{B}_2 على حامل واحد وجهتين متعاكستين:

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

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

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 \times r_2}{r_1} = \frac{8 \times 4 \times 10^{-2}}{10 \times 10^{-2}} = 3.2 \text{ A}$$

طريقة ثانية

$$B_1 = B_2 = 10^{-2} \text{ T}$$

$$I_2 = ? \text{ احساب } \left(B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_2 I_2}{r_2} \right) \text{ نعوض بالعلاقة}$$

المسألة الخامسة ص 86

ملف	وشعة
$r = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$	سلك $B_2 = B_1$ وشعة
ملف B_1, I_1	ملف $I_2 = I_1$ وشعة
احساب $N_1 = ?$ ملف	$\ell = 20 \text{ cm} = 2 \times 10^{-1} \text{ m}$
	لفة $N_2 = 100$ وشعة

الحل:

$$\text{وشعة } B_1 = B_2 \text{ سلك}$$

$$2\pi \times 10^{-7} \frac{N_1 I_1}{r} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N_2 I_2}{\ell}$$

$$N_1 = \frac{2r \times N_2}{\ell}$$

$$N_1 = \frac{2 \times 5 \times 10^{-2} \times 100}{2 \times 10^{-1}} \Rightarrow N_1 = 5 \times 10 = 50 \text{ لفة}$$

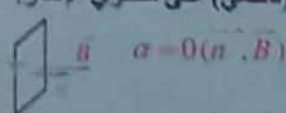
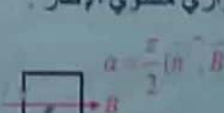
8- للتمييز مع الإطار:

- إطار خاضع لحقل مغناطيسي منتظم \vec{B} يوازي مستوى الإطار لحظة إمرار التيار نميز حالتين:
- a. مع سلك عديم الفتل (محور دوران) \Leftrightarrow
- يدور الإطار لينطبق (\vec{n} على \vec{B})
 - ويتحقق (تدفق أعظمي \Leftrightarrow توازن مستقر)
- b. مع سلك الفتل (k) \Leftrightarrow
- مقياس غلفاني يدور الإطار فقط بزاوية (θ') ويتوازن.
 - ويكون التدفق موجب $[\Phi > 0]$ و ليس أعظمياً.
- 9- لتمييز التدفق وعزم المزدوجة الكهرومغناطيسية:

$$\Phi = N B S \cos \alpha \quad \alpha = (\vec{n}, \vec{B})$$

$$\Gamma_{\Delta} = N I S B \sin \alpha$$

حيث α هي الزاوية بين \vec{B} والناظم على السطح \vec{n} وتميز:

<p>(a) حقل مغناطيسي \vec{B} يوازي مستوي الإطار:</p> <p>(ناظمي) على مستوي الإطار:</p>  <p>$\alpha = 0 (\vec{n}, \vec{B})$</p> <p>• (أعظمي) Φ</p> <p>• Γ_{Δ} كهرومغناطيسية = 0</p>	<p>(b) حقل مغناطيسي \vec{B} يوازي مستوي الإطار:</p> <p>(ناظمي) على مستوي الإطار:</p>  <p>$\alpha = \frac{\pi}{2} (\vec{n}, \vec{B})$</p> <p>• $\Phi = 0$</p> <p>• (أعظمي) Γ_{Δ} كهرومغناطيسية</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

10- تذكر العلاقات:

- a. شرط التوازن مع انسحاب $\sum \vec{F} = \vec{0}$
- تعطي العلاقة الشعاعية جاهزية تعويض بالإسقاط.
- b. شرط التوازن مع الدوران $\sum \Gamma_{\Delta} = 0$
- تعطي العلاقة الجبرية جاهزية تعويض بالتوجيه.

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 100:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل ما يلي:

(b - 1)

الشرح: لدينا العلاقة: $r = \frac{mv}{qB} \Rightarrow r = \text{const} \times v$

وهي معادلة مستقيم يمر من المبدأ ميله $\left[\frac{m}{qB} \right]$

2 الدرس الثاني

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

ما يجب تذكره + فوائد لحل المسائل:

1- القوة المغناطيسية (قوة لورنتز):

$$F = qv B \sin \theta \quad \theta = (\vec{v}, \vec{B})$$

$$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

العبارة الشعاعية:

2- القوة الكهرومغناطيسية (قوة لابلاس):

$$F = I L B \sin \theta \quad \theta = (I \vec{L}, \vec{B})$$

$$\vec{F} = I \vec{L} \wedge \vec{B}$$

العبارة الشعاعية:

ملاحظة:

عند حساب شدة القوة الكهرومغناطيسية على ساق مؤلف من (N) سلك لا ننسى أن نضرب بـ N :

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

3- عمل القوة الكهرومغناطيسية (نظرية مكسويل):

$$W = I \Delta \Phi$$

حيث: $[\Delta \Phi]$ يمثل تزايد التدفق المغناطيسي.

4- عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية:

$$\vec{\Gamma}_{\Delta} = N I S B \sin \alpha \quad \alpha = (\vec{n}, \vec{B})$$

$$\vec{\Gamma}_{\vec{n}/\Delta} = -k \theta'$$

5- عزم مزدوجة الفتل:

حيث: $[\theta']$ زاوية دوران الإطار مع المقياس الغلفاني

6- علاقة تربط بين شدة التيار وزاوية دوران الإطار $[\theta']$ في المقياس الغلفاني:

$$\theta' = G I \quad (\text{غير أساسي يُطلب استنتاجه مع المسائل})$$

7- ثابت المقياس الغلفاني:

نزيد حساسية المقياس الغلفاني بزيادة (G) ويتم ذلك عملياً باستبدال سلك الفتل بسلك أرفع من المادة نفسها (لتصغير ثابت الفتل (K))

$$G = \frac{N S B}{k}$$

2- مطلوب استنتاج عبارة (B) مؤثرة في شحنة متحركة $[\vec{v} \perp \vec{B}]$ ، ثم تعريف التسلا.

الحل:

يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الشحنة الكهربائية المتحركة بسرعة \vec{v} بقوة لورنتز المغناطيسية (باهمال قوة ثقل الشحنة)

$$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$F = qv B \sin \theta$$

تعطى شدتها بالعلاقة:

$$\theta = \frac{\pi}{2} (\vec{v} \perp \vec{B}) \quad , \quad \sin \frac{\pi}{2} = 1 \quad \text{لكن}$$

$$\vec{B} = \frac{F}{qv}$$

ومنه نعرف التسلا:

التسلا: شدة حقل مغناطيسي منتظم في نقطة إذا تحركت فيها شحنة قدرها كولون واحد وبسرعة قدرها $(v = 1 \text{ m.s}^{-1})$ وكان شعاع سرعتها عمودياً على شعاع الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية شدتها نيوتن واحد.

ملاحظات:

- وهي واحدة كبيرة
- تربط واحدة التسلا بالوحدات الأساسية بالعلاقة:

$$T = \frac{N}{C \cdot \text{m.s}^{-1}} = \frac{\text{kg.m.s}^{-2}}{\text{A.S.m.s}^{-1}} = \text{kg.A}^{-1}.\text{S}^{-1}$$

3- بعد الاستنتاج كما في النظري تماماً..... (ص 97 كتاب)

$$\theta = GI$$

بقياس زاوية دوران الإطار (θ) ومعرفة قيمة (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 القتل بسلك أرفع منه من المادة نفسها (لتصغير قيمة ثابت القتل (K).

- فكرة هامة: إذا مررنا تياراً واحداً في مقياسين غلفانيين موصولين على التسلسل فإن المقياس الذي ينحرف إطاره بزاوية أكبر يكون أشد حساسية (أي ثابتته G هو الأكبر)

2- a) m.s^{-1}

$$F = qE \Rightarrow E = \frac{F}{q} \Rightarrow E : \frac{N}{C} \quad \text{الشرح}$$

(كهربائية) وحدة الحقل الكهربائي

$$F = qv B \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow B = \frac{F}{qv} \Rightarrow B : \frac{N}{C \times \text{m.s}^{-1}}$$

(تورنت) وحدة الحقل المغناطيسي

وبالتالي تكون واحدة النسبة:

$$\frac{E}{B} = \frac{\frac{N}{C}}{\frac{N}{C \times \text{m.s}^{-1}}} = \text{m.s}^{-1}$$

3- b) دائرية منتظمة

4- d) تبقى شدته ثابتة

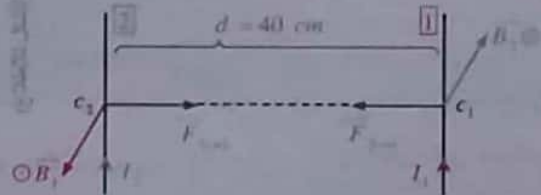
[توضيح: هذا محقق عندما يكون $(\vec{v} \perp \vec{B})$]

5- b) يزداد

ثانياً: اجب عن الأسئلة الآتية:

1- مطلوب إيجاد علاقة ($F = ?$) قوة تأثير أحد السلكين على طول (L) من السلك الآخر.

الحل:



• يولد التيار المستقيم I_2 حقل مغناطيسي B_2 شدته:

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d} \quad [1]$$

• يؤثر الحقل B_2 على الناقل الأول L_1 الذي يجتازه تيار I_1 بقوة كهربائية شدتها:

$$F_{2 \rightarrow 1} = I_1 L_1 B_2 \sin \frac{\pi}{2} \quad [2]$$

$$F_{2 \rightarrow 1} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} L_1 \quad \text{نعوض [1] بـ [2] فنجد:}$$

نتيجة: لهاتين القوتين الحامل نفسه واتجاهين متعاكسين وبحيث تكون:

- تجاذبية: عندما يكون للتيارين نفس الجهة.
- تنافرية: عندما يكون للتيارين جهتين متعاكستين.

(2) حساب ($W = ?$) عندما تنتقل الساق مسافة ($\Delta x = 15\text{cm} = 15 \times 10^{-2}\text{m}$)

$$W = F \cdot \Delta x$$

$$W = 4 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-2}$$

$$W = 6 \times 10^{-3}\text{J}$$

ملاحظة:
لو أعطنا سرعة تتحرك الساق
والزمن اللازم Δt عندها
نحسب بالعلاقة
 $\Delta x = v \cdot \Delta t$

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 الكهرومغناطيسية

طريقة أولى: ضمن حالة خاصة عندما يكون للقوة والانتقال نفس الحامل ونفس الجهة، أي كما في تجربة السكتين يجوز مباشرة تطبيق العلاقة:

$$W = F \cdot \Delta x$$

طريقة ثانية: ضمن حالة عامة لحساب عمل القوة

$$W = I \Delta \Phi$$

وحالة إطار يدور بين وضعين نحسب العمل حصراً من نظرية مكسويل.

(3) مطلوب حساب ($\alpha = ?$) [زاوية ميل السكتين عن الأفق حتى تتوازن الساق أي حتى تفرس سكة]

والدارة مغلقة \Leftarrow أي يبقى التيار نفسه

فائدة للرسم:

- يجب أن تكون جهة \vec{F} (لابلاس) تعاكس جهة حركة الزلاق الساق
- يبقى (\vec{B}) شاقولي، رغم إمالة السكتين عن الأفق.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

ملاحظة: يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي لكافة مسائل الترمين

المسألة الأولى ص 102

تجربة السكتين الكهرومغناطيسية: (السكتين أفقيتين والساق أفقية)

$$m = 16\text{g} = 16 \times 10^{-3}\text{kg}$$

$$L = 4\text{cm} = 4 \times 10^{-2}\text{m}$$

[طول الجزء من الساق المتصل لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم]

$$B = \frac{1}{40}T$$

[تم تعطيل قيمة B]

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

الحل:



(1) عناصر \vec{F} (لابلاس) وحساب شدة القوة الكهرومغناطيسية:

- **نقطة التأثير:** منتصف الساق المعدنية الخاضعة للحقل المغناطيسي المنتظم.
- **الحامل:** العمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي \vec{B} .
- **الجهة:** تحقق الأشعة $(\vec{F}, I\vec{L}, \vec{B})$ ثلاثية مباشرة، وفق قاعدة اليد اليمنى:
 - التيار يخرج من أطراف الأصابع.
 - شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف.
 - جهة القوة الكهرومغناطيسية يشير إليها الإبهام.
- **الشدة:**

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

$$\theta = \frac{\pi}{2} [I\vec{L} \perp \vec{B}]$$

[شاقولي أفقي]

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

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

$$F = 4 \times 10^{-2}\text{N}$$

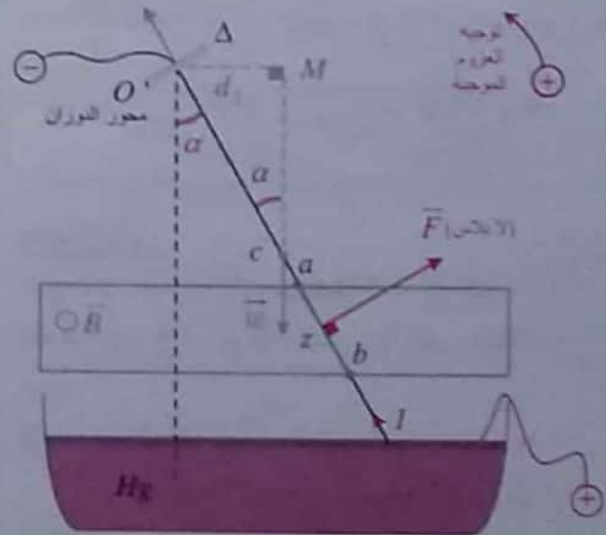
المسألة الثانية ص 102 (شبه توري 2011)

- (مسك شاقولي) $\ell = 60\text{cm} = 6 \times 10^{-1}\text{m}$
- (مسك متجانس) $m = 50\text{g} = 5 \times 10^{-2}\text{kg}$, $I = 10\text{A}$
- (متنظم افقي) $B = 3 \times 10^{-2}\text{T}$
- (ab) $L = 4\text{cm} = 4 \times 10^{-2}\text{m}$

(طول الجزء من السلك الخاضع للحقل المغناطيسي ويبدأ من نقطة التعلق $\Delta x = 0.5\text{m}$)

يُحرف السلك عن الشاقول بزاوية (α) ثم يتوازن
مطلوب استنتاج علاقة $(\alpha = ?)$ زاوية الحرف السلك عن الشاقول

الحل:



فائدة: مع هذا النموذج علينا ان نميز بين:
 * (L) إنتقال
 * الخاضع للحقل المغناطيسي
 * مكان الحقل من أجل حساب طول الذراع d_1

حملة المقارنة: خارجية ، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة
 * القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{w} = m\vec{g}$ ثقل الساق ، \vec{F} لا بلاس ، \vec{R} قوة رد الفعل

تتحرف الساق عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية (α)
 ثم تتوازن:

شرط التوازن (الدوراني): $\sum \vec{\Gamma}_\Delta = 0$

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

$\vec{\Gamma}_{R/\Delta} = 0$ لأن حامل \vec{R} يلاقي محور الدوران.

نوجه

$\Gamma_{\vec{F}} + 0 - \Gamma_{\vec{w}} = 0 \Rightarrow \Gamma_{\vec{F}} = \Gamma_{\vec{w}} \Rightarrow$

$d_1 F = d_2 w$ (*)

ذراع القوة الكهرومغناطيسية $d_1 = oz = \Delta x$

ذراع قوة الثقل $d_2 = oM$

$\sin \alpha = \frac{d_2}{oc} \Rightarrow d_2 = oc \times \sin \alpha$

$F = I L B \sin \frac{\pi}{2}$, $\theta = \frac{\pi}{2}$ [$IL \perp B$]
 نظر الشاقولي

نعوض بـ (*):

$oz \times I L B = oc \times \sin \alpha \times m g$

$\sin \alpha = \frac{oz \times I L B}{oc \times m g}$ (طول الجزء من السلك الخاضع للحقل المغناطيسي)

$oc = \frac{\ell}{2} = \frac{6 \times 10^{-1}}{2} = 3 \times 10^{-1}\text{m}$

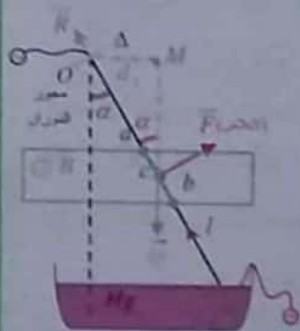
نعوض عددياً:

$\sin \alpha = \frac{5 \times 10^{-1} \times 10 \times 4 \times 10^{-2} \times 3 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-1} \times 5 \times 10^{-2} \times 10}$

$\sin \alpha = 4 \times 10^{-2} = 0.04 \Rightarrow \alpha = 0.04\text{ rad}$
 (زاوية صغيرة) ($\alpha < 0.24\text{ rad}$)

ملاحظة:

إذا غيرنا بعض المعطيات كمايلي:
 الحقل المغناطيسي يؤثر على
 قطعة منه طولها 4 Cm في
 القسم المتوسط من السلك....



الحل: نفس البداية ...

$d_1 = oz$

$d_2 = oM \Rightarrow d_2 = oc \times \sin \alpha$

نعوض بـ (*):

$oc \times I L B = oc \times \sin \alpha \times m g$

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

$\sin \alpha = \frac{10 \times 4 \times 10^{-2} \times 3 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2} \times 10}$

$\sin \alpha = 24 \times 10^{-3} \Rightarrow \alpha = 24 \times 10^{-3}\text{ rad}$
 (زاوية صغيرة)

الحل:

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

$$\tan \alpha = \frac{1}{4} \Rightarrow \tan \alpha = 0.25 \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{تقريباً صغيرة مع} \\ \text{تجاوز مقبول} \end{array}$$

$$\Rightarrow \alpha = 0.25 \text{ rad}$$

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

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

$$m g \sin \alpha = I' L B \cos \alpha \quad \left[\theta = \frac{\pi}{2} \right]$$

$$I' = \frac{m g \sin \alpha}{L B \cos \alpha} \Rightarrow I' = \frac{m g}{L B} \tan \alpha$$

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 ($I = 0$)

$$\Rightarrow F = I L B \sin \theta \Rightarrow F = 0$$

وهذا يؤدي إلى انزلاق الساق:

القوى الخارجية المؤثرة:

\vec{w} قوة ثقل الساق

\vec{R} قوة رد الفعل

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

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

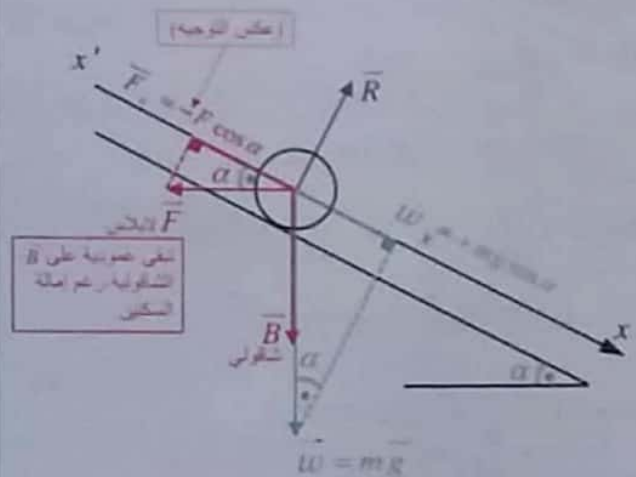
بالإسقاط على محور $x'x$ موجه نحو الأسفل:

$$m g \sin \alpha + 0 = m a \Rightarrow a = g \sin \alpha$$

الزاوية صغيرة (مع تقريب مقبول)

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

$$a = 10 \times 0.25 \Rightarrow a = 2.5 \text{ m.s}^{-2}$$



ملاحظات الإسقاط:

$$\sin \alpha = \frac{\vec{w}_x}{\vec{w}} \Rightarrow \vec{w}_x = m g \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\vec{F}_x}{F} \Rightarrow \vec{F}_x = F \cos \alpha$$

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة:

ثقل الساق $\vec{w} = m \vec{g}$

قوة لابلان \vec{F}

قوة رد فعل السكتين \vec{R}

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

شرط التوازن: (السحاب)

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

بالإسقاط على محور $x'x$ (موجه نحو الأسفل):

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

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

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{F}{m g}$$

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

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

$$\theta + \alpha = 90 \Rightarrow \alpha = 90 - 30$$

$$\alpha = 60^\circ \Leftrightarrow \alpha = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$$

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

$$\Phi = 8\pi \times 10^{-4} \text{ Weber} \Rightarrow \Phi = 25 \times 10^{-4} \text{ Weber}$$

2- استنتاج علاقة ($k = ?$) (كثافة سلك الخيط)

انطلاقاً من شرط التوازن الدوراني

الحل: شرط التوازن الدوراني:

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

$$\bar{\Gamma}_\Delta + \bar{\Gamma}_{\eta/\Delta} = 0 \quad (*)$$

$$\bar{\Gamma}_{\eta/\Delta} = -k \theta' \quad (1)$$

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

$$\sin \alpha = \cos \theta' \Leftrightarrow \alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \quad \text{بما أن:}$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta = N I' S B \cos \theta' \quad (2)$$

نعوض (1) و (2) في (*):

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

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

$$k = \frac{N I' S B \cos \theta'}{\theta'} \quad \text{وهي العلاقة المطلوبة}$$

ملاحظة: مع باقي المسائل نعمل حسب الطلب..

وإذا كانت (θ') صغيرة ($\cos \theta = 1$)

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

$$k = 96\sqrt{3} \times 10^{-7} \text{ m N rad}^{-1} \quad \left(\cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

ملاحظة: لا تعوض الروايات مع القوانين إلا بالراديان

الحل:

المسألة الثالثة ص 102 (تكملة توريه 2004 + 2017 + 2018)

لفة $N = 100$

$$S = 4\pi \text{ cm}^2 = 4\pi \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{(مساحة المستطيل)}$$

إطار + سلك عديم القتل (محور التوازن)

$$B = 4 \times 10^{-2} \text{ T} \quad \text{(منظم افقي)}, \quad I = \frac{1}{10\pi} \text{ A}$$

(خطوطه توازي مستوى الإطار الشاقولي)

1- حساب $\Gamma_\Delta = ?$ (مربوحة كهربيسية لحظة إمرار التيار)

$$\Gamma_\Delta = N I S B \sin \alpha$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} (\bar{n}, \bar{B}) \Rightarrow \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

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

$$\Gamma_\Delta = 16 \times 10^{-5} \text{ m N}$$

2- حساب $W = ?$ (عمل المربوحة الكهربيسية) بين وضعين:

$$\left[\alpha_1 = \frac{\pi}{2} (\bar{n}, \bar{B}), \Phi_1 = 0 \right] \leftarrow \text{الأول: السابق}$$

$$\left[\alpha_2 = 0 (\bar{n}, \bar{B}), \Phi_2 = \text{اعظمي} \right] \leftarrow \text{الثاني: وضع توازن المستقر}$$

$$W = I \Delta \Phi$$

$$W = I [\Phi_2 - \Phi_1]$$

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

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos \frac{\pi}{2} = 0 \quad [\Phi_1 = 0]$$

$$\alpha_2 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

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

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

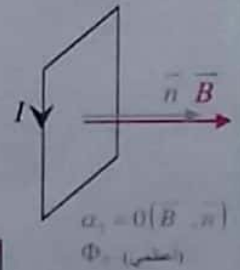
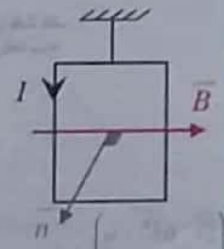
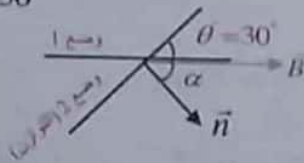
1- (نقطع التيار السابق)

إطار + سلك قتل $K \leftarrow$ مقبض غلفاني

تمرر تيار (جديد) $I' = 2 \text{ mA} = 2 \times 10^{-3} \text{ A}$

يدور الإطار ويتوازن بزاوية $\left[\theta = \frac{\pi}{6} \text{ rad} \Leftrightarrow \theta = 30^\circ \right]$

1- حساب $\Phi = ?$ (عندما يتوازن)



2- حساب $I = ?$

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

$$L = r \cdot \theta = \frac{\pi}{2} [\vec{IL} \perp \vec{B}]$$

خضع الحقل المغناطيسي

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

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

$$I = \frac{4}{10^{-1}} = 40 \text{ A}$$

تذكر:

$$\text{عزم القوة} = \text{ذراع القوة} \times \text{القوة}$$

$$(m \cdot N) \Gamma_{\Delta} = d \times F$$

- ذراع القوة: هو العمود الواصل بين حامل القوة ومحور الدوران.
- كل قوة تلاقي محور الدوران عزمها معدوم.

الاستطاعة:

$$P = F v \quad \begin{matrix} \text{استطاعة سحب} \\ \text{استطاعة دوران} \end{matrix}$$

$$P = \frac{\text{العمل}}{t} \quad \begin{matrix} \text{الاستطاعة (حالة عامة)} \\ \text{الزمن} \end{matrix}$$

$$P = \Gamma_{\Delta} \omega$$

3- حساب $\Gamma_{\Delta} = ?$ عزم القوة الكهرومغناطيسية:

$$\Gamma_{\Delta} = d \times F$$

$$d = \frac{r}{2} = \frac{10^{-1}}{2} \Rightarrow$$

$$\Gamma_{\Delta} = \frac{10^{-1}}{2} \times 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{N}$$

طلبات إضافية:

1 احسب الاستطاعة الميكانيكية عندما يدور الدولاب

$$\text{بسرعة زاوية تقابل } \frac{5}{\pi} \text{ Hz}$$

2 احسب عمل القوة الكهرومغناطيسية بعد مضي 4S من

بده حركة الدولاب وهو يدور بالسرعة الزاوية السابقة.

المسألة الرابعة: ص 103 (تسمة دورة 2009 + 2013 + ...)

دولاب بارلو:

$$2r = 20 \text{ cm} \Rightarrow r = 10 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ m}$$

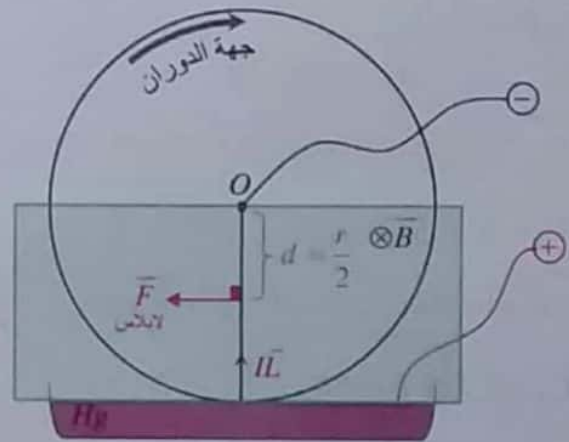
يمر تيار متواصل I ، $B = 10^{-2} \text{ T}$

$F = 4 \times 10^{-2} \text{ N}$ (ملاحظة: تم تعديل شدة القوة)

قوة كهرومغناطيسية

1- بين بالرسم جهة كل من $(\vec{F}, \vec{B}, \vec{IL})$

إضافي: واذكر عناصر القوة الكهرومغناطيسية التي يخضع لها الدولاب



• **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 الكهرومغناطيسية يشير إليها الإبهام.

• **الشدة:**

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

لوجه:

$$0 + 0 - \Gamma_F + \Gamma_{\vec{w}'} = 0$$

$$\Gamma_F = \Gamma_{\vec{w}'}$$

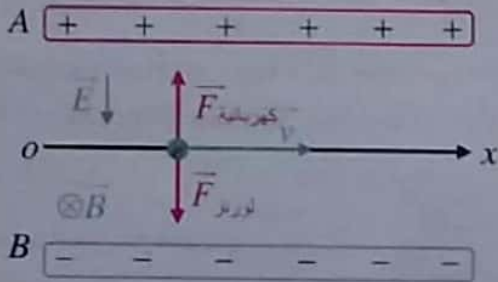
$$d_1 \times F = d_2 \times w'$$

$$d_1 = \frac{r}{2} \quad , \quad d_2 = r \quad \text{لكن}$$

$$\frac{r}{2} \times F = r \times m'g$$

$$m' = \frac{F}{2g}$$

$$m' = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10} = 2 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

تفكير ناقد ص 103:

الرسم يفرض أن الجسم المشحون هو عبارة عن الكترون (شحنته سالبة)

• لكي يكون المسار مستقيم يجب أن يتحقق:

$$F = F'$$

لورنتز كهربائية

$$qE = qvB \sin \frac{\pi}{2}$$

$$E = vB \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

أي يكون المسار المستقيم عندما تكون سرعة الجسم

$$v = \frac{E}{B} \quad \text{المشحون تحقق النسبة}$$

• لكي يكون المسار دائري يجب أن يتحقق أن يتقدم الحقل

الكهربائي فتتقدم القوة الكهربائية وبالتالي تكون القوة

الوحيدة المؤثرة هي القوة المغناطيسية (F' لورنتز).

وهي قوة جاذبة مركزية وبالتالي تكون الحركة دائرية منتظمة.

واحدة فولت (أو تعطي دورة / S)

الحل:

$$f = \frac{5}{\pi} \text{ Hz} \quad , \quad P = ? \quad \text{1} \quad \text{(ميكانيكية)}$$

$$P = \Gamma_{\Delta} \cdot \omega$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \times \frac{5}{\pi} = 10 \text{ rad s}^{-1}$$

$$P = 2 \times 10^{-3} \times 10 = 2 \times 10^{-2} \text{ Watt}$$

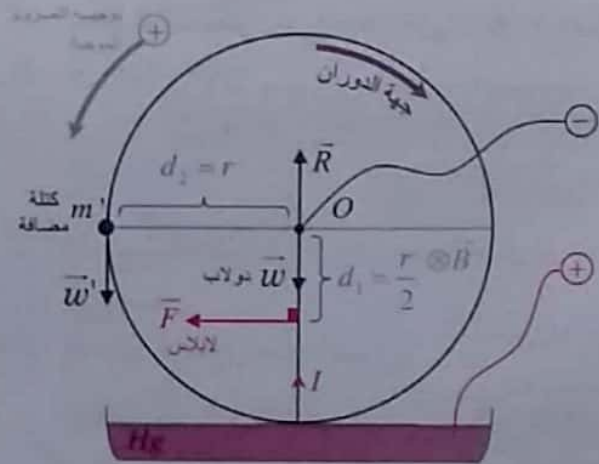
$$\Delta t = 4 \text{ S} \quad , \quad W = ? \quad \text{2} \quad \text{(العمل)}$$

$$W = Pt$$

$$W = 2 \times 10^{-2} \times 4 = 8 \times 10^{-2} \text{ J}$$

4- حساب ($m' = ?$) الواجب تعليقها على طرف نصف القطر

الأفقي لسمعه عن الدوران.



جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة: الدوالب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة:

\vec{w} ثقل الدوالب

\vec{w}' ثقل الكتلة المضافة

\vec{R} قوة رد فعل محور الدوران

\vec{F} قوة لايلاس

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

شرط التوازن (الدوراني)

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

$$\bar{\Gamma}_{\vec{R}} = 0 \quad , \quad \bar{\Gamma}_{\vec{w}} = 0 \quad \text{لكن}$$

لأن القوتان (\vec{R} ، \vec{w}) تلاقيان محور محور الدوران

3 الدرس الثالث

التحريض الكهرومغناطيسي:

ما يجب تذكره + فوائد لحل المسائل:

- 1) تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف يعطي قطب مماثل وإبعاده يعطي قطب معاكس.
- 2) لتحديد جهة التيار المتحرض لميز حالتين:

$$1- [\Delta\Phi > 0] \text{ (تدفق مُحرض متزايد)} \Leftrightarrow \varepsilon < 0$$

$$\Leftrightarrow \text{جهة } \vec{B}' \text{ متحرض بعكس جهة } \vec{B} \text{ مُحرض}$$

$$2- [\Delta\Phi < 0] \text{ (تدفق مُحرض متناقص)} \Leftrightarrow \varepsilon > 0$$

$$\Leftrightarrow \text{جهة } \vec{B}' \text{ متحرض بنفس جهة } \vec{B} \text{ مُحرض}$$

قاعدة اليد اليمنى في تحديد جهة التيار المتحرض:

نجعل إبهام اليد اليمنى بجهة (\vec{B}' متحرض) فتكون جهة التقاطع الأصابع لها جهة التيار المتحرض.

(3) القوانين:

$$1- \text{ قانون فاراداي: } \varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (\text{القوة المحركة الكهربائية الوسطية})$$

$$2- \text{ فرق الكمون يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة: } U_{ab} = \varepsilon$$

$$3- \text{ لدينا: } U = Ri \Rightarrow \varepsilon = Ri \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$4- \text{ الاستطاعة الكهربائية: } P = \varepsilon \times i$$

$$5- \text{ الاستطاعة الكهربائية = الاستطاعة الميكانيكية}$$

$$P = P' \quad (\text{ميكانيكية}) \quad (\text{كهربائية})$$

$$6- \left. \begin{array}{l} P = F \cdot v \\ P = \Gamma \cdot \omega \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{الاستطاعة} \\ \text{ميكانيكية} \\ P = \frac{W}{t} \end{array}$$

7- مع مولد التيار الكهربائي المتناوب (AC):

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{MAX}} \sin \omega t$$

$$\varepsilon_{\text{MAX}} = N B s \omega$$

حيث:

(4) فوائد لحل مسائل التحريض:

بكل مسائل التحريض يلزم حساب $\Delta\Phi$

$$\Phi = N B s \cos \alpha \quad \alpha = (\vec{B}, \vec{n})$$

[B] يمثل شدة الحقل المغناطيسي المُحرض.

ونميز الحالات التالية مع المسائل:

A. إذا تغيرت شدة الحقل المغناطيسي المُحرض:

$$\Delta\Phi = N \Delta B s \cos \alpha \quad \text{أو} \quad \Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

وهذا إما أن يكون واضحاً بالنص أو ينتج عن فتح أو إغلاق

قطعة دائرة ضمن دائرة (وشيعتل أو وشيعة مع ملف) ولميز:

- فتح قاطعة \Leftrightarrow تناقص شدة التيار \Leftrightarrow تناقص شدة الحقل المغناطيسي: من (B عظمى) \rightarrow الصفر.
- إغلاق قاطعة \Leftrightarrow تزايد شدة التيار \Leftrightarrow تزايد شدة الحقل المغناطيسي: من الصفر \rightarrow (B عظمى).

B. إذا تغيرت الزوايا:

$$\Delta\Phi = N B s [\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1]$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 \quad \text{أو}$$

وينتج ذلك عن دوران وشيعة أو إطار أو ملف بين وضعين.

C. إذا تغير السطح (سطح ممسوح):

$$\Delta\Phi = B \Delta s \quad [\alpha = 0 \text{ (} \vec{B}, \vec{n} \text{)}]$$

وينتج ذلك عن حركة ساق معدنية ضمن حقل مغناطيسي ولميز:

• دائرة مغلقة \Leftrightarrow ينشأ تيار متحرض.

• دائرة مفتوحة \Leftrightarrow يتولد فرق كمون: $U_{ab} = \varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$

التحريض الذاتي:

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

1- ذاتية وشيعة:

طول الوشيعه
حمري

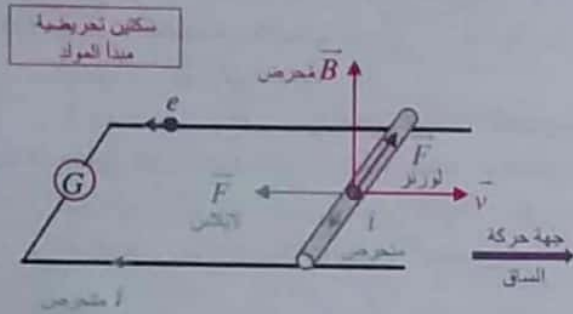
$$2- \Phi = L i$$

$$3- \text{ القوة المحركة المتحرضة الذاتية: } \varepsilon = - L \frac{di}{dt}$$

4- الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعه:

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2 \quad (\text{شكل آخر}) \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} \Phi I$$

وينشأ عن هذا التيار قوة كهرومغناطيسية تكون جهتها معاكسة لجهة حركة الساق (ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه)



ثالثاً: ماذا تتوقع ان يحدث في كل من الحالات الآتية معطياً اجابتك:

1- لدينا العلاقة المستنتجة من النظري:

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

أتوقع: زيادة شدة التيار المتحرض

التعليق: لأن (i) شدة التيار المتحرض تتناسب طردياً مع (v) سرعة تدحرج الساق.

2- أتوقع: توليد تيار كهربائي متحرض في الوشيعه بحيث يكون وجه الوشيعه المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً.

التعليق: تقريب القطب الشمالي للمغناطيس بسبب تزايد التدفق المغناطيسي المحرض الذي يجتاز حلقات الوشيعه وبحسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض بحيث ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه. فيتشكل في الوشيعه وجه شمالي الذي يتنافر مع القطب الشمالي للمغناطيس ليمنع عملية التقريب.

3- أتوقع: توليد قوة محرقة كهربائية متحرضة مساوية لفرق الكمون بين طرفي الحلقة.

التعليق: 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.

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 122:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

$$10^{-4} H \quad (a - 1)$$

الشرح:

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

طول الوشيعه

$$N = \frac{\ell^2}{2\pi r} \quad , \quad S = \pi r^2 \quad \text{لكن:}$$

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

وشيعه

$$L = 10^{-7} \frac{\ell^2}{\ell}$$

ذاتية لوشيعه

$$L = 10^{-7} \frac{100}{10^{-1}} = 10^{-4} H$$

$$\frac{B L v}{R} \quad (b - 2)$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1- لعدم وجود الكترونات 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 لغلان الماء.

2- عند تحريك الساق ضمن الحقل المغناطيسي ينشأ تيار متحرض عبر الدارة المغلقة، جهته الاصلاحية بعكس جهة حركة الإلكترونات الحرة أي بعكس جهة قوة لورنز (محققة لقانون لنز).

1- لدينا العلاقة: $\mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$

\mathcal{E} ذاتي \mathcal{E} ذاتي \mathcal{E} ذاتي \mathcal{E} ذاتي

عند إغلاق الدارة عند فتح الدارة عند فتح الدارة عند فتح الدارة

$E_L = \frac{1}{2} L I^2 \Leftrightarrow E_L = \frac{1}{2} \Phi I$

في المرحلة (OA) تزداد الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشبة. في المرحلة (AB) تكون الطاقة الكهرومغناطيسية في الوشبة ثابتة. في المرحلة (BC) تتناقص الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشبة وتتحول إلى طاقة كهربائية.

4- وشبة يمر فيها تيار متغير i :

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

b- $\Phi = N B S \cos \alpha$

$\Phi = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell} i$ $[\alpha = 0(\vec{B}, \vec{n})]$ $\cos 0 = 1$

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

وبالتالي $\Phi = L i$

c- علاقة (\mathcal{E} ذاتي)

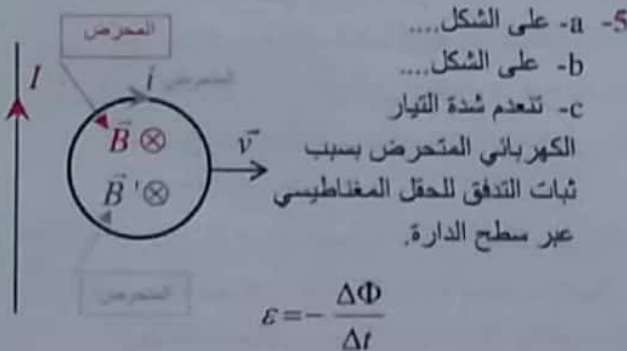
$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = -\frac{d(Li)}{dt}$

$\mathcal{E} = -L \frac{di}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = -L(i)'$

عند ثبات شدة التيار \Rightarrow تتعدم القوة المحركة المتحرضة الذاتية

$i = const \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 0$

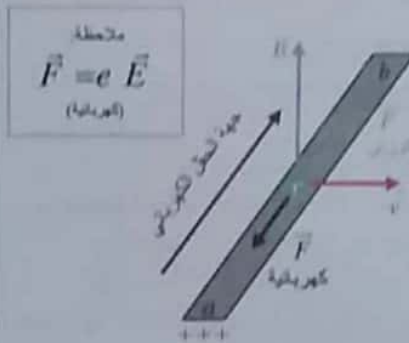
عندما تتعدم شدة التيار الكهربائي ($i = 0$) \Leftrightarrow ($\mathcal{E} = 0$)



$\Delta \Phi = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 0 \Rightarrow i = 0$ (إيقاف الملف عن الحركة)

رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

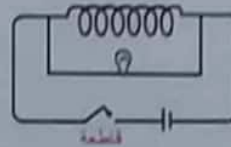
- 1- لا يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين لعدم حدوث تغير تدفق الحقل المغناطيسي عبر الملف.
ولكن يضيء المصباح بحرك أحد الملفين نحو الآخر، أو بفتح القاطعة ونقلها باستمرار، أو استبدال البهيل بمنبع تيار كهربائي متناوب.
لأن هذا سيؤدي إلى تغير تدفق الحقل المغناطيسي الناتج عن الملف الأول وبالتالي تنشأ قوة محرّكة كهربائية متحرضة تسبب مرور التيار الكهربائي المتحرض وهذا يؤدي إلى إضاءة المصباح.



2-

التفسير:

نتيجة تراكم الشحنات المتعاكسة على طرفي المساق يتولد حقل كهربائي (\vec{E}) يتجه من الطرف الذي يحمل الشحنة الموجبة إلى الطرف الذي يحمل الشحنة السالبة. يؤثر هذا الحقل في الإلكترونات 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 من 117 كلف

2- المرحلة (OA) (إغلاق الدارة)

تزداد شدة تيار المولد المار في الوشبة مما يؤدي إلى نشوء قوة محرّكة كهربائية متحرضة ذاتية في الوشبة (فيتم هج المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءته الخافتة).

المرحلة (AB)

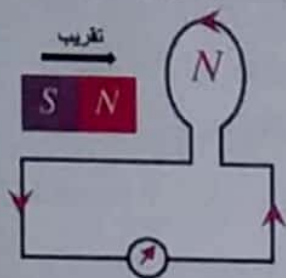
ثبات شدة تيار المولد المار في الوشبة مما يؤدي إلى انعدام القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية في الوشبة.

(تثبت شدة إضاءة المصباح)

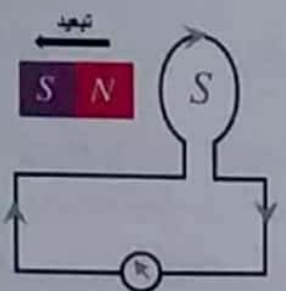
المرحلة (BC) (فتح الدارة)

تتناقص شدة تيار المولد المار في الوشبة مما يؤدي إلى نشوء قوة محرّكة كهربائية متحرضة ذاتية في الوشبة. (يتم هج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ)

وجهة التيار المتحرض هي جهة التفاف أصابع يد يميني
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 تباعد القطب الشمالي
للمغناطيس، سيكون الوجه
المقابل له على الملف قطب
جنوبي.

3- $i = ?$

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

$$\bar{i} = \frac{-2 \times 10^{-2}}{20} = -10^{-3} \text{ A}$$

ملاحظة: تشير إشارة (-) إلى جهة التيار حسب قانون لير

4- $P = ?$ و $P' = ?$

كهربائية حرارية مصروفة

$$P = \varepsilon \times i$$

كهربائية

$$P = |-2 \times 10^{-2}| \times |-10^{-3}| = 2 \times 10^{-5} \text{ Watt}$$

$$P' = R i^2$$

حرارية مصروفة

$$P' = 20 \times (10^{-3})^2 = 2 \times 10^{-5} \text{ Watt}$$

لمنتج 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 للدائرة والتي تقوم باستهلاك هذه

الطاقة بشكل حراري فعل جول.

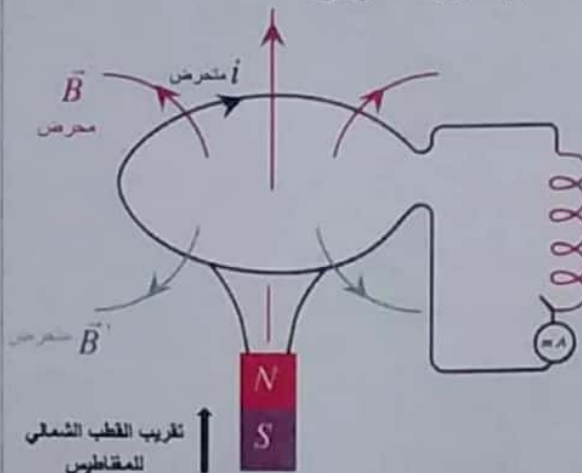
خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 123

$$N = 100 \text{ لفة } , r = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m} , R = 20 \Omega$$

$$B_1 = 0 \xrightarrow{\text{تزداد}} B_2 = 0.08 \text{ T} \quad [\Delta t = 2 \text{ S}]$$

1- حساب $\varepsilon = ?$ (قوة محرّكة كهربائية المتحرّصة المتولدة)
وحدد جهة التيار المتحرض.



الحل:

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

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

$$\alpha = 0 (\vec{B}, \vec{n}), \cos 0 = 1$$

$$\Delta \Phi = N \Delta B S \cos 0$$

$$\Delta \Phi = N (B_2 - B_1) \pi r^2 \times 1$$

$$\Delta \Phi = 100 (0.08 - 0) \pi \times 16 \times 10^{-4}$$

$$\Delta \Phi = 8 \pi \times 16 \times 10^{-4} = 25 \times 16 \times 10^{-4}$$

$$\Delta \Phi = 400 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-2} \text{ Weber}$$

$$\bar{\varepsilon} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = - \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = -2 \times 10^{-2} \text{ volt}$$

• لتحديد جهة التيار المتحرض:

الشرح:

$$[\Delta \Phi > 0] \text{ تنفق محرض متزايد } \Leftrightarrow [\varepsilon < 0] \text{ وحسب لنز}$$

جهة (\vec{B}) الحقل المتحرض بعكس جهة (\vec{B}) الحقل

المغناطيسي المحرض.

أي Φ محرض يعاكس Φ' متحرض

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

$$\Phi = N B s \cos \alpha \quad \alpha = 0(\hat{B}, \hat{n}), \quad \cos 0 = 1$$

$$\Delta\Phi = N \Delta B s \cos \alpha \quad (s = \pi r^2)$$

ملاحظة:

r للملف نفسه للوشيعة حيث لفنا الملف حول الوشيعة.

$$\Delta\Phi = N' (B_2 - B_1) \times \pi r^2 \times \cos 0$$

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

$$B_2 = 0 \quad (\text{بعد قطع التيار})$$

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

$$\Delta\Phi = -8\pi \times 10^{-4} \text{ Weber}$$

$$\varepsilon = \frac{-(-8\pi \times 10^{-4})}{\frac{1}{2}} = 16\pi \times 10^{-4} \text{ Volt}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\pi \times 10^{-4}}{16} = \pi \times 10^{-4} = 3.14 \times 10^{-4} A$$

[أو حسب $\Delta\Phi$ طريقة ثانية $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0 - N B_1 s \cos 0$]

طلب إضافي:

حدد جهة التيار المتحرض بالشرح والرسم.
حسب للز:

$$\Delta\Phi < 0 \quad (\text{تدفق محرض متناقص}) \Leftrightarrow [\varepsilon > 0] \quad \text{وجهة } (\bar{B}') \leftarrow$$

الحقل المتحرض بنفس جهة (\bar{B}) الحقل المحرض،
وجهة التيار المتحرض هي جهة التفاف أصابع يذ يميني
إبهامها بجهة الحقل المغناطيسي المتحرض (\bar{B}') .

ملاحظة: المسألة المعكوسة:

(لو تم إغلاق القاطعة) يصبح الطلب:

عند زيادة التيار في الوشيعة خلال 0.5S تزايد فيها الشدة بانتظام؟

عندها يكون الحل:

$$[I_2 = 4A \leftarrow I_1 = 0] \quad \text{عندما تزداد شدة التيار من:}$$

تزداد شدة الحقل المغناطيسي من:

$$[B_2 = 2 \times 10^{-2} T \leftarrow B_1 = 0]$$

ويكمل الحل كما سبق....

المسألة الثانية من ص 124 (تسه دورة 1996 + 2013 + ...)

$$\ell = 30 \text{ cm} = 3 \times 10^{-1} \text{ m} \quad (\text{وشيعة})$$

$$2r = 4 \text{ cm} \Rightarrow r = 2 \times 10^{-2} \text{ m} \quad (\text{قطر الوشيعة})$$

$$N = 1200 \text{ لفة}, \quad I = 4 A$$

(1) احسب B = ?

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

$$B = \frac{25}{2} \times 10^{-7} \frac{12 \times 10^3 \times 4}{3 \times 10^{-1}} = 2 \times 10^{-2} T$$

(2) لفة $N' = 100$ (ملف) (معزولة)

يربط الملف بمقياس غلفاني $R = 16 \Omega$

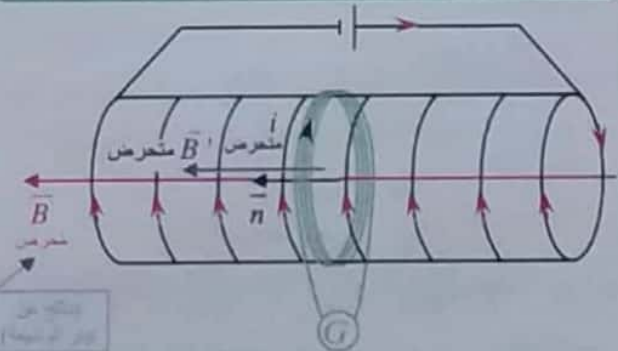
ما دلالة المقياس ؟ \leftarrow عند قطع التيار عن الوشيعة
خلال $[\Delta t = 0.5 \text{ s}]$

ما شدة التيار المتحرض في الملف؟

فكرة الحل:

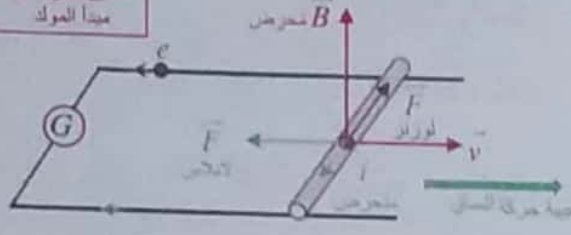
قطع التيار عن الوشيعة يؤدي إلى تناقص شدة الحقل المغناطيسي المحرض الناتج عن الوشيعة من قيمته العظمى إلى الصفر. أي تغير تدفق الحقل المغناطيسي المحرض الناتج عن الوشيعة عبر الملف، وهذا يؤدي إلى نشوء تيار متحرض في الملف.

فتح القاطعة بكافى إخراجنا مغناطيس من ملف.



ملاحظة:

وجود المقياس الغلفاني للدلالة على مرور تيار كهربائي.

سكتين تحريضية
مبدأ المولد

المتحرك

- 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:

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

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

- فتتولد قوة محرّكة كهربائية متحرّضة (تحريضية) قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B L v \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = B L v$$

$$\varepsilon = \frac{1}{5} \times 3 \times 10^{-1} \times 5 = 3 \times 10^{-1} \text{ Volt}$$

ولحساب شدة التيار المتحرّض:

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

ملاحظة:

جهة التيار المتحرّض: تكون بعكس جهة قوة لورنتز.

$$-4 \quad P = ? \quad (استطاعة كهربائية), \quad F = ? \quad (الانلاس مؤثرة أثناء تحرج الساق)$$

$$P = \varepsilon \times i$$

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

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

لحساب $F = ?$
طريقة أولى:

$$F = i L B \sin \frac{\pi}{2}$$

المتحرّض

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

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

المسألة الثالثة: ص 124

سكتين كهروضيية (مبدأ المحرك)

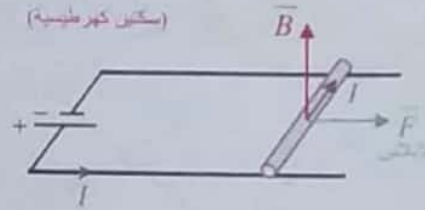
$$L = 30 \text{ cm} = 3 \times 10^{-1} \text{ m} \quad (\text{ساق})$$

$$m = 60 \text{ g} = 60 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-2} \text{ kg} \quad (\text{كتلة الساق})$$

$$-1 \quad B = ? \quad (\text{منتظم } \perp \text{ السكتين}), \quad I = 20 \text{ A}$$

ليكون: $F = 2w$ (تقل) (لانلاس)

(سكتين كهروضيية)



$$F = 2mg = 2 \times 6 \times 10^{-2} \times 10 = 12 \times 10^{-1} \text{ N}$$

$$F = I L B \sin \frac{\pi}{2} \quad \theta = \frac{\pi}{2} \quad [I \vec{L} \perp \vec{B}]$$

$$12 \times 10^{-1} = 20 \times 3 \times 10^{-1} \times B \times 1$$

$$B = \frac{4}{20} = \frac{1}{5} \text{ T} = 0.2 \text{ T}$$

$$-2 \quad W = ? \quad (\text{عمل}), \quad v = 0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \quad \Delta t = 2 \text{ s}$$

طريقة أولى:

$$W = F \cdot \Delta x$$

$$W = F \cdot v \cdot \Delta t$$

$$W = 12 \times 10^{-1} \times 4 \times 10^{-1} \times 2$$

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

طريقة ثانية:

$$W = I \Delta \Phi$$

$$W = I B \Delta s = I B L \Delta x = F \cdot \Delta x \dots$$

$$-3 \quad \left[\begin{array}{l} \text{نرفع المولد} \\ \text{ندرج الساق بسرعة ثابتة} \\ v = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{array} \right] \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \text{سكتين تحريضية} \\ \text{(مبدأ المولد)} \end{array} \right]$$

استنتاج علاقة $\varepsilon = ?$ (قوة محرّكة كهربائية متحرّضة)وحساب $i = ?$ (متحرّض), $R = 5 \Omega$ (مقاومة)

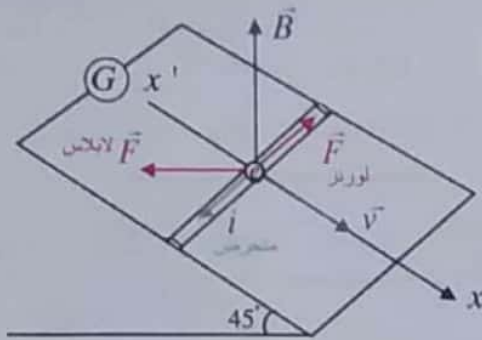
المسألة الرابعة : ص 124

$\theta = 45^\circ$ (زاوية ميل السكين)

$\ell = 40\text{cm} = 4 \times 10^{-1}\text{m}$ (ساق)

$B = 0.8\text{T}$ (منتظم شاقولي) ، $v = 2\text{m s}^{-1}$

1- بين أنه تنشأ قوة كهروطيسية تعيق حركة الساق.



- عند تحريك الساق بالسرعة 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 الكهروطيسية ، 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 الكهروطيسية المعاكسة لجهة حركة الساق.

2- استنتاج علاقة $R = ?$ (المقاومة الكلية للدارة)

$i = \sqrt{2} A$ (تيار المتحرض)

- عندما تتحرك الساق بسرعة ثابتة v
 - خلال فاصل زمني Δt
 - تنتقل الساق مسافة: $\Delta x = v \Delta t$
 - يتغير السطح بمقدار:
- $$\Delta S = L \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta S = Lv \cdot \Delta t$$
- يتغير التدفق بمقدار:
- $$\Delta \Phi = B \Delta S \cos \alpha$$
- $$\Delta \Phi = B Lv \Delta t \cos \alpha$$

طريقة ثانية: (كهربية) $P = P'$ (ميكانيكية)

$P' = F v$ (ميكانيكية)

$18 \times 10^{-3} = F \times 5 \Rightarrow F = \frac{18 \times 10^{-3}}{5} \Rightarrow F = 36 \times 10^{-4} \text{ N}$

اصلي: حدد بالرسم جهة قوة لابلاس واحسب عملها خلال $[1\text{s}]$

$W = \int F \cdot dx$

عمل مغاوم ، القوة تعاكس الانتقال

$W = - F v \Delta t = - 36 \times 10^{-4} \times 5 \times 1$

$W = - 18 \times 10^{-3} \text{ J}$

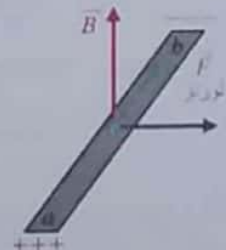
طلب إضافي:

نأخذ الساق النحاسية فقط ونجعلها أفقية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم خطوطه شاقوليه شدته $[10^{-2} \text{ T}]$ ، ونحركها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي بسرعة أفقية ثابتة $[2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}]$ ، المطلوب:

1- ارسم شكل توضح فيه كلاً من الأشعة $(\vec{v}, \vec{B}, \vec{F}, \vec{i})$ مبيناً نوعي الشحنة على طرفي الساق.

2- استنتج بالرموز العلاقة المحددة لفرق الكمون U_{ab} بين طرفي الساق واحسب قيمته العددية

الحل:



- تحرك الساق بسرعة ثابتة $(\vec{v} \perp \vec{B})$
- خلال فاصل زمني Δt
- تنتقل الساق مسافة $\Delta x = v \cdot \Delta t$
- يتغير السطح بمقدار:

$\Delta s = L \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta s = Lv \cdot \Delta t$

• ويتغير التدفق بمقدار:

$\Delta \Phi = B \Delta s \Rightarrow \Delta \Phi = B Lv \cdot \Delta t$

• فتولد قوة محرّكة كهربائية تحريضية وهي تساوي فرق الكمون قيمتها المطلقة:

$U_{ab} = \mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B Lv \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow U_{ab} = B Lv$

$U_{ab} = 10^{-2} \times 3 \times 10^{-1} \times 2 = 6 \times 10^{-3} \text{ Volt}$

ملاحظات الإسقاط:

$$\sin \theta' = \frac{\bar{w}_x}{\bar{w}} \Rightarrow \bar{w}_x = m g \sin \theta'$$

$$\cos \theta' = \frac{\bar{F}_x}{F} \Rightarrow \bar{F}_x = F \cos \theta'$$

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة في الساق:

$$\bar{w} = m \bar{g} \quad \text{ثقل الساق}$$

$$\bar{F} \quad \text{قوة لابلاس}$$

$$\bar{R} \quad \text{قوة رد فعل السكتين}$$

$$\sum \bar{F} = \bar{0} \quad \text{بما أن السرعة ثابتة } (v = \text{const})$$

$$\bar{w} + \bar{R} + \bar{F} = \bar{0}$$

بالإسقاط على محور $x'x$ (موجه نحو الأسفل):

$$m g \sin \theta' + 0 - F \cos \theta' = 0$$

$$F = i L B \sin \frac{\pi}{2} \quad \theta = \frac{\pi}{2} \quad (I \bar{L} \perp \bar{B}) \quad \text{لكن:}$$

متحرض

$$m g \sin \theta' = i L B \cos \theta' \quad \left(\sin \frac{\pi}{2} = 1 \right)$$

$$m = \frac{i L B \cos \theta'}{g \sin \theta'} \Rightarrow m = \frac{i L B}{g} \tan \theta' \quad \text{(هي العلاقة المطلوبة)}$$

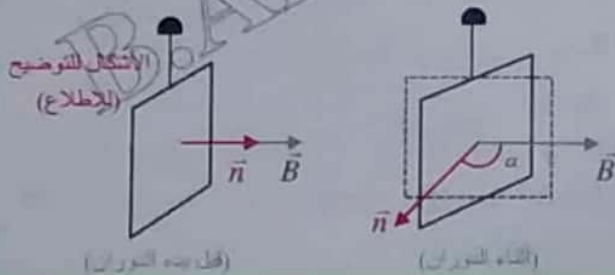
$$m = \frac{\sqrt{2} \times 4 \times 10^{-1} \times 8 \times 10^{-1} \times 1}{10} \Rightarrow m = 32\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

المسألة الخامسة ص 125

$$\ell = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m} \quad \text{(طول ضلع المربع)}$$

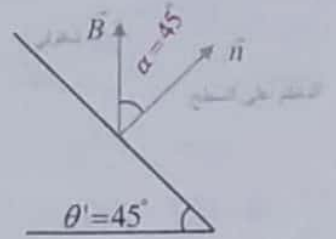
$$N = 100 \quad \text{لفة} \quad , \quad f = \frac{10}{\pi} \text{ Hz}$$

$$B = 5 \times 10^{-2} \text{ T} \quad \text{(منتظم أفقي)} \quad , \quad R = 4 \Omega$$



الشكل للإطلاع:

$$\alpha = 45^\circ (\bar{B}, \bar{n})$$



• فتتولد قوة محرّكة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B L v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = B L v \cos \alpha$$

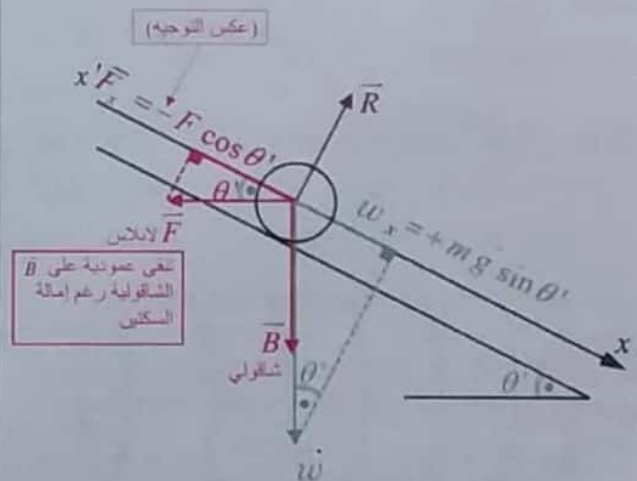
• بما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متحرض شدته:

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

$$\Rightarrow R = \frac{B L v \cos \alpha}{i} \quad \text{(هي العلاقة المطلوبة)}$$

$$R = \frac{8 \times 10^{-1} \times 4 \times 10^{-1} \times 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} \quad \cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$R = 32 \times 10^{-2} \Omega$$

3- استنتاج العلاقة $m = ?$ (كتلة الساق)

تفكير ناقد ص 125

1- كتابة تابع $\epsilon = f(t)$

1- عندما تزداد شدة التيار المُحرض (تيار أصلي) المار في الوشيعَة:

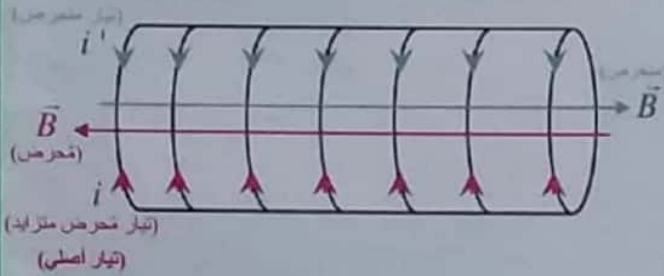
$$\frac{di}{dt} > 0 \Rightarrow \left[\Delta\Phi > 0 \right] \Rightarrow \epsilon < 0$$

(تلفيق مُحرض متزايد)

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 الوشيعَة:

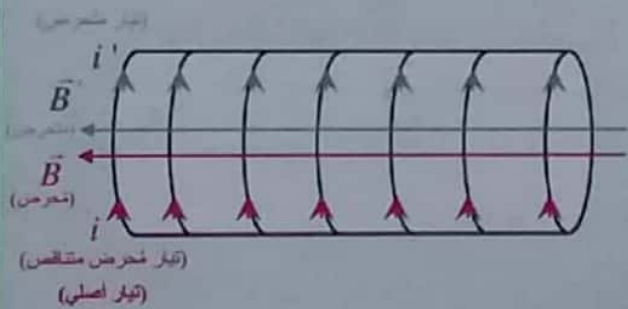
$$\frac{di}{dt} < 0 \Rightarrow \left[\Delta\Phi < 0 \right] \Rightarrow \epsilon > 0$$

(تلفيق مُحرض متناقص)

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)



لو طلب استنتاج التسع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

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

$$\alpha = \omega t$$

$$\Phi = N B S \cos \omega t$$

$$\epsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = +N B S \omega \sin \omega t$$

تكون ϵ عظمى عندما: $\sin \omega t = 1$

$$\epsilon_{\max} = N B S \omega$$

التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآتية:

$$\epsilon = \epsilon_{\max} \sin \omega t$$

الثوابت ω , ϵ_{\max}

$$\epsilon_{\max} = N B S \omega$$

$$S = \ell^2 = 16 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \times \frac{10}{\pi} = 20 \text{ rad s}^{-1}$$

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

$$\epsilon_{\max} = 16 \times 10^{-2} \text{ volt}$$

نعوض مكان الثوابت: $\epsilon = 16 \times 10^{-2} \sin 20t \text{ (volt)}$

2- عين $t_1 = ?$, $t_2 = ?$ عندما $\epsilon = 0$

$$\epsilon = 0 \rightarrow \sin 20t = 0 \Rightarrow 20t = \pi K$$

$$t = \frac{\pi}{20} K \quad \text{حيث } K = 0, 1, 2, \dots$$

عندما $K = 0 \leftarrow t = 0$ (وهذا يوافق لحظة بدء الدوران)

$$t_1 = \frac{\pi}{20} \text{ S} \leftarrow K = 1$$

$$t_2 = \frac{\pi}{10} \text{ S} \leftarrow K = 2$$

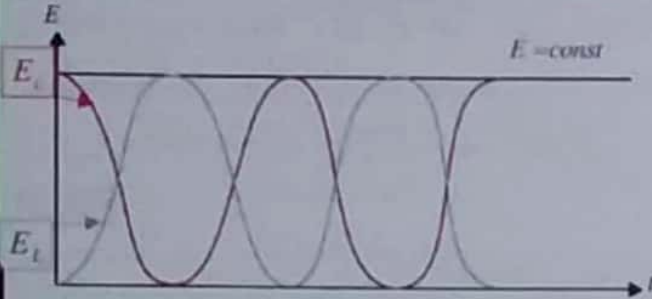
$$i = \frac{\epsilon}{R}$$

3- كتابة تابع $i = f(t)$

$$i = \frac{16 \times 10^{-2}}{4} \sin 20t$$

$$i = 4 \times 10^{-2} \sin 20t \text{ (A)}$$

3- الحل: من الكتاب ص 131



قاعدة للرسم:

$$t=0 \begin{cases} q = q_{\max}, E_c \text{ (عظمى)} \\ i = 0, E_l = 0 \end{cases}$$

لذا: تبدأ طاقة المكثفة من عظمى، والوشية من الصفر

4- الحل: يتم تبادل الطاقة من طاقة كهربائية في المكثفة E_c إلى طاقة كهروضوئية في الوشية 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 الوشية فيزداد تيار الوشية ببطء حتى يصل إلى قيمة عظمى في نهاية ربع الدور الأول من التفريغ عندما تفقد المكثفة كامل شحنتها فتختزن الوشية طاقة كهروضوئية عظمى

$$E_l = \frac{1}{2} L I_{\max}^2$$

• خلال ربع الدور الثاني:

يقوم تيار الوشية 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:

تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغير شحنة اللبوسين وهكذا يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشية.

4 الدرس الرابع

الدارة المهتزة والتيارات عالية التواتر:

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 135:

أولاً اختر الإجابة الصحيحة:

$$T_0' = \sqrt{2} T_0 \quad (a-1) \text{ شرح الحل:}$$

$$T_0' = 2\pi \sqrt{L'c'} \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{L \times 2c} \Rightarrow$$

$$T_0' = \sqrt{2} \times 2\pi \sqrt{Lc} \Rightarrow T_0' = \sqrt{2} T_0$$

$$f_0' = f_0 \quad (a-2) \text{ شرح الحل:}$$

$$T_0' = 2\pi \sqrt{L'c'} \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{2L \times \frac{c}{2}} = 2\pi \sqrt{Lc}$$

$$T_0' = T_0 \Rightarrow f_0' = f_0$$

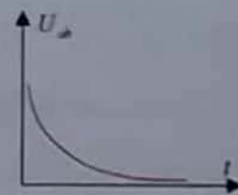
ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- الحل: لا يمكن اعتبارها دارة مهتزة لعدم وجود وشية تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة.

2- متى يكون تفريغ المكثفة في وشية لادورياً؟ ولماذا؟

الحل: عند وجود مقاومة (R) كبيرة نسبياً في الدارة.

التفسير: إن الطاقة التي تعطيها المكثفة إلى الوشية والمقاومة تتحول إلى حرارة بفعل جول في المقاومة، ونسمى عندئذ التفريغ لادورياً باتجاه واحد حيث تتبدد طاقة المكثفة بالكامل دفعة واحدة في أثناء تفريغ شحنتها الأولى عبر الوشية ومقاومة الدارة.



فائدة رياضية لتعلم رسم التوابع:

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

$$t = 0 \Rightarrow \omega_0 t = 0 \Rightarrow \begin{cases} \cos 0 = 1 \Rightarrow q = q_{\max} \\ \sin 0 = 0 \Rightarrow i = 0 \end{cases}$$

$$t = \frac{T_0}{4} \Rightarrow \omega_0 t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \begin{cases} \cos \frac{\pi}{2} = 0 \Rightarrow q = 0 \\ \sin \frac{\pi}{2} = 1 \Rightarrow i = +I_{\max} \end{cases}$$

$$t = \frac{T_0}{2} \Rightarrow \omega_0 t = \pi \Rightarrow \begin{cases} \cos \pi = -1 \Rightarrow q = -q_{\max} \\ \sin \pi = 0 \Rightarrow i = 0 \end{cases}$$

$$t = \frac{3T_0}{4} \Rightarrow \omega_0 t = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow \begin{cases} \cos \frac{3\pi}{2} = 0 \Rightarrow q = 0 \\ \sin \frac{3\pi}{2} = -1 \Rightarrow i = -I_{\max} \end{cases}$$

$$t = T_0 \Rightarrow \omega_0 t = 2\pi \Rightarrow \begin{cases} \cos 2\pi = 1 \Rightarrow q = q_{\max} \\ \sin 2\pi = 0 \Rightarrow i = 0 \end{cases}$$

ثالثاً: اعط تفسيراً علمياً مع كتابة العلاقات المناسبة عند اللزوم:

1- تعطى العلاقة التي تمثل ممانعة المكثفة (الاساعية)

$$X_c = \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{2\pi f c} \quad \text{بالشكل:}$$

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

$$X_L = \omega L = 2\pi f L \quad \text{بالعلاقة:}$$

إن ردية الوشيعة تتناسب طرذاً 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.

5- الحل: بسبب وجود (R) (وعندما تكون المقاومة صغيرة) فإن الطاقة تتبدد تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول مما يؤدي إلى تخامد الإهتزاز.

6- الحل:

$$\bar{q} = q_{\max} \cos \omega_0 t$$

$$\bar{i} = (q)' = -\omega_0 q_{\max} \sin \omega_0 t$$

$$\bar{i} = \omega_0 q_{\max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\bar{i} = I_{\max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I_{\max} = \omega_0 q_{\max} \quad \text{حيث:}$$

الموازنة بينهما من حيث الطور:

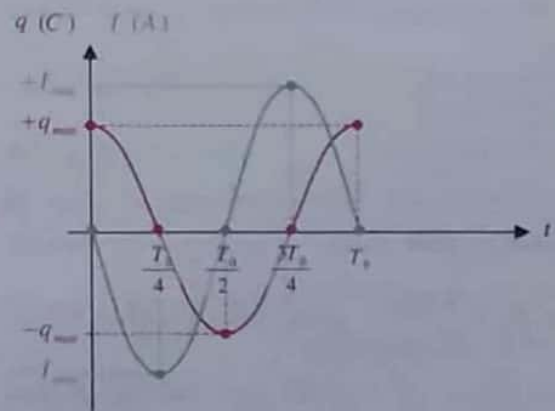
تابع الشدة على ترابع متقدم بالطور مع تابع الشحنة.

[أي إن تابع شدة التيار الكهربائي متقدم بالطور

عن تابع الشحنة بمقدار $\left(\frac{\pi}{2}\right)$]

إصافى موضحاً بالرسم البياني للتابعين الشحنة

و التيار بدلالة الزمن



المسألة الأولى (ص129): تشبه دورة (1995+2012)

مكثفة: $U_{AB} = 50 V$
 $q_{مكثفة} = |q_A| = |q_B| = 0.5 \times 10^{-6} C$

وشيجة: $\ell_{وشيجة} = 10 cm = 10^{-1} m$
 $\ell'_{شوك} = 16 m, (r=0)$

$f_0 = ? (A)$

$f_0 = \frac{1}{T_0}, \quad T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$C = \frac{q}{U} = \frac{0.5 \times 10^{-6}}{50} = 10^{-8} F$

$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 s}{\ell_{وشيجة}}$
 $s = \pi r^2, \quad N = \frac{\ell'_{شوك}}{2\pi r}$

$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\ell'^2_{شوك}}{4\pi^2 r^2} \times \pi r^2$

$L = 10^{-7} \frac{\ell'^2_{شوك}}{\ell_{وشيجة}}$

$L = 10^{-7} \frac{(16)^2}{10^{-1}} = (16)^2 \times 10^{-6} H$

$T_0 = 2\pi\sqrt{(16)^2 \times 10^{-6} \times 10^{-8}}$

$T_0 = 2\pi \times 16 \times 10^{-3} \times 10^{-4} = 32\pi \times 10^{-7}$

$T_0 \approx 100 \times 10^{-7} \approx 10^{-5} s$

$f_0 = \frac{1}{10^{-5}} = 10^5 Hz$

$I_{max} = ? (B)$

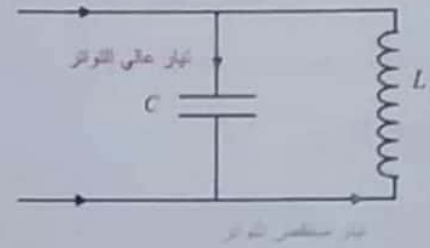
$I_{max} = \omega_0 q_{max}$

$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \times 10^5 rad \cdot s^{-1}$

$q_{مكثفة} = q_{max}$

$I_{max} = 2\pi \times 10^5 \times 0.5 \times 10^{-6} = \pi \times 10^{-1} A$

3- (هو نفسه جواب تفكيرناقد)



$X_L = 2\pi f L$ (ممانعة الوشيجة) ، $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ (ممانعة المكثفة)

(f) : تتناسب طردياً مع (X_L) وتتناسب عكساً مع (X_C)

• f (عالي التواتر) \Leftarrow (X_C صغيرة ، X_L كبيرة)

لذا يمر التيار عالي التواتر في فرع المكثفة لأن (X_C) صغيرة.

• f (منخفض التواتر) \Leftarrow (X_C كبيرة ، X_L صغيرة)

لذا يمر التيار منخفض التواتر في فرع الوشيجة لأن (X_L) صغيرة.

ملاحظة: هذا ما استفاد منه في عملية استقبال الصوت

والصورة في الإذاعة والتلفزيون.

رابعاً : حل المسائل الآتية:

المسألة الثانية (ص136):

$\lambda = 200 m$

$L = 0.1 \mu H = 0.1 \times 10^{-6} = 10^{-7} H$

$c_{سرعة الضوء} = 3 \times 10^8 m \cdot s^{-1}, \quad C_{مكثفة} = ?$

$c = f \lambda \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{200} = \frac{3}{2} \times 10^6 Hz$

$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \Rightarrow$

$C = \frac{1}{4\pi^2 \times L f_0^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times 10^{-7} \times \frac{9}{4} \times 10^{12}}$

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

المسألة الثالثة (ص136):

1- عند نهاية الشحن تصل المكثفة لشحنتها العظمى (q_{max})

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

$$q_{max} = 2 \times 10^{-5} \times 6 = 12 \times 10^{-5} C$$

2- تتفرغ شحنة المكثفة في الوشيعة تفرغاً 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

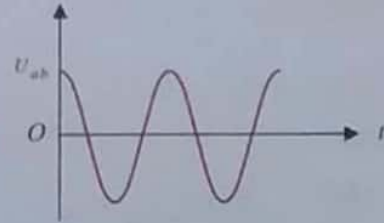
(بسبب عدم وجود مولد).

ملاحظة:

إذا كانت الوشيعة مهملة المقاومة ($L, r = 0$):

عندها يكون التفريغ جيئاً 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)

$$C = 10^{-12} F, \quad U_{max} = 10^3 V$$

1- ($E_c = ?$ طاقة مخزنة في المكثفة) ، $q_{max} = ?$

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

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

$$E_c = \frac{1}{2} C U_{max}^2$$

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

$$E_c = \frac{1}{2} \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-7} J$$

طريقة ثانية:

لحساب $E_c = ?$

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

$$E_c = \frac{1}{2} \times 10^{-9} \times 10^3 = \frac{1}{2} \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-7} J$$

$$E_c = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{C} \text{ أو بتطبيق العلاقة:}$$

$$[L = 12 mH = 12 \times 10^{-3} H, r = 0] \quad -2$$

1- يتشكل لدينا دائرة الاهتزازات الكهربائية الحرة غير

المتخامدة. تتفرغ شحنة المكثفة في الوشيعة تفرغاً

جيئاً، سعة الاهتزاز فيه ثابتة ودوره الخاص T_0 .

وتكون الطاقة الكلية للدائرة ثابتة وتتحول الطاقة

بشكل دوري من طاقة كهربائية في المكثفة إلى طاقة

كهرطيسية في الوشيعة وبالعكس.

$$f_0 = \frac{1}{T_0} \quad \text{حساب } f_0 = 0$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$$

المسألة الخامسة (ص 137): (نفس دورة 2015)

$$U_{max} = 10^3 \text{ V} , C = 10^{-12} \text{ F} , L = 10^{-3} \text{ H}$$

$$q_{max} = ? \quad (1)$$

$$q_{max} = C U_{max} \Rightarrow q_{max} = 10^{-12} \times 10^3 = 10^{-9} \text{ C}$$

$$\omega_0 = ? , f_0 = ? \quad (2)$$

وكتابة التابع الزمني لشدة التيار اللحظية.

$$f_0 = \frac{1}{T_0}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-12}}$$

$$T_0 = 2\sqrt{\pi^2 \times 10^{-15}} = 2\sqrt{10^{-14}} \Rightarrow T_0 = 2 \times 10^{-7} \text{ s}$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2 \times 10^{-7}} = \frac{1}{2} \times 10^7 \text{ Hz}$$

$$f_0 = 0.5 \times 10^7 = 5 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0 \Rightarrow \omega_0 = 2\pi \times 5 \times 10^6$$

$$\omega_0 = \pi \times 10^7 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

لكتابة تابع الشدة اللحظية للتيار:

$$\bar{i} = I_{max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I_{max} = \omega_0 q_{max} = \pi \times 10^7 \times 10^{-9} = \pi \times 10^{-2} \text{ A}$$

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

طريقة ثانية: تكون إجبارية لو طلب كتابة تابع الشحنة.

(نكتب تابع الشحنة ثم نشق بالنسبة للزمن)

$$q = q_{max} \cos \omega_0 t$$

$$q = 10^{-9} \cos \pi \times 10^7 t$$

$$\bar{i} = (q)' = -\pi \times 10^7 \times 10^{-9} \sin \pi \times 10^7 t$$

$$\bar{i} = -\pi \times 10^{-2} \sin \pi \times 10^7 t$$

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

تفكير ناقد: ص 137

الجواب: نفس رقم (3) من ثالثاً الموجودة في تمارين الدرس

$$T_0 = 2\pi\sqrt{12 \times 10^{-3} \times 10^{-12}}$$

$$T_0 = 2\sqrt{\pi^2 \times 4 \times 3 \times 10^{-15}}$$

$$T_0 = 2 \times 2\sqrt{3} \times 10^{-7}$$

$$T_0 = 4\sqrt{3} \times 10^{-7} \text{ s}$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{4\sqrt{3} \times 10^{-7}} = \frac{1}{4\sqrt{3}} \times 10^7 \text{ Hz}$$

كتابة التابع الزمني للشحنة وشدة التيار.

$$[t = 0 , q = q_{max}]$$

$$q = q_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

الثوابت: $\varphi , \omega_0 , q_{max}$

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

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

لحساب $\omega_0 = ?$

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

$$\omega_0 = 2\pi \times \frac{1}{4\sqrt{3}} \times 10^7 \Rightarrow \omega_0 = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^7 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

نعوض مكان الثوابت:

$$q = 10^{-9} \cos\left(\frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^7 t\right)$$

$$i = (q)'$$

$$i = -\frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^7 \times 10^{-9} \sin \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^7 t$$

$$i = -\frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^{-2} \sin \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^7 t$$

لو طلب وازن بينهما من حيث الطور

$$i = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{2\sqrt{3}} \times 10^7 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

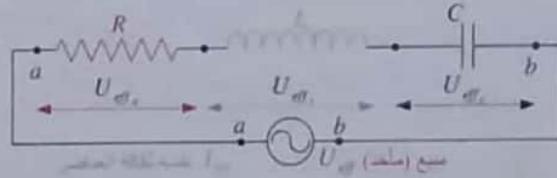
نلاحظ أن تابع شدة التيار على ترابع متقدم بالطور مع تابع الشحنة

الدرس الخامس 5

التيار المتناوب الجيبي

فوائد لحل مسائل التيار المتناوب:

1- a. وصل على التسلسل:



الشدة الأتية نفسها في جميع أجزاء الدارة المتصلة على التسلسل:

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

محور التيار مبدأ للأطوار $\phi_{تيار} = 0$

التوتر اللحظي: $u = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\phi}_{كلي})$

التوتر الكلي الأتي يسوي مجموع جهود

$$u = u_R + u_L + u_C$$

التوتر المنتج (الفعال) يساوي مجموع هندسي (شعاعي) للتوترات المنتجة الجزئية:

$$\bar{U}_{eff} = \bar{U}_{eff1} + \bar{U}_{eff2} + \dots$$

وللحصول على قيمة (U_{eff}) :

أ- نربع الطرفين (عند وجود حثيين):

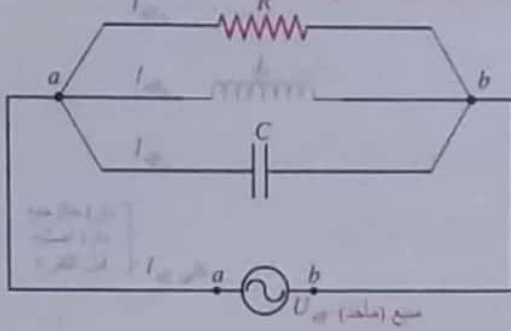
$$U_{eff}^2 = U_{eff1}^2 + U_{eff2}^2 + 2U_{eff1}U_{eff2} \cos(\bar{\phi}_2 - \bar{\phi}_1)$$

ب- من انشاء فرينل: يكون الرسم للتوترات المنتجة

ومحور التيار مبدأ للأطوار. و من رسم فرينل

نستطيع حساب $(\phi_{تيار})$.

b. وصل على التفرع:



التوتر الأتي المطبق بين نقطتي التفرع (a,b) نفسه

$$u = U_{max} \cos \omega t$$

محور التوتر مبدأ للأطوار. $\phi_{توتر} = 0$

التيار اللحظي في الدارة الأصلية (دارة خارجيه):

$$i = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\phi}_{كلي})$$

الشدة الأتية في الدارة الأصلية تساوي مجموع جهود

$$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \dots$$

الشدة المنتجة (الفعالة) للتيار في الدارة الأصلية تساوي مجموع هندسي (شعاعي) للشدات الفرعية:

$$\bar{I}_{eff} = \bar{I}_{eff1} + \bar{I}_{eff2} + \dots$$

وللحصول على قيمة (I_{eff}) :

أ- نربع الطرفين (عند وجود حثيين):

$$I_{eff}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}I_{eff2} \cos(\bar{\phi}_2 - \bar{\phi}_1)$$

ب- من انشاء فرينل: يكون الرسم للشدات المنتجة

ومحور التوتر مبدأ للأطوار. و من رسم فرينل

نستطيع حساب $(\phi_{تيار})$.

		ϕ تمثل الطور الابتدائي للتوتر	
	التوتر المطبق بين طرفي المكثف يتأخر بالطور عن التيار بمقدار $(\frac{\pi}{2})$ (تراجع متأخر)		محور التيار مبدأ للأطوار U_{eff1}
	وتشعة لها مقاومة $[L, r]$		(تسلسل) التوتر المطبق بين طرفي وشعة مهملة المقاومة يتأخر بالطور على التيار بمقدار $(\frac{\pi}{2})$ (تراجع متقدم)
	وتشعة لها مقاومة $[L, r]$		ϕ تمثل الطور الابتدائي للتيار
	تيار المكثف يتأخر بالطور عن التوتر المطبق بمقدار $(\frac{\pi}{2})$		محور التوتر مبدأ للأطوار I_{eff1}
			(تفرع) تيار المقاومة على توافق بالطور مع التوتر المطبق

ملاحظة:

وشيجة لم يحدد بشكل واضح أنها مهملة المقاومة. تؤخذ ضمن حالة عامة وشيجة لها مقاومة ($P_{avg} \neq 0, \varphi = ?$)

3- الممانعة الأومية للدائرة: ونقر بالأوم

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

لفرع كامل من دائرة تفرع

لكل دائرة التسلسل

ونميز:

(a) بدائرة تسلسل نستطيع تطبيق قانون أوم لكل دائرة تسلسل:

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

نفسه لكافة الأجهزة
كلية

كما نستطيع تطبيق قانون أوم بين طرفي كل جهاز بمفرده:

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

نفسه لكافة الأجهزة
جزئية

حالة مقاومة: $Z = X_R = R$

حالة وشيجة 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 دائرة التفرع يعامل كأنه دائرة مستقلة

ونستطيع حساب (Z) ممانعة كل فرع بمفرده

ويطبق قانون أوم لكل فرع بمفرده

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

كل فرع

لايوجد قانون لحساب (Z) لكل دائرة التفرع.

إذاً: لايطبق قانون أوم لكل دائرة التفرع دفعة واحدة

2- سهولة الحفظ:

1. المقاومة: رمزها R

$$Z = X_R = R, \varphi_R = 0$$

هي ممانعة المقاومة. (نقول: مقاومة أو مقاومة صرفة أو مقاومة ذاتيتها مهملة)

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos \varphi, P_{avg} = R I_{eff}^2$$

الطاقة بصرف حراريًا بفعل جول

ولحساب الطاقة الحرارية المنتشرة:

$$E = P_{avg} t \Rightarrow E = R I_{eff}^2 t$$

2. المكثفة: رمزها C

$$\varphi_C = \frac{\pi}{2}$$

دوماً

توتر (-)

تيار (+)

ممانعة تساعية للمكثفة
(ممانعة سعوية للمكثفة)

$$Z = X_C = \frac{1}{\omega C}, P_{avg} = 0$$

3. الوشيجة نميز لها حالتين:

(a) وشيجة مهملة المقاومة (وشيجة صرفة، وشيجة كذائية فقط)

$$\varphi_L = \frac{\pi}{2}$$

توتر (+)

تيار (-)

ممانعة رديئة للوشيجة

$$Z = X_L = L\omega, P_{avg} = 0$$

(b) وشيجة لها مقاومة:

تعامل كأنها جهازين ($L+r$) على التسلسل

$$\varphi = ?$$

توتر (+)

تيار (-)

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

$P_{avg} \neq 0$ تستهلك جزء من الطاقة بشكل حراري

(فعل جول) بسبب وجود (r).

▪ بحالة دارة تفرع:

من (P_{avg}) تحسب من قانون (a) ثم نعوض في (b) من إنشاء فرينل هندسياً.

7- حالة التجاوب الكهربائي (طينين):

تتحقق حالة التجاوب الكهربائي بدارة تسلسل تحوي

$$(R, L, C) \text{ عندما يكون } [X_L = X_C]$$

نتيجة لذلك يكون:

عزوت بعض
التيه تتعدنا
منا الصوب
الكويبر بنرطع
دارة تسلسل
(R-L-C)

1. شدة التيار بالدارة أكبر ما يمكن.
2. $\varphi = 0$ وفاق يطور بين التيار و التوتر.
3. $\cos \varphi = 1$ عامل استطاعة الدارة.

4. $Z = R$ ممانعة الدارة اصغر ما يمكن.

5. الاستطاعة المتوسطة بالدارة أكبر ما يمكن.

يكون أيضاً $\omega = \omega_0$ ويسمى نبض الطنين ω_p

$$T_p = 2\pi\sqrt{LC} \text{ (دور الطنن) ، } f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ (توتر الطنن)}$$

8- حالة اختناق التيار (دارة خانقة للتيار):

تتحقق بدارة تفرع تحوي فرعين:

وبشروط $[X_L = X_C]$ مكثفة وشيعة ليس لها مقاومة

عندها يمر في كل من الفرعين تياران:

- متساويان بالشدة: $I_{a1} = I_{a2}$
- متعاكسان بالاتجاه: $\varphi_1 = +\frac{\pi}{2}$ ، $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$

أي تنعدم الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية ويكون عندها $\omega = \omega_p$

9- تذكر القوانين:

القيمة المنتجة (الفعالة) $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

القيمة المنتجة (الفعالة) $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

لدينا: $\left[\begin{array}{l} \cos \varphi = \frac{R}{Z} \\ \text{عامل الاستطاعة} = \cos \varphi \end{array} \right]$

$$\text{عامل الاستطاعة} = \cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

5- لحساب الاستطاعة المتوسطة (المستهلكة): $P_{avg} = ?$

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

لحساب الاستطاعة المتوسطة الكلية بدارة تسلسل أو تفرع:

$$P_{avg} = P_{avg1} + P_{avg2} + \dots$$

لحساب (كلي) P_{avg} بدارة تسلسل:

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

لحساب (كلي) P_{avg} بدارة تفرع:

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

وهنا حساب $(\cos \varphi)$ صعب أحياناً والأفضل (تطبيق قانون a) وهذا القانون يُستخدم عادةً لحساب $(\cos \varphi)$ من (P_{avg}) معلوم.

6- لحساب عامل استطاعة الدارة:

$$\text{عامل استطاعة الدارة} = \cos \varphi$$

لكل تسلسل
لكل تفرع

ونميز:

▪ بحالة دارة تسلسل:

$$\text{عامل استطاعة الدارة} = \frac{R}{Z} = \cos \varphi$$

من (P_{avg}) تحسب من قانون (a) ثم نعوض في (b) من إنشاء فرينل هندسياً.

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 156 :

أولاً: اعط تفسيراً علمياً موضحاً بالعلاقات المناسبة:

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos \varphi \quad -1$$

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

(وشبعة مهملة المقاومة)

الوشبعة مهملة المقاومة تختزن طاقة كهربية خلال ربع دور لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos \varphi \quad -2$$

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

المكثفة لا تستهلك أية طاقة لأنها تختزن الطاقة الكهربائية خلال ربع دور وتعيدها كهربائياً في ربع الدور الذي يليه.

-3 بسبب وجود العازل بين لبوسيهما بسبب انقطاع في دارة التيار المتواصل.

$$X_c = \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{2\pi f C}$$

لكن من أجل التيار المتواصل $[f=0 \Rightarrow X_c \rightarrow \infty]$

-4 عند وصل لبوسي مكثفة يأخذ تيار متناوب، فإن

مجموعة الإلكترونات الحرة التي يسبب مأخذ التيار المتناوب اهتزازها تشحن لبوسي المكثفة خلال ربع دور بسحنتين متساويتين ومن نوعين مختلفين دون أن تخترق عازلها ثم تتفرغان في ربع الدور الثاني، وفي النوبة الثانية (الرابعة والثالث والرابع) تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ مع تغير شحنة كل من اللبوسين.

تبدي المكثفة ممانعة للتيار المتناوب بسبب الحقل الكهربائي الناتج عن شحنتها.

10- تذكرة عن المكثفات:

1- ضم المكثفات:

(a) ضم المكثفات على التفرع:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

لمكثفات ممتالة عددها (n) سعة كل منها C_1 :

$$C_{eq} = n C_1$$

$$C_{eq} > C_1 \text{ جزء}$$

لكشف طريقة الضم على التفرع:

(b) ضم المكثفات على التسلسل:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

لمكثفات ممتالة عددها (n) سعة كل منها C_1 :

$$C_{eq} = \frac{C_1}{n}$$

$$C_{eq} < C_1 \text{ جزء}$$

لكشف طريقة الضم على التسلسل:

-2 فرق الكون بين طرفي مكثفة:

$$U_{AB} = \frac{q}{C} \Rightarrow q = C U_{AB}$$

$$|q_A| = |q_B| = q \text{ مكثفة}$$

ولدينا:

-3 الطاقة المخزنة في مكثفة مشحونة تُعطى كما يلي:

$$E_e = \frac{1}{2} q U$$

$$E_e = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

$$E_e = \frac{1}{2} C U^2$$

11- فوائد عن جهاز التسخين الحراري:

• حسب مبدأ التوازن الحراري:

$$\left[\begin{array}{l} \text{طاقة حرارية من} \\ \text{مرور تيار في} \\ \text{مقاومة خلال } (\Delta t) \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{طاقة حرارية منتشرة} \\ \text{عن مرور تيار في} \\ \text{مقاومة خلال } (\Delta t) \end{array} \right]$$

• لحساب الطاقة الحرارية المنتشرة عن مرور التيار

$$E = P_{avg} t$$

$$\left[E = R I_{eff}^2 t \Rightarrow E = U_{eff} I_{eff} t \Rightarrow E = \frac{U_{eff}^2}{R} \cdot t \right]$$

• لحساب الطاقة الحرارية التي يمتصها مسعر بما فيه:

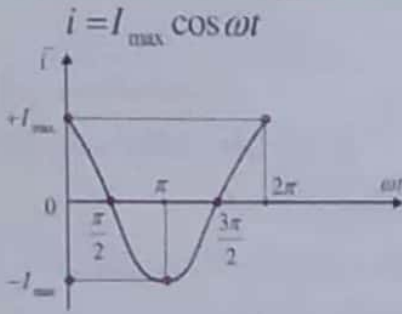
$$Q = (m_1 C_1 + m_2 C_2) \times \Delta t$$

مقياس الحرارة
مقياس الحرارة

ندعو $m_2 C_2$ مكافئ مائي لمسعر (معادل مائي لمسعر)

إذا لم تُعطى معلومت عن جهاز المسعر نعتبر $m_2 C_2 = 0$

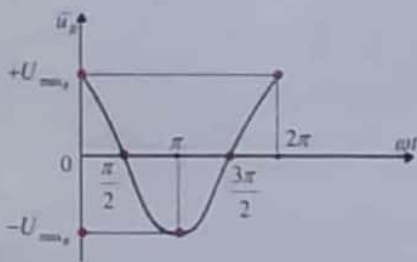
مثلاً:



$\varphi = 0$
محور التيار
مبدأ الأطوار

1- مقاومة أومية فقط:

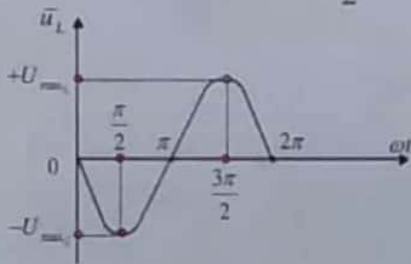
$\bar{u}_R = U_{max_R} \cos \omega t$



نلاحظ المقاومة
تجعل التوتر المطبق
بين طرفيها على توافق
بالطور مع التيار
(الشدة اللحظية)

2- وشيعة مهملة المقاومة فقط:

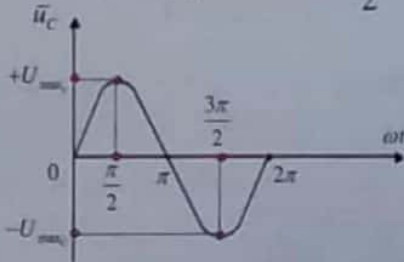
$\bar{u}_L = U_{max_L} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$



نلاحظ الوشيعة مهملة
المقاومة تجعل التوتر
اللحظي يتقدم بالطور
على التيار (الشدة
اللحظية) بمقدار
($\frac{\pi}{2}$ ترابع 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
($\frac{\pi}{2}$ ترابع متأخر)

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 والاستطاعة المتوسطة للدارة)

خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 157 (تجربة دورة 2013)

$$u_{ab} = 130\sqrt{2} \cos 100\pi t \text{ (volt)}$$

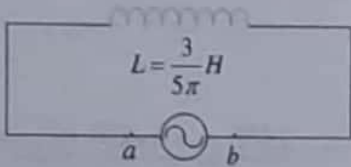
$$u_{ab} = U_{\max} \cos \omega t$$

1- حساب $f = ?$ ، $U_{\text{eff}} = ?$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 130 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$$

$$r = 25 \Omega$$



2- احسب

$$I_{\text{eff}} = ?$$

$$\cos \phi = ?$$

$$P_{\text{avg}} = ?$$

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

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

$$X_L = \omega L = 100\pi \times \frac{3}{5\pi} = 60 \Omega$$

$$Z = \sqrt{(25)^2 + (60)^2} = \sqrt{4225} = 65 \Omega$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}}{Z} = \frac{130}{65} = 2 \text{ A}$$

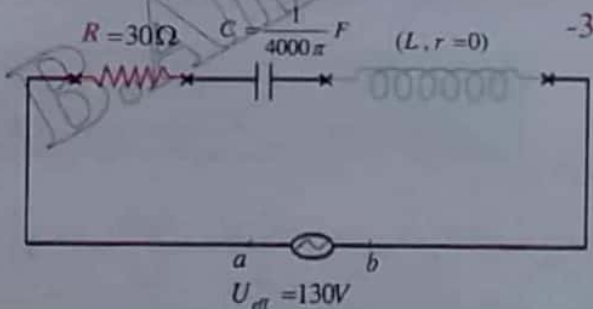
لحساب عامل استطاعة الوشعة:

$$\cos \phi = \frac{r}{Z} \Rightarrow \cos \phi = \frac{25}{65} = \frac{5}{13}$$

لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الوشعة:

$$P_{\text{avg}} = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos \phi$$

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



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

رابعاً: حل التمرين من الخط البياني:

$$u = 500 \text{ mV / diV} \Rightarrow u = 0.5 \text{ V / diV}$$

(ملي فولت / لكل درجعة)

$$t = 0.2 \text{ ms / diV} \Rightarrow t = 0.2 \times 10^{-3} \text{ s / diV}$$

(ملي ثانية / لكل درجعة)

1- متناوب جيبي

2- $T = ?$ ، $f = ?$ من الشكل البياني نجد:

$$T = 10 \times 0.2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} \text{ S}$$

عدد الترددات

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{2 \times 10^{-3}} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ Hz}$$

$$U_{\text{eff}} = ? \quad U_{\text{max}} = 10 \times 0.5 = 5 \text{ V}$$

عدد الترددات

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} \text{ V} \Rightarrow U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 5 = 0.7 \times 5 = 3.5 \text{ V}$$

تفكير ناقد ص 159

مخاطر الكهرباء المنزلية والوقاية منها:

1- **الحل:** جسم الإنسان ناقل للتيار، إذا تعرض للتوتر

المنزلي $[U_{\text{eff}} = 220 \text{ V}]$ قد يؤدي إما للصعق

الكهربائي أو للاحتراق أو السكتة القلبية.

ونحمي أنفسنا بأجهزة امان هي عبارة عن قواطع

كهربائية ذات حساسية عالية.

2- **الحل:** الغاية من المأخذ الثالث أداة امان 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 ردي 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.

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

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

$$X_L^2 = Z^2 - r^2 \Rightarrow X_L^2 = 13^2 - 12^2$$

$$X_L^2 = 169 - 144 = 25 \Rightarrow X_L = 5 \Omega$$

$$X_L = L \omega$$

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

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{5}{100\pi} = \frac{1}{20\pi} \text{ H}$$

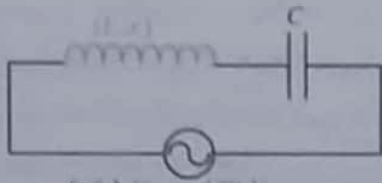
(2) احسب $N = ?$ (عدد الملفات)

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

$$\left[\frac{1}{80} \text{ m}^2 \right] \Rightarrow \frac{1}{20\pi} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 \times 80}{1}$$

$$1 = 80\pi^2 \times 10^{-7} \times N^2 \times \frac{1}{80} \Rightarrow N^2 = 10^{16}$$

$$N = 10^8 \text{ لفة}$$



(مسح) $U_{\text{eff}} = 130 \text{ V}$

حساب $C = ?$ الواجب إضافتها على التسلسل

حتى يصبح عامل استطاعة الدارة = 1

وحساب $I'_{\text{eff}} = ?$ ، $P_{\text{avg}} = ?$

ملاحظة:

إضافة جهاز أو أكثر على التسلسل أو تزرع جهاز أو إضافة فرع بين طرفي منبع أو تزرع فرع لا يغير (U_{eff}) للمنبع إلا إذا ذكر خلاف ذلك.

الحل:

عامل استطاعة الدارة = 1 \Leftarrow حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C}$$

يصبح $[I'_{\text{eff}}]$ بأكبر قيمة ممكنة

مطلوب حساب $L = ?$ ، $I'_{\text{eff}} = ?$

الحل:

الشدة المنتجة بأكبر قيمة لها \Leftarrow حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega \cdot \omega C}$$

$$L = \frac{1}{100\pi \times 100\pi \times \frac{1}{4000\pi}} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi} \text{ H}$$

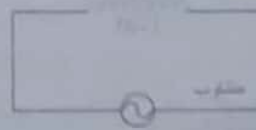
لحساب $I'_{\text{eff}} = ?$ في هذه الحالة \Leftarrow (أي حالة التجاوب الكهربائي)

في حالة التجاوب الكهربائي $Z' = R = 30 \Omega$

$$U_{\text{eff}} = Z' I'_{\text{eff}}$$

$$I'_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}}{Z'} = \frac{130}{30} = \frac{13}{3} \text{ A}$$

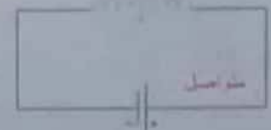
المسألة الثانية ص 157 (تشبه دورة 2005)



$$U_{\text{eff}} = 130 \text{ Volt}$$

$$I_{\text{eff}} = 10 \text{ A} , f = 50 \text{ Hz}$$

$L = ?$ (التالية الوشيمة)



$$U = 6 \text{ Volt}$$

$$I = 0.5 \text{ A}$$

احسب $r = ?$ (مقاومة الوشيمة)

الوشيمة بدارة تيار متواصل تعمل عمل مقاومة أومية فقط
[إذا: لحساب مقاومة الوشيمة 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 $L = ?$ (التالية)

[الفكرة: من دارة التيار المتناوب لحساب X_L ومنه لحساب L]

في حالة تيار متناوب:

تقوم الوشيمة بعمل مقاومة أومية وذاتية معاً

$$U_{\text{eff}} = Z I_{\text{eff}} \Rightarrow Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \frac{130}{10} = 13 \Omega$$

تربيع الطرفين:

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

نجدد الطرفين:

$$\text{إما: } +X_L = X_L - X_C \Rightarrow X_C = 0 \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = 0$$

مرفوض لأن $C \rightarrow \infty$.

$$\text{أو: } -X_L = X_L - X_C \Rightarrow X_C = 2X_L \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\omega C} = 2(5) \Rightarrow C = \frac{1}{10\omega} \Rightarrow$$

$$C = \frac{1}{10 \times 100\pi} = \frac{1}{1000\pi} = \frac{1}{\pi} \times 10^{-3} \text{ F}$$

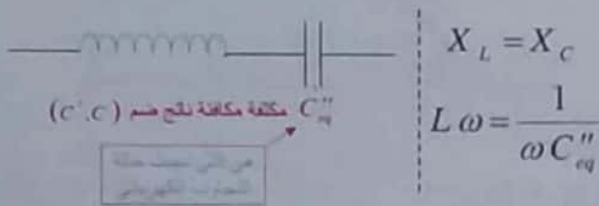
2- نربط $[C']$ مع $[C]$ السابقة:

يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق.

$$(a) \quad C_{eq} = ? \text{ (مكافئة)}$$

الشدة على توافق مع التوتر المطبق أي $(\varphi = 0)$

← حالة تجاوب كهربائي



$$\Rightarrow C''_{eq} = \frac{1}{L\omega \times \omega} = \frac{1}{5 \times 100\pi} = \frac{1}{500\pi} \text{ F}$$

(b) نلاحظ أن C''_{eq} (مكافئة) $< C_{حري}$ (اصلية)نستنتج أنه تم ضم (C') مع (C) على التفرعلحساب $C' = ?$:

$$C_{eq} = C + C' \Rightarrow \frac{1}{500\pi} = \frac{1}{1000\pi} + C'$$

$$\Rightarrow C' = \frac{1}{500\pi} - \frac{1}{1000\pi} = \frac{1}{1000\pi} \text{ F}$$

$$C = \frac{1}{L\omega} = \frac{1}{5 \times 100\pi} = \frac{1}{500\pi} \text{ F}$$

لحساب $I'_{eff} = ?$ في حالة التجاوب الكهربائي: $Z' = r = 12 \Omega$

$$U_{eff} = Z' I'_{eff} \Rightarrow 130 = 12 \times I'_{eff} \Rightarrow$$

$$I'_{eff} = \frac{130}{12} = \frac{65}{6} \text{ A (تيار جديد)}$$

لحساب $P_{avg} = ?$

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

حالة التجاوب الكهربائي: $\varphi = 0$

$$P_{avg} = 130 \times \frac{65}{6} \times 1 = 1408.33 \text{ W}$$

طلبات إضافية: (دورات سابقة هام جداً).

ملاحظة: هذه الطلبات قبل الطلب الثالث.

1- ما سعة المكثفة $[C]$ الواجب إضافتها على التسلسل مع

الوشية بحيث إذا طبقنا على طرفي هذه الدارة فرق

الكمون المتناوب السابق بقيت الشدة المنتجة للتيار نفسها

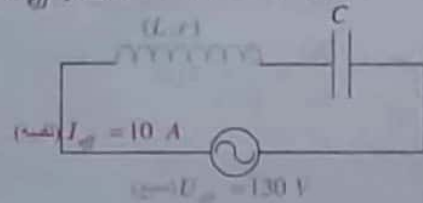
$$[10 \text{ A}]$$

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)

$$I_{eff} = I'_{eff} \Rightarrow \frac{U_{eff}}{Z_{قبل}} = \frac{U_{eff}}{Z'_{بعد}}$$

$$\text{بعد } Z = Z'_{بعد}$$

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

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{40}{20} = 2 \text{ A}$$

كتابة تابع التيار: $i = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$

(محور الشدة مبدأ الأطوار) $\varphi = 0 \text{ rad}$

$$I_{max} = I_{eff} \sqrt{2} \Rightarrow I_{max} = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\bar{i} = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t + 0) \text{ A}$$

(3) احسب $Z = ?$

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

$$50 = Z \times 2 \Rightarrow Z = \frac{50}{2} = 25 \Omega$$

(4) احسب $L = ?$ (طريقة التوتير)

وكتابة تابع التوتير بين طرفي الوشعة.

$$U_{eff_2} = Z_2 I_{eff}$$

$$Z_2 = X_L = L\omega = \frac{U_{eff_2}}{I_{eff}} = \frac{80}{2} = 40 \Omega$$

$$L = \frac{40}{\omega} = \frac{40}{100\pi} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi} \text{ H}$$

$$\bar{u}_2 = U_{max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$U_{max_2} = U_{eff_2} \sqrt{2} = 80\sqrt{2} \text{ Volt}$$

$$u_2 = 80\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ Volt}$$

(5) احسب عامل استطاعة الدارة $\cos \varphi = ?$

طريقة أولى من الشكل (إنشاء فرينل)

$$\cos \varphi = \frac{U_{eff_1}}{U_{eff}} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

طريقة ثانية:

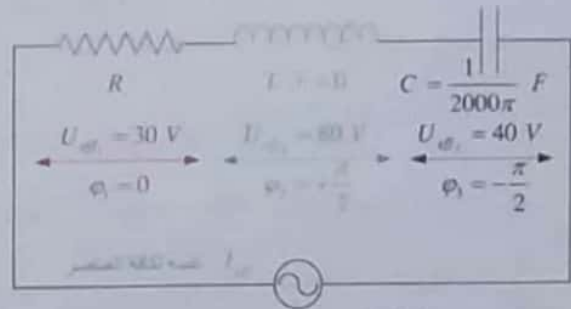
احساب $R = ?$ لدينا $U_{eff_1} = R I_{eff}$

$$30 = R \times 2 \Rightarrow R = \frac{30}{2} = 15 \Omega$$

$$\cos \varphi = \frac{15}{25} = \frac{3}{5} = 0.6$$

المسألة الخامسة (ص158):

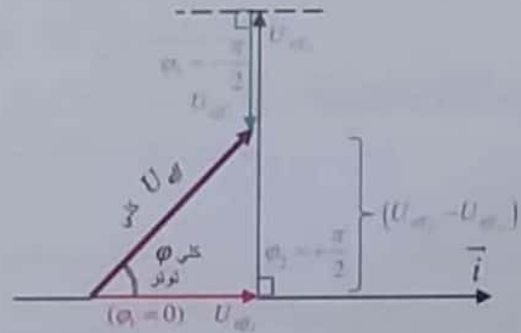
(تشبه دورة 1994 + 2013 + 2017 + ...)



بمصدر $U_{eff} = 50 \text{ Volt}$ (متوسط)

$$f = 50 \text{ Hz}$$

(1) استنتاج قيمة $U_{eff} = ?$ (باستخدام إنشاء فرينل)



من إنشاء فرينل: $\bar{U}_{eff} = \bar{U}_{eff_1} + \bar{U}_{eff_2} + \bar{U}_{eff_3}$

من الشكل (وحسب فيثاغورث)

$$U_{eff}^2 = U_{eff_1}^2 + (U_{eff_2} - U_{eff_3})^2$$

$$U_{eff}^2 = (30)^2 + (80 - 40)^2$$

$$U_{eff}^2 = 900 + 1600 = 2500 \Rightarrow U_{eff} = 50 \text{ Volt}$$

(2) احسب $I_{eff} = ?$ وكتابة التابع الزمني لشدة التيار

$$U_{eff_3} = Z_3 I_{eff}$$

$$Z_3 = X_C = \frac{1}{\omega C}$$

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

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{2000\pi}} = 20 \Omega$$

لحساب $I'_{eff} = ?$ (جديد ما بعد حالة التجلوب الكهربائي)

لدينا من الطلب السابق $R = 15 \Omega$

$Z' = R$ (دائرة تجلوب كهربائي)

$$U_{eff} = Z' I'_{eff} \Rightarrow 50 = 15 \times I'_{eff} \Rightarrow$$

$$I'_{eff} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3} \text{ A}$$

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

$\phi = 0 \text{ rad} \Rightarrow \cos \phi = 1$ (حالة تجلوب كهربائي)

$$P_{avg} = 50 \times \frac{10}{3} \times 1 = \frac{500}{3} \text{ W}$$

طريقة ثانية

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} + P_{avg_3}$$

$$\left. \begin{aligned} \phi_2 = \frac{\pi}{2} &\Rightarrow \cos \phi = 0 \Rightarrow P_{avg_2} = 0 \\ \phi_3 = -\frac{\pi}{2} &\Rightarrow \cos \phi = 0 \Rightarrow P_{avg_3} = 0 \end{aligned} \right\}$$

أو نقول:

تسخين الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة.

$$P_{avg} = P_{avg_1} + 0 + 0$$

$$P_{avg} = R I_{eff}^2$$

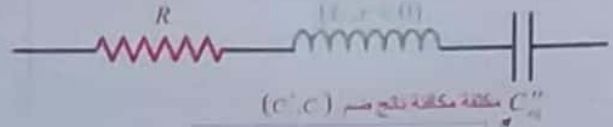
$$P_{avg} = 15 \times \left(\frac{10}{3}\right)^2 = 15 \times \frac{100}{9}$$

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

6) نضيف للمكثفة (C) مكثفة ثانية (C')

فتصبح (I_{eff}) أكبر قيمة لها.

A. طريقة ربط المكثفتين:



الحل:

الشدة المنتجة بأكثر قيمة لها \leftarrow حالة تجلوب كهربائي

$$X_L = X_{C''} \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C''_{eq}}$$

$$C''_{eq} = \frac{1}{L\omega \times \omega} = \frac{1}{40 \times 100\pi} = \frac{1}{4000\pi} \text{ F}$$

نلاحظ أنه: $C > C''_{eq}$ (جزء أصلي) \leftarrow نستنتج أن الطريقة

التي ضم بها ضم المكثفتين (C', C) على التسلسل.

B. حساب $C' = ?$

$$\frac{1}{C''_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{4000\pi}} = \frac{1}{\frac{1}{2000\pi}} + \frac{1}{C'}$$

$$4000\pi = 2000\pi + \frac{1}{C'} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{C'} = 2000\pi \Rightarrow$$

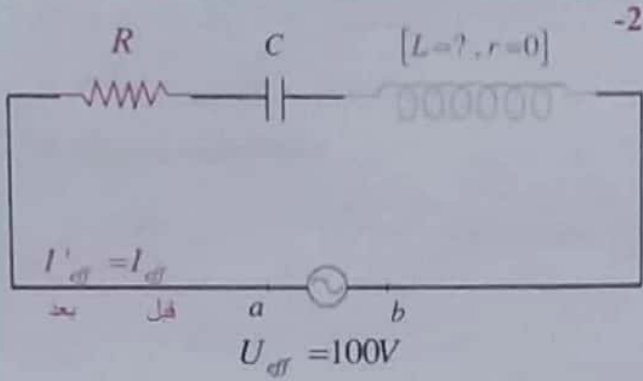
$$C' = \frac{1}{2000\pi} \text{ F}$$

C. حساب $P_{avg} = ?$ في هذه الحالة

(أي في حالة التجلوب الكهربائي)

ملاحظة:

بكل حالة تجلوب كهربائي ناتج عن إجراء تغيير ما بالدائرة ينتج تيار جديد علينا حسابه عند الحاجة.



الحل:

بعد $I_{eff} = I_{eff}'$
 قبل $Z = Z'$
 بعد $Z = Z'$

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

(تربع الطرفين)

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

نحذر 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- تغيير التواتر: مطلوب حساب $f' = ?$ (تواتر جديد)

يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق:

أي $[\varphi=0] \Leftarrow$ حالة تجاوب كهربائي

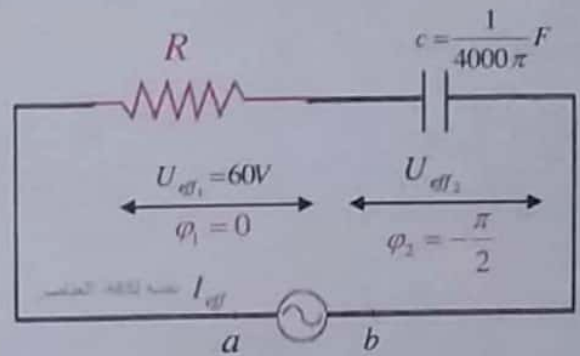
$$X_L' = X_C'$$

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

$$2\pi f' = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{4}{5\pi} \times \frac{1}{4000\pi}}} = \frac{\sqrt{5000}}{2} = 35.35 Hz$$

المسألة السادسة من ص 158 (تشبه دورة 2019+2001+...)



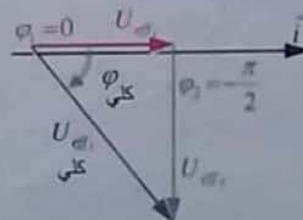
$U_{eff} = 100V$ (مسي)
 $f = 50 Hz$

1- حساب $R = ?$ علما انه $U_{eff1} = 60V$

فكرة الحل:

تقوم بحساب (U_{eff2}) وحساب (X_C) لحساب (I_{eff}) وعندها نستطيع حساب (R) لأن (U_{eff1}) معلوم.

الحل: نحسب $U_{eff2} = ?$ (الأسهل بطريقة إنشاء فرنيل)



$$\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{eff1} + \vec{U}_{eff2}$$

من الشكل وحسب فيثاغورث

$$U_{eff} = U_{eff1} + U_{eff2}$$

$$(100)^2 = (60)^2 + U_{eff2}^2$$

$$U_{eff2}^2 = 10000 - 3600 = 6400 \Rightarrow U_{eff2} = 80V$$

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 $I_{eff} = ?$

$$U_{eff2} = X_C I_{eff}$$

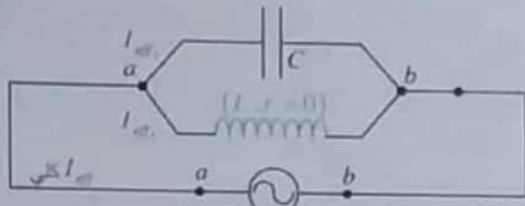
$$I_{eff} = \frac{U_{eff2}}{X_C} = \frac{80}{40} = 2 A$$

لحساب $R = ?$

$$U_{eff1} = R I_{eff}$$

$$R = \frac{U_{eff1}}{I_{eff}} = \frac{60}{2} = 30 \Omega$$

الحل:



$$f = 50 \text{ Hz} \quad U_{\text{eff}} = 100 \text{ Volt}$$

$$I_{\text{eff}_1} \text{ (في فرع التوصيل)} = ?$$

$$U_{\text{eff}} = X_L I_{\text{eff}_1}$$

$$100 = 80 \times I_{\text{eff}_1} \Rightarrow I_{\text{eff}_1} = \frac{100}{80} = 1.25 \text{ A}$$

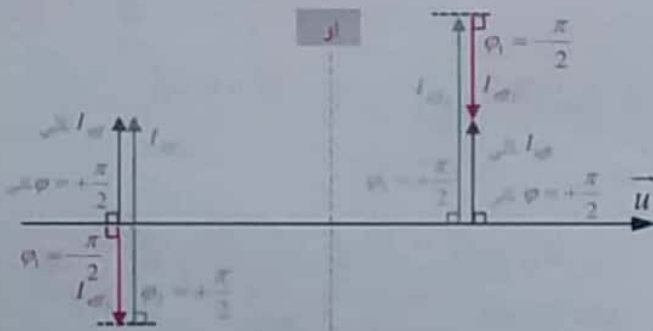
$$I_{\text{eff}_2} \text{ (في فرع المكثف)} = ?$$

$$U_{\text{eff}} = X_C I_{\text{eff}_2}$$

$$100 = 40 \times I_{\text{eff}_2} \Rightarrow I_{\text{eff}_2} = \frac{100}{40} = 2.5 \text{ A}$$

$$I_{\text{eff}} \text{ (كلي)} = ? \text{ باستخدام الشاه فريزل}$$

$$\bar{I}_{\text{eff}_1} \begin{cases} I_{\text{eff}_1} = 1.25 \text{ A} \\ \varphi_1 = -\frac{\pi}{2} \text{ rad} \end{cases}, \bar{I}_{\text{eff}_2} \begin{cases} I_{\text{eff}_2} = 2.5 \text{ A} \\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{2} \text{ rad} \end{cases}$$



$$\bar{I}_{\text{eff}} = \bar{I}_{\text{eff}_1} + \bar{I}_{\text{eff}_2}$$

من الشكل نجد:

$$I_{\text{eff}} = I_{\text{eff}_2} - I_{\text{eff}_1} \Rightarrow I_{\text{eff}} = 2.5 - 1.25 = 1.25 \text{ A}$$

• التابع الزمني للشدة اللحظية في الدارة الخارجية:

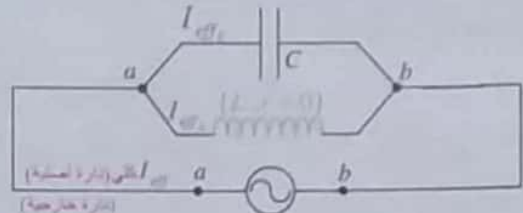
$$\bar{i} = I_{\text{max}} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\varphi = +\frac{\pi}{2} \text{ rad} \text{ من الشكل نجد:}$$

$$I_{\text{max}} = I_{\text{eff}} \sqrt{2} = 1.25 \sqrt{2} \text{ A}$$

$$\bar{i} = 1.25 \sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ A}$$

-4



$$f' = 35.55 \text{ Hz} \quad U_{\text{eff}} = 100 \text{ Volt}$$

ملاحظة: مع هذا الطلب لدينا التواتر الجديد $f' = 35.35 \text{ Hz}$

أثا: لا تستخدم 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:

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

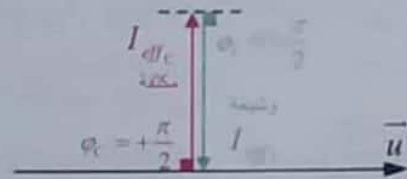
$$X'_C I_{\text{eff}_C} = X'_L I_{\text{eff}_L} \Rightarrow$$

$$X'_C = X'_L \text{ (من الطلب الثالث)}$$

$$I_{\text{eff}_C} = I_{\text{eff}_L}$$

\bar{I}_{eff_C} تيار المكثف متقدم بالطور $\varphi_C = +\frac{\pi}{2}$ عن التوتر.

\bar{I}_{eff_L} تيار الوشعة الصرفة متأخر بالطور $\varphi_L = -\frac{\pi}{2}$ عن التوتر.



$$\bar{I}_{\text{eff}} = \bar{I}_{\text{eff}_C} + \bar{I}_{\text{eff}_L}$$

من الشكل نجد:

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{eff}} &= I_{\text{eff}_C} - I_{\text{eff}_L} \\ I_{\text{eff}_C} &= I_{\text{eff}_L} \text{ ولكن لدينا دارة أصلية} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{\text{eff}} = 0$$

نلاحظ: انعدام التيار في الدارة الخارجية.

و تدعى حالة اختناق التيار (الدارة خائفة للتيار).

طلب إضافي : تدرّب 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 $[f = 50 \text{ Hz}]$ وبذلك تكونقيمة (X_C, X_L) معلومة من الطلب الأول.

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

لربع الطرفين:

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1 I_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\varphi_1 = 0 \text{ rad}$$

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

$$49 - 41 = 40 \cos \varphi_2$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{8}{40} = \frac{1}{5} = 0.2$$

حساب مقاومة الوشيعية ?

$$\cos \varphi_2 = \frac{r}{Z_L} \Rightarrow r = \cos \varphi_2 \times Z_L$$

$$r = 0.2 \times 40 = 8 \Omega$$

$$\cos \varphi = ? \cdot P_{\text{avg}} = ? \quad (4)$$

عامل استطاعة القدرة
مستهلك القدرة

$$P_{\text{avg}} = P_{\text{avg}_1} + P_{\text{avg}_2}$$

$$P_{\text{avg}_1} = I_{\text{eff}_1} U_{\text{eff}} \cos \varphi_1$$

$$\varphi_1 = 0 \text{ rad} \Rightarrow P_{\text{avg}_1} = 4 \times 200 \times 1 = 800 \text{ Watt}$$

طريقة ثانية لحساب $P_{\text{avg}_1} = ?$

تستهلك الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة:

$$P_{\text{avg}_1} = R I_{\text{eff}}^2 \Rightarrow P_{\text{avg}_1} = 50 \times 16 = 800 \text{ Watt}$$

$$P_{\text{avg}_2} = I_{\text{eff}_2} U_{\text{eff}} \cos \varphi_2$$

$$P_{\text{avg}_2} = 5 \times 200 \times \frac{1}{5} = 200 \text{ Watt}$$

$$P_{\text{avg}} = 800 + 200 = 1000 \text{ Watt}$$

حساب $\cos \varphi = ?$

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

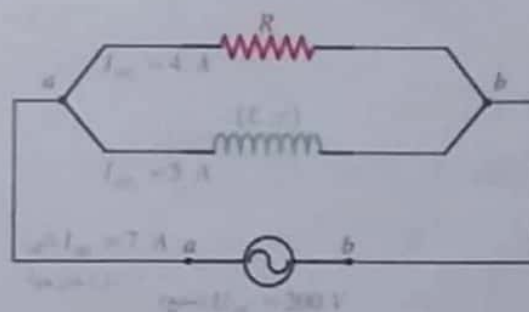
$$1000 = 7 \times 200 \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{5 \times 1000}{7 \times 200} = \frac{5}{7}$$

المسألة الثالثة ص 157 (دورة 1999 + ...)

$$\vec{u} = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t \text{ V}$$

$$\vec{u} = U_{\text{max}} \cos \omega t$$



$$f = ? \cdot U_{\text{eff}} = ? \quad (1)$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 200 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$$

$$Z_L = ? \cdot R = ? \quad (2)$$

$$U_{\text{eff}} = R I_{\text{eff}_1} \Rightarrow 200 = R \times 4 \Rightarrow$$

$$R = \frac{200}{4} = 50 \Omega$$

$$U_{\text{eff}} = Z_L \times I_{\text{eff}_2} \Rightarrow U_{\text{eff}} = Z_L \times 5 \Rightarrow$$

$$Z_L = \frac{200}{5} = 40 \Omega$$

$$(3) \text{ عامل استطاعة الوشيعية } \cos \varphi_2 = ? \cdot r = ? \text{ (وشيعية)}$$

مناقشة:

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

$$Z_L = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$$

لاحظ: لا يمكن حساب (r) لأن (L) ذاتية الوشيعية مجهولة... إذا الطريقة غير مناسبة

لذا: نفكر بطريقة ثانية...

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 $P_{avg_2} = ?$ ، $Z_L = ?$ وكتابة تابع الشدة اللحظية المارة في الوشيعة ؟

$$U_{eff} = Z_L I_{eff_2} \Rightarrow 120 = Z_L \times 10 \Rightarrow Z_L = 12 \Omega$$

$$P_{avg_2} = I_{eff_2} U_{eff} \cos \varphi_2 = 10 \times 120 \times \frac{1}{2} = 600 \text{ Watt}$$

$$\bar{i}_2 = I_{max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff_2} \sqrt{2} = 10\sqrt{2} \text{ A}$$

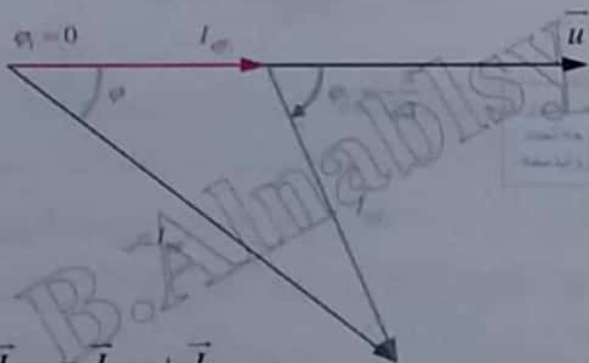
$$\cos \varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{\varphi} = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\bar{i}_2 = 10\sqrt{2} \cos(120\pi t - \frac{\pi}{3}) \text{ A}$$

4- احسب $I_{eff} = ?$ في الدارة السابقة

باستخدام إنشاء فرينل.

$$\bar{I}_{eff_2} \left| \begin{array}{l} I_{eff_2} = 10 \text{ A} \\ \bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3} \text{ rad} \end{array} \right. , \bar{I}_{eff_1} \left| \begin{array}{l} I_{eff_1} = 6 \text{ A} \\ \varphi_1 = 0 \text{ rad} \end{array} \right.$$



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

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

المسألة الرابعة ص 158

$$\bar{u} = 120\sqrt{2} \cos 120\pi t \text{ V}$$

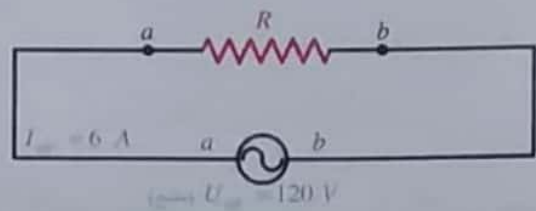
$$\bar{u}_{eff} = U_{max} \cos \omega t$$

$$f = ? , U_{eff} = ? -1$$

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{120\pi}{2\pi} = 60 \text{ Hz}$$

-2



ملاحظة:

مصباح كهربائي ذاتيته مهملة يعامل معاملة ناقل أومي (R)

احسب $R = ?$ ، كتابة تابع الشدة اللحظية.

$$U_{eff} = R I_{eff} \Rightarrow R = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{120}{6} = 20 \Omega$$

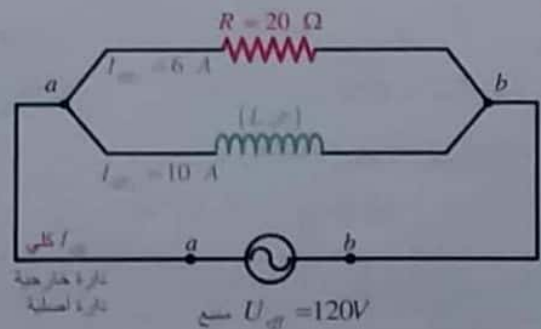
$$\bar{i} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

$\varphi = 0 \text{ rad}$ (وفقا لظهور من تيار وتوتر بين طرفي مقاومة)

$$I_{max} = I_{eff} \sqrt{2} = 6\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\bar{i} = 6\sqrt{2} \cos(120\pi t + 0) \text{ A}$$

-3

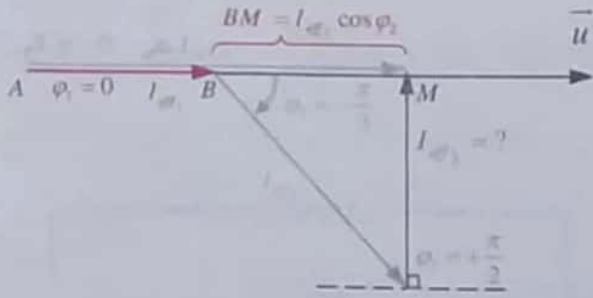


فكرة الحل:

تحسب I_{eff} هندسياً من إنشاء فريزل ثم تحسب $Z_1 = X_c$ ومنها تحسب السعة $C = ?$

$$\bar{I}_{eff_1} \left| \begin{array}{l} I_{eff_1} = ? \\ \varphi_1 = +\frac{\pi}{2} \text{ rad} \end{array} \right. , \bar{I}_{eff_2} \left| \begin{array}{l} I_{eff_2} = ? \\ \varphi_2 = 0 \text{ rad} \end{array} \right.$$

الحل:



من الشكل:

$$\sin \varphi_2 = \frac{I_{eff_2}}{I_{eff_1}} \Rightarrow I_{eff_2} = I_{eff_1} \sin \varphi_2$$

$$I_{eff_2} = I_{eff_1} \sin \frac{\pi}{3} \Rightarrow I_{eff_2} = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \text{ A}$$

$$U_{eff} = X_c I_{eff_2} \Rightarrow 120 = \frac{1}{\omega C} \times 5\sqrt{3}$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{24}{5\sqrt{3}} = \frac{8\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = 8\sqrt{3} \Omega$$

$$C = \frac{1}{120\pi \times 8\sqrt{3}} \text{ F} = \frac{1}{960\pi\sqrt{3}} \text{ F}$$

إضافي:

احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الخارجية (في الدارة الأصلية)

مطلوب حساب $I_{eff} = ?$

الحل:

$$\bar{I}_{eff} = \bar{I}_{eff_1} + \bar{I}_{eff_2} + \bar{I}_{eff_3}$$

من الشكل:

$$I_{eff} = AB + BM$$

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos \varphi_2$$

$$I_{eff} = 6 + 10 \times \frac{1}{2} = 11 \text{ A}$$

ملاحظة: مع الحل الهندسي لا تأخذ إشارة $[\varphi]$ بعين الاعتبار.

$$\cos\left(-\frac{\pi}{3} - 0\right) = \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 36 + 100 + 2 \times 6 \times 10 \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 36 + 100 + 60 = 196 \Rightarrow I_{eff} = 14 \text{ A}$$

ملاحظة: يوجد طريقة ثلثية هي إنشاء مثلث قائم

وتره I_{eff} (كلى)، ويكمل الحل هندسياً.

5- $P_{avg} = ?$ (في حملة الفرع)

$\cos \varphi = ?$ (عامل استطاعة الدارة كلى)

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

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

$$P_{avg_1} = 120 \times 6 \times 1 = 720 \text{ Watt}$$

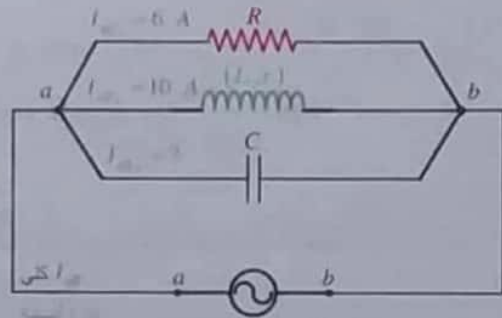
$$P_{avg_2} = 600 \text{ Watt}$$

$$P_{avg} = 720 + 600 = 1320 \text{ Watt}$$

لحساب $\cos \varphi = ?$

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

$$\cos \varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff} I_{eff}} = \frac{1320}{120 \times 14} = \frac{11}{14}$$



6-

مطلوب $C = ?$ ، $I_{eff} = ?$

ليصبح I_{eff} على وفاق بالطور مع التوتر أي $\varphi = 0$

ملاحظة: $\varphi = 0$ (كلى)

بدارة تفرع الحل حصراً مع إنشاء فريزل هندسياً.

اختبر نفسكحل أسئلة الدرس ص 165

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة (دورات سابقة ..)

$$I_{\text{eff}_r} = 18A \quad (\text{a} - 1)$$

$$\mu = \frac{I_{\text{eff}_r}}{I_{\text{eff}_s}} \Rightarrow I_{\text{eff}_r} = 3 \times 6 = 18A$$

الشرح

$$\mu = 2 \quad (\text{a} - 2)$$

الشرح

$$\mu = \frac{U_{\text{eff}_s}}{U_{\text{eff}_r}} = \frac{40}{20} = 2$$

ثانياً: اعط 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 كبير في الاستطاعة المنقولة.

2- تنقل الطاقة الكهربائية بتوتر عدة آلاف من الفولتات

لأن شدة التيار ستخفض وهذا يؤدي إلى خفض

الاستطاعة الضائعة بفعل جول حسب العلاقة

$$[P = R I_{\text{eff}}^2]$$

• 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 حنّاً أعلى للتوترات التي يمكن نقلها عبر خطوط

التوتر، حيث تؤدي التوترات العالية جداً إلى تآكل في

جزيئات الهواء المحيطة بخطوط النقل إلى درجة يصبح معها

الهواء ناقلاً للتيار إلى الأرض أو المنشآت المجاورة وسيؤدي

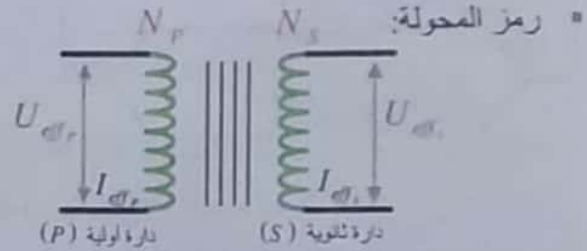
ذلك إلى أذية فعلية لأي كائن حي.

مطومة إضافية: يرفع التوتر في الواقع إلى حوالي

(660000V) في محطات توليد الطاقة الكهربائية في سوريا.

الدرس السادسالمحولات الكهربائية

ما يجب تذكره:



• الرموز المستخدمة:

μ : نسبة التحويل (لا واحدة لها).

U_{eff_r} : التوتر المنتج بين طرفي الأولية.

U_{eff_s} : التوتر المنتج بين طرفي الثانوية.

I_{eff_r} : التيار المنتج المار بالدائرة الأولية.

I_{eff_s} : التيار المنتج المار بالدائرة الثانوية.

N_p : عدد لفات الدائرة الأولية.

N_s : عدد لفات الدائرة الثانوية.

• القوانين المستخدمة لحل المسائل:

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{\text{eff}_s}}{U_{\text{eff}_r}} = \frac{I_{\text{eff}_r}}{I_{\text{eff}_s}}$$

عدد اللفات للوشيعة يتناسب طردياً مع التوتر المنتج المطبق.

عدد اللفات للوشيعة يتناسب عكساً مع الشدة المنتجة

المارة في كلٍ منها.

• مناقشة نسبة التحويل:

$$1. \mu > 1 \Rightarrow$$

$$N_s > N_p \Rightarrow U_{\text{eff}_s} > U_{\text{eff}_r} \quad (I_{\text{eff}_s} < I_{\text{eff}_r})$$

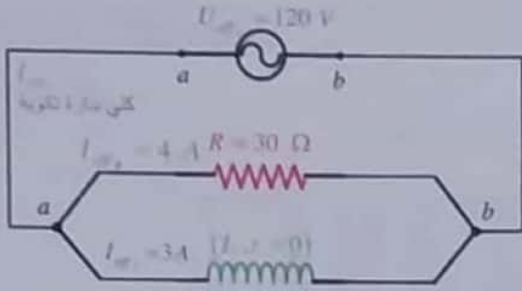
أي: المحولة رافعة للتوتر، (خافضة للتيار)

$$2. \mu < 1 \Rightarrow$$

$$N_s < N_p \Rightarrow U_{\text{eff}_s} < U_{\text{eff}_r} \quad (I_{\text{eff}_s} > I_{\text{eff}_r})$$

أي: المحولة خافضة للتوتر، (رافعة للتيار)

$$\mu = \frac{I_{eff_s}}{I_{eff_p}} \Rightarrow I_{eff_s} = \mu \times I_{eff_p} = 3 \times 4 = 12A$$



مطلوب حساب $X_L = ?$

كتابة التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعية.

$$U_{eff_s} = X_L I_{eff_s} \Rightarrow 120 = X_L \times 3$$

$$X_L = \frac{120}{3} = 40 \Omega$$

لو طلب حساب ذاتية الوشيعية $L = ?$

$$X_L = L\omega = 40\Omega \Rightarrow L = \frac{40}{\omega} = \frac{40}{100\pi} = \frac{4}{10\pi} = \frac{2}{5\pi} H$$

تابع الشدة اللحظية في فرع الوشيعية:

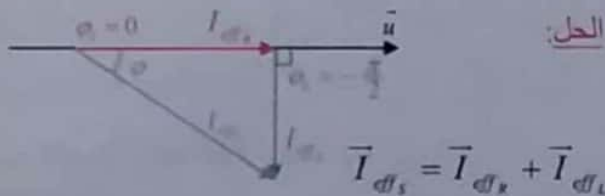
$$\bar{i}_2 = I_{max_2} \cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff_s} \sqrt{2} = 3\sqrt{2} A, \varphi_2 = -\frac{\pi}{2} rad$$

$$\bar{i}_2 = 3\sqrt{2} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) A$$

-5 $I_{eff_s} = ?$ (كلي في الدارة التتوية) باستخدام إنشاء فريزل

$$\bar{I}_{eff_s} \left| \begin{array}{l} I_{eff_R} = 4A \\ \varphi_1 = 0 \end{array} \right., \bar{I}_{eff_L} \left| \begin{array}{l} I_{eff_L} = ? \\ \varphi_2 = -\frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$



$$I_{eff_s}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2 \quad (\text{من الشكل وحسب فيثاغورث})$$

$$I_{eff_s}^2 = 16 + 9 = 25 \Rightarrow I_{eff_s} = 5A$$

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 165 (تشبه دورة 2003 + 2014 + 2016 ...)

$$N_p = 125 \text{ لفة}, N_s = 375 \text{ لفة}$$

$$u_s = 120\sqrt{2} \cos(100\pi t) (V) \quad (\text{بين طرفي التتوية})$$

-1 $\mu = ?$

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} \Rightarrow \mu = \frac{375}{125} = 3 > 1$$

المحولة رافعة للتوتر لأن $[\mu > 1]$

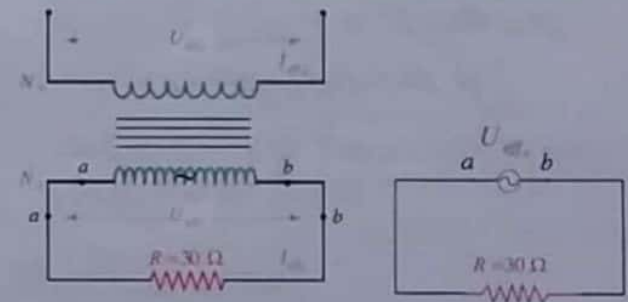
-2 حساب $U_{eff_s} = ?$, $U_{eff_p} = ?$

$$U_{eff_s} = \frac{U_{max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120V$$

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow 3 = \frac{120}{U_{eff_p}} \Rightarrow U_{eff_p} = \frac{120}{3} = 40V$$

-3 مطلوب $I_{eff_s} = ?$

ملاحظة: ننظر إلى الوشيعية في الدارة التتوية 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

$$[I_{eff_p} = ?] \text{ الأولى}$$

• يلزم حساب الاستطاعة الكلية في الدارة الأولية:

$$P_i = I_{eff_r} U_{eff_r}$$

باعتبار عامل الاستطاعة قريب
حداً من الواحد فإن:

$$P_i = 10 \times 400 = 4000 \text{ W}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{النسبة المئوية للاستطاعة} \\ \text{الضائعة في خط النقل} \end{array} \right] = \frac{P'_{\text{ضائعة}}}{P_i \text{ كلية}} \times 100$$

$$= \frac{24}{4000} \times 100 = 0.6 \%$$

2- حساب النسبة المئوية للاستطاعة للضائعة في خط النقل في حال عدم رفع التوتر؟

$$I_{eff} = (I_{eff_r}) = 10 \text{ A} \iff \left[\begin{array}{l} \text{حالة عدم رفع التوتر} \\ \text{عدم وجود محولة} \end{array} \right]$$

• حساب الاستطاعة الضائعة في خط النقل:

$$P' = R I_{eff}^2 \Rightarrow P' = 30 \times (10)^2 = 3000 \text{ W}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{النسبة المئوية للاستطاعة} \\ \text{الضائعة في خط النقل} \end{array} \right] = \frac{P'_{\text{ضائعة}}}{P_i \text{ كلية}} \times 100$$

$$= \frac{3000}{4000} \times 100 = 75 \%$$

3- تبديل خط النقل لتصبح $[R = 5 \Omega]$ ، $I_{eff_s} = 0.89 \text{ A}$

• حساب الاستطاعة الضائعة في خط النقل الجديد:

$$P' = R I_{eff_s}^2 \Rightarrow P' = 5 \times (0.89)^2 \approx 4 \text{ W}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{النسبة المئوية للاستطاعة} \\ \text{الضائعة في خط النقل} \end{array} \right] = \frac{P'_{\text{ضائعة}}}{P_i \text{ كلية}} \times 100$$

$$= \frac{4}{4000} \times 100 = 0.1 \%$$

6- $P_{avg} = ?$ كلي (في الدارة) ، $\cos \varphi = ?$ كلي (عبر الاستطاعة الكلية)

الحل:

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

$$P_{avg_1} = I_{eff_r} U_{eff_s} \cos(0) = 4 \times 120 \times 1 = 480 \text{ W}$$

$$\left[P_{avg_2} = I_{eff_l} U_{eff_s} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow P_{avg_2} = 0 \text{ W} \right]$$

أو تستهلك الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة.

$$P_{avg} = 480 + 0 = 480 \text{ W}$$

لحساب $\cos \varphi$ كلي

$$P_{avg} = U_{eff_s} I_{eff_l} \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{480}{120 \times 5} = \frac{4}{5} = 0.8$$

المسألة الثانية ص 165:

$$\left[\begin{array}{l} I_{eff_r} = 10 \text{ A} \\ U_{eff_r} = 400 \text{ V} \end{array} \right] \iff \left[\begin{array}{l} \text{مولد التيار الكهربائي} \\ \text{المتناوب يربط بالدارة الأولية} \end{array} \right]$$

• بعد رفع التوتر (بواسطة محولة) $U_{eff_s} = 4500 \text{ V}$

• خط النقل مقاومته $R = 30 \Omega$

1- حساب النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل؟

الحل:

• يلزم حساب $I_{eff_s} = ?$

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_r}} = \frac{I_{eff_r}}{I_{eff_s}} \Rightarrow$$

$$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_r} I_{eff_r}}{U_{eff_s}} = \frac{400 \times 10}{4500} = 0.89 \text{ A}$$

• يلزم حسب الاستطاعة الضائعة في خط النقل:

$$P' = R I_{eff_s}^2 = 30 \times (0.89)^2 \approx 24 \text{ W}$$

المسألة الثالثة ص 166:

$$I_{eff}^2 = (10)^2 + (20)^2 + 2 \times 10 \times 20 \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 100 + 400 + 200 = 700$$

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

4- مطلوب حساب I_{eff} = ?

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \Rightarrow \frac{125}{3750} = \frac{I_{eff_p}}{10\sqrt{7}}$$

$$I_{eff_p} = \frac{10\sqrt{7}}{30} = \frac{\sqrt{7}}{3} \text{ A}$$

المسألة الرابعة ص 166

$$U_{eff_p} = 10 \text{ V} \cdot N_p = 125 \text{ لفة} \cdot N_s = 375 \text{ لفة}$$

نصل طرفي الثانوية بمقاومة $R = ?$

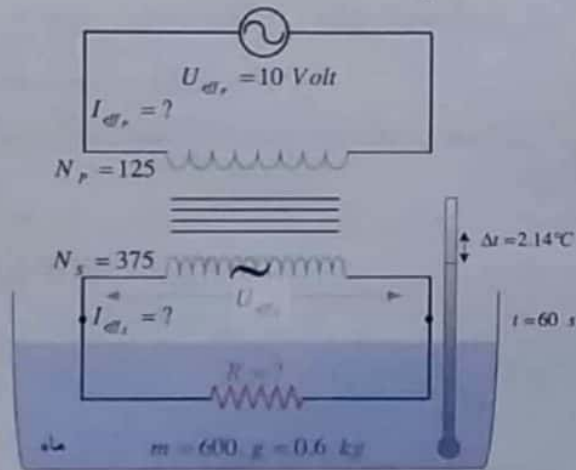
$$m = 600 \text{ g} = 0.6 \text{ kg}$$

(المعادل المائي للمسرر مهمل)

(ارتفاع درجة الحرارة $\Delta t = 2.14^\circ\text{C}$)

(خلال فاصل زمني $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$)

(حرارة كتلية للماء $C = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)



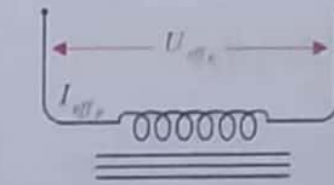
1- $R = ?$

يلزم حساب $U_{eff_s} = ?$

$$\frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{N_s}{N_p} \Rightarrow \frac{U_{eff_s}}{10} = \frac{375}{125} \Rightarrow U_{eff_s} = 30 \text{ V}$$

$$N_p = 3750 \text{ لفة} \cdot N_s = 125 \text{ لفة}$$

$$U_{eff_p} = 3000 \text{ V}$$

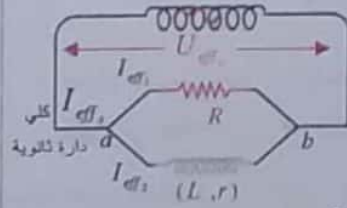


$$P_{avg_1} = 1000 \text{ W}$$

$$P_{avg_2} = 1000 \text{ W}$$

$$\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

لتحريك التيار فرع ثلثي
عن التوتر المطبق



1- مطلوب حساب $I_{eff_1} = ?$

يلزم حساب $U_{eff_1} = ?$

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}}$$

$$\frac{125}{3750} = \frac{U_{eff_s}}{3000} \Rightarrow U_{eff_s} = \frac{3000}{30} = 100 \text{ V}$$

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

$$\varphi_1 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_1} \times 1 \Rightarrow I_{eff_1} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ A}$$

2- مطلوب حساب $I_{eff_2} = ?$

$$P_{avg_2} = U_{eff_s} I_{eff_2} \cos \varphi_2 \quad \left(\bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow \cos \varphi_2 = \frac{1}{2} \right)$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow I_{eff_2} = \frac{2 \times 1000}{100} = 20 \text{ A}$$

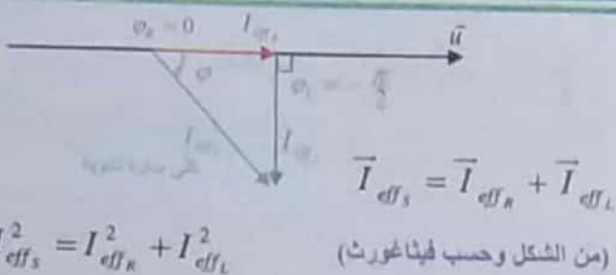
3- مطلوب حساب $I_{eff_3} = ?$

$$\vec{I}_{eff_3} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$$

نربع الطرفين:

$$I_{eff_3}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

$$\cos\left(-\frac{\pi}{3} - 0\right) = \frac{1}{2}$$



$I_{eff_s}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2$

$25 = 9 + I_{eff_L}^2$

$I_{eff_L}^2 = 16 \Rightarrow I_{eff_L} = 4 A$

• كتابة تابع الشدة اللحظية للتيار المار بفرع الوشيعية
 [على اعتبار أن التواتر $f = 50 Hz$]

$i_2 = I_{max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_L)$

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

$I_{max_2} = I_{eff_L} \sqrt{2} = 4\sqrt{2}$, $\bar{\varphi}_L = -\frac{\pi}{2} rad$

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

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)

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

$P_{avg_1} = U_{eff} I_{eff_R} \cos \varphi_R$

$\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos \varphi_R = 1$

$P_{avg_1} = 30 \times 3 \times 1 = 90 W$

$P_{avg_2} = U_{eff} I_{eff_L} \cos \varphi_L$

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

$P_{avg_2} = 30 \times 4 \times 0 = 0$

$P_{avg} = 90 + 0 = 90 W$

حسب مبدأ التوازن الحراري:

$$\left[\begin{array}{l} \text{الطاقة الحرارية التي} \\ \text{يتمصها مسعر بمافيه} \\ \text{خلال الفاصل الزمني} \\ \text{(Δt) نفسه} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{الطاقة الحرارية} \\ \text{المنتشرة عن مرور} \\ \text{التيار في المقاومة خلال} \\ \text{فاصل زمني (Δt).} \end{array} \right]$$

$$m \cdot C \cdot \Delta t = \frac{U_{eff_s}^2}{R} \cdot t$$

$\left\{ \begin{array}{l} E = R I_{eff_s}^2 \cdot t \\ = R I_{eff_s}^2 \cdot 60 \\ \frac{U_{eff_s}^2}{R} \cdot 60 \\ \frac{U_{eff_s}^2}{R} \end{array} \right.$

طاقة حرارية منتشرة (J)

$0.6 \times 4200 \times 2.14 = \frac{(30)^2}{R} \times 60 \Rightarrow R = 10 \Omega$

$I_{eff_R} = ?$, $I_{eff_s} = ?$ -2

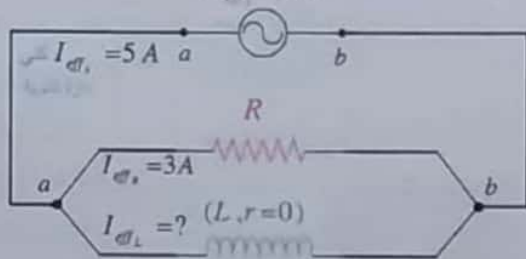
لحساب $I_{eff_s} = ?$ (من دائرة ثلوية)

$U_{eff_s} = R I_{eff_s} \Rightarrow I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R} = \frac{30}{10} = 3 A$

لحساب $I_{eff_R} = ?$

$\frac{I_{eff_R}}{I_{eff_s}} = \frac{N_s}{N_p} \Rightarrow \frac{I_{eff_R}}{3} = \frac{375}{125} \Rightarrow I_{eff_R} = 9 A$

$U_{eff_s} = 30V$ -3



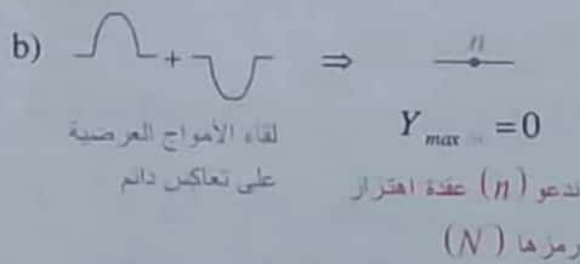
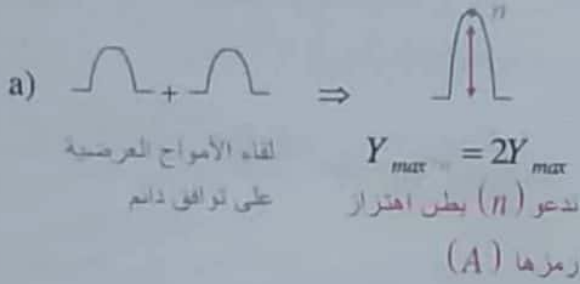
مطلوب حساب:

a- $I_{eff_L} = ?$ باستخدام انشاء فرنيل

$$\vec{I}_{eff_L} \left| \begin{array}{l} I_{eff_L} = ? \\ \varphi_L = -\frac{\pi}{2} \end{array} \right. , \vec{I}_{eff_R} \left| \begin{array}{l} I_{eff_R} = 3A \\ \varphi_R = 0 \end{array} \right. \quad I_{eff_s} = 5A$$

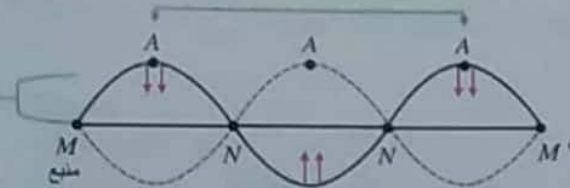
(1) شرح فكرة الدراسة التجريبية للأمواج المستقرة العرضية في وتر ص 170.

$$Y_{max_1} = Y_{max_2}$$



تتذبذب نقاط M و M'

على توافق دائم فيما بينهما



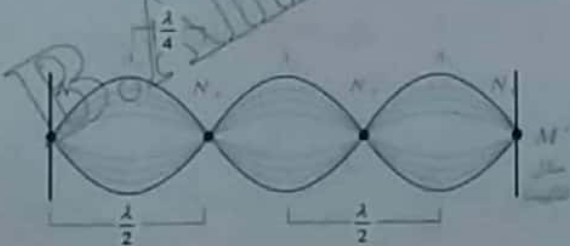
تتذبذب نقاط M و M'

على تعاكس دائم فيما بينهما

- تتذبذب جميع نقاط المعزل الواحد على توافق دائم فيما بينها

(2) سعة الموجة المستقرة: Y_{max}

$$Y_{max} = 2Y_{max} \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right|$$



أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة

I الدرس الأول

الأمواج المستقرة العرضية

تمهيد حادي عشر:

- (1) الحركة الدورية: هي الحركة التي تتكرر مماثلة لنفسها خلال فترات زمنية متساوية.
- (2) دور الحركة: رمزه (T) واحده الثانية (s) وهو أصغر فترة زمنية تلزم لتكرر الحركة نفسها.
- (3) تواتر الحركة: رمزه (f) واحده هرتز (Hz) وهو عدد الأدوار في وحدة الزمن.

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

- (4) طول الموجة (λ): هي المسافة التي يقطعها الاهتزاز خلال دور واحد.

$$\lambda = T v \Rightarrow v = f \lambda$$

- (5) معادلة مطال نقطة (n) من وسط الانتشار في الأمواج المتقدمة:

باعتبار الانتشار يتم في الاتجاه الموجب للمحور x' :

$$\bar{y}_{n(t)} = Y_{max} \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x \right)$$

ملاحظة:

- إذا كان الانتشار يحدث في الاتجاه السالب للمحور x' تصبح معادلة مطال النقطة (n)

$$\bar{y}_{n(t)} = Y_{max} \cos \left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x \right)$$



ما يجب تذكره + فوائد:

ملاحظة:

- تنتج الأمواج المستقرة عن تداخل موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة لهما التواتر نفسه و السعة نفسها

(7) تجربة ملد على نهاية مقلقة:

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \quad (v=f\lambda) \Rightarrow f = (2n-1) \frac{v}{4L} \quad (n=1,2,3,...)$$

▪ $(n=1)$ المبروح الأول (التواتر الأساسي) $\leftarrow (f_1)$

$(2n-1)$ تواترات المبروجات

(مبروجات الصوب الصاصر)

▪ $(n=2)$ $f_2 = 3f_1 \leftarrow$ مبروح ثالث

▪ $(n=3)$ $f_3 = 5f_1 \leftarrow$ مبروح خامس

(8) سرعة التشار اهتزاز عرضي في وتر مشدود بقوة

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad \text{شد } (F_T):$$

μ : الكتلة الخطية ($kg \cdot m^{-1}$) وتُعطى بالعلاقة:

$$\mu = \frac{m(\text{كتلة الوتر})}{L(\text{طول الوتر})} \quad \text{أو} \quad \begin{cases} \mu = \rho s \\ \mu = \rho \pi r^2 \end{cases}$$

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 لخاص (f) تواتر اهتزاز وتر مشدود من الطرفين:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

حيث (n) يمثل عدد المغازل أو رتبة الصوت

(10) لتوليد اهتزاز فيزيائي في سلك نحاسي مشدود بقوة

مناسبة يمر فيه تيار متساوب تواتره (f). نحيط السلك

بمغناطيس نصوي خطوط حقله عمودية على السلك.

يهتز السلك بتجاوب مكون عدد صحيح من المغازل

ويكون لدينا:



$$f = f \quad \text{(تواتر اهتزاز السلك) (تواتر التيار المتساوب)}$$

(3) لتحديد أبعاد عقد الاهتزاز (N) عن النهاية

المقيدة (M'):

$$x = n \frac{\lambda}{2} \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$x=0 \leftarrow n=0$ بعد أول (N_1) من M'

$x = \frac{\lambda}{2} \leftarrow n=1$ بعد عقد ثانية من M'

$x = 2 \frac{\lambda}{2} \leftarrow n=2$ بعد عقد ثالثة من M'

(4) لتحديد أبعاد بطون الاهتزاز (A) عن النهاية

المقيدة (M'):

$$x = (2n+1) \frac{\lambda}{4} \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$x = \frac{\lambda}{4} \leftarrow n=0$ بعد بطون أول (A_1) من M'

$x = 3 \frac{\lambda}{4} \leftarrow n=1$ بعد بطون ثالثة من M'

$x = 5 \frac{\lambda}{4} \leftarrow n=2$ بعد بطون ثالثة من M'

(5) نستنتج مما سبق:

▪ طول المبروج $= \frac{\lambda}{2}$

▪ البعد من بطون إلى بطون يليه $= \frac{\lambda}{2}$

▪ البعد من عقد إلى عقد ثالثة $= \frac{\lambda}{2}$

▪ البعد من عقد إلى بطون يليه $= \frac{\lambda}{4}$

(6) تجربة ملد على نهاية مقيدة:

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad (v=f\lambda) \Rightarrow f = n \frac{v}{2L} \quad (n=1,2,3,...)$$

$n = 1, 2, 3, \dots$

▪ $(n=1)$ المبروح الأول (التواتر الأساسي) $\leftarrow (f_1)$

$n = 1, 2, 3, \dots$ تواترات المبروجات

▪ $(n=2)$ $f_2 = 2f_1 \leftarrow$ مبروح ثالثة

▪ $(n=3)$ $f_3 = 3f_1 \leftarrow$ مبروح ثالثة

الدرس الثاني

الأمواج المستقرة الطولية:

المزامير: مخطط لتحديد الحالة الاهتزازية عند المنبع و عند نهاية المزامير:

<p>ذو نسان عقدة اهتزاز (N)</p>	<p>ذو فم بطن اهتزاز (A)</p>	نوع المنبع
متشابه الطرفين	مختلف الطرفين	متشابه الطرفين
<p>نهاية مغلقة عقدة اهتزاز (N)</p>	<p>نهاية مفتوحة بطن اهتزاز (A)</p>	نهاية المزامير

ملاحظة: أماكن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط ، أماكن عقد الاهتزاز هي بطون للضغط

مزامير مختلفة الطرفين + العود الهوائي لملق	مزامير متشابه الطرفين + العود الهوائي المفتوح
$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow f = (2n - 1) \frac{v}{4L}$ <p>$n = 1, 2, 3, \dots$ عدد صحيح موجب</p> <p>(2n-1) تمثل رتبة الصوت (مروجات الصوت)</p> <p>(n=1) صوت أساسي (f₁) مروج اول اي [2n-1=1]</p> <p>(n=2) (f₂ = 3f₁) مروج ثالث اي [2n-1=3]</p> <p>(n=3) (f₃ = 5f₁) مروج خامس اي [2n-1=5]</p>	$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow f = n \frac{v}{2L}$ <p>$n = 1, 2, 3, \dots$ عدد صحيح موجب</p> <p>(n) تمثل رتبة الصوت (مروجات الصوت)</p> <p>(n=1) صوت أساسي (f₁) مروج اول</p> <p>(n=2) (f₂ = 2f₁) مروج ثاني</p> <p>(n=3) (f₃ = 3f₁) مروج ثالث</p>

ملاحظات: 1- صوتان متوافقان أي لهما نفس التواتر (نفس الصوت = نفس التواتر)

2- علاقة تربط بين سرعة انتشار الصوت في غاز مع درجة حرارته المطلقة (T) (كلفن)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

طوبى

$$T = 273 + t$$

مطلقة (كلفن) درجة مئوية

3- علاقة تربط بين سرعة انتشار الصوت في غازين مختلفين مع كثائتيهما (D₁, D₂) بالنسبة للهواء:

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$

عكس

الكثافة الغازية المولية (كثافة مولية) D = M / 29

كثافة غاز النسبة للهواء

4- الغاز نفسه مع نفس درجة الحرارة ← السرعة نفسها

5- التسخين يزيد درجة الحرارة ← تزداد السرعة ← تتغير λ

$$f = \frac{v}{2L} \quad (a \quad -10)$$

$$(f = \frac{nv}{2L} \text{ (ن-1 مود-نفسى)} \Rightarrow f = \frac{v}{2L} \text{ (الشرح)})$$

$$(b \quad -11) \text{ بطن اهتزاز}$$

$$L = 2L' \quad (b \quad -12)$$

شرح: صوت أساسي ($n=1$)

موافقاً للصوت الأساسي \leftarrow له نفس التواتر f

$$\left. \begin{aligned} f &= n \frac{v}{2L} \\ f &= (2n-1) \frac{v}{4L'} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v}{2L} = \frac{v}{4L'} \Rightarrow L = 2L'$$

$$1305 \text{ Hz} \quad (d \quad -13)$$

$$(f_2 = 3f_1 \Rightarrow f_2 = 3 \times 435 = 1305 \text{ Hz} \text{ (الشرح)})$$

$$435 \text{ (a} \quad -14)$$

$$(L = n \frac{\lambda}{2} = n \frac{v}{2f} \Rightarrow v = \frac{2fL}{n} \text{ (الشرح)})$$

($n=4$) حيث n عدد المغازل

$$v = \frac{2 \times 435 \times 2}{4} = 435 \text{ m s}^{-1}$$

$$v_1 = 4v_2 \quad (b \quad -15)$$

$$\frac{v_{1(H_2)}}{v_{2(O_2)}} = \sqrt{\frac{D_{O_2}}{D_{H_2}}} = \sqrt{\frac{\frac{M_{O_2}}{29}}{\frac{M_{H_2}}{29}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4$$

$$v_{1(H_2)} = 4v_{2(O_2)}$$

(b) -16 مثلى المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين

ثانياً اجاب عن الاسئلة الآتية:

1- هام عدة دورات (2006 + 2013 + 2015 + 2017 + ...)

$$y_{n(t)} = 2y_{\max} \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \sin \omega t$$

(سعة الموجة المستقرة في n)

$$\text{سعة الاهتزاز} \quad y_{(\max/n)} = 2y_{\max} \left| \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \right|$$

اختبر نفسي



حل أسئلة الدرس ص 192:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

$$(b \quad -1) \quad \frac{\lambda}{2}$$

$$(b \quad -2) \quad \varphi = \pi \text{ (ملاحظة: إذا كانت النهاية طليقة: } \varphi = 0)$$

$$(a \quad -3) \quad 4L \text{ (الشرح: } L = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L)$$

$$(c \quad -4) \quad 2v \text{ (الشرح: } v' = \sqrt{\frac{4F_t}{\mu}} = 2v)$$

$$(b \quad -5) \quad \mu \text{ (الشرح: } \mu' = \frac{\frac{1}{2}m}{\frac{1}{2}L} = \frac{m}{L} = \mu)$$

لا تتغير الكتلة الخطية للوتر إذا أقصنا من طوله

$$(c \quad -6) \quad 200 \text{ cm} \text{ (الشرح: } L = 3 \frac{\lambda}{4} = 150 \Rightarrow \lambda = 200 \text{ cm)}$$

$$(b \quad -7) \quad L = \frac{\lambda}{2}$$

$$(L = n \frac{\lambda}{2} \text{ (ن-1 مود-نفسى)} \Rightarrow L = \frac{\lambda}{2} \text{ (الشرح)})$$

$$(a \quad -8) \quad L = \frac{\lambda}{4}$$

$$(L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \text{ (ن-1 مود-نفسى)} \Rightarrow L = \frac{\lambda}{4} \text{ (الشرح)})$$

$$(b \quad -9) \quad v_1 = 2v_2 \text{ (الشرح: لدينا } r_2 = 2r_1)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{F_t}{\mu_2}}}{\sqrt{\frac{F_t}{\mu_1}}} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = \sqrt{\frac{\rho s_1}{\rho s_2}} = \sqrt{\frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}} = \sqrt{\frac{r_1^2}{4r_1^2}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_1 = 2v_2$$

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \quad \lambda = \frac{v}{f} \quad L = (2n-1) \frac{v}{4f}$$

$$f = (2n-1) \frac{v}{4L}$$

حيث $n=1,2,3,\dots$ عدد صحيح موجب.

3- الحل:

a- تبديل الرقعة مع نفس النقل:

ملاحظة: النقل 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 النقل مع نفس الرقعة:

$$f = f$$

$$\frac{n}{2L} \sqrt{\frac{w}{\mu}} = \frac{n'}{2L} \sqrt{\frac{w'}{\mu}}$$

$$3\sqrt{w} = 2\sqrt{w'} \Rightarrow 9w = 4w'$$

$$9mg = 4m'g \Rightarrow m' = \frac{9}{4} m$$

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 يرسم على الشاشة خط بياني بسعة عظمية فيكون أصغر طول للهوائي المستقبل مساوياً $\frac{\lambda}{4}$.

• نكشف عن الحقل المغناطيسي \vec{B} بواسطة حلقة نحاسية عمودية على \vec{B} فيولد فيها توتراً نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يختارها.

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

5- الحل:

$$n\sqrt{F_T} = f \times 2L \sqrt{\mu} = const$$

[تغير قوة الشد فقط \leftarrow أي (f) تواتر الرقعة نفسه لم يتغير]

• عقد الاهتزاز (N): نقاط سعة الاهتزاز معدومة دوماً

$$Y_{\max/n} = 0 \xrightarrow{\text{نعوض (*)}} \sin \frac{2\pi x}{\lambda} = 0 \Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = n\pi$$

$$x = n \frac{\lambda}{2}$$

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$n=0 \leftarrow x=0$ 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 عظمية دوماً.

$$Y_{\max/n} = 2Y_{\max} \xrightarrow{\text{نعوض (*)}} 2Y_{\max} = 2Y_{\max} \sin \frac{2\pi x}{\lambda}$$

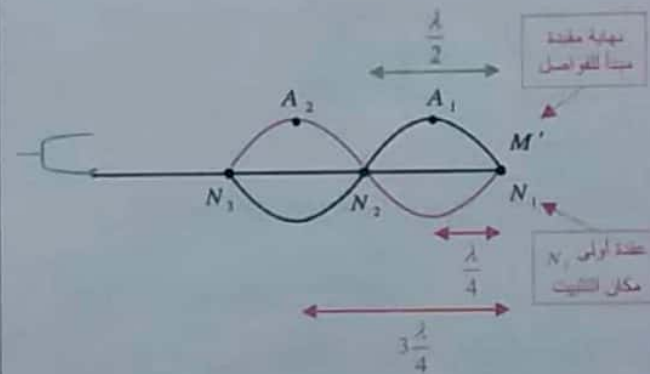
$$\Rightarrow \sin \left| \frac{2\pi x}{\lambda} \right| = 1 \Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = (2n+1) \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow x = (2n+1) \frac{\lambda}{4}$$

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$n=0 \leftarrow x=\frac{\lambda}{4}$ 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 +)

• تجعل مزماراً ذا لسان مختلف الطرفين من الناحية

الاهتزازية لجعل نهاية المزمار مفتوحة

• بما أن المزمار مختلف الطرفين فيكون طول المزمار

(L) يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة.

المسألة الثانية: ص 194

أنبوب صوتي مختلف الطرفين

صوت أساسي $n=1$ ، $f = 435 \text{ Hz}$

مطلوب ما تواترات الأصوات الثالثة المتتالية؟

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L = (2n-1) \frac{v}{4f}$$

$$f = (2n-1) \frac{v}{4L}$$

صوت أساسي [مدرج أول] $n=1$

$$f_1 = (2 \times 1 - 1) \frac{v}{4L} \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4L} = 435 \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow f = (2n-1)f_1 \Rightarrow f = (2n-1) \times 435$$

$$n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$n=2 \Rightarrow f_2 = (2 \times 2 - 1) \times 435 = 3 \times 435$$

$$f_2 = 1305 \text{ Hz} \quad \text{المدرج الثالث}$$

$$n=3 \Rightarrow f_3 = (2 \times 3 - 1) \times 435 = 5 \times 435$$

$$f_3 = 2175 \text{ Hz} \quad \text{المدرج الخامس}$$

$$n=4 \Rightarrow f_4 = (2 \times 4 - 1) \times 435 = 7 \times 435$$

$$f_4 = 3045 \text{ Hz} \quad \text{المدرج السابع}$$

المسألة الثالثة ص 194 (تشبه دورة 2007)صوت أساسي $(n=1)$ ، $f = 250 \text{ Hz}$

مطلوب $f' = ?$ عندما $L' = \frac{L}{2}$ ، $F_T' = 2F_T$

الحل:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

 $(n=1)$ (صوت أساسي)

$$f' = \frac{1}{2L'} \sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} = \frac{1}{2 \times \frac{L}{2}} \sqrt{\frac{2F_T}{\mu}}$$

$$f' = 2\sqrt{2} \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f' = 2\sqrt{2} f \quad \text{(خير متحد)}$$

$$f' = 2\sqrt{2} \times 250 = 500\sqrt{2} \text{ Hz} = 707 \text{ Hz}$$

ملاحظة: (μ) لا تتغير لو أنقصنا طول الوتر

لا تتغير لو غيرنا قوة الشد

للاحظ أن عدد المغازل (n) يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر.

إذا: لزيادة عدد المغازل (n) علينا إنقاص قوة شد الوتر (F_T)

إضافي: سؤال خبير متحد هم جدا:

أوجد العلاقة بين قوتي الشد (F_T', F_T)

$$f = f'$$

$$\frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n'}{2L} \sqrt{\frac{F_T'}{\mu}}$$

[تغير قوة الشد لا يغير μ]

$$3\sqrt{F_T} = 5\sqrt{F_T'}$$

$$9F_T = 25F_T' \Rightarrow F_T' = \frac{9}{25} F_T$$

** غلط ما يمشي:

1- في الأمواج المستقرة العرضية لا يحدث انتقال للطاقة لأن الأمواج الواردة والأمواج المنعكسة تنقل الطاقة في اتجاهين متعاكسين فيحدث توزيع جديد للطاقة بحيث عند البطن تكون الطاقة عظمى وعند العقدة الطاقة معدومة.

2- لأن نقاط الوسط تهتز مراوحة في مكانها فتأخذ شكلاً ثابتاً وتظهر كأنها ساكنة.

3- يهتز البطن الأول والبطن الثالث التالي على توافق فيما بينهما لأنه تهتز نقاط مغزلين متجاورين على تعاكس بالطور فيما بينهما.

4- يهتز البطن الأول والبطن الثالث التالي على توافق فيما بينهما لأنه تهتز نقاط مغزلين متجاورين على تعاكس بالطور فيما بينهما.

5- 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.

7- 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**

$$v = 331 \text{ m.s}^{-1} \quad t = 0^\circ \text{C}$$

مطلوب حساب $v' = ?$ عند الدرجة $t' = 27^\circ \text{C}$

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{\frac{t'+273}{t+273}} = \sqrt{\frac{27+273}{0+273}}$$

$$\frac{v'}{331} = \sqrt{\frac{300}{273}} \Rightarrow v' = 331 \times 1.048 \approx 347 \text{ m.s}^{-1}$$

المسألة السابعة ص 195 (تشبه دورة 2013)

$$f = 30 \text{ Hz} \quad L = 2 \text{ m}$$

$$-1 \quad m = ? \quad (مكتة الحديد) \quad F_T = 7.2 \text{ N} \quad n = 1 \quad (\text{مغزل واحد})$$

طريقة أولى:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

$$f^2 = \frac{n^2}{4L^2} \times \frac{F_T L}{m} \Rightarrow m = \frac{n^2 \times F_T}{4L \times f^2}$$

$$m = \frac{1 \times 7.2}{4 \times 2 \times 900} = \frac{72}{8 \times 9000} = 10^{-3} \text{ Kg}$$

$$L = n \frac{\lambda}{2} = \frac{nv}{2f} \Rightarrow v = \frac{2fL}{n} \quad \text{طريقة ثانية:}$$

$$v = \frac{2 \times 30 \times 2}{1} = 120 \text{ m s}^{-1}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow v^2 = \frac{F_T}{\mu} \Rightarrow \mu = \frac{F_T}{v^2}$$

$$\mu = \frac{7.2}{144 \times 10^2} = \frac{72}{144 \times 10^3} = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \text{ Kg m}^{-2}$$

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow m = \mu L = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \times 2 = 10^{-3} \text{ Kg}$$

$$-2 \quad F_{T_1} = ? \quad \text{من أجل } (n=2) \text{ مغزل}$$

$$F_{T_2} = ? \quad \text{من أجل } (n=3) \text{ مغزل}$$

مع نفس الرنانة \Leftarrow أي نفس التواتر (f)

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T \times L}{m}}$$

$$\bullet \quad n=2 \Rightarrow 30 = \frac{2}{2 \times 2} \sqrt{\frac{F_{T_1} \times 2}{10^{-3}}}$$

$$900 = \frac{1}{4} \times \frac{F_{T_1} \times 2}{10^{-3}} \Rightarrow F_{T_1} = 1800 \times 10^{-3} = 1.8 \text{ N}$$

$$\bullet \quad n=3 \Rightarrow 30 = \frac{3}{2 \times 2} \sqrt{\frac{F_{T_2} \times 2}{10^{-3}}}$$

$$100 = \frac{1}{16} \times \frac{F_{T_2} \times 2}{10^{-3}} \Rightarrow F_{T_2} = 800 \times 10^{-3} = 0.8 \text{ N}$$

المسألة الرابعة ص 194عمود هوائي مغلق (أنبوب مختلف الطرفين) $f = 440 \text{ Hz}$
مطلوب $L_1 = ?$ (الذي يحدث عنده الرنين الأول)

(أو بطول يسمع أعلى صوت للسرعة الأولى)

$$\text{حيث } v = 340 \text{ m s}^{-1}$$

$$\left. \begin{array}{l} L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \\ n=1 \quad \text{الرنين الأول} \end{array} \right\} \Rightarrow L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{v}{4f}$$

$$L_1 = \frac{340}{4 \times 440} = \frac{34}{4 \times 44} = 0.19 \text{ m}$$

المسألة الخامسة ص 195عمود رنين مغلق ، $f = 445 \text{ Hz}$ $L = 110 \text{ cm} = 1.1 \text{ m}$ (البعد بين صوتين شديدين متتاليين)مطلوب حساب $v = ?$ (سرعة انتشار الصوت)

الحل:

$$\frac{\lambda}{2} = \text{البعد بين صوتين شديدين متتاليين}$$

$$\Rightarrow L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = \frac{v}{2f} \Rightarrow v = 2fL$$

$$v = 2 \times 445 \times 1.1 = 979 \text{ m s}^{-1}$$

المسألة السادسة ص 195حساب $f = ?$ صوت أساسي $(n=1)$

$$L = 0.7 \text{ m} \quad m = 7 \text{ g} = 7 \times 10^{-3} \text{ kg} \quad F_T = 49 \text{ N}$$

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \mu = \frac{7 \times 10^{-3}}{7 \times 10^{-1}} = 10^{-2} \text{ kg m}^{-1}$$

$$f = \frac{1}{2 \times 7 \times 10^{-1}} \sqrt{\frac{49}{10^{-2}}}$$

$$f = \frac{1}{2 \times 7 \times 10^{-1}} \times \frac{7}{10^{-1}} = \frac{100}{2} = 50 \text{ Hz}$$

2- المدروج الثالث $\leftarrow (2n-1) = 3$

$$f = 3 \times \frac{330}{4 \times 2} = 3 \times 41.25 = 123.75 \text{ Hz}$$

حالة ثانية: العمود الهوائي مفتوح (متشابه الطرفين)

$$L = n \frac{\lambda}{2}, \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

$$L = n \frac{v}{2f} \Rightarrow f = \frac{nv}{2L}$$

1- صوت أساسي: $n = 1$

$$f = \frac{1 \times 330}{2 \times 2} = 82.5 \text{ Hz}$$

2- المدروج الثالث: $n = 3$

$$f = \frac{3 \times 330}{2 \times 2} = 3 \times 82.5 = 247.5 \text{ Hz}$$

المسألة العاشرة ص 195 (تشبه تورة 2013 + 2015 + ...)

$$L = 1 \text{ m}, \quad m = 20 \text{ g} = 20 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$F_T = 2 \text{ N}$$

1- $v = ?$ (سرعة انتشار الاهتزاز على طول الوتر)

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{m}{L} \quad \text{لحساب } \mu$$

$$\mu = \frac{2 \times 10^{-2}}{1} = 2 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

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

$$f = n \frac{v}{2L} \quad \text{2- } f_1 = ? \text{ (تواتر الصوت الأساسي)}$$

تواتر الصوت الأساسي: $n = 1$ (المدرج الأول)

$$f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{10}{2 \times 1} = 5 \text{ Hz}$$

3- التواترات الخاصة لمدرجاته الثلاثة الأولى:

$$f_1 = 5 \text{ Hz} \quad \text{لدينا المدروج الأول:}$$

المسألة الثامنة ص 195:

حساب $v = ?$

$$2r = 0.1 \text{ mm} = 0.1 \times 10^{-3} = 10^{-4} \text{ m}$$

$$r = \frac{1}{2} \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-5} \text{ m}, \quad D = 8, \quad F_T = 100\pi \text{ N}$$

تذكر

$$\mu = \frac{m}{\ell} = \rho s$$

$$s = \pi r^2$$

فائدة

$$D = \frac{\rho_{\text{جسم}}}{\rho_{\text{ماء}}}$$

$$\rho = 1000 \text{ Kg m}^{-3}$$

$$D = \frac{\rho_{\text{وتر}}}{\rho_{\text{ماء}}} \Rightarrow \rho_{\text{وتر}} = D \times \rho_{\text{ماء}}$$

$$\rho_{\text{وتر}} = 8 \times 1000 = 8 \times 10^3 \text{ Kg m}^{-3}$$

لحساب $\mu = ?$

$$\mu = \rho s \Rightarrow \mu = \rho \pi r^2$$

$$\mu = 8 \times 10^3 \times \pi \times 25 \times 10^{-10} = 2\pi \times 10^{-5} \text{ kg m}^{-2}$$

لحساب $v = ?$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{100\pi}{2\pi \times 10^{-5}}} = \sqrt{5 \times 10^6}$$

$$v = \sqrt{5} \times 10^3 \text{ m s}^{-1} = 2236 \text{ m s}^{-1}$$

المسألة التاسعة ص 195

$$v = 330 \text{ m s}^{-1}$$

1- $f = ?$ (صوت أساسي $n = 1$)، $L = 2 \text{ m}$ (عمود هوائي)

2- $f = ?$ للمدرج الثالث.

حالة أولى: العمود الهوائي مغلق (مختلف الطرفين)

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4}, \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

$$L = (2n-1) \frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1) \frac{v}{4L}$$

1- صوت أساس $n = 1$

$$f = (2 \times 1 - 1) \frac{330}{4 \times 2} = \frac{165}{4} = 41.25 \text{ Hz}$$

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

عمود هوائي مطلق طوله (L)	وتر كمان طوله (L)
f_2 تواتر أساسي (n=1)	f_1 تواتر أساسي (n=1)
(v) سرعة انتشار الصوت في الهواء	(m) كتلة الوتر

مطلوب استنتاج علاقة (F_T) قوة شد الوتر بدلالة

$$[v, L, m] \text{ عندما } f_1 = f_2$$

الحل:

$$\bullet f_1 = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}, \mu = \frac{m}{L}, n=1 \text{ (وتر الكمان)}$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{m}} \Rightarrow f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T \cdot L}{m}}$$

$$\bullet L = (2n-1) \frac{\lambda}{4}, \lambda = \frac{v}{f}, n=1 \text{ (عمود هوائي مطلق)}$$

$$\Rightarrow L = \frac{v}{4f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{v}{4L}$$

لكن: (عمود هوائي) $f_1 = f_2$ (وتر)

$$\frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T \cdot L}{m}} = \frac{v}{4L} \Rightarrow \sqrt{\frac{F_T \cdot L}{m}} = \frac{v}{2}$$

تربيع الطرفين

$$\frac{F_T \cdot L}{m} = \frac{v^2}{4} \Rightarrow F_T = \frac{mv^2}{4L}$$

المدرج الثاني (n=2)

$$f_2 = 2 \frac{v}{2L} = 2f_1 \Rightarrow f_2 = 2 \times 5 = 10 \text{ Hz}$$

المدرج الثالث (n=3)

$$f_3 = 3 \frac{v}{2L} = 3f_1 \Rightarrow f_3 = 3 \times 5 = 15 \text{ Hz}$$

ملاحظة:

لو كان الطلب: التواترات الخاصة لمدرجاته الثلاثة التالية للمدرج الأساسي، عندها نكمل الحل:

المدرج الرابع (n=4)

$$f_4 = 4 \frac{v}{2L} = 4f_1 \Rightarrow f_4 = 4 \times 5 = 20 \text{ Hz}$$

المسألة الحادية عشر ص 195

تشبه دورة (2004+2013+2016+...)

مزمار متشابه الطرفين. $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$, $L = 1 \text{ m}$

$$f = 170 \text{ Hz} \leftarrow \text{ملاحظة تم تعديل الرقم}$$

1- عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمارة = ؟

$$\text{عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمارة} = \frac{L}{\lambda} \text{ (طول المزمارة) / (طول موجة واحدة)}$$

نحسب طول الموجة $\lambda = ?$

$$v = f \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} = 2 \text{ m}$$

$$\frac{L}{\lambda} = \frac{1}{2}$$

عدد أطوال الموجة:

2- $L' = ?$ (طول مزمار آخر مختلف الطرفين)

صوت أساسي (n=1) موافقاً للصوت السابق \leftarrow له نفس التواتر في درجة الحرارة نفسها \leftarrow (نفس السرعة)

$$L' = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L' = (2n-1) \frac{v}{4f}$$

بما أن الصوتان متوافقان أي لهما نفس التواتر ($f = f'$)

$$L' = (2 \times 1 - 1) \frac{340}{4 \times 170} = \frac{1}{2} m$$

$$v = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times e^2}{m_e r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times (16 \times 10^{-20})^2}{9.1 \times 10^{-31} \times 0.53 \times 10^{-10}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 256 \times 10^{-40}}{9.1 \times 10^{-31} \times 53 \times 10^{-12}}} = 2.19 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

نلاحظ أن ($c \gg v$) وعندها تكون ($m = m_0, \gamma = 1$) أي يمكن إهمال التغير في كتلة الكترون والاعتماد على قوانين الميكانيك الكلاسيكي.

3- حساب $f = ?$

$$v = \omega \times r = \frac{2\pi}{T} \times r \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi r}$$

$$f = \frac{7.19 \times 10^6}{2\pi \times 53 \times 10^{-12}} = 65 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

المسألة الثانية ص 208:

مطلوب حساب $\lambda = ?$ ، $\Delta E = ?$

$$E_3 = -1.51 \text{ eV} \quad E_2 = -3.4 \text{ eV}$$

$$\Delta E = E_2 - E_3 \quad \text{الحل:}$$

$$\Delta E = (-3.4) - (-1.51) = -1.89 \text{ eV}$$

ملاحظة للتحويل من $eV \leftarrow J$
نضرب بشحنة الكترون 1.6×10^{-19}

$$\Delta E = -1.89 \times 1.6 \times 10^{-19} = -3.024 \times 10^{-19} \text{ J}$$

وهذا يمثل مقدار النقص في طاقة الكترون نتيجة انتقاله من $E_2 \leftarrow E_3$

• وبذلك تكون الطاقة المنطلقة:

$$\Delta E = +3.024 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{لحساب } \lambda = ?$$

$$\Delta E = hf = h \frac{c}{\lambda} \quad (c = f \lambda)$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} \Rightarrow \lambda = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.024 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda = 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

I الدرس الأول

النماذج الذرية والطيوف

اختبر نفسي

حل أسئلة الدرس ص 207:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

- 1- (a) تمتص طاقة
- 2- (d) يصبح ذو طاقة معدومة
- 3- (a) تزداد
- 4- (a) الإلكترون من سوية طاقة إلى سوية طاقة أخفض
- 5- (c) تمتص جزءاً من طاقة الإشعاع مطابقاً لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين.

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 208:

$$r = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$F_E = ? \quad -1$$

$$F_E = K \frac{e^2}{r^2} \Rightarrow F_E = 9 \times 10^9 \frac{e^2}{r^2}$$

$$F_E = 9 \times 10^9 \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.53 \times 10^{-10})^2} = 82 \times 10^{-9} \text{ N}$$

ملاحظة: لحساب $k = ?$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi \times \frac{1}{36\pi \times 10^9}} = 9 \times 10^9$$

$$v = ? \quad -2$$

$$F_E = F_c$$

$$9 \times 10^9 \frac{e^2}{r^2} = m_e a_c$$

$$9 \times 10^9 \frac{e^2}{r^2} = m_e \frac{v^2}{r}$$

المسألة الثالثة : ص 208

4- $n_1 = 1$ (سوية أساسية) ، $n_2 = ?$

$f = 2.91 \times 10^{15} \text{ Hz}$

حساب الرقم (n) للسوية التي تتواجد فيها الذرة بعد الامتصاص (علماً أن ثابت بلانك $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)

$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$

$\Delta E = E_2 - E_1 \Rightarrow \Delta E = -\frac{E_0}{n_2^2} + \frac{E_0}{n_1^2}$

$\Delta E = E_0 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow$
 $E_0 = 13.6 \text{ eV}$

$\Delta E = 13.6 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \text{ (eV)} \quad (*)$

$\Delta E = hf$ ولنبينا:

$\Delta E = 6.63 \times 10^{-34} \times 2.91 \times 10^{15} = 19.4933 \times 10^{-19} \text{ J}$

للتحويل من جول الى (eV) نقسم على شحنة الالكترون

$\Delta E = \frac{19.4933 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 12.13 \text{ eV}$

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 المنشور فيتبدد ضوء الشمس الأبيض إلى ألوان الطيف المرئي السبعة من الأحمر إلى البنفسجي ، (وهو طيف مستمر)

1- تعديل الطلب: احسب النسبة بين قوة الجذب الكتلتي للبروتون المؤثرة في الكترون والقوة الكهربائية التي تجذب بها النواة الالكترون.....

الحل

1- $F_1 = ?$ ▲ قوة الجذب الكتلتي للبروتون المؤثر في الالكترون
 F_2 ▼ القوة الكهربائية التي تجذب بها النواة الالكترون

$F_1 = G \frac{m_p m_e}{a^2}$
 $F_2 = k \frac{e^2}{a^2}$ } $\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{G \times m_p \times m_e}{k e^2}$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.67 \times 10^{-27} \times 9.1 \times 10^{-31}}{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2} = 10^{-39}$

نلاحظ أن $F_2 \gg F_1$ لذا تهمل قوة الجذب الكتلتي أمام قوة الجذب الكهربائي.

2- $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ } $\Rightarrow E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6 \text{ eV}$
 $n = 1$ (سوية أساسية)

$E_1 = -13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} = -21.76 \times 10^{-19} \text{ J}$

<p>E ↑ (eV)</p> <p>$n = \infty$ ● 0</p> <p>$n = 5$ ● -0.54</p> <p>$n = 4$ ● -0.85</p> <p>$n = 3$ ● -1.51</p> <p>$n = 2$ ● -3.4</p> <p>$n = 1$ ● -13.6</p>	<p>$E_1 = -13.6 \text{ eV}$</p> <p>$E_2 = -\frac{13.6}{(2)^2} = -3.4 \text{ eV}$</p> <p>$E_3 = -\frac{13.6}{(3)^2} = -1.51 \text{ eV}$</p> <p>$E_4 = -\frac{13.6}{(4)^2} = -0.85 \text{ eV}$</p> <p>$E_5 = -\frac{13.6}{(5)^2} = -0.54 \text{ eV}$</p>	<p>3-</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

اختبر نفسك

حل أسئلة الدرس ص 216:

أولاً: اجب عن الأسئلة الآتية:

1- الحواب: لا يمكن 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 الإلكترون يجب تقديم طاقة تدعى طاقة التاين وهي تساوي طاقة ارتباطه بالنواة.

• انتزاع الإلكترون من سطح المعدن: هي الطاقة اللازم تقديمها للإلكترون الحر لإخراجه خارج سطح المعدن.

3- الحواب: 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_p)

ثانياً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

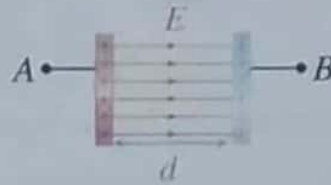
- 1- (c) يقفز من سوية أدنى (دنيا) إلى سوية أعلى (عليا).
2- (d) تحقق C بالإضافة لعدم اصطدامه بأي جسيم أثناء خروجه من السطح.

الدرس الثاني

انتزاع الكترونات وتسريعها

ما يجب تذكره + قوانين للحفظ:

1- مكثفة مستوية البعد بين لبوسيتها (d) و فرق الكمون بين لبوسيتها U_{AB} :



يتولد بين لبوسيتها حقل كهربائي (\vec{E}) شدته تعطى بالعلاقة:

$$E = \frac{U_{AB}}{d} \Rightarrow U_{AB} = Ed$$

2- شدة القوة الكهربائية المؤثرة على الإلكترون (e) الموجود في منطقة يسودها حقل كهربائي (E) تعطى بالعلاقة:

$$F = eE$$

كهربائية

ملاحظة:

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

$q > 0 \Rightarrow \vec{F}, \vec{E}$ (لهما نفس الجهة)

$q < 0 \Rightarrow \vec{F}, \vec{E}$ (لهما جهتان متعاكستان)

3- عمل القوة الكهربائية المؤثرة على الإلكترون يعطى بالعلاقة:

$$W_F = eU_{AB}$$

كهربائية

4- لحساب عدد الإلكترونات N :

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \Rightarrow N = \frac{It}{e}$$

5- تذكر للتحويل:

$$m = 10^{-3} \text{ (ميلي)}$$

$$\mu = 10^{-6} \text{ (ميكرو)}$$

$$n = 10^{-9} \text{ (نانو)}$$

$$1 A^{\circ} = 10^{-10} m \text{ (أنغستروم)}$$

$$1 eV = 1.6 \times 10^{-19} J \text{ (الكترون فولت)}$$

أي للتحويل من (eV) ← (J) نضرب بـ 1.6×10^{-19}

شدتها ثابتة $F = e E$

$$F = \frac{e U_{AB}}{d} \Leftrightarrow E = \frac{U_{AB}}{d} \text{ لكن}$$

وبحسب قانون نيوتن الثاني: $F = m_e a$

$$\Rightarrow m_e a = \frac{e U_{AB}}{d} \Rightarrow a = \frac{e U_{AB}}{m_e d} = \text{const}$$

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

$$v^2 - v_0^2 = 2 a d$$

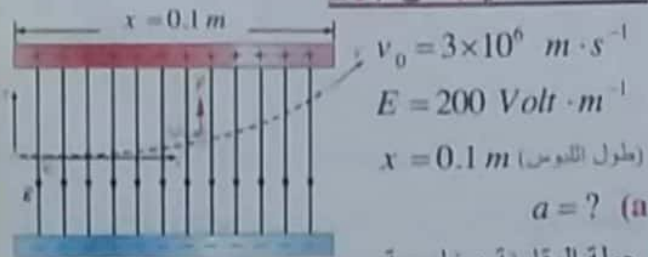
$$v^2 - 0 = 2 \times \frac{e U_{AB}}{m_e d} \times d \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 e U_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^3}{9 \times 10^{-31}}} = \frac{4\sqrt{2}}{3} \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

لحساب التسارع: نعوض بعلاقة التسارع السابقة:

$$a = \frac{e U_{AB}}{m_e d} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31} \times 10^{-2}} = \frac{16}{9} \times 10^{16} \text{ m.s}^{-2}$$

المسألة الثانية: ص 217



جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي المنتظم القوى الخارجية المؤثرة: (باهمال ثقل الإلكترون)

$$\vec{F} = e \vec{E} \text{ القوة الكهربائية } \vec{F}$$

لها حامل \vec{E} وتعاكسه بالجهة وشدتها ثابتة.

$$\Sigma \vec{F} = m_e \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = e \vec{E} = m_e \vec{a}$$

باعتبار \leftarrow مبدأ الفواصل: نقطة دخول الإلكترون منطقة

الحقل الكهربائي المنتظم $[x_0 = 0, y_0 = 0]$

\leftarrow مبدأ الزمن: لحظة دخول الإلكترون منطقة

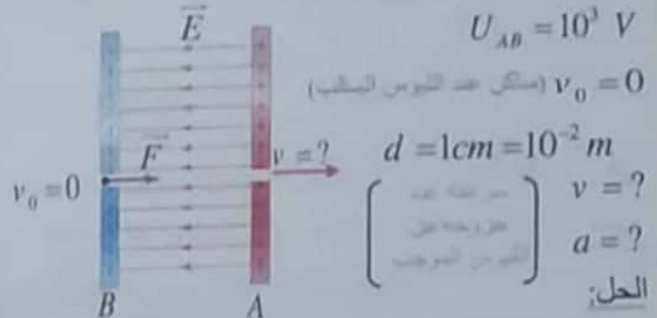
الحقل الكهربائي المنتظم.

بالإسقاط على محورين $\vec{x}'\vec{x}$ أفقياً و

$\vec{y}'\vec{y}$ شاقولياً موجه نحو الأعلى:

ثالثاً: حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى ص 217 (تسمة دورة 1999)



يخضع الإلكترون لتأثير قوة كهربائية ثابتة تقوم بنقله نحو اللبوس الموجب فيكتسب تسارعا ثابتا وبالتالي تقوم هذه القوة بعمل.

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

\leftarrow الأول: ساكن عند اللبوس السالب (B)

\leftarrow الثاني: خروجه من اللبوس الموجب (A)

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

$$E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{F}}$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 - 0 = e U_{AB} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 e U_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^3}{9.1 \times 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{2 \times 16}{9} \times 10^{14}}$$

$$v = \frac{4\sqrt{2}}{3} \times 10^7 \text{ m.s}^{-1} = 1.88 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

لحساب التسارع:

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام:

$$v^2 - v_0^2 = 2 a d$$

$$\left(\frac{4\sqrt{2}}{3} \times 10^7\right)^2 - 0 = 2 a \times 10^{-2} \Rightarrow \frac{16 \times 2}{9} \times 10^{14} = 2 a \times 10^{-2}$$

$$a = \frac{16}{9} \times 10^{16} \text{ m.s}^{-2} \Rightarrow a = 1.77 \times 10^{16} \text{ m.s}^{-2}$$

طريقة ثانية: نفس طريقة النظري

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي باهمال ثقله.

القوى الخارجية المؤثرة:

\vec{F} القوة الكهربائية لها حامل \vec{E} وتعاكسه بالجهة.

الدرس الثالث

3

الأشعة المهبطية

اختبر نفسك



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

$$E_{k_0} = 18 \times 10^{-19} \text{ J}$$

الحل:

$$E_{k_0} = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{k_0}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 18 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = 2 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$$

المسألة الثانية: ص 222

$$I = 4.8 \times 10^{-12} \text{ A}$$

مطلوب حساب $N = ?$ حلل $t = 1 \text{ s}$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \Rightarrow N = \frac{It}{e}$$

عدد الأيونات = عدد الإلكترونات

$$N = \frac{4.8 \times 10^{-12} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^7 \text{ أيون}$$

$$\overline{ox} \begin{cases} v_{0x} = v_0 = v_x \\ F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = \text{const} \end{cases}$$

إذا حركة المسقط $\overline{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة.

$$x = v_0 t + x_0 \Rightarrow x = v_0 t \quad (1)$$

لكن: $x_0 = 0$

$$\overline{oy} \begin{cases} v_{0y} = 0, y_0 = 0 \\ F_y = F = eE \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_e a_y = eE \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e} = \text{const}$$

إذا حركة المسقط على $\overline{y'y}$ هي حركة مستقيمة

متسارعة بانتظام.

$$\left\{ \begin{array}{l} a = a_y \\ v_{0y} = 0 \\ y_0 = 0 \end{array} \right.$$

$$a = \frac{eE}{m_e} \Rightarrow a = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 200}{9 \times 10^{-31}}$$

$$a = \frac{32}{9} \times 10^{13} \text{ m.s}^{-2} \Rightarrow a = 3.55 \times 10^{13} \text{ m.s}^{-2}$$

 $t = ?$ (b)لدينا بالطلب السابق أن الحركة على $\overline{x'x}$ مستقيمة منتظمة.

$$x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0} \quad \text{بمثل طول الأنبوس}$$

$$t = \frac{10^{-1}}{3 \times 10^6} = \frac{1}{3} \times 10^{-7} \text{ s} \Rightarrow t = 0.33 \times 10^{-7} \text{ S}$$

تفكير ناقد: ص 217

لا ينطبق ذلك على الإلكترون في الذرة وذلك وفقاً لفرضيات بور

- حركة الإلكترون حول النواة دائرية منتظمة.
- لا يصدر الإلكترون طاقة طالما بقي متحركاً في أحد مداراته حول النواة، لكنه يمتص طاقة بكميات محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أبعد عن النواة، ويصدر طاقة بكميات محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أقرب إلى النواة تحسب بالعلاقة $\Delta E = hf$

مداخلة إضافية:

- حركة الإلكترون حول النواة دائرية منتظمة أي لا يوجد تغير في طاقته الحركية.
- ومداره ثابت أي لا يوجد تغير في طاقته الكامنة الكهربائية.
- وبذلك تكون طاقته الكلية ثابتة عندما يدور في مداره.

$$N = \frac{16 \times 10^{-3} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{16 \times 10^{-3}}{16 \times 10^{-20}} = 10^{+17} \text{ (الالكترون)}$$

$$\Rightarrow N = 10^{+17} \text{ (الالكترون)}$$

عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط في كل ثانية

$$-2 \quad v = ? , E_k = ? \text{ (لحظة وصوله للمصعد)}$$

$$U_{AB} = 180 \text{ V} , v_0 = 0$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: عند المهبط.

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

$$E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{F}(a \rightarrow b)}$$

$$E_{k_2} - 0 = eU_{ab} \quad (v_0 = 0 \text{ لأن } E_{k_1} = 0)$$

$$E_{k_2} = eU_{ab} = 1.6 \times 10^{-19} \times 180$$

$$E_{k_2} = 288 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 288 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{64 \times 10^{12}} = 8 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$-3 \quad Q = ? \text{ (طاقة حرارية ناتجة عن التحول الكامل للطاقة الحركية}$$

للإلكترونات خلال $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$)

$$\text{الحل: } Q = U I t \text{ حفظ}$$

$$Q = 180 \times 16 \times 10^{-3} \times 60 \Rightarrow Q = 172.8 \text{ J}$$

طريقة ثانية:

$$\left[\begin{array}{c} \text{عدد} \\ \text{الالكترونات} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{الطاقة الحركية} \\ \text{للإلكترون} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{الطاقة الحرارية} \\ \text{الكلية} \end{array} \right]$$

نحسب عدد الإلكترونات التي تصدم المصعد خلال 60 ثانية

$$N' = 60 \times N = 60 \times 10^{17} = 6 \times 10^{18} \text{ (الالكترون)}$$

$$Q = E \text{ (طاقة حرارية كلية)} = N' \times E_k$$

$$Q = 6 \times 10^{18} \times 288 \times 10^{-19}$$

$$Q = 172.8 \text{ J}$$

المسألة الثالثة: ص 223

$$E_s = 10 \text{ eV} = 10 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

مطلوب حساب $L = ?$ (طول المسار الحر) ، $E = 3 \times 10^6 \text{ V m}^{-1}$ ،
شدة الحقل الكهربائي

الحل:

$$U_{AC} = E L \Rightarrow L = \frac{U_{AC}}{E} \quad \Rightarrow$$

$$E_s = e U_{AC} \Rightarrow U_{AC} = \frac{E_s}{e}$$

طاقة التأين

طاقة الانتزاع

$$L = \frac{E_s}{e E} \Rightarrow L = \frac{10 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^6} = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \text{ m}$$

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 mA

المطلوب حساب:

- 1- عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط في كل ثانية.
- 2- الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله للمصعد باعتبار أنه قد ترك المهبط دون سرعة ابتدائية، وأن التوتر الكهربائي بين المصعد والمهبط 180 V ، ثم احسب سرعته عندئذ.
- 3- الطاقة الحرارية الناتجة عن التحول الكامل للطاقة الحركية للإلكترونات التي تصدم المصعد خلال دقيقة.

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} , m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$I = 16 \text{ mA} = 16 \times 10^{-3} \text{ A}$$

الحل:

$$-1 \quad N = ? \text{ عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط:}$$

$$N = \frac{q}{e} = \frac{I t}{e}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9.6 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{2 \times 96}{9}} \times 10^7 = 4.6 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

3- حساب $N = ?$ عدد الإلكترونات ، $t = 1\text{s}$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \Rightarrow N = \frac{It}{e}$$

$$N = \frac{10 \times 10^{-6} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{1}{16} \times 10^{15} \text{ إلكترون}$$

عدد الإلكترونات التي تصل الصفحة المعدنية في الثانية الواحدة

2- حساب $Q = ?$ كمية الحرارة المنتشرة خلال $t = 30\text{s}$

الحل:

$$\left(\begin{array}{c} \text{الطاقة الحرارية} \\ \text{الكلية} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{الطاقة الحركية} \\ \text{للإلكترون} \\ \text{الواحد} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{عدد} \\ \text{الكترونات} \end{array} \right)$$

نحسب عدد الكترونات التي تصدم الصفحة المعدنية خلال 30s

$$N' = 30 \times N = 30 \times \frac{1}{16} \times 10^{15} = 1875 \times 10^{12} \text{ إلكترون}$$

$$Q = N' \times E_k$$

$$Q = 1875 \times 10^{12} \times 9.6 \times 10^{-16} = 1.8 \text{ J}$$

ملاحظة: نستطيع حساب $N' = ?$ من العلاقة:

$$N' = \frac{It}{e} = \frac{10 \times 10^{-6} \times 30}{1.6 \times 10^{-19}} = 1875 \times 10^{12} \text{ إلكترون}$$

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 لورنتز المغناطيسية مما يؤدي إلى انحراف الحزمة الإلكترونية عن مسارها وبالتالي يؤدي إلى تشوه في الصورة وقد يحدث عطل في الشاشة.

4 الدرس الرابع

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 المزودج لشبكة وهنت في جهاز راسم الاهتزاز الإلكتروني: (هام جداً عدة دورات)

الحل: لشبكة وهنت 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 يغير 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

$$I = 10 \mu\text{A} = 10 \times 10^{-6} \text{ A}$$

تعديل على النص وبالرقم الأسّي:
الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات من الحزمة

$$E_k = 9.6 \times 10^{-16} \text{ J}$$

المطلوب:

1- حساب $v = ?$

نميز الحالات الآتية:

(A) إذا كان: $E < E_s$

طاقة الفوتون الساقط

طاقة الانتزاع

$$hf < hf_s \Rightarrow f < f_s \Rightarrow \lambda > \lambda_s$$

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 ($E_{k_s} = 0$)

ملاحظة: إذا طبقنا فرق كمون ($U_{AC} > 0$) تعمل القوة الكهربائية على تسريع الإلكترونات 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:

$$E > E_s \Rightarrow f > f_s \Rightarrow \lambda < \lambda_s$$

طاقة الفوتون الساقط

طاقة الانتزاع

(B) شرط الانتزاع:

(شرط حتى تعمل الحجيبة الكهرضوئية).

$$E \geq E_s \Rightarrow f \geq f_s \Rightarrow \lambda \leq \lambda_s$$

طول موجة الضوء الساقط

طول موجة عتبة الإصدار

8- لحساب توتر الإيقاف ($U_0 = ?$)

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: خروجه من المهبط.

الثاني: وصوله إلى المصعد بسرعة معدومة.

$$\Delta E_k = \overline{W_{F(C \rightarrow A)}}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W_F} \Rightarrow 0 - E_{k_C} = -eU_0 \Rightarrow U_0 = \frac{E_{k_C}}{e}$$

9- ميز بين:

■ لكل معدن ثوابت (E_s, f_s, λ_s).

■ أي هي ثابتة لنفس الحجيبة الكهرضوئية.

■ أما (f, λ) فهي تخص الضوء الساقط.

5 الدرس الخامس

نظرية الكم والفعل الكهرضوئي

فوائد لحل مسائل درس الفعل الكهرضوئي:

1- إذا كانت c سرعة الضوء في الخلاء فإن:

$$c = f \lambda$$

$$c = f_s \lambda_s$$

حيث: λ_s : طول موجة عتبة الإصدار (اللازمة للانتزاع)

(أكبر طول موجة لازم للانتزاع)

f_s : تواتر عتبة الإصدار

(تواتر العتبة اللازمة للانتزاع)

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

2- طاقة الفوتون:

3- طاقة الانتزاع ($W_s = E_s$):

$$W_s = E_s = hf_s = h \frac{c}{\lambda_s}$$

ملاحظة:

الطاقة الدنيا اللازمة لانتزاع الإلكترون هي (E_s) أو (W_s)

$$P = \frac{h}{\lambda}$$

4- كمية حركة الفوتون:

5- الطاقة الحركية العظمى للإلكترون لحظة انتزاعه من

المهبط:

طاقة الفوتون

$$E_k = E - E_s = hf - hf_s$$

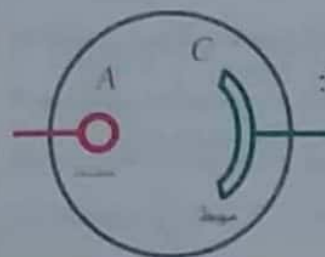
طاقة حركية عظمى

ملاحظة:

السرعة العظمى للإلكترون لحظة انتزاعه من المهبط

(في الحجيبة الكهرضوئية) يتم حسابها من الطاقة

الحركية العظمى (E_k).



6- في الحجيبة الكهرضوئية:

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى ص 238

$$f = 7.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E_s = 3.2 \times 10^{-19} \text{ J}$$

1- بين بالحساب هل يتم انتزاع الإلكترون من سطح المعدن أم لا؟

الفكرة: نحسب طاقة الفوتون للضوء الوارد ونقارنها مع طاقة الانتزاع

الحل:

$$E = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 7.3 \times 10^{14} = 4.818 \times 10^{-19} \text{ J}$$

طاقة الفوتون

نلاحظ أن طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة الانتزاع إذاً يتم انتزاع الإلكترونات من سطح المعدن.

2- حساب $E_k = ?$

$$E_k = E - E_s$$

$$E_k = 4.818 \times 10^{-19} - 3.2 \times 10^{-19} = 1.618 \times 10^{-19} \text{ J}$$

المسألة الثانية: ص 238 (تشبه دورة 2000)

$$\lambda = 0.5 \mu\text{m} = 0.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$E_s = 33 \times 10^{-20} \text{ J}$$

1- احسب $f_s = ?$ (تواتر العتبة)

$$E_s = hf_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{33 \times 10^{-20}}{6.6 \times 10^{-34}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

2- حساب $\lambda_s = ?$ (طول موجة عتبة الامتصاص)

$$C = f_s \lambda_s \Rightarrow$$

$$\lambda_s = \frac{c}{f_s} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}} = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

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، ويصادفإلكتروناً بطاقة انتزاعه (E_s) ويقدم له كامل

طاقته.

1- اشرح ما يحدث 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 الآخر

من الطاقة مع الإلكترون على شكل طاقة حركية.

أي يخرج الإلكترون من المعدن بطاقة حركية

تساوي $E_k = hf - E_s$

2- ما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء

الوارد لتعمل الحجيبة الكهرضوئية:

$$[E \geq E_s \Rightarrow f \geq f_s] \Rightarrow \lambda \leq \lambda_s$$

(طاقة الفوتون) (طاقة الانتزاع)

طول موجة العتبة

طول موجة الضوء

المسألة الثالثة: ص 238

[أكبر طول موجة لازم للانتزاع $\leftarrow \lambda_s$]

$$\lambda_s = 66 \times 10^{-8} \text{ m} = 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

الحل:

1- $E_s = ?$ (الطاقة اللازمة للانتزاع للكترون)

$$\left. \begin{array}{l} E_s = hf_s \\ c = f_s \lambda_s \end{array} \right\} \Rightarrow E_s = h \frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_s = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{6.6 \times 10^{-7}} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

2- $P = ?$ (كمية حركة الفوتون)

$$\lambda = 4400 \text{ \AA} = 4400 \times 10^{-10} \text{ m} = 4.4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\left[\begin{array}{l} P = mc \\ E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} \\ P = \frac{E}{c^2} \times c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} \\ \boxed{P = \frac{h}{\lambda}} \end{array} \right] \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{لو طاف} \\ \text{النتاج} \\ \text{علاقة كمية} \\ \text{حركة الفوتون} \end{array} \right\}$$

$$P = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow P = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{4.4 \times 10^{-7}} = \frac{3}{2} \times 10^{-27}$$

$$P = 1.5 \times 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

3- $E_k = ?$ (طاقة حركة عظمى)

$$E_k = E - E_s$$

نحسب $E = ?$ (طاقة الفوتون الوارد) و نعوض:

$$\left. \begin{array}{l} E = hf \\ c = f \lambda \end{array} \right\} \Rightarrow E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{4.4 \times 10^{-7}}$$

$$E = 4.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = 4.5 \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19}$$

$$E_k = 1.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

طريقة ثانية لحساب $\lambda_s = ?$ إذا كان (f_s غير معلوم)

طول موجة
عظمى

الحل:

$$\left. \begin{array}{l} E_s = hf_s \\ c = f_s \lambda_s \end{array} \right\} \Rightarrow E_s = h \times \frac{c}{\lambda_s}$$

$$\lambda_s = \frac{h \times c}{E_s} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{33 \times 10^{-20}}$$

$$\lambda_s = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

3- حساب $E_k = ?$ (عظمى) ، $v = ?$ (عظمى)

$$E_k = E - E_s$$

نحسب طاقة الفوتون:

$$\begin{aligned} E = hf = h \frac{c}{\lambda} \\ &= \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\frac{1}{2} \times 10^{-6}} \\ &= 39.6 \times 10^{-20} \text{ J} \end{aligned}$$

نعوض:

$$E_k = 39.6 \times 10^{-20} - 33 \times 10^{-20}$$

$$E_k = 6.6 \times 10^{-20} \text{ J} = 66 \times 10^{-21} \text{ J}$$

حساب $v = ?$ (عظمى)

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 66 \times 10^{-21}}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 33}{9}} \times 10^5$$

$$v = \frac{2}{3} \sqrt{33} \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v \approx 3.82 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W_{\vec{F}(C \rightarrow A)}}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W_{\vec{F}}}$$

بما أن:

$$f = f_s \Rightarrow E = E_s \Rightarrow E_{k_C} = 0$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = e U_{AC}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AC}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 45}{9 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 4 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

المسألة الرابعة ص 239

مطلوب حساب:

$$f_s = ? , E_k = ? , v = ?$$

$$\lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m} , E_s = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_s = hf_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{3 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} = 4.5 \times 10^{16} \text{ Hz}$$

$$\left. \begin{array}{l} E = hf \\ c = f \lambda \end{array} \right\} \Rightarrow E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{-7}} = 3.96 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = E - E_s = 3.96 \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19} = 0.96 \times 10^{-19} \text{ J}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 0.96 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = 0.46 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

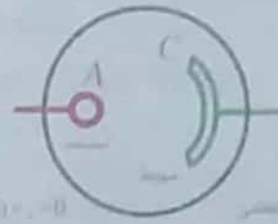
تفكير ناقد ص 239

يمكن اعتبار أن الإلكترون ضمن السطح المعنوي كأنه في بنر كمون ارتفاعه (W) وإخراج هذا الإلكترون من البنر يجب تقديم طاقة أكبر من (W_s)

(أي: E > W_s فوتون)

لكي يغادر الإلكترون من سطح المعدن وتحدث ظاهرة الفعل الكهروضوئي.

4- حساب قيمة كمون الإيقاف U₀ = ?



نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: لحظة خروجه من المهبط (سرعة عظمى)
الثاني: لحظة وصوله إلى المصعد بسرعة معدومة (توقف)

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W_{\vec{F}(C \rightarrow A)}}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W_{\vec{F}}}$$

$$0 - E_{k_C} = -eU_0$$

$$U_0 = \frac{E_{k_C}}{e} = \frac{1.5 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow U_0 = 0.94 \text{ Volt}$$

طلب إضافي (دورة 2003) (تدريب أكثر)

يستبدل الضوء السابق بضوء وحيد اللون تواتره مساوياً تواتر عتبة الإصدار لمعدن السيزيوم. احسب سرعة الإلكترون لحظة وصوله إلى مصعد الحجييرة إذا كان فرق الكمون المطبق بين المسريين 45 V .

$$f = f_s$$

$$v_A = ? \text{ (سرعة الإلكترون لحظة وصوله المصعد)}$$

$$U_{AC} = 45 \text{ V}$$

فكرة الحل: بما أن

$$\left[\begin{array}{l} f = f_s \Rightarrow E_{k_C} = 0 \\ \text{أي يخرج الكترون دون سرعة ابتدائية:} \\ \text{Diagram: Cathode (A) and Anode (C) with } v_A = ? \text{ and } E_{k_C} = 0, v_C = 0 \end{array} \right]$$

الحل:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: عند المهبط (v_C = 0)

الثاني: عند المصعد (v_A = ?)

$E_{k_c} = 0$ لأن $v_c = 0$ خروج الإلكترون من المهبط بسرعة معدومة عملياً.

$$E_{k_A} = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4 \Rightarrow E_{k_A} = 128 \times 10^{-16} J$$

2- $v = ?$ (اصطدام بالهدف):

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 128 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{256 \times 10 \times 10^{-17}}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow$$

$$v = \frac{16}{3} \sqrt{10} \times 10^{+7} m \cdot s^{-1} \Rightarrow$$

$$v = 16.8 \times 10^{+7} m \cdot s^{-1} = 17 \times 10^{+7} m \cdot s^{-1}$$

3- احسب $\lambda_{min} = ?$:

$$E = E_k \quad \text{طاقة حركة الإلكترون السالط} \quad \text{طاقة الفوتون الصادر}$$

$$hf_{max} = E_k$$

$$h \frac{c}{\lambda_{min}} = E_k \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{E_k}$$

$$\lambda_{min} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{128 \times 10^{-16}} = 0.155 \times 10^{-10} m$$

تفكير ناقد: ص 245

- **الطيف المستمر:** يحوي كل التواترات الكهروضوئية 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 طاقة عالية فيصدر إشعاع قيمته تساوي فرق الطاقة بين المدارين.

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 كهروضوئية 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

$$U_{AC} = 8 \times 10^4 V$$

(خروج من المهبط بسرعة معدومة عملياً) $v_c = 0$

$$1- \text{استنتاج بالرموز } E_k = ? \quad \left[\begin{array}{l} \text{طاقة الحركة للإلكترون} \\ \text{عن اصطدامه بمقابل المهبط} \end{array} \right]$$

تطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

← الأول: المهبط.

← الثاني: وصوله إلى الهدف (موصول بالمصعد مقابل المهبط)

$$\Delta E_k = \sum \overline{W_F}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W_F}$$

$$E_{k_A} - 0 = eU_{AC}$$

تفكير ناقد : ص 248

الجواب من الكتاب ص 250 بعض أنواع الليزر

معلومات إضافية 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.

7 الدرس السابعأشعة الليزراختبر نفسك

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 ما يأتي:

1- لا يمكن 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 موثور

زجاجي؟

التفسير: لأن حزمة الليزر وحيدة اللون.

ثالثاً: اكتب خواص حزمة الليزر:

الحل: من الكتاب ص 248

B. Alnablsy

$$\lambda' = \frac{v}{f} - \frac{v'}{f} \Rightarrow \lambda' = \frac{v-v'}{f}$$

$$\lambda' = \frac{v-v'}{\frac{v}{f}} \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{v-v'}{v}\right) \lambda$$

$$\lambda' = \left(1 - \frac{v'}{v}\right) \lambda$$

وبالتالي فإن طول الموجة الواصل إلى المراقب ينقص والتواتر يزداد فينزاح اللون باتجاه الأزرق.

3- الجواب:

• استنتاج السرعة الكونية الأولى:

$$\text{قوة جاذب الأرض} \leftarrow F_c = F_g \leftarrow \text{القوة المركزية}$$

$$m \cdot a_c = G \frac{m \cdot M}{r^2}$$

$$\frac{v_1^2}{r} = G \frac{M}{r^2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

• استنتاج السرعة الكونية الثانية وهي سرعة الانفلات من جاذبية الكوكب:

$$E_k = \bar{W}_g$$

الطاقة الحركية الواصل
اكتسابها للجسم حتى يهجر
خارج نطاق الجاذبية

عمل قوة
الجاذبية
الأرضية

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = F_g r$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = G \frac{m M}{r^2} r$$

$$v_2^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$v_2 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2} v_1$$

الفيزياء الفلكية

اختبر نفسك



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 تثلث 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 و 10% هيليوم ، أما أقماره فهي صخرية.

2- الجواب: عندما يقترب المنبع من المراقب فإن التواتر يزداد وطول الموجة ينقص.

$$\Delta \lambda = \frac{v'}{f} \text{ مقدار نقصان طول الموجة}$$

$$\lambda' = \lambda - \Delta \lambda$$

مقدار نقصان طول الموجة طول موجة المنبع طول الموجة الذي يصل للمراقب

المسألة الثانية ص 266:

$$\left(\begin{array}{l} \text{مطلوب حساب } \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = ? \\ \text{نسبة التزيح الطول الموجي} \\ \text{إلى الطول الأصلي} \end{array} \right)$$

وحساب $\lambda' = ?$ (طول الموجة بعد الإنزياح)

سنة ضوئية $d = 932 \times 10^6$ (بعد المجرة)

$\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$ (طول الموجة الأصلي)

$H_0 = 68 \text{ km s}^{-1} / \text{Mpc}$ ، $Pc = 3.26 \text{ light year}$
ثابت هابل

ميف - 10^6 الفرسخ الفلكي

الحل:

$$\bullet \text{ Light year} = 3 \times 10^8 \times 3600 \times 24 \times 365.25$$

السنة الضوئية

$$= 9.46728 \times 10^{15} \text{ m}$$

• الفرسخ الفلكي (PC) يعادل 3.26 سنة ضوئية.

$$PC = 3.26 \times 9.46728 \times 10^{15} = 3 \times 10^{16} \text{ m}$$

الفرسخ الفلكي

• نحسب ثابت هابل (H_0) بالوحدة الدولية (S^{-1})

$$H_0 = \frac{68 \times 10^3}{10^6 \times 3 \times 10^{16}} = \frac{68}{3} \times 10^{-19} S^{-1}$$

• حساب المسافة (d) مقدره بـ (m)

$$d = 932 \times 10^6 \times 9.46728 \times 10^{15}$$

$$d = 88.23 \times 10^{23} \text{ m}$$

• حساب سرعة ابتعاد المجرة بالاعتماد على ثابت هابل:

$$H_0 = \frac{v}{d} \Rightarrow \frac{68}{3} \times 10^{-19} = \frac{v}{88.23 \times 10^{23}}$$

$$\Rightarrow v = \frac{68}{3} \times 88.23 \times 10^4 \text{ m s}^{-1} = 2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ص 266

$$R = 6400 \text{ Km} = 64 \times 10^5 \text{ m} , g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

(نصف قطر الأرض)

• مطلوب حساب $r = ?$ (نصف قطر الأرض عندما تصبح ثقب أسود)

$$\frac{1}{2} m v^2 = F r$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = G \frac{m M}{r^2} r \Rightarrow v^2 = 2G \frac{M}{r}$$

عندما تصبح الأرض ثقب أسود يصبح $v = c$

$$c^2 = \frac{2G M}{r} \Rightarrow r = \frac{2G M}{c^2} \quad (*)$$

(نصف قطر شوارزشيلد)

لكن: حقل الجاذبية الأرضية يعطى بالعلاقة:

$$g = G \frac{M}{R^2} \Rightarrow g R^2 = G M$$

نعوض بـ (*)

$$r = \frac{2g R^2}{c^2} \Rightarrow r = \frac{2 \times 10 \times (64 \times 10^5)^2}{9 \times 10^{16}}$$

$$r = \frac{2 \times 10 \times (64)^2 \times 10^{10}}{9 \times 10^{16}} = 9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

• لن تبلغ الأرض القمر لأن كتلة الأرض لن تتغير

وكتلة القمر لن تتغير والبعد بينهما لم يتغير وبالتالي

قوة التجاذب الكتلتي بين الأرض والقمر لا تتغير.

• عد المريخ عن الشمس مقدرة ب Km

$$r = 1.52 \times 150 \times 10^6 = 1.52 \times 15 \times 10^7 \text{ Km}$$

• الطاقة التي يتلقاها $[1 \text{ Km}^2]$

$$\Delta E' = \frac{\Delta E}{S} = \frac{\Delta E}{4\pi r^2} \Rightarrow$$

مساحة سطح الكرة

$$\Delta E' = \frac{4.22 \times 9 \times 6 \times 10^{28}}{4\pi (1.52 \times 15 \times 10^7)^2}$$

$$\Delta E' = 0.055 \times 10^{14} \text{ J / Km}^2$$

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 وب نفس 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.

• حساب طول الموجة بعد الانزياح $\lambda = ?$

$$\lambda = \left[1 + \frac{v^2}{c^2} \right] \lambda \Rightarrow$$

$$\lambda = \left[1 + \frac{2 \times 10^7}{3 \times 10^8} \right] \times 5 \times 10^{-7}$$

$$\lambda = \left[1 + \frac{2}{3} \times 10^{-1} \right] \times 5 \times 10^{-7}$$

$$\lambda = 1.06 \times 5 \times 10^{-7} = 5.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda$$

$$\Delta \lambda = 5.33 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-7} = 0.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

• حساب نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = ? \text{ الأصلي}$$

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{0.33 \times 10^{-7}}{5 \times 10^{-7}} = \frac{33 \times 10^{-2}}{5} = 66 \times 10^{-3} = \frac{1}{15}$$

المسألة الثالثة ص 266

$$r = 1.52 \text{ AU}$$

• مقدار النقصان في كتلة الشمس خلال دقيقة:

$$\Delta m = 4.22 \times 10^{11} \text{ Kg } s^{-1}$$

$$\Delta m = 4.22 \times 10^{11} \times 60 = 4.22 \times 6 \times 10^{12} \text{ Kg } \cdot \text{min}^{-1}$$

مطلوب حساب $\Delta E' = ?$ (الطاقة التي يتلقاها 1 km^2 من سطح المريخ خلال $\Delta t = 1 \text{ min}$)

• مقدار الطاقة التي تشعها الشمس خلال دقيقة:

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

$$\Delta E = 4.22 \times 6 \times 10^{12} \times 9 \times 10^{16}$$

$$\Delta E = 4.22 \times 9 \times 6 \times 10^{28} \text{ J } \cdot \text{min}^{-1}$$

المسألة 2 ص 270

$$X_{max} = 8 \text{ cm} = 8 \times 10^{-2} \text{ m} \quad T_0 = 4 \text{ s} \quad m = 0.5 \text{ kg}$$

$$t = 0 \begin{cases} x = \frac{X_{max}}{2} \\ \bar{v} < 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{شروط البدء} \\ \text{(متحرك بالاتجاه السلب)}$$

1- التابع الزمني:

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

الثوابت: $\bar{\varphi}, \omega_0, X_{max}$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}, \quad X_{max} = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

لإيجاد $\bar{\varphi} = ?$ من شروط البدء:

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

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

نختار قيمة $\bar{\varphi}$ تجعل $(\bar{v} < 0)$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

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

مقبول يوافق شروط البدء.

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

مرفوض يخالف شروط البدء.

نعوض مكان الثوابت:

$$\bar{x} = 8 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{2} t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$-2 \quad t = ? \quad \left[\begin{array}{l} \text{مرور أول} \\ \text{مرور ثالث} \end{array} \right] \text{ من وضع التوازن } [x = 0]$$

ملاحظة: الحل حصراً بهذه الطريقة ...

نعوض بالتابع الزمني للمطال:

المسألة 1 ص 270

$$k = 10 \text{ N m}^{-1} \quad m = 0.1 \text{ kg}$$

$$t = 0 \quad \left[\begin{array}{l} x = 0 \\ v = -3 \text{ m s}^{-1} \end{array} \right] \quad \begin{array}{l} \text{شروط البدء} \\ \text{(متحرك بالاتجاه السلب)} \end{array} \quad \omega_0 = ? \text{ حساب}$$

$$k = m \omega_0^2 \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{10}{0.1} = 100$$

$$\omega_0 = 10 \text{ rad s}^{-1}$$

2- استنتاج التابع الزمني لمطال الحركة:

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

الثوابت: $(\bar{\varphi}, \omega_0, X_{max})$

$$t = 0, \quad \left. \begin{array}{l} x = 0 \\ v = -3 \text{ m s}^{-1} \end{array} \right\} \Rightarrow v_{max} = 3 \text{ m s}^{-1}$$

$$v_{max} = \omega_0 X_{max} \Rightarrow X_{max} = \frac{v_{max}}{\omega_0} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ m}$$

لإيجاد $\bar{\varphi} = ?$ من شروط البدء:

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

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

نختار قيمة $\bar{\varphi}$ تجعل $(\bar{v} < 0)$

التابع الزمني للسرعة لحظة بدء الزمن:

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

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

مقبول يوافق شروط البدء

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

مرفوض يخالف شروط البدء

$$\bar{x} = 0.3 \cos\left(10 t + \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{نعوض مكان الثوابت:}$$

3- حساب $F = ?$ شدة قوة الإرجاع

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

$$\bar{F} = -k \bar{x} \Rightarrow F = k x$$

شدة قوة الإرجاع

$$F = 10 \times 3 \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-1} \text{ N}$$

5- $m' = ?$ من أجل $T_0' = 1 \text{ s}$

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

$$m' = \frac{k T_0'^2}{4\pi^2} \Rightarrow m' = \frac{5 \times 1}{4 \times 10 \cdot 16} = \frac{5}{64} \times 10^{-1} \text{ kg}$$

$$m' = 31.25 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

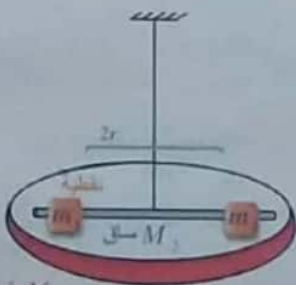
المسألة 3 ص 270

فرص $M_1 = 12 \times 10^{-2} \text{ Kg}$ ، $R = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$

سوى $M_2 = 12 \times 10^{-3} \text{ Kg}$ ، $L = 10^{-1} \text{ m}$

نقطة $m_1 = m_2 = 5 \times 10^{-2} \text{ Kg}$ ، $2r = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$

$k = 8 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$ بعد الكتلتين التالفتين



1- حساب $T_0 = ?$

الحل:

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

$$I_{\Delta} = I_{\Delta} + I_{\Delta} + I_{\Delta}$$

فرص M_1

$$I_{\Delta} = \frac{1}{2} M_1 R^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-4} = 15 \times 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{12} M_2 L^2 = \frac{1}{12} \times 12 \times 10^{-3} \times 10^{-2} = 1 \times 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{\Delta} = 2m_1 r_1^2 \Rightarrow I_{\Delta} = 2 \times 5 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{\Delta} = 15 \times 10^{-5} + 1 \times 10^{-5} + 4 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-4} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2 \times 10^{-4}}{8 \times 10^{-4}}} = \pi \text{ s} = 3.14 \text{ s}$$

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'

$$T_0' = 3.14 + 0.86 = 4 \text{ s}$$

$$0 = 8 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

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

- المرور الأول: ($k = 0$)

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

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

- المرور الثالث: ($k = 2$)

$$\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + 2\pi \Rightarrow \frac{t}{2} = \frac{5}{2} - \frac{1}{3} = \frac{15-2}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{t}{2} = \frac{13}{6} \Rightarrow t = \frac{13 \times 2}{6}$$

$$\Rightarrow t = \frac{13}{3} \text{ s}$$

3- شدة محصلة القوى (شدة قوة الأرجاع) (شدة بلا إشارة)

(a) تكون عظمى في الوضعين المتطرفين $x = X_{max}$

ولحسابها:

$$a = a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$$

$$F_{max} = ma_{max} \Rightarrow F_{max} = m\omega_0^2 X_{max}$$

$$F_{max} = 0.5 \times \frac{\pi^2}{4} \times 8 \times 10^{-2} = 0.1 \text{ N}$$

طريقة ثانية: $F_{max} = kx_{max}$ (الشدة)

نحسب (k) من العلاقة $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ ونعوض ...

(b) تتعدم محصلة القوى في مركز الاهتزاز

(عند المرور بوضع التوازن) حيث:

$$x = 0 \Rightarrow F = 0$$

4- $k = ?$

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

$$k = 0.5 \times \frac{\pi^2}{4} = 5 \times 10^{-1} \times \frac{10}{4} = \frac{5}{4} = 1.25 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

لا تتغير قيمة الثابت باستبدال الكتلة المعلقة.

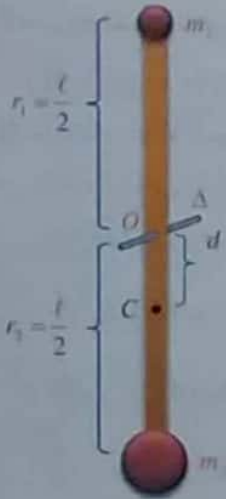
المسألة 5 ص 271

(تشبه دورة 2002 + 2008 + 2014 + ..)

نواس ثقلي ، $\ell = 1 \text{ m}$ (شقوقه مهملة الكتلة)

$$m_2 = 0.6 \text{ kg} \quad , \quad m_1 = 0.2 \text{ kg}$$

[O] محور الدوران المار من منتصف الساق.

1- $T_0 = ?$ حساب (بسة صغيرة)

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

$$M = m_1 + m_2 + m$$

$$M = 0.2 + 0.6 = 0.8 \text{ kg}$$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} + I_{\Delta/c}$$

$$I_{\Delta} = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

$$r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2} = \frac{1}{2} \text{ m} \text{ لدينا}$$

$$I_{\Delta} = \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 (m_1 + m_2) = \frac{1}{4} \times 0.8 = 0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

حساب $d = ?$ (لاحظ محور الدوران يقع بين كتلتين)

$$d = \frac{m_2 r_2 - m_1 r_1}{m_1 + m_2} \Rightarrow d = \frac{\frac{\ell}{2}(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2} \Rightarrow$$

$$d = \frac{\frac{1}{2}(0.6 - 0.2)}{0.8} = \frac{\frac{1}{2} \times 0.4}{0.8} \Rightarrow d = \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.2}{0.8 \times \pi^2 \times \frac{1}{4}}} \Rightarrow T_0 = 2 \text{ s}$$

2- $\ell = ?$ (طول نواس بسيط موافق للنواس المركب)
شرط التوافق:

$$T_0 = T_0 \text{ (مركب) (بسيط)}$$

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

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

$$4 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta'}}{8 \times 10^{-4}}} \Rightarrow 16 = 40 \frac{I_{\Delta'}}{8 \times 10^{-4}}$$

$$I_{\Delta'} = \frac{16 \times 10^{-4}}{5} = 32 \times 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{\Delta'} = \frac{1}{2} M_1 R^2 + \frac{1}{12} M_2 L^2 + 2m_1 r_1'^2$$

$$32 \times 10^{-5} = 15 \times 10^{-5} + 1 \times 10^{-5} + 2 \times 5 \times 10^{-2} \times r_1'^2$$

$$32 \times 10^{-5} - 16 \times 10^{-5} = 10^{-1} \times r_1'^2$$

$$r_1'^2 = 16 \times 10^{-4} \Rightarrow r_1' = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

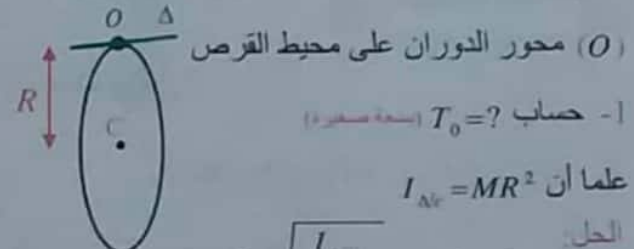
$$2r_1' = 2 \times 4 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

ملاحظة: للتأكد من صحة الحل

$$L = 0.1 \text{ m} \quad (طول الساق) \quad 2r_1' = 0.08 < L \text{ (البعد الحد بين الكتلتين)}$$

المسألة 4 ص 271

$$R = 12.5 \text{ cm} = 12.5 \times 10^{-2} \text{ m} \quad , \quad (M = 5 \times 10^{-2} \text{ Kg})$$



(O) محور الدوران على محيط القرص

1- حساب $T_0 = ?$ (بسة صغيرة)

$$I_{\Delta c} = MR^2 \text{ ان علما}$$

الحل:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta O}}{Mgd}} \quad , \quad d = R$$

لحساب $I_{\Delta c} = ?$ نطبق هايتزر

$$I_{\Delta O} = I_{\Delta c} + M d^2$$

$$I_{\Delta O} = M R^2 + M R^2 = 2M R^2$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2M R^2}{M \pi^2 R}} = 2\sqrt{2}R$$

$$T_0 = 2\sqrt{2 \times 12.5 \times 10^{-2}} = 2 \times 5 \times 10^{-1} = 1 \text{ s}$$

2- $\ell = ?$ (طول النواس البسيط موافق)

$$T_0 = T_0 \Rightarrow 2 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow 1 = \pi \sqrt{\frac{\ell}{\pi^2}} \Rightarrow \ell = 1 \text{ m}$$

-B $v = ?$ [مركز العجلة مرور بالشاقول]

$$v = \omega \times r \Rightarrow v_1 = \pi \times \frac{1}{4} = \frac{\pi}{4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

مركز العجلة

طلب إضافي ل (B):

احسب السرعة الخطية للكتلة (m_2) لحظة المرور بالشاقول.

$$v_{m_2} = \omega \times r_2 \Rightarrow v_{m_2} = \pi \times \frac{1}{2} = \frac{\pi}{2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$r_2 = \frac{\ell}{2} = \frac{1}{2} \text{ m}$

-5 نستبدل $[m_2]$ بكتلة تساوي $[m_1]$ أي أصبح:

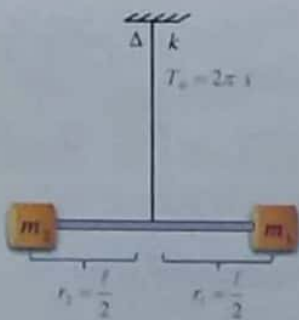
$$m_1 = m_2 = 0.2 \text{ kg}$$

نعلق الساق بسلك فتل (k) \Leftarrow نواس فتل.

لزيج الساق بـ θ_{max} ونتركه بدون سرعة بدائية

$$T_0 = 2\pi \text{ s} \text{ مطلوب حساب } k = ?$$

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



لحساب $I_{\Delta} = ?$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} + I_{\Delta/ساق} = 2m_1 \times \frac{\ell^2}{4}$$

ساق هينة التصل

$$\Leftarrow \left(\begin{array}{l} r_1 = r_2 = \frac{\ell}{2} \\ m_1 = m_2 \end{array} \right) \text{ حيث:}$$

$$I_{\Delta} = 2 \times 0.2 \times \frac{1}{4} = 0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

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

$$k = 0.1 \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$

-3 $T_0' = ?$ (بسعة كبيرة)

$$\theta_{max} = 0.4 \text{ rad} > 0.24 \text{ rad}$$

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

بسعة صغيرة بسعة كبيرة

$$T_0' = 2 \left[1 + \frac{(0.4)^2}{16} \right] = 2.02 \text{ s}$$

-4 نزيج الساق بزاوية 60°

$$\omega = 0 \text{ (ترك دون سرعة بدائية)}$$

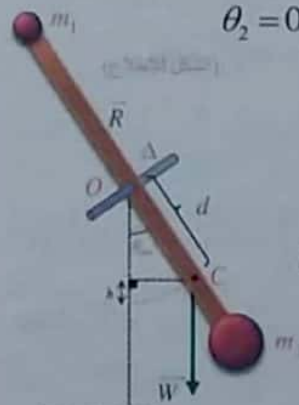
-A استنتاج علاقة السرعة الزاوية لحظة المرور بالشاقول

نطبق نظرية الطاقة الحركية في جملة مقارنة

خارجية بين وضعين:

$$\text{الأول: تركه دون سرعة بدائية } \theta_1 = \theta_{max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\text{الثاني: مروره بالشاقول } \theta_2 = 0$$



$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W_{\vec{F}(1 \rightarrow 2)}}$$

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

مرور بالشاقول
 $\theta = 0$

$\overline{W_{\vec{R}}} = 0$ لا انتقال لنقطة تأثير القوة

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2 - 0 = mgh + 0 \\ h = d[1 - \cos \theta_{max}] \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mgd[1 - \cos \theta_{max}]}{I_{\Delta}}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 0.8 \times 10 \times \frac{1}{4} \left[1 - \frac{1}{2} \right]}{0.2}}$$

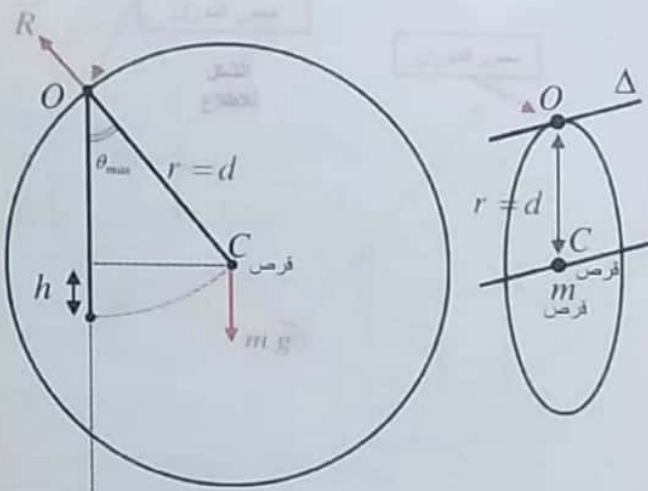
$$\omega = \sqrt{10} = \pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

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.استنتاج علاقة $T_0 = ?$ بسعة صغيرة.

انطلاقاً من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب.

علماً ان: $I_{\Delta C} = \frac{1}{2} mr^2$ وضع التوازن الشاقولي
 $\theta = 0$

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 هاينغنز:

$$I_{\Delta O} = I_{\Delta C} + m d^2 \quad [d = r]$$

$$I_{\Delta O} = \frac{1}{2} mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2} mr^2$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{3}{2} mr^2}{m g r}} = 2\pi \sqrt{\frac{3r}{2g}}$$

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

6- حساب $\alpha = ?$ (التارع الزاوي عند المرور بوضع $\theta = 0.5 \text{ rad}$)

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

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

$$\bar{\alpha} = -1 \times 0.5 = -0.5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$$

ملاحظة: مع مسألة دورة (2002) كانت المعطيات

كما يلي:

$$\ell = 1 \text{ m} \quad m_1 = 0.4 \text{ Kg} \quad m_2 = 0.6 \text{ Kg}$$

محور التوازن (Δ) يمر من الساق ويبعد (20cm) عن

الطرف العلوي.

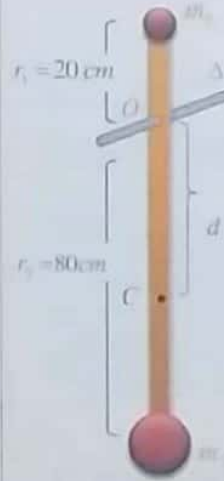
لحساب الدور $T_0 = ?$

الحل:

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

$$M = m_1 + m_2 + m$$

$$M = 0.4 + 0.6 + 0 = 1 \text{ Kg}$$



$$I_{\Delta} = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2} + I_{\Delta/m}$$

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

$$I_{\Delta} = 0.4 \times (0.2)^2 + 0.6 \times (0.8)^2$$

$$I_{\Delta} = 16 \times 10^{-3} + 384 \times 10^{-3} = 400 \times 10^{-3} = 0.4 \text{ Kg m}^2$$

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

$$d = \frac{0.6 \times 0.8 - 0.4 \times 0.2}{1}$$

$$d = 0.48 - 0.08 = 0.4 \text{ m}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.4}{1 \times \pi^2 \times 0.4}} = 2 \text{ s}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{2m \times \pi^2 \times \frac{r}{2}}} = 2\sqrt{\frac{3r}{2}} = 2\sqrt{\frac{3 \times \frac{2}{3}}{2}} = 2 \text{ s}$$

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 $\theta_2 = 0$

$$\overline{\Delta E_k} = \sum \overline{W_F} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = \overline{W_W} + \overline{W_R}$$

$\overline{W_R} = 0$ لا انتقال لنقطة تأثير القوة.

$$\frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2 - 0 = Mgh + 0 \quad (*)$$

بعد $[m']$ عن $[O]$ محور الدوران

$$v = \omega \times r \Rightarrow \frac{2\pi}{3} = \omega \times \frac{2}{3} \Rightarrow \omega = \pi \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

$$h = d [1 - \cos \theta_{max}] \Rightarrow h = \frac{r}{2} [1 - \cos \theta_{max}]$$

نعوض في (*):

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{2} mr^2 \times \pi^2 = 2m \times \pi^2 \times \frac{r}{2} \times [1 - \cos \theta_{max}]$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{2}{3} = 1 - \cos \theta_{max}$$

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

طلبات إضافية: (دورة 1996)

في تجربة ثانية تزاوح جملة النواس السابقة بسعة زاوية $[0,1] \text{ rad}$ ويترك بدون سرعة ابتدائية يطلب:

1- احسب السرعة الخطية لمركز العطلة لحظة المرور بالشاقول

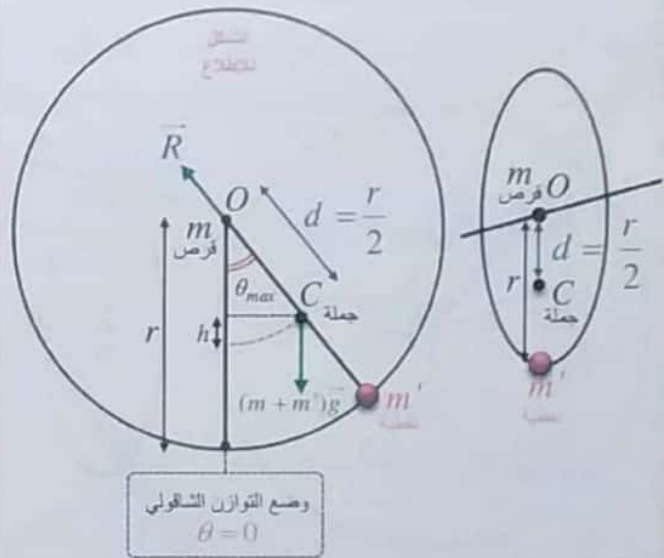
2- حساب $\ell = ?$ (طول النواس البسيط الموقت للنواس المركب) شرط التوافق لحساب طول النواس البسيط الموقت:

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

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

3- (m') نقطة تصاف للمحيط = (m) قرص

$[O]$ محور الدوران المار من مركز القرص. مطلوب حساب $T_0 = ?$ (بسعة صغيرة).



$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta} \omega^2}{Mgd}}$$

$$M = m + m' = 2m$$

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 هاينتز.

$$\left. \begin{aligned} I_{\Delta/C} &= \frac{1}{2} mr^2 \\ I_{\Delta} &= m'r^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{\Delta} = \frac{1}{2} mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2} mr^2$$

نعوض لحساب الدور:

$$v = \omega \times r', \quad r' = d = \frac{r}{2} = \frac{\frac{2}{3}}{2} = \frac{1}{3} m$$

حيث r' بعد مركز العطالة $[C]$ عن محور الدوران.

$$\Rightarrow v = \frac{\pi}{10} \times \frac{1}{3} = \frac{\pi}{30} m \cdot s^{-1}$$

$$-2 \quad v_m = ? \quad (\text{للكلثة } m' \text{ مرور بالشاقول})$$

فائدة: لكل نقاط النواس نفس السرعة الزاوية لكن لكل نقطة منه سرعة خطية بحسب بعدها عن $[O]$ محور الدوران $[v = \omega \times r]$.

$$v_m = \omega \times r, \quad r = \frac{2}{3} m$$

$$v_m = \frac{\pi}{10} \times \frac{2}{3} = \frac{\pi}{15} m \cdot s^{-1}$$

-3 حساب $[a_t = ? , \alpha = ?]$ لمركز العطالة $[C]$ في

وضع يصنع $\theta = 0.05 \text{ rad}$ مع الشاقول.

$$\alpha = (\theta)''$$

$$\alpha = -\omega_0^2 \theta \quad \text{الحركة جيبيية دورانية}$$

$$\alpha = -(\pi)^2 \times 0.05 = -0.5 \text{ rad} \cdot s^{-2}$$

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:

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

شروط البدء $t = 0$:

$$\left. \begin{array}{l} \theta = 0.1 \text{ rad} \\ \text{ترك دون سرعة بدائية} \end{array} \right\} \Rightarrow \theta_{max} = 0.1 \text{ rad}$$

$$\omega_0 = \pi \text{ rad} \cdot s^{-1} \quad \text{ولدينا:}$$

لحساب $\bar{\varphi} = ?$:

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

$$\Rightarrow \cos \bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0 \quad \text{نعوض:}$$

$$\theta = 0.1 \cos(\pi t + 0) \text{ rad}$$

-2 احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية $[m']$ لحظة المرور بالشاقول.

-3 احسب التمسار الزاوي و المماسي لمركز العطالة في اللحظة التي يصنع فيها النواس زاوية $\theta = 0.05 \text{ rad}$ 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 $\theta = 0.1 \text{ rad}$ صغيرة والحركة جيبيية دورانية.
- نستطيع تطبيق كل توابع الحركة في نواس القتل (α, ω, θ) .

- مع نواس ثقلي والحركة دورانية عندما يطلب حساب المقادير الخطية. تُحسب أولاً المقادير الزاوية ثم تنتقل بالعلاقات:

$$a_t = \alpha \times r$$

$$v = \omega \times r$$

بعد النقطة المراد حساب سرعتها الخطية أو تماسها العظمي عن محور الدوران

حل الطلبات الإضافية:

السعة صغيرة والحركة جيبيية دورانية

$$\theta_{max} = 0.1 \text{ rad} \quad \leftarrow \quad \left[\begin{array}{l} \theta = 0.1 \text{ rad} \\ \text{تركة دون سرعة بدائية} \end{array} \right.$$

-1 $v = ?$ (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 عظمي

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

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

$$\omega_{max} = \pi \times 0.1 = \frac{\pi}{10} \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

المسألة 8 ص 272

- شعاع سرعة المركبة موازياً لطول المركبة
- القياسات وفق أجهزة المركبة:

طول المركبة $L_0 = 100\text{ m}$ ، عرض المركبة $d_0 = 25\text{ m}$

زمن الرحلة $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة (year)

$L' = 4C$ ← سنة ضوئية 4 L' مسافة قطعها المركبة
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 $\gamma = ?$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{c^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$

(طول المركبة) $L = \frac{L_0}{\gamma} \Rightarrow L = \frac{100}{2} = 50\text{ m}$

$d = ?$ (عرض المركبة)

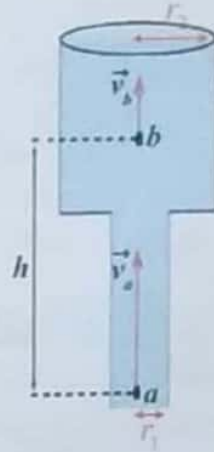
(عرض المركبة يبقى نفسه لا يتغير) $d = d_0 = 25\text{ m}$

توضيح: الطول يتغير عندما يتحرك الجسم بحيث يكون شعاع السرعة موازياً لطوله بالنسبة لمراقب أرضي.

• لحساب مسافة الرحلة $x = ?$

سنة ضوئية 8 $x = \gamma L' \Rightarrow x = 2 \times 4 = 8$ (مسافة الرحلة)

المسألة 7 ص 272



$r_1 = 5\text{ cm} = 5 \times 10^{-2}\text{ m}$

$r_2 = 10\text{ cm} = 10 \times 10^{-2}\text{ m}$

$h = 50\text{ cm} = 5 \times 10^{-1}\text{ m}$

$\rho = 1000\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1- احسب $v_2 = ?$ (عند نقطة b)

علماً أنه: $v_1 = 4\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (عند النقطة a)

حسب معادلة الاستمرارية:

$s_1 v_1 = s_2 v_2$ ($s = \pi r^2$)

$v_2 = \frac{s_1 v_1}{s_2} = \frac{\pi r_1^2 \times v_1}{\pi r_2^2}$

(عند النقطة b) $v_2 = \frac{25 \times 10^{-4} \times 4}{100 \times 10^{-4}} = 1\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

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: $z_2 - z_1 = h$

$P_a - P_b = \frac{1}{2} \times 1000 (1 - 16) + 1000 \times 10 \times 5 \times 10^{-1}$

$P_a - P_b = 500 \times (-15) + 5000$

$= -7500 + 5000$

$= -2500\text{ Pa}$

لاحظ أن:

$s_1 < s_2 \Rightarrow v_a > v_b \Rightarrow P_a < P_b$

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

$$9 - 9\frac{v^2}{c^2} = 1 \Rightarrow 9\frac{v^2}{c^2} = 9 - 1 \Rightarrow$$

$$v^2 = 8\frac{c^2}{9} \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{2}}{3}c$$

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8 = 2\sqrt{2} \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

3- حساب $E_k = ?$

$$E_k = E - E_0 \Rightarrow E_k = 3E_0 - E_0 = 2E_0 \Rightarrow$$

$$E_k = 2 \times 15.03 \times 10^{-11} = 30.06 \times 10^{-11} \text{ J}$$

4- حساب $P = ?$

$$P = mv \Rightarrow P = \gamma m_0 v$$

$$P = 3 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$$

$$P = 10.02\sqrt{2} \times 10^{-19} \text{ Kg m.s}^{-1}$$

$$E^2 = P^2 c^2 + E_0^2 \quad \text{-5- مطلوب استنتاج أن:}$$

$$E = \gamma E_0 \Rightarrow E^2 = \gamma^2 E_0^2 \quad \text{الحل:}$$

$$E^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} E_0^2 \Rightarrow E^2 - \frac{v^2}{c^2} E^2 = E_0^2 \quad \xrightarrow{(E=mc^2)}$$

$$E^2 = E_0^2 + \frac{v^2}{c^2} m^2 c^4 \quad \xrightarrow{(P=mv)}$$

$$E^2 = E_0^2 + P^2 c^2$$

وهو المطلوب

• للتأكد حسابياً نعوض بالعلاقة السابقة:

$$[3(15.03 \times 10^{-11})]^2 = (15.03 \times 10^{-11})^2 + (10.02\sqrt{2} \times 10^{-19})^2 (3 \times 10^8)^2$$

المساواة محققة .. 😊

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
بأكثر من 3 أضعاف

• لحساب زمن الرحلة $t = ?$

$$t = \gamma t_0 \Rightarrow t = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}} \text{ سنة (year)}$$

مطومة رائعة: 😊

نجم الشعرى اليميني من ألمع النجوم في السماء بعد الشمس ورد ذكره في القرآن الكريم.

قوله تعالى: وأئنّه هوزبُ الشعرى. (سورة النجم)

المسألة 9 ص 272

$$m_0 = 1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg} \quad E = 3E_0$$

1- حساب $E_0 = ?$ (طاقة سكونية للبروتون مقدرة بـ eV)

$$E_0 = m_0 c^2$$

$$E_0 = 1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 15.03 \times 10^{-11} \text{ J}$$

للتحويل إلى eV نقسم على (شحنة إلكترون 1.6×10^{-19})

$$E_0 = \frac{15.03 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}} = 9.39 \times 10^8 \text{ eV}$$

2- حساب $v = ?$

$$E = 3E_0$$

لدينا

$$\left. \begin{aligned} m c^2 &= 3m_0 c^2 \\ m &= \gamma m_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \gamma m_0 c^2 = 3m_0 c^2 \Rightarrow \gamma = 3$$

المسألة 10 ص 273

لفة $\ell = 40\text{cm} = 4 \times 10^{-1} \text{m}$ ، $N = 400$
 محور الوشيمة الأفقي يعامد خط الزوال المغناطيسي
 $I = 16\text{mA} = 16 \times 10^{-3} \text{A}$

1- حساب $B = ?$ (في مركز الوشيمة)

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{\ell}$$

$$B = \frac{25}{2} \times 10^{-7} \frac{4 \times 10^2 \times 16 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-1}}$$

$$B = 2 \times 10^{-5} \text{T}$$

طلبات إضافية:

- a- احسب قيمة زاوية انحراف إبرة البوصلة عن منحائها الأصلي باعتبار قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي ($B_H = 2 \times 10^{-5} \text{T}$)
- b- حساب شدة الحقل المغناطيسي الكلي في مركز الوشيمة.

ملاحظة للرسم: اعتبرنا ورقة دفتر مستوي افقي

الحل:



- a- مطلوب حساب $\theta = ?$
- قبل إمرار التيار تستقر إبرة البوصلة وفق \vec{B}_H
- بعد إمرار التيار تنحرف الإبرة بزاوية (θ) لتأخذ منحى \vec{B}_I
- محصلة الحقلين (\vec{B}_I, \vec{B}_H)

$\vec{B} \perp \vec{B}_H$

من الشكل نجد:

$$\tan \theta = \frac{B_I}{B_H} \Rightarrow \tan \theta = \frac{2 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ \left(\frac{\pi}{4} \text{rad} \right)$$

b- مطلوب حساب $B_I = ?$

$$\vec{B}_I = \vec{B} - \vec{B}_H$$

من الشكل نجد:

$$B_I^2 = B^2 + B_H^2 \Rightarrow B_I = \sqrt{B^2 + B_H^2}$$

$$B = B_H \text{ لكن } \Rightarrow B_I = \sqrt{2B^2}$$

$$B_I = \sqrt{2} B \Rightarrow B_I = 2\sqrt{2} \times 10^{-5} \text{T}$$

2- $2r^1 = 2m \cdot m = 2 \times 10^{-3} \text{m}$

مطلوب حساب $N'' = ?$ (عدد الطبقات)

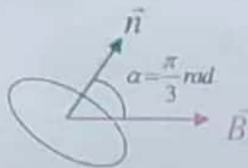
$$N'' = \frac{N}{N'} \text{ (عدد اللغات الكلية)}$$

(عدد اللغات بطبقة واحدة)

$$N' = \frac{\ell}{2r^1} = \frac{4 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-3}} = 200 \text{ لفة}$$

$$N'' = \frac{400}{200} = 2 \text{ طبقة}$$

$$S = 2\text{cm}^2 = 2 \times 10^{-4} \text{m}^2$$



$$\alpha = 60^\circ : (\vec{B}, \vec{n})$$

مطلوب حساب $\Phi = ?$

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

$$N = 1 \cdot \alpha = \frac{\pi}{3} \text{rad} : \cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$$

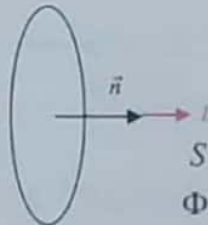
$$\Phi = 2 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = 2 \times 10^{-9} \text{ Weber}$$

المسألة 11 ص 273

لفة $r = 40\text{cm} = 4 \times 10^{-1} \text{m}$ ، $N = 100$

$B = 0.5\text{T}$ (خطوط الحقل عمودية على مستوى الملف)

1- حساب $\Phi = ?$



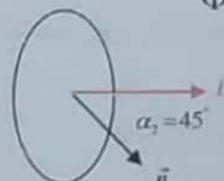
$$\Phi = N B S \cos \alpha$$

$$S = \pi r^2 \cdot \alpha = 0 : (\vec{B}, \vec{n}) : \cos 0 = 1$$

$$\Phi = 100 \times 5 \times 10^{-1} \times \pi \times 16 \times 10^{-2} \times 1$$

$$\Phi = 8\pi = 25 \text{ Weber}$$

2- $\Delta\Phi = ?$



$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$\Phi_2 = N B S \cos \alpha_2 \quad \alpha_2 = 45^\circ : \cos \frac{\pi}{4} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Phi_2 = 100 \times 5 \times 10^{-1} \times \pi \times 16 \times 10^{-2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Phi_2 = \frac{8\pi}{\sqrt{2}} = \frac{25}{\sqrt{2}} \text{ Weber} \approx 17.7 \text{ Weber}$$

$$\Delta\Phi = 17.7 - 25 = -7.3 \text{ Weber}$$

المسألة 13 ص 273

ساق $L=10\text{cm}=10^{-1}\text{m}$ ، ساق $m=20\text{g}=2\times 10^{-2}\text{Kg}$

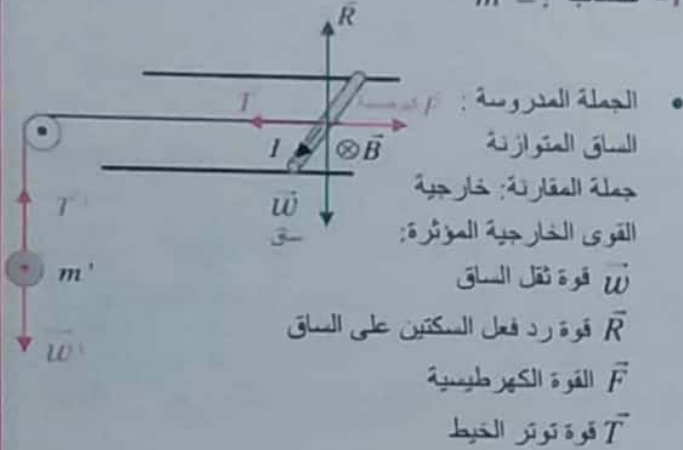
(انصاع شاقولي θ)

$$B=2\times 10^{-2}\text{T} \quad , \quad I=15\text{A}$$

(مستقيم شاقولي)

الساق متوازنة مع الكتلة (m') المعلقة بخيط

1- حساب $m'=?$



• الجملة المدروسة: F كجسم

الساق المتوازنة

جملة المقارنة: خارجية

القوى الخارجية المؤثرة:

\vec{W} قوة ثقل الساق

\vec{R} قوة رد فعل السكتين على الساق

\vec{F} القوة الكهرومغناطيسية

\vec{T} قوة توتر الخيط

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

الساق بحالة توازن سكوني:

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0} \quad (*)$$

بالإسقاط على محور أفقي له حامل وجهة \vec{F}

$$0 + 0 + F - T = 0 \Rightarrow F = T \quad (1)$$

كهرومغناطيسية

• الجملة المدروسة: الكتلة (m') المتوازنة

جملة المقارنة: خارجية

القوى الخارجية المؤثرة:

\vec{W}' قوة ثقل الكتلة (m')

\vec{T}' قوة توتر الخيط

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

الكتلة (m') بحالة توازن سكوني:

$$\vec{W}' + \vec{T}' = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي له حامل \vec{T}' وبعينه:

$$-w' + T' = 0 \Rightarrow w' = T' \quad (2)$$

لكن الخيط مهمل الكتلة لا يمتد إذا:

$$T = T' \quad (3)$$

من (1) و (2) و (3) نجد:

$$F = w' \Rightarrow I L B \sin \theta = m' g$$

الدينامي

$$\theta = \frac{\pi}{2} (I \vec{L} \perp \vec{B}), \quad \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

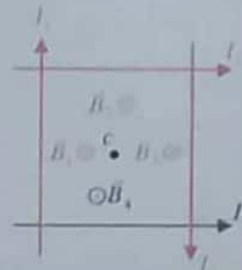
المسألة 12 ص 273

(طول صلح المربع) $\ell=40\text{cm}=4\times 10^{-1}\text{m}$

$$I_1=10\text{A} \quad , \quad I_2=5\text{A} \quad , \quad I_3=15\text{A}$$

مطلوب حساب ($I_4=?$ وجهته)

(بحيث تكون $B_1=0$ بمحور في مركز المربع)



الحل:

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = \frac{\ell}{2} = 2 \times 10^{-1}\text{m}$$

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{2 \times 10^{-1}} = 10 \times 10^{-6}\text{T}$$

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{5}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-6}\text{T}$$

$$B_3 = 2 \times 10^{-7} \frac{15}{2 \times 10^{-1}} = 15 \times 10^{-6}\text{T}$$

$$\vec{B}_1 = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4 = \vec{0} \quad (*)$$

مناقشة: نلاحظ من الشكل أن:

• ($\vec{B}_3, \vec{B}_2, \vec{B}_1$) لها نفس الحامل العمودي على

مستوى الأسلاك ولها نفس الجهة (الخلف).

• \vec{B}_4 له نفس الحامل العمودي على مستوى الأسلاك.

ويجب أن تكون جهته (للأمام) ليحقق شرط ($\vec{B}_1 = \vec{0}$)

نسقط العلاقة (*) على محور له حامل وجهة \vec{B}_1

$$B_1 + B_2 + B_3 - B_4 = 0 \Rightarrow$$

$$B_4 = B_1 + B_2 + B_3$$

$$B_4 = 10 \times 10^{-6} + 5 \times 10^{-6} + 15 \times 10^{-6} = 30 \times 10^{-6}\text{T}$$

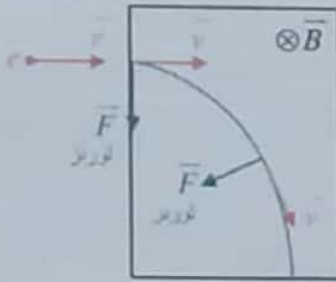
لحساب $I_4=?$

$$B_4 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_4}{d_4}$$

$$I_4 = \frac{d_4 \times B_4}{2 \times 10^{-7}} = \frac{2 \times 10^{-1} \times 30 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-7}} = 30\text{A}$$

وجهة التيار (I_4) موضحة على الشكل.

المسألة 14 لتدرس الحركة لإيجاد التسارع ثم ناقش نوع المسار



يخضع الإلكترون المتحرك بسرعة \vec{v} في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم \vec{B} لتأثير القوة المغناطيسية (لورنتز)

$$\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$$

حيث $[e]$ شحنة الإلكترون بالقيمة المطلقة. نطبق العلاقة الأساسية بالتحريك:

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

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

لورنتز

$$e\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$$

وحسب خواص الجداء الشعاعي نجد: $\vec{a} \perp \vec{v}$

$$\vec{F} \perp \vec{v}$$

فالتسارع ناظمي فقط والحركة دائرية منتظمة

• لاستنتاج علاقة $r = ?$

$$F = F_c$$

$$evB \sin \frac{\pi}{2} = m_e a_c$$

$$evB = m_e \frac{v^2}{r} \Rightarrow \boxed{r = \frac{m_e v}{eB}}$$

وهي العلاقة المطلوبة.

$$r = \frac{m_e v}{eB} = \frac{9 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^6}{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{-3}} = 9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$m' = \frac{I L B}{g} \Rightarrow$$

$$m' = \frac{15 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-2}}{10} = 3 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

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}

$$-w + R + 0 + 0 = 0 \Rightarrow$$

$$R = w \Rightarrow R = mg = 2 \times 10^{-2} \times 10 = 2 \times 10^{-1} \text{ N}$$

المسألة 14 ص 273

$$I = 20 \text{ A} , L = 10 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$B = 2 \times 10^{-3} \text{ T} , \theta = 30^\circ (I\vec{L}, \vec{B})$$

مطلوب حساب $F = ?$

موصفاً بالرسم جهة $(\vec{F}, \vec{B}, I\vec{L})$

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

$$\theta = 30^\circ (I\vec{L}, \vec{B}) , \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$F = 20 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} = 2 \times 10^{-3} \text{ N}$$

المسألة 15 ص 274

$$v = 8 \times 10^3 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} = 8 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$(\vec{v} \perp \vec{B}) B = 5 \times 10^{-3} \text{ T}$$

1. وازن بالحساب بين w و F

$$w_e = m_e g \Rightarrow w = 9 \times 10^{-31} \times 10 = 9 \times 10^{-30} \text{ N}$$

$$F = qvB \sin \theta$$

$$[q = e] , \theta = \frac{\pi}{2} (\vec{v} \perp \vec{B}) : \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-3} \times 1 = 64 \times 10^{-16} \text{ N}$$

نلاحظ أن: $F \gg w$

لذا يهمل ثقل الإلكترون أمام قوة لورنتز.

2. برهان أن حركة الإلكترون دائرية منتظمة،

واستنتاج علاقة $r = ?$

$$F_1 = F_2 = F$$

$$F = N I L B \sin \theta \quad \theta = \frac{\pi}{2} [I \vec{L}, \vec{B}]$$

لحساب $L = ?$

$$s = L^2 \Rightarrow$$

$$L = \sqrt{s} = \sqrt{25 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$F = 50 \times 5 \times 5 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 1 = 125 \times 10^{-3} \text{ N}$$

ملاحظة:

لا تتغير قيمة هذه القوة أثناء الدوران لعدم تغير قيمة المقادير أثناء الدوران.

وتبقى الزاوية $\theta = \frac{\pi}{2}$ مستقيمة

2- احسب $\Gamma_{\Delta} = ?$ مروحة كهربية لحظة مرور التيار

$$\Gamma_{\Delta} = N I s B \sin \alpha \quad \alpha = \frac{\pi}{2} [\vec{n}, \vec{B}]$$

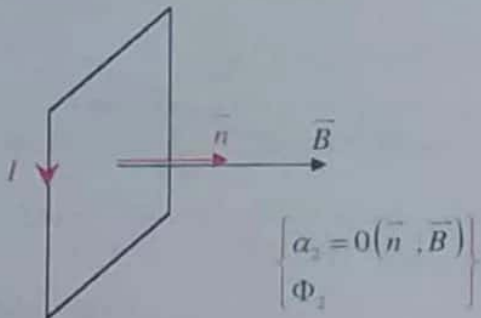
$$\Gamma_{\Delta} = 50 \times 5 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times 1 \quad \left[\sin \frac{\pi}{2} = 1 \right]$$

$$\Gamma_{\Delta} = 625 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{N}$$

3- حساب $W = ?$ عمل المروحة الكهربية عندما يدور الإطار بين وضعين:

$$\left[\alpha_1 = \frac{\pi}{2} (\vec{n}, \vec{B}), \Phi_1 = 0 \right] \leftarrow \text{الأول: السابق}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{اعظمى } \Phi_2 \\ \alpha_2 = 0 (\vec{n}, \vec{B}) \end{array} \right) \leftarrow \text{الثاني: وضع توازن المستقر}$$



3. حساب الدور $T = ?$

$$\left. \begin{array}{l} v = \omega \times r \\ \omega = \frac{2\pi}{T} \end{array} \right\} \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T} \times r \Rightarrow \boxed{T = \frac{2\pi r}{v}}$$

$$T = \frac{2\pi \times 9 \times 10^{-3}}{8 \times 10^6} = \frac{9\pi}{4} \times 10^{-9} \text{ s} = 7 \times 10^{-9} \text{ s}$$

طلب إضافي:

ما طبيعة حركة إلكترون عندما يغادر الحقل المغناطيسي ولماذا؟

الجواب:

حركة مستقيمة منتظمة. وذلك بسبب انعدام قوة لورنتز (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

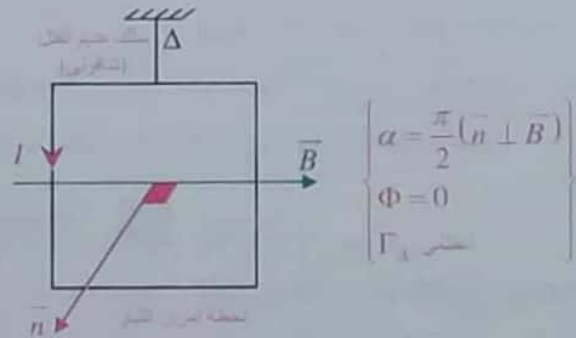
$$s = 25 \text{ cm}^2 = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ (مساحة المربع)}$$

$$N = 50 \text{ لفة}$$

إطار + سلك عديم الفتل (شاقولي)

$$B = 10^{-2} \text{ T (منتظم افقي)}, \quad I = 5 \text{ A}$$

\vec{B} يوازي مستوى الإطار قبل إمرار التيار



1- $F = ?$

في كل من الضلعين الشاقولين:

ملاحظة:

عند حساب شدة القوة الكهربية على ساق مؤلف من () سلك لا ننسى أن نضرب بـ N

$$k = \frac{N I s B}{\theta'} \quad (\text{رغم العلاقة المطلوبة})$$

ملاحظة: مع باقي المسائل نعزل حسب الطلب...

$$k = \frac{50 \times 2 \times 10^{-1} \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}}$$

$$k = 125 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$

لحساب $G = ?$

$$\theta' = G I$$

$$G = \frac{\theta'}{I} = \frac{2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 10 \text{ rad} \cdot \text{A}^{-1}$$

طريقة ثانية:

$$G = \frac{N s B}{k}$$

$$G = \frac{50 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2}}{125 \times 10^{-6}} = 10 \text{ rad} \cdot \text{A}^{-1}$$

5- تزيد الحساسية 10 مرات، مع نفس التيار، مطلوب حساب $k' = ?$

$$G' = 10 G$$

$$\frac{N s B}{k'} = 10 \times \frac{N s B}{k}$$

$$k' = \frac{k}{10} = \frac{125 \times 10^{-6}}{10}$$

$$k' = 125 \times 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$$

نتيجة: زيادة الحساسية 10 مرات يؤدي إلى إنقاص (k) 10 مرات لأن (G, k) تتناسب عكسي.

المسألة 17 ص 274

$$S = 200 \text{ cm}^2 = 200 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^2, N = 100$$

$$I = 3 \text{ A}, B = 0.1 \text{ T}$$

مطلوب حساب $\Gamma_{\Delta} = ?$ (مجموعة كيرطيس)

عندما يكون مستوي الملف يصنع $[\theta' = 60^\circ]$ مع \vec{B}

الحل

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

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

$$W = I \Delta \Phi$$

$$W = I (\Phi_2 - \Phi_1)$$

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

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos \alpha_1 = 0 \quad [\Phi_1 = 0] \quad \text{لكن}$$

$$\alpha_2 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

$$W = 5 \times 50 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-4} \times (1 - 0)$$

$$W = 625 \times 10^{-5} \text{ J}$$

4- إطار + سلك نقل (k) ← مقياس غلفاتي.

$$I = 2 \text{ mA} = 2 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\theta = 0.02 \text{ rad} \quad (\text{زاوية دوران الإطار})$$

مطلوب استنتاج $k = ?$ (تلت نقل)

ثم حساب $G = ?$ (تلت المقياس الغلفاتي)

يدور الإطار بزاوية $[\theta']$ ثم يتوازن:

شرط التوازن الدوراني:

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

$$\bar{\Gamma}_{\Delta} + \bar{\Gamma}_{\text{الخط}} = 0 \quad (*)$$

$$\bar{\Gamma}_{\text{الخط}} = -k \theta \quad (1)$$

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

$$\sin \alpha = \cos \theta' \leftarrow \alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \quad \text{بما أن}$$

$$\bar{\Gamma}_{\Delta} = N I S B \cos \theta'$$

لكن $[\theta']$ صغيرة $\leftarrow \cos \theta' = 1$



$$\Rightarrow \bar{\Gamma}_{\Delta} = N I s B \quad (2)$$

نعوض (1) و (2) بـ (*):

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

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

$$\Phi = N B S \cos \alpha \quad \alpha = 0 (\bar{B}, \bar{n}) \quad \cos 0 = 1$$

$$\Delta\Phi = N \Delta B S \cos 0$$

$$\Delta\Phi = N (B_2 - B_1) \pi r^2 \times 1$$

نحسب $B_1 = ?$ من أجل $I = 20 A$

$$B_1 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N I}{\ell}$$

$$B_1 = \frac{25}{2} \times 10^{-7} \frac{2 \times 10^2 \times 2 \times 10^{-1}}{3 \times 10^{-1}} = \frac{1}{6} \times 10^{-1} T$$

من أجل $I = 0 \iff B_2 = 0$

$$\Delta\Phi = 200 \left(0 - \frac{1}{6} \times 10^{-1} \right) \times 3 \times 10^{-2} \times 1$$

$$\Delta\Phi = -10^{-1} \text{ Weber}$$

$$\varepsilon = \frac{-(-10^{-1})}{\frac{1}{2}} = 2 \times 10^{-1} \text{ volt}$$

ملاحظة: هذه القوة المحركة الكهربائية التحريضية ذاتية. لأنه تم تغيير تدفق الحقل المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في الوشيعية بالوشيعية نفسها.

• لتحديد جهة التيار المتحرض : حسب لنز السبب هنا

$$\varepsilon > 0 \iff \Delta\Phi < 0$$

(تدفق الحقل المغناطيسي متناقص)

وجهة \bar{B}' متحرض بنفس جهة \bar{B} المتحرض.

أي Φ' متحرض بنفس جهة Φ المتحرض.

نجعل إبهام اليد اليمين بجهة \bar{B}' متحرض. تكون جهة التقاطع الأصابع لها جهة التيار المتحرض.

$$i = 20 - 5t \quad -4$$

مطلوب حساب $\bar{\varepsilon}$ (بالى)

$$\bar{\varepsilon} = -L \frac{di}{dt}, \quad \frac{di}{dt} = (i)'_t = -5$$

$$\bar{\varepsilon} = -5 \times 10^{-3} \times -5 = +25 \times 10^{-3} \text{ Volt}$$

إضافي: احسب الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعية عند اللحظة $t = 2s$

$$i = 20 - 5 \times 2 = 10 A$$

$$E_L = \frac{1}{2} L i^2 \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 100 = 25 \times 10^{-2} J$$

$$\alpha = 30 (\bar{B}, \bar{n}) : \sin 30 = \frac{1}{2}$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta = 100 \times 3 \times 2 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times \frac{1}{2}$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta = 3 \times 10^{-1} m \cdot N$$

طلب إضافي:

احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح الإطار وهو في هذا الوضع.

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

$$\alpha = 30 (\bar{B}, \bar{n}) : \cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Phi = 100 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Phi = 10^{-1} \sqrt{3} \text{ Weber}$$

المسألة 18 ص 274

$$\ell = 30 \text{ cm} = 3 \times 10^{-1} m \quad (\text{طول الوشيعية})$$

$$L = 5 \times 10^{-3} H, \quad S = 3 \times 10^{-2} m^2 \quad (\text{مساحة الوشيعية})$$

-1 حساب $N = ?$ (عدد اللفات)

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

$$5 \times 10^{-3} = \frac{25}{2} \times 10^{-7} \frac{N^2 \times 3 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-1}}$$

$$N^2 = \frac{2}{5} \times 10^5 = \frac{20}{5} \times 10^4$$

$$N^2 = 4 \times 10^4 \Rightarrow N = 200 \text{ لفة}$$

-2 نمرر تيار (تم تعييل الرقم) $I = 20 A$

مطلوب حساب $E_L = ?$ (طاقة كهربائية)

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2$$

$$E_L = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 400 = 1 J$$

-3 نجعل شدة التيار I تتناقص من $[20 A \leftarrow 0]$

خلال $\Delta t = 0.5 S$

مطلوب حساب $\varepsilon = ?$ وتحديد جهة التيار المتحرض.

المسألة 19 ص 275

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

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{4 \times 10^{+4} \times 2 \times 10^{-3}}{2\pi}$$

$$L = 8 \times 10^{-5} H$$

$$\bar{i} = 6 + 2t \quad -2$$

a- حساب $\bar{\epsilon} = ?$ (ذاتي)

$$\bar{\epsilon} = -L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{di}{dt} = (\bar{i})'_t = 2$$

$$\bar{\epsilon} = -8 \times 10^{-5} \times 2 = -16 \times 10^{-5} \text{ volt}$$

b- حساب $\Delta\Phi = ?$ (بين اللحظتين: $t_1 = 0, t_2 = 1s$)

الحل: طريقة أولى:

$$\Phi = Li \Rightarrow \Delta\Phi = L \Delta i$$

$$\Delta\Phi = L (i_2 - i_1)$$

$$t_1 = 0 \Rightarrow i_1 = 6 + 2(0) = 6 A$$

$$t_2 = 1s \Rightarrow i_2 = 6 + 2(1) = 8 A$$

$$\Delta\Phi = 8 \times 10^{-5} (8 - 6) = 16 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

طريقة ثانية:

$$\Delta\Phi = N \Delta B S \cos \alpha$$

$$\alpha = 0(\vec{B}, \vec{n}), \cos 0 = 1$$

$$\Delta B = 4\pi \times 10^{-7} = \frac{N \Delta i}{\ell} \quad [\Delta i = i_2 - i_1]$$

$$\Delta B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{2 \times 10^{+2} (8 - 6)}{2\pi}$$

$$\Delta B = 4 \times 10^{-4} T$$

نعوض لحساب $\Delta\Phi = ?$

$$\Delta\Phi = 2 \times 10^{+2} \times 4 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-3} \times 1$$

$$\Delta\Phi = 16 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

c- $I = 10A$ مطلوب حساب $E_L = ?$ (طاقة كهربية)

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-5} \times (10)^2 = 4 \times 10^{-3} J$$

$$\ell = \frac{2\pi}{5} m, N = 200 \text{ لفة}$$

$$S = 20 \text{ cm}^2 = 2 \times 10^{-3} m^2, R = 5 \Omega$$

ملاحظة:

1. محور وشيعة أو ملف له حامل \vec{n}
2. ميز بين:

$$\alpha = 0(\vec{B}, \vec{n}) \text{ يوازي محور الوشيعة (a)}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2}(\vec{B}, \vec{n}) \text{ يوازي مستوي الملف (b)}$$

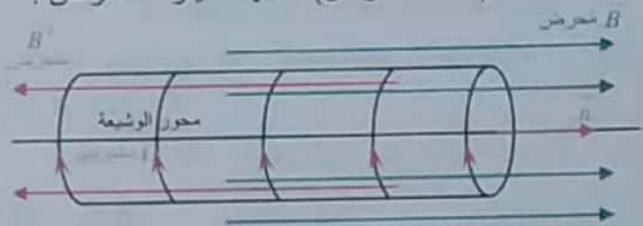
1- [B] ثابت المنحى (حقل منتظم) يوازي محور الوشيعة

نزيد شدة الحقل بانتظام خلال $\Delta t = 0.55$

$$B_1 = 0.04T \rightarrow B_2 = 0.06T$$

a- مطلوب: رسم يحدد جهة (\vec{B} منحرض)،

(\vec{B}' منحرض)، جهة التيار المتحرض.



b- حساب $\bar{i} = ?$

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

$$\Phi = N B S \cos \alpha \quad \alpha = 0(\vec{B}, \vec{n}), \cos 0 = 1$$

$$\Delta\Phi = N \Delta B S \cos 0$$

$$\Delta\Phi = N (B_2 - B_1) S \times 1$$

$$\Delta\Phi = 200 (0.06 - 0.04) \times 2 \times 10^{-3}$$

$$\Delta\Phi = 8 \times 10^{-3} \text{ Weber}$$

$$\bar{\epsilon} = \frac{-8 \times 10^{-3}}{\frac{1}{2}} = -16 \times 10^{-3} \text{ volt}$$

$$\bar{i} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} \Rightarrow \bar{i} = \frac{-16 \times 10^{-3}}{5} = -32 \times 10^{-4} A$$

c- حساب $L = ?$ (ذاتية الوشيعة)

$$\Gamma_{\Delta} = N I S B \sin \alpha$$

$$\theta' + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 90 - 30 = 60^\circ \left(\frac{\pi}{3} \text{ rad} \right)$$

$$\alpha = 60^\circ (\vec{B} \wedge \vec{n}), \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

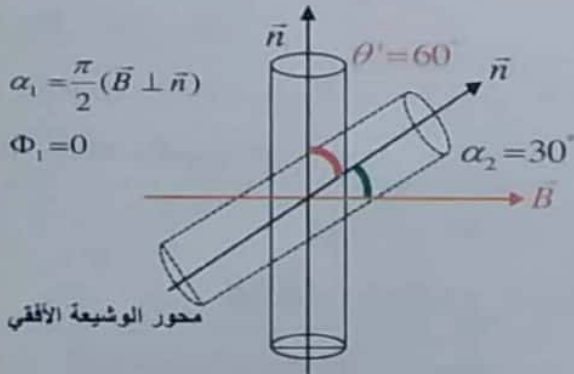
$$\Gamma_{\Delta} = 10^{+3} \times 4 \times \pi \times 4 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Gamma_{\Delta} = 8\pi \sqrt{3} \times 10^{-3} \text{ mN} = 25\sqrt{3} \text{ mN}$$

-b حساب $W = ?$ بين وضعين:

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Phi_1 = 0 \quad \text{الأول:}$$

$$\theta' = 60^\circ \Rightarrow \alpha_2 = 90 - 60 = 30^\circ \left(\frac{\pi}{6} \text{ rad} \right) \quad \text{الثاني:}$$



$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} (\vec{B} \perp \vec{n})$$

$$\Phi_1 = 0$$

$$W = I \Delta \Phi$$

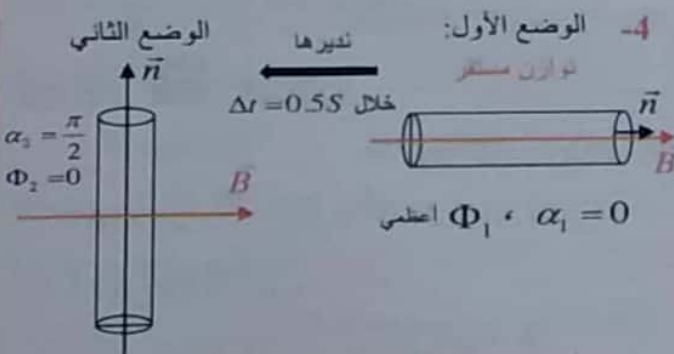
$$W = I N B S [\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1]$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos \frac{\pi}{2} = 0$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$W = 4 \times 10^{+3} \times 10^{-2} \times \pi \times 4 \times 10^{-4} \left[\frac{\sqrt{3}}{2} - 0 \right]$$

$$W = 8\pi \sqrt{3} \times 10^{-3} \text{ J} = 25\sqrt{3} \times 10^{-3} \text{ J}$$



-a حساب $i = ?$ (متولد \Rightarrow متحرض)

المسألة 20 ص 275

$$\ell = \frac{2\pi}{5} \text{ m} \cdot N = 1000 = 10^3 \text{ لفة}, R = 5\Omega$$

$$(نصف قطر الوشعة) r = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$(قطر الملف) 2r' = \frac{\pi}{500} \text{ m}$$

1- حساب $\ell' = ?$ (طول ملف الوشعة)

$$N'' = ? \text{ (عدد الطبقات)}$$

$$N = \frac{\text{طول الملف الكلي}}{2\pi r} \text{ (عدد اللفات الكلية)}$$

$$\ell' = N \times 2\pi r \Rightarrow \ell' = 1000 \times 2\pi \times 2 \times 10^{-2} = 125 \text{ m}$$

$$N'' = \frac{N}{N'} \text{ (عدد اللفات الكلية / عدد اللفات بطبقة واحدة)}$$

$$N' = \frac{\text{طول الوشعة}}{2r' \text{ قطر الملف}} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{500}} = 200 \text{ لفة}$$

$$N'' = \frac{1000}{200} = 5 \text{ طبقة}$$

2- حساب $L = ?$ (ذاتية الوشعة)

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell} \quad [S = \pi r^2]$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{10^{+6} \times \pi \times 4 \times 10^{-4}}{2\pi \times 5}$$

$$L = 4\pi \times 10^{-4} \text{ H} = 12.5 \times 10^{-4} \text{ H}$$

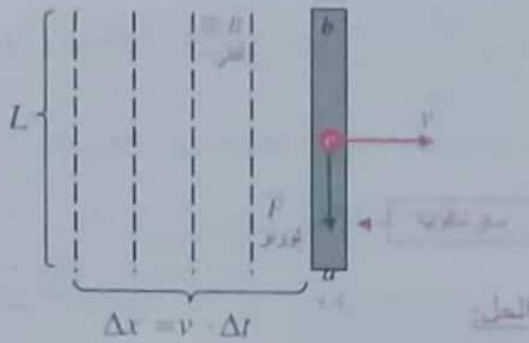
3- (محور الوشعة الأفقي $\perp \vec{B}$) $B = 10^{-2} \text{ T}$ (متظم أفقي)

$$I = 4 \text{ A}$$



-a حساب $\Gamma_{\Delta} = ?$ عندما تكون قد دارت $[\theta' = 30^\circ]$

مبيناً نوعي الشحنة على طرفي الساق



- نحرك الساق بسرعة ثابتة $(\vec{v} \perp \vec{B})$
- خلال فاصل زمني Δt
- تنتقل مسافة $\Delta x = v \cdot \Delta t$
- بتغير السطح بمقدار:

$$\Delta S = L \Delta x \Rightarrow \Delta S = Lv \cdot \Delta t$$

- يتغير التدفق بمقدار:

$$\Delta \Phi = B \Delta S \Rightarrow \Delta \Phi = BLv \cdot \Delta t$$

- تتولد قوة محرّكة كهربائية متحرضة (قيمتها المطلقة) وهي تساوي فرق الكمون.

$$U_{ab} = \varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B L v \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow$$

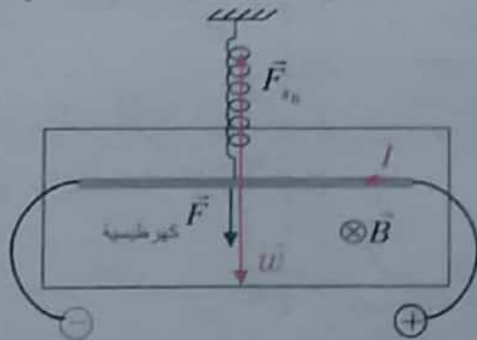
$$U_{ab} = B L v \Rightarrow v = \frac{U_{ab}}{B L}$$

$$v = \frac{4 \times 10^{-1}}{5 \times 10^{-1} \times 8 \times 10^{-1}} = 1 \text{ m.s}^{-1}$$

$$K = 100 \text{ N.m}^{-1}, \quad I = 20 \text{ A} \quad -2$$

(تم تحيل الوحدتين) $x_0 = 20 \text{ cm} = 2 \times 10^{-1} \text{ m}$ (استطاعة المص)

- a- تحديد على الرسم القوى الخارجية المؤثرة في الساق



$$\vec{i} = \frac{\vec{\varepsilon}}{R}, \quad \vec{\varepsilon} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Delta \Phi = N B S [\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2]$$

$$\alpha_1 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos \frac{\pi}{2} = 0$$

$$\Delta \Phi = 10^{+3} \times 10^{-2} \times \pi \times 4 \times 10^{-4} [0 - 1]$$

$$\Delta \Phi = -4 \pi \times 10^{-3} \text{ Weber}$$

$$\vec{\varepsilon} = \frac{-(-4 \pi \times 10^{-3})}{1} = +8 \pi \times 10^{-3} \text{ Volt}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow i = \frac{8 \pi \times 10^{-3}}{5}$$

$$i = \frac{25}{5} \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

b- حساب $\Delta q = ?$ (كمية الكهرباء)

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = i \times \Delta t$$

$$\Delta q = 5 \times 10^{-3} \times 0.5 = 25 \times 10^{-4} \text{ C}$$

5- إعادة الوشعبة لوضع التوازن المستقر

إنتقال نواة حديدية $\mu = 50$ (مغناطيسية)

مطلوب حساب $\Phi = ?$ ، $B_i = ?$

$$\mu = \frac{B_i}{B} \Rightarrow B_i = \mu B$$

$$B_i = 50 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-1} \text{ T}$$

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

وضع التوازن المستقر $(\vec{B}, \vec{n}) \Rightarrow \alpha = 0$

$$\Phi = 10^{+3} \times 5 \times 10^{-1} \times \pi \times 4 \times 10^{-4} \times \cos 0 \text{ cm}^2 = 1$$

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

المسألة 21 ص 276

$$L = 80 \text{ cm} = 8 \times 10^{-1} \text{ m}$$

$$B = 0.5 \text{ T} (\vec{v} \perp \vec{B}), \quad U_{ab} = 0.4 \text{ V}$$

1- استنتاج علاقة $v = ?$

إضافي: موضحاً بالرسم جهة $(\vec{F}, \vec{B}, \vec{v})$ (تدوير)

مطلوب حساب $i = ?$ (معرض) ، $R = 5 \Omega$

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

$$\Delta\bar{\Phi} = N B S (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) , S = \pi r^2$$

$$\alpha_1 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1 \quad (\Phi_1 \text{ اعظمي})$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos \frac{\pi}{2} = 0 \quad (\Phi_2 = 0)$$

$$\Delta\bar{\Phi} = 6 \times 10^{+2} \times 4 \times 10^{-2} \times \pi \times 16 \times 10^{-4} (0 - 1)$$

$$\Delta\bar{\Phi} = -6 \times 64 \pi \times 10^{-4} = -6 \times 200 \times 10^{-4}$$

$$\Delta\bar{\Phi} = -12 \times 10^{-2} \text{ Weber}$$

طريقة ثانية لحساب $\Delta\bar{\Phi}$:

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

$$\Delta\bar{\Phi} = 0 - N B S \cos \alpha_1 = -12 \times 10^{-2} \text{ Weber}$$

$$\varepsilon = \frac{-(-12 \times 10^{-2})}{\frac{1}{2}} = 24 \times 10^{-2} \text{ volt}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow i = \frac{24 \times 10^{-2}}{5} = 48 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$f = \frac{2}{\pi} \text{ Hz} \quad \text{2- سرعة زاوية ثابتة تعادل}$$

a- استنتاج بالرموز علاقة $[\varepsilon]$ وكتابة تابعها الزمني

وكتابة التابع الزمني للتيار المتعرض المتناوب الحيبي.

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

$$\alpha = \omega t$$

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 $[\varepsilon]$ عظمي عندما

$$\Rightarrow \varepsilon_{\max} = N B S \omega$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t$$

لكتابة التابع الزمني نوجد قيم الثوابت $[\omega, \varepsilon_{\max}]$

b- استنتاج علاقة $m = ?$ (مكتة السق)

جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة:

\bar{w} قوة ثقل الساق

\bar{F} قوة لابلاس (الكهروستاتيكية)

\bar{F}_{s_0} قوة توتر النابض

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

(حالة التوازن الميكانيكي):

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

بالإسقاط على محور شاقولي موجه للأسفل

(له حامل وجهة \bar{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 \bar{F}'_{s_0} التي تسبب له الاستطالة x_0 إذا:

$$F'_{s_0} = F_{s_0} = Kx$$

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

$$\theta = \frac{\pi}{2} (I \vec{L} \perp \vec{B})$$

نعوض بـ (*)

$$\Rightarrow m = \frac{Kx_0 - I L B}{g}$$

$$m = \frac{100 \times 2 \times 10^{-1} - 20 \times 8 \times 10^{-1} \times 5 \times 10^{-1}}{10}$$

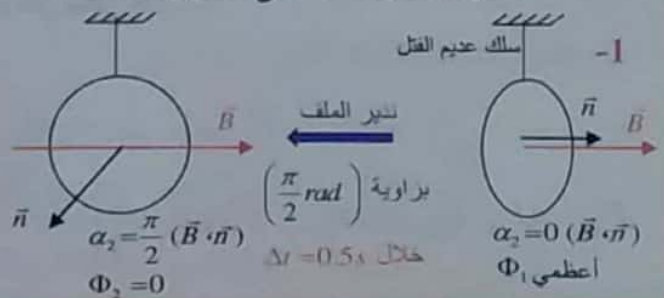
$$m = \frac{20 - 8}{10} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ Kg}$$

المسألة 22 ص 276

لغة $r = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$ ، $N = 600 = 6 \times 10^{+2}$

$B = 0.04 \text{ T}$ (أقوى منتظم)

خطوط الحقل ناظمة على مستوى الملف



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:

$$\left[\begin{array}{l} \text{الطاقة الحرارية التي} \\ \text{يكتسبها الماء خلال} \\ \text{الفصل الزمني} \\ \text{المعني (Δt)} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{الطاقة الحرارية} \\ \text{المتحررة عن مرور} \\ \text{التيار في المقاومة خلال} \\ \text{فصل زمني (Δt)} \end{array} \right] \times \frac{100}{100}$$

$$m \cdot C \cdot \Delta t = \underbrace{U_{eff} I_{eff_1} t}_{J} \left\{ \begin{array}{l} U = RI \\ U = I R \\ U = \frac{P}{I} \end{array} \right.$$

$$I_{eff_1} = \frac{m c \Delta t}{U_{eff} t}$$

لحساب $U_{eff} = ?$

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

$$I_{eff_1} = \frac{1 \times 4200 \times (72 - 0)}{120 \times 7 \times 60} = 6A$$

كتابة التابع الزمني للتيار في الفرع الأول:

$$\bar{i}_1 = I_{max_1} \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$\omega = 100\pi \text{ rad s}^{-1}$$

جهاز التسخين مقاومة صرفة $\Rightarrow \varphi_1 = 0$ (التيار على ارتفاع مع التوتر)

$$I_{max_1} = I_{eff_1} \sqrt{2} = 6\sqrt{2} \text{ A}$$

نعوض مكان الثوابت:

$$\bar{i}_1 = 6\sqrt{2} \cos(100\pi t + 0) \text{ A}$$

• لحساب I_{eff_2} (الفرع الثاني)

$$P_{avg_2} = U_{eff} I_{eff_2} \cos \varphi_2 \quad \left[\cos \varphi_2 = \frac{1}{2} \right]$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{2}{\pi} = 4 \text{ rad s}^{-1}$$

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

$$S = \pi r^2 = \pi \times 16 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\varepsilon_{max} = 6 \times 10^{+2} \times 4 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-3} \times 4$$

$$\varepsilon_{max} = 48 \times 10^{-2} \text{ volt}$$

$$\bar{\varepsilon} = 48 \times 10^{-2} \sin 4t$$

نعوض مكان الثوابت

لكتابة تابع التيار:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow i = \frac{48 \times 10^{-2}}{5} \sin 4t$$

$$\bar{i} = 96 \times 10^{-3} \sin 4t$$

b- حساب $\ell' = ?$ (طول الملف)

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r} \Rightarrow \ell' = N \times 2\pi r$$

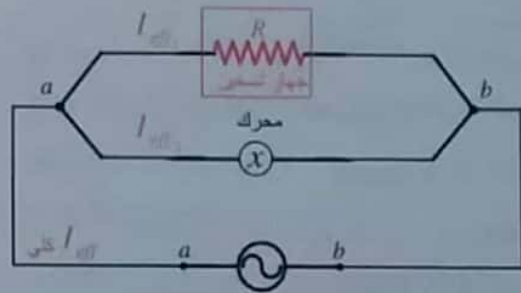
$$\ell' = 6 \times 10^{+2} \times 2\pi \times 4 \times 10^{-2}$$

$$\ell' = 6 \times 8\pi = 6 \times 25 = 150 \text{ m}$$

المسألة 23 ص 276

$$u_{ab} = 120\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ volt}$$

$$u_{ab} = U_{max} \cos \alpha t$$



$$U_{eff} = 120V$$

a- الفرع الأول:

جهاز التسخين ذاتية مهمة \Leftarrow مقاومة صرفة

تم تعجيل الواحدة $\Leftarrow m = 1Kg$ (ماء)

$$t_1 = 0^\circ C \rightarrow t_2 = 72^\circ C$$

خلال $\Delta t = 7 \text{ min} = 7 \times 60 \text{ s}$ ، مردود التسخين 100 %

b- الفرع الثاني: محرك $P_{avg} = 600 \text{ Watt}$

$$\cos \varphi_2 = \frac{1}{2} \text{ (التيار متأخر بالطور عن التوتر)}$$

تم التحليل

$$P_{avg_1} = 120 \times 6 \times 1 = 720 \text{ Watt}$$

$$P_{avg_2} = 600 \text{ Watt}$$

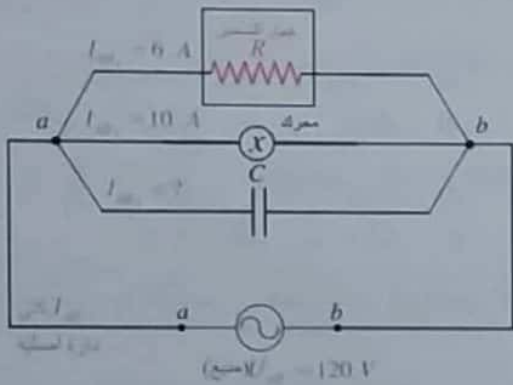
$$P_{avg} = 720 + 600 = 1320 \text{ Watt}$$

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: $\varphi = 0$

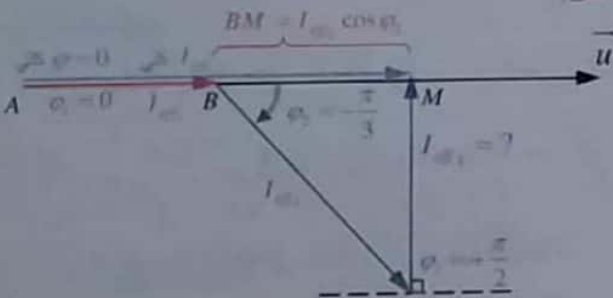
بدارة تفرع الحل حصراً مع إنشاء فرينل هندسياً.

فكرة الحل:

نحسب I_{eff} هندسياً من إنشاء فرينل ثم نحسب $Z_3 = X_C$ ومنها نحسب السعة $C = ?$

$$\bar{I}_{eff_1} \left| \begin{array}{l} I_{eff_1} = ? \\ \varphi_1 = +\frac{\pi}{2} \text{ rad} \end{array} \right. , \bar{I}_{eff_2} \left| \begin{array}{l} I_{eff_2} = ? \\ \varphi_2 = 0 \text{ rad} \end{array} \right.$$

الحل:



$$I_{eff_1} = \frac{P_{avg_1}}{U_{eff} \cos \varphi_2} = \frac{600}{120 \times \frac{1}{2}} = 10 \text{ A}$$

كتابة التابع الزمني للتيار في الفرع الثاني:

$$\bar{i}_2 = I_{max_2} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$$

$$I_{max_2} = I_{eff_2} \sqrt{2} = 10\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\omega = 100\pi \text{ rad s}^{-1}$$

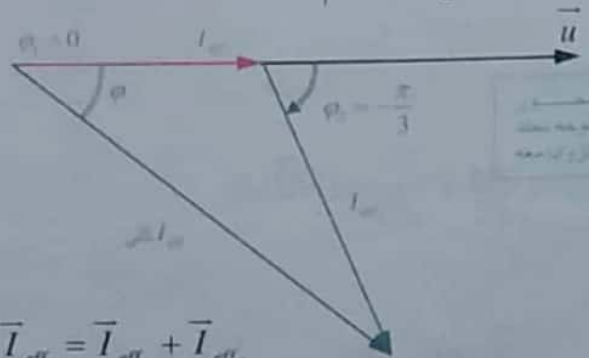
$$\cos \varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{\varphi}_2 = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\bar{i}_2 = 10\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{3}) \text{ A}$$

-2 حساب $I_{eff} = ?$ ، $\cos \varphi = ?$

الحل: • لحساب $I_{eff} = ?$ باستخدام إنشاء فرينل

$$\bar{I}_{eff_1} \left| \begin{array}{l} I_{eff_1} = 6 \text{ A} \\ \varphi_1 = 0 \end{array} \right. , \bar{I}_{eff_2} \left| \begin{array}{l} I_{eff_2} = 10 \text{ A} \\ \varphi_2 = -\frac{\pi}{3} \text{ rad} \end{array} \right.$$



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

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$$

$$\cos(-\frac{\pi}{3} - 0) = \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 36 + 100 + 2 \times 6 \times 10 \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 36 + 100 + 60 = 196 \Rightarrow I_{eff} = 14 \text{ A}$$

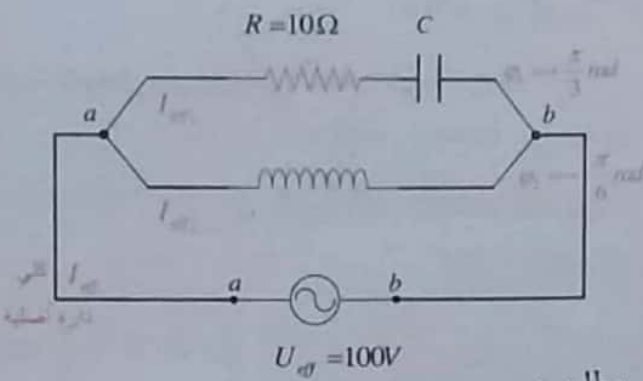
• لحساب $\cos \varphi = ?$ (عامل استطاعة الدارة)

الحل: نحسب P_{avg} (في حملة الفرعين) ومنها نحسب $\cos \varphi$

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

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

المسألة 24 ص 277



مطلوب:

1- استنتاج $I_{eff_2} = ?$ ، $I_{eff_1} = ?$

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:

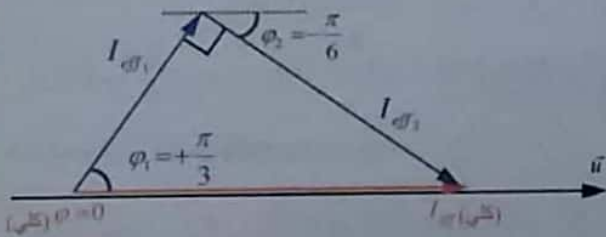
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{اي أن } [I_{eff}] \text{ دارة أصلية} \\ \text{على وفاق بالطور مع التوتر المطبق} \end{array} \right\} \varphi = 0 \text{ (كلية)}$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\bar{I}_{eff_1} \left| \begin{array}{l} I_{eff_1} = ? \\ \varphi_1 = +\frac{\pi}{3} \text{ rad} \end{array} \right. , \bar{I}_{eff_2} \left| \begin{array}{l} I_{eff_2} = ? \\ \varphi_2 = -\frac{\pi}{6} \text{ rad} \end{array} \right.$$

نقدم تيار الفرع الأول عن التيار الأصلي (أي عن التوتر المطبق)

نقدم تيار الفرع الثاني عن التيار الأصلي (أي عن التوتر المطبق)



من إنشاء فرنيل نلاحظ أن المثلث قائم:

من الشكل:

$$\sin \varphi_2 = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}}$$

$$I_{eff_3} = I_{eff_2} \sin \frac{\pi}{3} \Rightarrow I_{eff_3} = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \text{ A}$$

$$U_{eff} = X_C I_{eff_3} \Rightarrow 120 = X_C 5\sqrt{3}$$

$$X_C = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{24}{\sqrt{3}} \Rightarrow X_C = \frac{1}{\omega C} = 8\sqrt{3} \Omega$$

$$C = \frac{1}{100\pi \times 8\sqrt{3}} \text{ F} \Rightarrow C = \frac{\sqrt{3}}{2400\pi} \text{ F}$$

لحساب I_{eff} التي

$$\bar{I}_{eff} = \bar{I}_{eff_1} + \bar{I}_{eff_2} + \bar{I}_{eff_3}$$

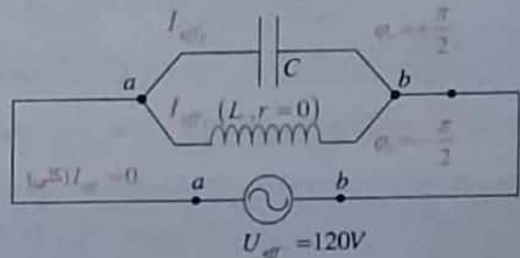
$$I_{eff} = AB + BM$$

$$I_{eff} = I_{eff_1} + I_{eff_2} \cos \varphi_2$$

$$I_{eff} = 6 + 10 \times \frac{1}{2} = 11 \text{ A}$$

من الشكل:

ملاحظة: مع الحل الهندسي لا نأخذ إشارة $[\varphi]$ بعين الاعتبار.

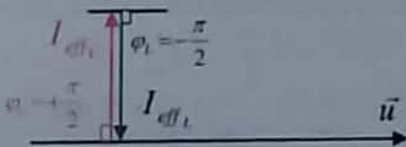


مطلوب حساب $X_L = ?$ (رنية الوشعة)

التي من أجلها $I_{eff} = 0$ (كلية) (في الدارة الأصلية)

الحل:

$$I_{eff} = \bar{I}_{eff_c} + \bar{I}_{eff_L} = \vec{0}$$



من الشكل نجد:

$$I_{eff} = I_{eff_c} - I_{eff_L} = 0 \Rightarrow I_{eff_c} = I_{eff_L}$$

$$\frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{U_{eff}}{X_L} \Rightarrow X_C = X_L$$

$$X_L = 8\sqrt{3} \Omega \text{ وتدعى حالة اختناق التيار.}$$

المسألة 25 ص 277

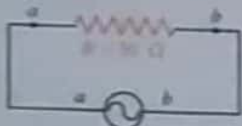
$$u_{\text{طب}} = 100\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ Volt}$$

$$u_{\text{طب}} = U_{\text{مم}} \cos(\omega t)$$

$$f = ? \cdot U_{\text{طب}} = ? - 1$$

$$U_{\text{طب}} = \frac{U_{\text{مم}}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$$



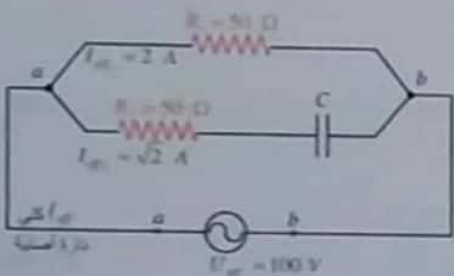
2- مطلوب تابع شدة التيار

$$\bar{i} = I_{\text{مم}} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$I_{\text{طب}} = \frac{U_{\text{طب}}}{R} = \frac{100}{50} = 2 \text{ A} \quad \varphi = 0 \text{ rad}$$

$$I_{\text{مم}} = I_{\text{طب}} \sqrt{2} = 2\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow \bar{i} = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ A}$$



3-

مطلوب تابع شدة التيار في الفرع الثاني ، C = ?

$$i_2 = I_{\text{مم}2} \cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$I_{\text{مم}1} = I_{\text{طب}1} \sqrt{2} = \sqrt{2} \times \sqrt{2} = 2 \text{ A}$$

لحساب $\varphi_2 = ?$

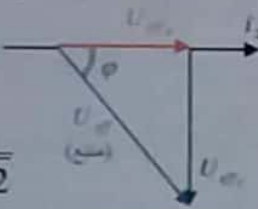
$$U_{\text{طب}} = Z_2 I_{\text{طب}2} \Rightarrow 100 = Z_2 \times \sqrt{2}$$

$$Z_2 = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\varphi_2 = + \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

نظم التيار عن التيار في هذا الفرع



لاحظ:
تأخر التيار المطبق عن تيار
الفرع الثاني عن قسم تيار
الفرع الثاني عن التيار

$$\bar{i}_2 = 2 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ A}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{I_{\text{طب}1}}{I_{\text{طب}1}} \Rightarrow I_{\text{طب}1} = I_{\text{طب}} \cos \varphi_1$$

$$\cos 60 = \frac{1}{2}$$

$$I_{\text{طب}1} = 10\sqrt{2} \times \frac{1}{2} = 5\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{I_{\text{طب}2}}{I_{\text{طب}1}} \Rightarrow I_{\text{طب}2} = I_{\text{طب}1} \sin \varphi_1$$

$$\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$I_{\text{طب}2} = 10\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{6} \text{ A}$$

2- حساب $Z_1 = ?$ (مسئمة الفرع الأول) ، $X_C = ?$ (الساعة المسلكة)

$$U_{\text{طب}} = Z_1 I_{\text{طب}1} \Rightarrow 100 = Z_1 \times 5\sqrt{2}$$

$$Z_1 = \frac{100}{5\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2} \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + X_C^2} \Rightarrow (10\sqrt{2})^2 = (10)^2 + X_C^2$$

$$X_C^2 = 100 \times 2 - 100 = 100 \Rightarrow X_C = 10 \Omega$$

$$X_L = \frac{10}{\sqrt{6}} \Omega \quad \text{تم تعديل الرقم} \quad -3$$

مطلوب حساب $r = ?$ (مقاومة الوشيمة)
طريقة أولى:

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

لحساب $Z_L = ?$

$$U_{\text{طب}} = Z_L I_{\text{طب}2} \Rightarrow Z_L = \frac{100}{5\sqrt{6}} = \frac{20}{\sqrt{6}} \Omega$$

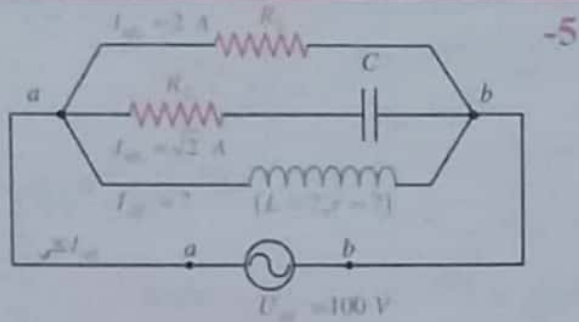
$$r = Z_L \cos \varphi_2$$

$$r = \frac{20}{\sqrt{6}} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{10\sqrt{3}}{\sqrt{2}\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \Omega$$

طريقة ثانية:

$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow \left(\frac{20}{\sqrt{6}}\right)^2 = r^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{6}}\right)^2$$

$$r^2 = \frac{400}{6} - \frac{100}{6} = \frac{300}{6} = \frac{100}{2} \Rightarrow r = \frac{10}{\sqrt{2}} \Omega$$



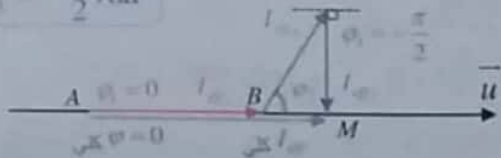
مطلوب ($r=0, L=?$)

لتصبح I_{eff} على وفاق مع فرق الكون أي: $\varphi=0$

التقريب: نكتب I_{eff} هندسياً من إنشاء فريزل لحساب Z_3 ومنها نحسب $L=?$

$I_{eff}=?$

$\varphi_3 = -\frac{\pi}{2} rad$



من الشكل نجد:

$$\sin \varphi_2 = \frac{I_{eff3}}{I_{eff2}} \quad (\varphi_2 = \frac{\pi}{4} rad)$$

$$I_{eff3} = I_{eff2} \sin \frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 1 A$$

$$U_{eff} = Z_3 I_{eff3}, \quad Z_3 = X_L$$

$$100 = X_L \times 1 \Rightarrow X_L = 100 \Omega$$

$$X_L = L \omega \Rightarrow L = \frac{100}{100\pi} \Rightarrow L = \frac{1}{\pi} H$$

لحساب I_{eff} (كلى)

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff1} + \vec{I}_{eff2} + \vec{I}_{eff3}$$

من الشكل نجد:

$$I_{eff} = AB + BM$$

$$I_{eff} = I_{eff1} + I_{eff2} \cos \varphi_2$$

$$I_{eff} = 2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 3 A$$

هي الشدة المنتجة للتيار عندما تعمل الفروع الثلاثة معاً.

لحساب $C=?$

$$Z = \sqrt{R_2^2 + X_C^2} = \sqrt{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$(50\sqrt{2})^2 = (50)^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2$$

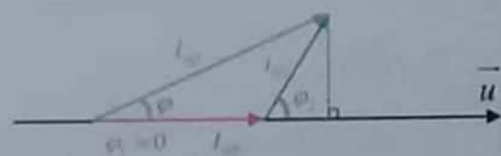
$$\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 = 5000 - 2500 = 2500 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\omega C} = 50 \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{100\pi \times 50} = \frac{1}{5\pi} \times 10^{-3} F$$

-4 I_{eff} (دائرة أصلية).

باستخدام إنشاء فريزل

$$\vec{I}_{eff1} \begin{cases} I_{eff1} = 2 A \\ \varphi_1 = 0 rad \end{cases}, \quad \vec{I}_{eff2} \begin{cases} I_{eff2} = \sqrt{2} A \\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{4} rad \end{cases}$$



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff1} + \vec{I}_{eff2}$$

نربع الطرفين:

$$I_{eff}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}I_{eff2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{4} - 0\right) = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$I_{eff}^2 = (2)^2 + (\sqrt{2})^2 + 2 \times 2 \times \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff}^2 = 10 \Rightarrow I_{eff} = \sqrt{10} A$$

طريقة ثلثية: (ننشئ مثلث قائم وتره I_{eff})

$$I_{eff}^2 = \left(I_{eff1} + I_{eff2} \cos \frac{\pi}{4}\right)^2 + \left(I_{eff2} \sin \frac{\pi}{4}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = \left(2 + \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$I_{eff}^2 = (3)^2 + (1)^2 = 10 \Rightarrow I_{eff} = \sqrt{10} A$$

المسألة 26 ص 277

$$P_{avg_1} = RI_{eff}^2 \Rightarrow P_{avg_1} = 25 \times (3)^2 = 225 \text{ W}$$

حساب P_{avg} = ?

تستهلك الاستطاعة حرارياً بفعل جول في المقاومة فقط (R, R')

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} \Rightarrow P_{avg} = RI_{eff}^2 + R'I_{eff}^2$$

$$P_{avg} = (R + R')I_{eff}^2 \Rightarrow P_{avg} = (25 + 40) \times (3)^2$$

$$P_{avg} = 65 \times 9 = 585 \text{ W}$$

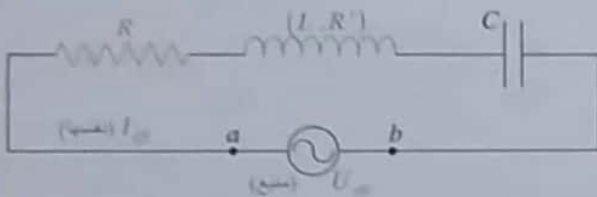
طريقة ثانية:

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

$$P_{avg} = U_{eff_1} I_{eff} \cos \phi_1 + U_{eff_2} I_{eff} \cos \phi_2$$

نقوم بحساب U_{eff_1}, U_{eff_2} ونعوض

4- نضيف C = ? على التسلسل فتبقى I_{eff} نفسها.



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

$$Z = Z$$

$$\sqrt{(R + R')^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{(R + R')^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$(L\omega)^2 = \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2 \quad \text{بالتربيع}$$

$$\mp L\omega = L\omega + \frac{1}{\omega C} \quad \text{لحذر الطرفين}$$

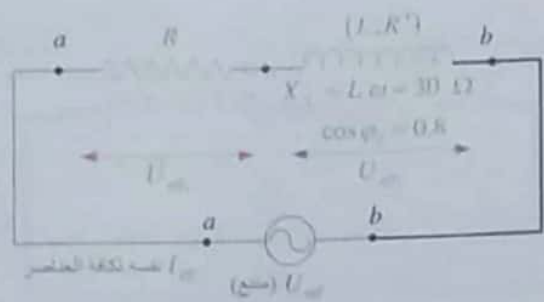
$$+ L\omega = L\omega - \frac{1}{\omega C} \quad \text{إما}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow C \rightarrow \infty \quad \text{مرفوض}$$

$$- L\omega = L\omega - \frac{1}{\omega C} \quad \text{أو}$$

$$\frac{1}{\omega C} = 2L\omega \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = 2 \times 30 = 60$$

$$C = \frac{1}{100\pi \times 60} = \frac{1}{6000\pi} = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} \text{ F}$$



$$i = 3\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ A}$$

$$i = I_{max} \cos(\omega t)$$

$$f = ? \quad I_{eff} = ? -1$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 3 \text{ A}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$$

$$-2 \text{ احسب } R' = ? \quad Z_L = ?$$

مقاومة الوشيمة Z_L
 مستطاعة الوشيمة

$$\cos \phi_2 = \frac{R'}{Z_L} \Rightarrow 0.8 = \frac{R'}{\sqrt{R'^2 + X_L^2}} \Rightarrow$$

$$0.64 = \frac{R'^2}{R'^2 + (30)^2} \Rightarrow R'^2 = 0.64R'^2 + 0.64 \times (30)^2$$

$$R'^2 - 0.64R'^2 = 0.64 \times (30)^2 \Rightarrow 0.36R'^2 = 0.64 \times (30)^2$$

$$0.6 \times R' = 0.8 \times 30 \Rightarrow R' = \frac{0.8 \times 30}{0.6} = \frac{8 \times 30}{6} = 40 \Omega$$

$$Z_L = \frac{R'}{\cos \theta_2} \Rightarrow Z_L = \frac{40}{0.8} = \frac{400}{8} = 50 \Omega$$

$$-3 \text{ احسب } P_{avg} = ? \quad P_{avg_1} = ? \quad R = ?$$

المستهلكة في الدارة

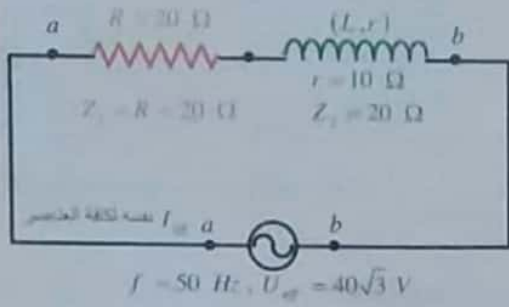
$$U_{eff_1} = \frac{1}{2} U_{eff_2} \Rightarrow RI_{eff} = \frac{1}{2} Z_L I_{eff}$$

$$R = \frac{1}{2} Z_L \Rightarrow R = \frac{1}{2} \times 50 = 25 \Omega$$

لحساب P_{avg_1} = ?

المسألة 27 ص 277

(A)



$$I_{eff} = ? \quad Z = ? - 1$$

$$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}$$

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):

$$Z = \sqrt{(20+10)^2 + 300} = \sqrt{900 + 300}$$

$$Z = \sqrt{1200} = \sqrt{4 \times 3 \times 100} = 20\sqrt{3} \Omega$$

لحساب $I_{eff} = ?$

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

$$40\sqrt{3} = 20\sqrt{3} \times I_{eff} \Rightarrow I_{eff} = 2 A$$

$$P_{avg} = ? \quad \cos \phi = ? - 2$$

تصرف الاستطاعة حرارياً بفعل جول

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} \Rightarrow P_{avg} = RI_{eff}^2 + rI_{eff}^2$$

$$P_{avg} = (R+r)I_{eff}^2 = (20+10) \times 4 = 120 W$$

لحساب $\cos \phi = ?$

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos \phi \Rightarrow \cos \phi = \frac{120}{40\sqrt{3} \times 2}$$

$$\cos \phi = \frac{3}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

5- نضيف $[C']$ للمكتفة $[C]$

تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر.

$$C' = ? \quad C'' = ?$$

الحل:

الشدة على توافق بالطور مع التوتر أي لدينا حالة تجاوب كهربائي:

$$X_L = X_{C''} \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C''_{eq}} \Rightarrow C''_{eq} = \frac{1}{L\omega\omega}$$

$$C''_{eq} = \frac{1}{30 \times 100\pi} = \frac{1}{3\pi} \times 10^{-3} F$$

نلاحظ أنه: $C < C''_{eq}$

نستنتج أن الطريقة التي ضم بها (C, C') على التفرع.

لحساب $C' = ?$

$$C''_{eq} = C + C' \Rightarrow C' = C''_{eq} - C$$

$$C' = \frac{10^{-3}}{3\pi} - \frac{10^{-3}}{6\pi} \Rightarrow C' = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3} F$$

طلب إضافي (قبل الطلب 5):

تغير من نواتر التيار في الدارة بحيث تصبح الشدة المنتجة للتيار بأكثر قيمة لها، احب قيمة النواتر الجديد؟ $f = ?$

الشدة المنتجة للتيار بأكثر 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 $L = ?$

$$L\omega = 30 \Rightarrow L = \frac{30}{100\pi} = \frac{3}{10\pi} H$$

$$\Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{3}{10\pi} \times \frac{10^{-3}}{6\pi}}} = 5\sqrt{2} Hz$$

نحسب كل من I_{eff_1} ، I_{eff_2}

$$I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{40\sqrt{3}}{20} = 2\sqrt{3} \text{ A}$$

$$I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{40\sqrt{3}}{20} = 2\sqrt{3} \text{ A}$$

$$\varphi_1 = 0 \text{ rad}$$

لحساب $\varphi_2 = ?$

$$\cos \varphi_2 = \frac{r}{Z_L} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$



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

ربع الطرفين

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

$$\cos\left(-\frac{\pi}{3} - 0\right) = \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = (2\sqrt{3})^2 + (2\sqrt{3})^2 + 2 \times 2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3} \times \frac{1}{2}$$

$$I_{eff}^2 = 12 + 12 + 12 = 36 \Rightarrow I_{eff} = 6 \text{ A}$$

لحساب $\cos \varphi = ?$ ، $P_{avg} = ?$ -2

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

تصرف الاستطاعة حرارياً بفعل جول

$$P_{avg} = R I_{eff_1}^2 + r I_{eff_2}^2$$

$$P_{avg} = 20 \times (2\sqrt{3})^2 + 10 \times (2\sqrt{3})^2$$

$$P_{avg} = 240 + 120 = 360 \text{ W}$$

لحساب $\cos \varphi = ?$

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = \frac{360}{40\sqrt{3} \times 6} = \frac{3}{2\sqrt{3}}$$

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

طريقة ثانية لحساب $\cos \varphi = ?$

$$\cos \varphi = \frac{(R+r)}{Z} = \frac{20+10}{20\sqrt{3}} = \frac{30}{20\sqrt{3}} = \frac{3}{2\sqrt{3}}$$

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

ملاحظة: لو طلب حساب فرق الطور بين التوتر المطبق و شدة التيار:

$$\varphi = +\frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

تقدم التوتر عن التيار

-3 $E = ?$ (طاقة حرارية منتشرة عن المقاومة الصرفة)

$$t = 10 \text{ min (دقيقة)} \Rightarrow t = 10 \times 60 = 600 \text{ s}$$

$$E = P_{avg_1} \times t = R I_{eff}^2 t$$

$$E = 20 \times (2)^2 \times 600 = 48 \times 10^3 \text{ J}$$

لكتابة تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة:

$$\bar{u}_1 = U_{max_1} \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$\varphi_1 = 0 \text{ rad}$ الشدة و التوتر على توافق.

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

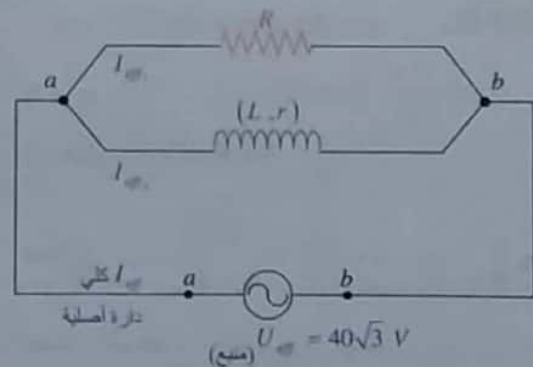
$$U_{max_1} = U_{eff_1} \sqrt{2}$$

لحساب $U_{eff_1} = ?$

$$U_{eff_1} = R I_{eff} = 20 \times 2 = 40 \text{ V}$$

$$U_{max_1} = 40\sqrt{2} \text{ V}$$

$$u_1 = 40\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ Volt}$$



-1 I_{eff} (كلي) باستخدام انشاء فريزل

المسألة 28 ص 278

$L_1 = 17\text{cm}$ ، $L_2 = 49\text{cm}$ (صوت مغلق)
 حساب $f = ?$ ، $v = 340\text{m.s}^{-1}$

$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ [عمود هوائي مغلق مختلف الطرفين]

$n=1 \Rightarrow L_1 = \frac{\lambda}{4}$
 $n=2 \Rightarrow L_2 = 3\frac{\lambda}{4}$ $\Rightarrow \Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$

$\Delta L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2 \times \Delta L \Rightarrow$

$\lambda = 2(49-17) = 64\text{cm} = 64 \times 10^{-2}\text{m}$

$v = f \lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{64 \times 10^{-2}} = 531.25\text{Hz}$

المسألة 29 ص 278 (تشبه دورة 2018)

مزمارة ذو فم (A) ،
 نهايته مفتوحة (A) ، مزمارة متشابهة الطرفين

$L = 3\text{m}$ ، $f = 110\text{Hz}$
 $t = 0^\circ\text{C}$ ، $v = 330\text{m.s}^{-1}$

1- حساب البعد بين بطنين متتاليين = ؟

ثم استنتاج رتبة الصوت $n = ?$

الحل:

البعد بين بطنين متتاليين $\frac{\lambda}{2}$

نحسب $\lambda = ?$

$v = f \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{110} = 3\text{m}$

$\frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1.5\text{m}$ البعد بين بطنين متتاليين:

مع مزمارة متشابهة الطرفين (n) هي رتبة الصوت

$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda}$

$n = \frac{2 \times 3}{3} = 2$ (المزوج الثاني)

2- نسخن المزمارة إلى: $t' = 819^\circ\text{C}$

استنتاج $\lambda' = ?$ (المصدر المزمارة الصوت السابق نفسه)
 الحل:

نفس الصوت \Leftarrow نفس التواتر أي: $f' = f$

$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{\frac{273+t'}{273+t}}$

$\frac{f' \lambda'}{f \lambda} = \sqrt{\frac{273+819}{273+0}} = \sqrt{4} = 2$

$\lambda' = 2 \times \lambda \Rightarrow \lambda' = 2 \times 3 = 6\text{m}$

3- $L' = ?$ طول مزمارة لخر

مزمارة ذو فم (A) ،
 نهايته مغلقة (N) ، مزمارة مختلف الطرفين
 $v = 330\text{m.s}^{-1} \Leftarrow t = 0^\circ\text{C}$
 له نفس تواتر الصوت السابق $f = 110\text{Hz}$
 للمدروج الثالث $\Leftarrow [(2n-1)=3]$

الحل:

$L' = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

المدروج الثالث $\Leftarrow (2n-1)=3$

$L' = 3 \times \frac{v}{4f}$

$L' = 3 \times \frac{330}{4 \times 110} = \frac{9}{4} = 2.25\text{m}$

المسألة 30 ص 279 (تشبه دورة 2014)

$L = 1\text{m}$ ، $m = 10\text{g} = 10 \times 10^{-3} = 10^{-2}\text{kg}$

$f = 50\text{Hz}$ ، $\lambda = 40\text{cm} = 4 \times 10^{-1}\text{m}$

1- $n = ?$ (عدد المغازل المستقرة على طول الخط)

إن طول المغزل الواحد $\frac{\lambda}{2}$

مغازل $L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2 \times 1}{4 \times 10^{-1}} = 5$

2- حساب السعة $(Y_{\max}) = ?$

علماً أن: $Y_{\max} = 1\text{cm}$ (سعة اهتزاز السبع)



نحسب طول الموجة الجديد ($\lambda' = ?$) من أجل مغزلين:

$$L = 2 \frac{\lambda'}{2} \Rightarrow \lambda' = 1 \text{ m}$$

■ لحساب أبعاد العقد N عن النهاية المقيدة (M')

$$x = n \frac{\lambda'}{2} \Rightarrow x = n \frac{1}{2}$$

$$n = 0 \Rightarrow x_1 = 0 \text{ m} \quad \text{العقدة الأولى:}$$

$$n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2} \text{ m} \quad \text{العقدة الثانية:}$$

$$n = 2 \Rightarrow x_3 = 1 \text{ m} \quad \text{العقدة الثالثة:}$$

■ لحساب أبعاد البطن A عن النهاية المقيدة (M')

$$x = (2n + 1) \frac{\lambda'}{4} \Rightarrow x = (2n + 1) \frac{1}{4}$$

$$n = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{1}{4} \text{ m} \quad \text{البطن الأول:}$$

$$n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{3}{4} \text{ m} \quad \text{البطن الثاني:}$$

5- نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه

$$L' = \frac{L}{2}, \quad m' = \frac{m}{2}$$

$$\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$$

$$\mu = \mu' = 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

إذا لا تتغير الكتلة الخطية للوتر عندما ننقص طوله.

المسألة 31 (ص 279) (تشيبة دورة 2013 + 2015)

$$L = 1.5 \text{ m}, \quad m = 15 \text{ g} = 15 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$f = 100 \text{ Hz}, \quad n = 3 \text{ مغزل}$$

1- حساب طول الموجة $\lambda = ?$

$$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 1.5}{3} = 1 \text{ m}$$

■ لنقطة تبعد ($x_1 = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$) عن النهاية المقيدة

■ لنقطة تبعد ($x_2 = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$) عن النهاية المقيدة

$$Y_{\max/n} = 2Y_{\max} \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right| \quad (\text{السعة})$$

$$\text{■ } x_1 = 0.2 \text{ m}, \quad Y_{\max} = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$Y_{\max/n_1} = 2 \times 10^{-2} \left| \sin \frac{2\pi}{0.4} \times 0.2 \right| \quad \boxed{\sin \pi = 0}$$

$$\Rightarrow Y_{\max/n_1} = 0$$

أي (n_1) عقدة اهتزاز.

$$\text{■ } x_2 = 0.3 \text{ m}$$

$$Y_{\max/n_2} = 2 \times 10^{-2} \left| \sin \frac{2\pi}{0.4} \times 0.3 \right| \quad \boxed{\left| \sin \frac{3\pi}{2} \right| = 1}$$

$$Y_{\max/n_2} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

أي (n_2) بطن اهتزاز.

$$3- \text{ احسب: } \mu = ? , \quad F_T = ? , \quad v = ?$$

■ حساب الكتلة الخطية:

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \mu = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

■ حساب قوة الشد وسرعة الانتشار:

$$v = f \lambda \Rightarrow v = 4 \times 10^{-1} \times 50 = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow F_T = v^2 \times \mu$$

$$F_T = (20)^2 \times 10^{-2} = 4 \text{ N}$$

طريقة ثانية:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow F_T = \frac{f^2 \mu \times 4L^2}{n^2}$$

$$F_T = \frac{(50)^2 \times 10^{-2} \times 4 \times (1)^2}{(5)^2} = 4 \text{ N}$$

$$4- F_T' = ? \text{ التي تجعل الوتر يهتز بمغزلين } (n = 2)$$

$$F_T' = \frac{f^2 \mu \times 4L^2}{n^2} = \frac{(50)^2 \times 10^{-2} \times 4 \times (1)^2}{(2)^2} = 25 \text{ N}$$

المسألة 32 ص 279

مزمارة ذو فم (A) ← مزمارة متشابهة الطرفين
نهايته مفتوحة (A)

$L = 3.4 \text{ m} \quad f = 1000 \text{ Hz} \quad v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

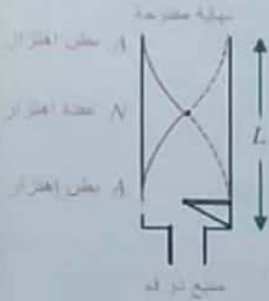
1- حساب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمارة ؟

نحسب طول الموجة (λ)

$v = f \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0.34 \text{ m}$

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: $n = 1$

$f = \frac{1 \times 340}{2 \times 3.4} \Rightarrow f = 50 \text{ Hz}$

3- $v_1 = 331 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ عند الدرجة $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

مطلوب $t_2 = ?$ (درجة حرارة التحريك)

أي عندما السرعة $v_2 = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{273 + t_2}{273 + t_1}}$

$\frac{340}{331} = \sqrt{\frac{273 + t_2}{273 + 0}} \Rightarrow t_2 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

للحفظ:

• سرعة انتشار الصوت في الهواء $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

عند درجة الحرارة $t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

• سرعة انتشار الصوت في الهواء $v = 343 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

عند درجة الحرارة $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

2- حساب الكتلة الخطية للوتر $\mu = ?$

$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \mu = \frac{15 \times 10^{-3}}{1.5} = 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$

3- حساب سرعة الانتشار $v = ?$

$v = f \lambda \Rightarrow v = 100 \times 1 = 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

4- حساب قوة الشد: $F_T = ?$

$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

$F_T = \mu v^2 = 10^{-2} \times (100)^2 = 100 \text{ N}$

5-



• لحساب أبعاد العقد (N) عن النهاية المقيدة M'

$x = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x = n \frac{1}{2}$

$n = 0 \Rightarrow x = 0 \text{ m}$: العقدة الأولى:

$n = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{2} \text{ m}$: العقدة الثانية:

$n = 2 \Rightarrow x = 1 \text{ m}$: العقدة الثالثة:

$n = 3 \Rightarrow x = \frac{3}{2} \text{ m}$: العقدة الرابعة:

• لحساب أبعاد البطنون (A) عن النهاية المقيدة M'

$x = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow x = (2n + 1) \frac{1}{4}$

$n = 0 \Rightarrow x = \frac{1}{4} \text{ m}$: البطن الأول:

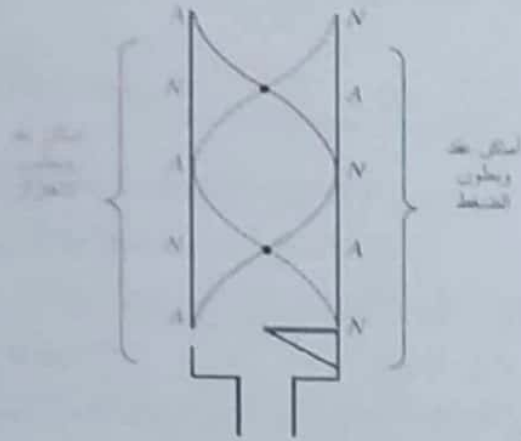
$n = 1 \Rightarrow x = \frac{3}{4} \text{ m}$: البطن الثاني:

$n = 2 \Rightarrow x = \frac{5}{4} \text{ m}$: البطن الثالث:

$n = 3 \Rightarrow x = \frac{7}{4} \text{ m} > 1.5$: نلاحظ أن:

وهي غير محققة أكبر من طول الوتر.

الحل:



حيث:

- أماكن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط
- أماكن عقد الاهتزاز هي بطون للضغط

4- $L' = ?$ طول مزمار آخر

$$\left[\begin{array}{l} \text{مزمار ذو فم (A)} \\ \text{نهايته مغلقة (N)} \end{array} \right] \leftarrow \text{مزمار مختلف الطرفين}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{الدرجة } t = 15^\circ \text{C} \\ \text{صوت أساسي } n = 1 \\ \text{صوت موافق للصوت السابق} \end{array} \right] \leftarrow \text{له نفس التواتر}$$

$$v = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

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 $f = 340 \text{ Hz}$

$$L' = (2 \times 1 - 1) \times \frac{340}{4 \times 340} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ m}$$

المسألة 34 ص 280

مزمار متشابه الطرفين $L = 3.32 \text{ m}$

$$f = 1024 \text{ Hz}, t = 15^\circ \text{C}, v = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

1- احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار؟

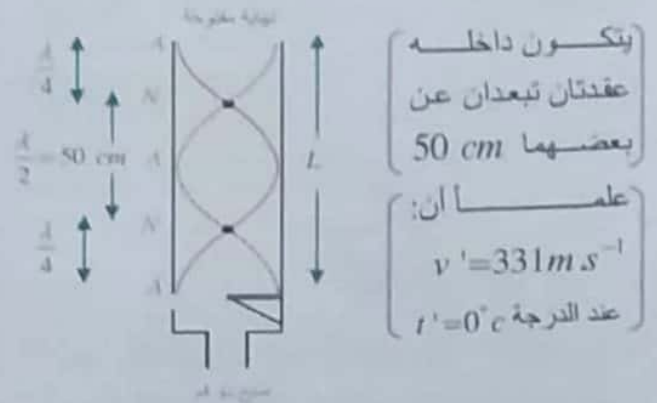
$$\frac{L}{\lambda} = \text{عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار}$$

نحسب طول الموجة $\lambda = ?$

المسألة 33 ص 279 (مع الطلب الإضافي في دورة 2000)

1- مزمار ذو فم (A) نهايته مفتوحة (A) ← مزمار متشابه الطرفين

$$t = 15^\circ \text{C}$$



يتكون داخله عقدتان تبعدان عن بعضهما 50 cm علم أن: $v = 331 \text{ m.s}^{-1}$ عند الدرجة $t = 0^\circ \text{C}$

من عقدة إلى عقدة تليها $\frac{\lambda}{2}$

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 50 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

2- $L = ?$

من الشكل نجد:

$$L = \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{4\lambda}{4} = \lambda = 1 \text{ m}$$

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$

طريقة ثانية:

يتكون داخله عقدتان $n = 2$

$$L = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \text{ m}$$

3- $f = ?$ لحساب $[v = ?]$ سرعة الهواء عند الدرجة $t = 15^\circ \text{C}$

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}} = \sqrt{\frac{273+t}{273+t'}} = \sqrt{\frac{273+15}{273+0}}$$

$$\frac{v}{331} = \sqrt{\frac{288}{273}} \Rightarrow v = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = f \lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1} = 340 \text{ Hz}$$

طلب إضافي: بين بالرسم أماكن بطون وعقد الضغط داخل المزمار.

المسألة 35 ص 280

$L_1 = 21\text{cm}$ (صوت جديد) ، $L_2 = 65.3\text{cm}$ (صوت قديم)

$f = 392\text{Hz}$ ، مطلوب حساب $v = ?$

$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4}$ [عمود هوائي مغلق مختلف الطرفين]

$n=1 \Rightarrow L_1 = \frac{\lambda}{4}$
 $n=2 \Rightarrow L_2 = 3 \frac{\lambda}{4}$

$\Delta L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2 \times \Delta L$

$\lambda = 2(65.3 - 21) = 88.6\text{cm} = 88.6 \times 10^{-2}\text{m}$

$v = f \lambda \Rightarrow v = 392 \times 88.6 \times 10^{-2} = 347.3\text{m.s}^{-1}$

درجة الحرارة في العمود الهوائي أكبر من درجة حرارة الغرفة

لأن سرعة انتشار الصوت في الهواء $v = 343\text{m.s}^{-1}$

عند الدرجة $t = 20^\circ\text{C}$

للتأكد: نحسب سرعة انتشار الصوت في الهواء $[v' = ?]$

عند درجة الحرارة $t' = 20^\circ\text{C}$

نعلم أن سرعة انتشار الصوت في الهواء $[v = 331\text{m.s}^{-1}]$

عند درجة الحرارة $t = 0^\circ\text{C}$

$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \sqrt{\frac{t'+273}{t+273}}$

$\frac{v'}{331} = \sqrt{\frac{20+273}{0+273}} \Rightarrow v' = 343\text{m.s}^{-1}$

المسألة 36 ص 280 (دورة 2009 + 2018 + ...)

مزمارة ذو فم (A) ← مزمارة مختلف الطرفين
 نهايته مغلقة (N)

$v = 324\text{m.s}^{-1}$ ، يحوي غاز الأكسجين

$f = 162\text{Hz}$ ، صوت أساسي ($n=1$)

1- $L = ?$ (طول المزمارة)

$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L = (2n-1) \frac{v}{4f}$

$v = f \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1024} = 0.332\text{m}$

$\frac{L}{\lambda} = \frac{3.32}{0.332} = 10$ عدد أطوال الموجة:

2- [عدد أطوال الموجة الجديدة = 5
 نفس الصوت ← نفس التواتر
 بتغيير درجة الحرارة t' ← بتغيير 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 $[f = f']$

$\frac{f' \lambda'}{f \lambda} = \sqrt{\frac{t'+273}{t+273}} \Rightarrow \frac{0.664}{0.332} = \sqrt{\frac{t'+273}{288}} \Rightarrow$

$4 = \frac{t'+273}{288} \Rightarrow 4 \times 288 = t' + 273$

$t' = 1152 - 273 = 879^\circ\text{C}$

3- [تكون في الطرفان] ← [المزمارة ذو فم
 بطنان للاهتزاز] نهاية مفتوحة

عقدة واحدة في منتصفه $n=1$

$v = 340\text{m.s}^{-1}$ ، $t = 15^\circ\text{C}$

تغيير قوة النفخ ← تغيير التواتر

احسب $f' = ?$

نحسب $\lambda'' = ?$ (طول الموجة الجديدة)

$L = n \frac{\lambda''}{2} \Rightarrow \lambda'' = \frac{2L}{n}$

عقدة واحدة في منتصفه $[n=1]$

$\lambda'' = \frac{2 \times 3.22}{1} = 6.44\text{m}$

$v = f' \lambda'' \Rightarrow f' = \frac{v}{\lambda''} = \frac{340}{6.64} = 51.2\text{Hz}$

المسألة 37 ص 280

$$U_{AC} = 8 \times 10^4 \text{ V}$$

$v_c = 0$ (خروج من المهبط بسرعة معنومة عملياً)

$$E_k = ? \quad \left[\begin{array}{l} \text{استنتاج بالرموز} \\ \text{استنتاج بالحركة الإلكترونية} \\ \text{استنتاج باستخدام معادلات المهبط} \end{array} \right]$$

تطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: المهبط.

الثاني: وصوله إلى الهدف (موصول بالمصدر مقابل المهبط)

$$\Delta E_k = \sum \overline{W_F}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \overline{W_F}$$

$$E_{k_A} - 0 = eU_{AC}$$

$E_{k_C} = 0$ لأن $v_c = 0$ خروج الإلكترون من المهبط

بسرعة معنومة عملياً.

$$E_{k_A} = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4 \Rightarrow E_{k_A} = 128 \times 10^{-16} \text{ J}$$

-2 $v = ?$ (استخدامه بالهدف):

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 128 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{256 \times 10 \times 10^{-17}}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow$$

$$v = \frac{16}{3} \sqrt{10} \times 10^{+7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow$$

$$v = 16.8 \times 10^{+7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 17 \times 10^{+7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

-3 احسب $\lambda_{\min} = ?$

$$E = E_k$$

$$hf_{\max} = E_k$$

$$h \frac{c}{\lambda_{\min}} = E_k \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{hc}{E_k}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{128 \times 10^{-16}} = 0.155 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$L = (2 \times 1 - 1) \times \frac{324}{4 \times 162} \Rightarrow L = \frac{1}{2} \text{ m}$$

-2 صوت أساسي ($n = 1$)

احسب $f'_{(H_2)} = ?$ (الرمز مملوء بغاز الهيدروجين).

الفكرة: اختلاف نوع الغاز لتعازين لهما نفس الرتبة الذرية نفكر بالكثافة

$$\frac{v_{(H_2)}}{v_{(O_2)}} = \sqrt{\frac{D_{O_2}}{D_{H_2}}} = \sqrt{\frac{\frac{M_{O_2}}{29}}{\frac{M_{H_2}}{29}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4$$

$$\Rightarrow v_{(H_2)} = 4v_{(O_2)} \quad (\text{سؤال خيار متعدد})$$

$$v_{(H_2)} = 4 \times 324 = 1296 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L = (2n - 1) \frac{v_{(H_2)}}{4f'_{(H_2)}}$$

$$f'_{(H_2)} = (2n - 1) \frac{v_{H_2}}{4L}$$

$$f'_{(H_2)} = (2 \times 1 - 1) \frac{1296}{4 \times \frac{1}{2}} = 648 \text{ Hz}$$

طريقة ثانية: لمناقشة سؤال خيار متعدد

$$L_{(H_2)} = L_{(O_2)}$$

$$(2n - 1) \frac{\lambda_{(H_2)}}{4} = (2n - 1) \frac{\lambda_{(O_2)}}{4}$$

($n = 1$) صوت أساسي:

$$\Rightarrow \lambda_{(H_2)} = \lambda_{(O_2)} \quad (\text{سؤال خيار متعدد})$$

ولدينا مما سبق:

$$v_{(H_2)} = 4v_{(O_2)}$$

$$f'_{(H_2)} \times \lambda_{(H_2)} = 4 \times f_{(O_2)} \times \lambda_{(O_2)}$$

$$\Rightarrow f'_{(H_2)} = 4f_{(O_2)} \quad (\text{سؤال خيار متعدد})$$

$$\Rightarrow f'_{(H_2)} = 4 \times 162 = 648 \text{ Hz}$$

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي
بإهمال ثقله.

القوى الخارجية المؤثرة:

\vec{F} القوة الكهربائية لها حامل \vec{E} وتعاكسه بالجهة.

شدتها ثابتة $F = eE$

$$E = \frac{U_{AB}}{d} \quad \text{لكن} \Rightarrow F = \frac{eU_{AB}}{d} \Rightarrow$$

$F = m_e a$ وبحسب قانون نيوتن الثاني:

$$m_e a = \frac{eU_{AB}}{d} \Rightarrow a = \frac{eU_{AB}}{m_e d} = \text{const}$$

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة
مستقيمة متسارعة بانتظام.

$$\left. \begin{aligned} v^2 - v_0^2 &= 2ax \\ x &= d \end{aligned} \right\} \Rightarrow v^2 - 0 = 2 \frac{eU_{AB}}{m_e d} d$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 720}{9 \times 10^{-31}}} = 16 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

طريقة ثانية:

يخضع الإلكترون لتأثير قوة كهربائية ثابتة تقوم بنقله نحو

اللبوس الموجب فيكتسب تسارعا ثابتا.

وبالتالي تقوم هذه القوة بعمل.

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: ساكن عند اللبوس السالب (B)

الثاني: خروجه من اللبوس الموجب (A)

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

$$E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{F}}$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 - 0 = eU_{AB}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 720}{9 \times 10^{-31}}} = 16 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

المسألة 38 ص 281 (عدة دورات)

$$\lambda = 0.5 \mu\text{m} = 0.5 \times 10^{-6} \text{ m}, E_i = (W_i) = 33 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$(1) \lambda_i = ? \text{ (طول موجة عتبة الإصدار)}$$

$$\left. \begin{aligned} E_i &= hf_i \\ c &= f_i \lambda_i \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_i = h \times \frac{c}{\lambda_i}$$

$$\lambda_i = \frac{h \times c}{E_i} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{33 \times 10^{-20}}$$

$$\lambda_i = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$(2) v = ? \text{ (عطى)}, E_k = ?$$

$$E_k = E - E_i$$

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\frac{1}{2} \times 10^{-6}} = 39.6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

نعوض:

$$E_k = 39.6 \times 10^{-20} - 33 \times 10^{-20}$$

$$E_k = 6.6 \times 10^{-20} \text{ J} = 66 \times 10^{-21} \text{ J}$$

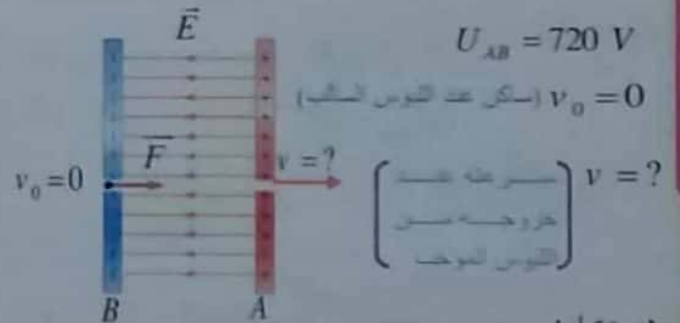
لحساب $v = ?$ (عطى)

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 66 \times 10^{-21}}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 33}{9}} \times 10^5$$

$$v = \frac{2}{3} \sqrt{33} \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow v = 3.82 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

المسألة 39 ص 281 (دورة 1999 ..)



طريقة أولى:

جملة المقارنة: خارجية

تابعها الزمني:

$$\left. \begin{array}{l} x = v_0 t + x_0 \\ x_0 = 0 \text{ لكن:} \end{array} \right\} \Rightarrow x = v_0 t \quad (1)$$

$$\overline{oy} \left\{ \begin{array}{l} v_{0y} = 0, y_0 = 0 \\ F_y = F = eE \\ E = \frac{U_{AB}}{d} \text{ لكن:} \end{array} \right\} \Rightarrow m_e a_y = \frac{e U_{AB}}{d}$$

$$\Rightarrow a_y = \frac{e U_{AB}}{m_e d} = \text{const}$$

إذا حركة المسقط على $\overline{y'y}$ هي حركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

(تابعها الزمني: $a = a_y, v_{0y} = 0, y_0 = 0$)

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 + v_{0y} t + y_0 \Rightarrow y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e U_{AB}}{m_e d} t^2 \quad (2)$$

لاستنتاج معادلة حامل المسار:

من (1) نجد: $t = \frac{x}{v_0}$ نعوض بـ (2)

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e U_{AB}}{m_e d v_0^2} x^2$$

المسار محمول على جزء من قطع مكافئ.

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 900}{9 \times 10^{-31} \times 2 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{14}} x^2$$

$$y = \frac{5}{2} x^2$$

4- حساب $B = ?$ (مسألة الحقل المغناطيسي) التي تجعل الإلكترون يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة:

$$A \left[+ + + + + \right]$$



$$B \left[- - - - - \right]$$

يخضع الإلكترون المتحرك بسرعة \vec{v} إلى القوتين:

المسألة 40 ص 281 (نورة 2006)

$$v_0 = 4 \times 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, d = 2 \text{ cm}, U_{AB} = 900 \text{ V}$$

الحل:

1- $E = ?$ (مسألة الحقل الكهربائي):

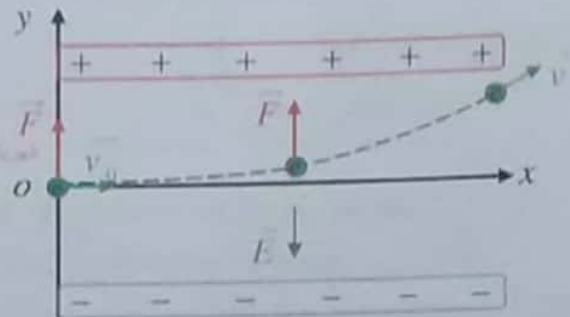
$$E = \frac{U_{AB}}{d} \Rightarrow E = \frac{900}{2 \times 10^{-2}} = 45 \times 10^3 \text{ volt} \cdot \text{m}^{-1}$$

2- $F = ?$ (مسألة القوة الكهربائية):

$$F = eE$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 45 \times 10^3 \Rightarrow F = 72 \times 10^{-16} \text{ N}$$

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)

$$\vec{F} = e \vec{E} \text{ القوة الكهربائية}$$

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 إلكترون منطقة

الحقل الكهربائي المنتظم $[x_0 = 0, y_0 = 0]$

مبدأ الزمن: لحظة دخول إلكترون منطقة

الحقل الكهربائي المنتظم.

بالإسقاط على محورين $\overline{x'x}$ أفقياً و

$\overline{y'y}$ شاقولياً موجه نحو الأعلى:

$$\overline{ox} \left\{ \begin{array}{l} v_0 x = v_0 = v_x \\ F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = \text{const} \end{array} \right.$$

إذا حركة المسقط $\overline{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة.

2- $E_k = ?$ (طاقة حركة عظمى)

$$E_k = E - E_s$$

نحسب $E = ?$ (طاقة الفوتون الوارد) و نعوض:

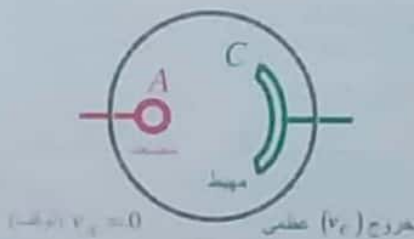
$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{4.4 \times 10^{-7}} \Rightarrow E = 4.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = 4.5 \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19}$$

$$E_k = 1.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

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)

$$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}(C \rightarrow A)}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = W_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{k_C} = -eU_0$$

$$U_0 = \frac{E_{k_C}}{e} = \frac{1.5 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow U_0 = 0.94 \text{ Volt}$$

المسألة 42 ص 282

$$f_{max} = 3 \times 10^{18} \text{ Hz}$$

$$c = \lambda_{min} \times f_{max} \quad \lambda_{min} = ? \text{ -1}$$

$$\lambda_{min} = \frac{c}{f_{max}} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{18}} \Rightarrow \lambda_{min} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$U_{AC} = ? \text{ -2}$$

طاقة حركة للإلكترون الساطع $\leftarrow E = E_k \leftarrow$ طاقة الفوتون الساطع

$$hf_{max} = eU_{AC}$$

$$\left(E_k = \frac{1}{2}mv^2 = eU_{AC} \right)$$

\vec{F} : قوة كهربائية (الناتجة عن تأثير الحقل الكهربائي)

\vec{F} : قوة لورنز (الناتجة عن تأثير الحقل المغناطيسي)

لكي يتابع الإلكترون بحركة مستقيمة منتظمة:

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

بالإسقاط وفق محور له منحى وجهة \vec{F} :

$$F - F = 0 \Rightarrow F = F$$

$$eE = evB \sin \theta$$

لدينا:

$$(\vec{v} \perp \vec{B}) \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

نعوض:

$$E = vB \Rightarrow B = \frac{E}{v} = \frac{45 \times 10^3}{4 \times 10^7}$$

$$B = 11.25 \times 10^{-4} \text{ T}$$

المسألة 41 ص 281

أكبر طول موجي لازم للانتزاع $\leftarrow \lambda_s$

$$\lambda_s = 6600 \text{ \AA} = 6600 \times 10^{-10} \text{ m} = 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

الحل:

1- $E_s = (W_s) = ?$ (الطاقة اللازمة لانتزاع الكرون)

$$E_s = hf_s = h \frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_s = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{6.6 \times 10^{-7}} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

لحساب $P = ?$ (كمية حركة الفوتون)

$$\lambda = 4400 \text{ \AA} = 4400 \times 10^{-10} \text{ m} = 4.4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\left. \begin{aligned} P &= mc \\ E &= mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$P = \frac{E}{c^2} \times c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} \Rightarrow \boxed{P = \frac{h}{\lambda}}$$

$$P = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{4.4 \times 10^{-7}} = \frac{3}{2} \times 10^{-27}$$

$$P = 1.5 \times 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{C} \Rightarrow v' = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot C$$

$$v' = \frac{5}{100} \times 3 \times 10^8 = 15 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

$$H_0 = \frac{v'}{d} \Rightarrow d = \frac{v'}{H_0} = \frac{15 \times 10^6}{\frac{68}{3} \times 10^{-19}}$$

$$d = \frac{45}{68} \times 10^{25} \text{ m}$$

المسألة 45 ص 282

$$R = 3400 \text{ Km} = 34 \times 10^5 \text{ m}$$

$$m = 6.4 \times 10^{23} \text{ Kg}$$

1- لحساب سرعة الانفلات:

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

$$\frac{1}{2} m v^2 = G \frac{m M}{r^2} \Rightarrow v^2 = \frac{2G M}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6.6 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{34 \times 10^5}}$$

$$v = \sqrt{\frac{132 \times 6.4}{34}} \cdot 10^3 = \sqrt{240.7} \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

$$v = 15.5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

2- عندما يصبح المريخ ثقب أسود

$$v = C \quad \text{تصبح}$$

$$C^2 = \frac{2G M}{r} \Rightarrow r = \frac{2G M}{C^2}$$

$$r = \frac{2 \times 6.6 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{9 \times 10^{16}}$$

$$r = \frac{13.2 \times 6.4}{9} \times 10^{-4} \text{ m} = 9.3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

مع تمنياتي بالنجاح والتوفيق

$$U_{AC} = \frac{hf_{max}}{e}$$

$$U_{AC} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{18}}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow U_{AC} = 12375 \text{ V}$$

3- $v = ?$ (المطء اصطدامه بالهدف)

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: مهبط ، الثاني: وصوله إلى الهدف

$$\Delta E_k = \Sigma \bar{W}_F$$

$$E_{k_2} - E_{k_1} = \Sigma \bar{W}_F$$

$$E_{k_A} - 0 = eU_{AC}$$

$$E_{k_A} = 0 \quad \text{لأن } v_c = 0 \text{ خروج الإلكترون من المهبط}$$

بسرعة معدومة عملياً

$$E_{k_A} = eU_{AC} \Rightarrow \frac{1}{2} m_e v^2 = eU_{AC}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AC}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 12375}{9 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 66.33 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

المسألة 43 ص 282

نفس المسألة رقم 3 من مسائل الدرس ص 266

المسألة 44 ص 282

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{5}{100}$$

$$H_0 = 68 \text{ Km s}^{-1} / \text{MPC}$$

$$\text{Light year} = 3 \times 10^8 \times 3600 \times 24 \times 365.25$$

$$= 9.46728 \times 10^{15} \text{ m}$$

$$P_C = 3.26 \times 9.46725 \times 10^{15} = 3 \times 10^{16} \text{ m}$$

لأن الفرسخ القلبي يعادل 3.26 سنة ضوئية (الفرسخ القلبي)

• ثابت هايل مقدر بوحدة s^{-1}

$$H_0 = \frac{68 \times 10^3}{10^6 \times 3 \times 10^{16}} = \frac{68}{3} \times 10^{-19} \text{ s}^{-1}$$

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 :

$$T'_0 = \sqrt{2}T_0 \quad (B) \quad T'_0 = T_0 \quad (A)$$

$$T'_0 = 4T_0 \quad (D) \quad T'_0 = 2T_0 \quad (C)$$

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{2k}} = \sqrt{2} \times 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T'_0 = \sqrt{2}T_0 \quad \text{الحل}$$

7. (دورة 2014) حركة توافقية بسيطة سعة اهتزازها X_{max} دورها T_0 ، نجعل سعة الاهتزاز $X'_{max} = 4X_{max}$ فيصبح دورها T'_0 :

$$T'_0 = 2T_0 \quad (B) \quad T'_0 = 4T_0 \quad (A)$$

$$T'_0 = \sqrt{2}T_0 \quad (D) \quad T'_0 = T_0 \quad (C)$$

الحواب الصحيح (C)

تذكر: لا يتعلق الدور بسعة الإزاحة مع النواص المرن و نواص القتل.

8. الطاقة الميكانيكية في الحركة التوافقية البسيطة تُعطى بالعلاقة:

$$E = \frac{1}{2}k X_{max}^2 \quad (B) \quad E = \frac{1}{2}k X_{max} \quad (A)$$

$$E = k X_{max}^2 \quad (D) \quad E = \frac{1}{2}k x^2 \quad (C)$$

الحواب الصحيح (B)

9. في الهزازة التوافقية البسيطة و عند الاقتراب من وضع التوازن في نقطة مطالها x يكون:

$$\vec{v} \text{ بجهة } \vec{a} \quad (A) \quad \vec{v} \text{ بعكس جهة } \vec{a} \quad (B)$$

$$\vec{v} \text{ بعكس جهة } \vec{F} \quad (C) \quad \vec{a} \text{ بعكس جهة } \vec{F} \quad (D)$$

الحواب الصحيح (A)

10. في الهزازة التوافقية البسيطة و عند الابتعاد عن وضع التوازن في نقطة مطالها x يكون:

$$\vec{v} \text{ بجهة } \vec{a} \quad (A) \quad \vec{v} \text{ بعكس جهة } \vec{a} \quad (B)$$

$$\vec{v} \text{ بعكس جهة } \vec{F} \quad (C) \quad \vec{a} \text{ بعكس جهة } \vec{F} \quad (D)$$

الحواب الصحيح (B) و (C)

نموذج لمناقشة حل سؤال خيار من متعدد

الوحدة الأولى: النواصات درس (3+2+1)

اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. تُعطى عبارة قوة الإرجاع في الحركة التوافقية البسيطة (نواص مرن) بالعلاقة:

$$\vec{F} = -\frac{1}{2}k \vec{x} \quad (B) \quad \vec{F} = -k \vec{x} \quad (A)$$

$$\vec{F} = k \vec{x} \quad (D) \quad \vec{F} = -k x^2 \quad (C)$$

الحواب الصحيح (A)

2. جهة قوة الإرجاع في الهزازة التوافقية البسيطة:

(A) يعكس جهة شعاع السرعة دوماً

(B) تتجه نحو مركز الاهتزاز دوماً

(C) بجهة شعاع السرعة دوماً

(D) يعكس جهة شعاع التسارع دوماً

الحواب الصحيح (B)

3. عند مرور المتحرك في الهزازة التوافقية البسيطة في وضع التوازن تكون الطاقة الكلية للمتحرک هي طاقة:

$$E = E_k \quad (B) \quad E = E_p \quad (A)$$

$$E = \frac{1}{2}E_k \quad (D) \quad E = 0 \quad (C)$$

الحواب الصحيح (B)

4. عند مرور المتحرك في الهزازة التوافقية البسيطة بالوضعين المتطرفين تكون الطاقة الكلية للمتحرک هي طاقة:

$$E = 0 \quad (B) \quad E = E_p \quad (A)$$

$$E = \frac{1}{2}E_k \quad (D) \quad E = E_k \quad (C)$$

الحواب الصحيح (A)

5. حركة توافقية بسيطة لجسم كتلته m معلق بنابض دور حركته T_0 ، نجعل الكتلة $m' = 2m$ فيصبح دوره T'_0 :

$$T'_0 = 2T_0 \quad (B) \quad T'_0 = T_0 \quad (A)$$

$$T'_0 = \sqrt{2}T_0 \quad (D) \quad T'_0 = \frac{T_0}{\sqrt{2}} \quad (C)$$

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}} = \sqrt{2} \times 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T'_0 = \sqrt{2}T_0 \quad \text{الحل}$$

16. نواس مرن يتألف من جسم كتلته (m) معلقة إلى نابض

ثابت صلابته $(k = m \omega_0^2)$ فإن ثابت صلابته النابض:

(A) ينقص بزيادة (m) (B) يزداد بنقصان (m)

(C) لا يتغير بتغير (m) (D) يزداد بزيادة (m)

الجواب الصحيح (C)

17. نواس مرن سرعة مركز العطالة لحظة المرور بمركز

التوازن (v_{max}) نضاعف سعة اهتزازة 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) $v'_{max} = \sqrt{2}v_{max}$

الجواب الصحيح (C)

$v'_{max} = \omega_0 X'_{max} = \omega_0 (2X_{max}) = 2v_{max}$

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) $x = \frac{2}{\sqrt{3}} X_{max}$

الجواب الصحيح (C)

$\frac{1}{2} K x^2 = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} K X_{max}^2 \Rightarrow x = \frac{\sqrt{3}}{2} X_{max}$

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) $E_p = E$

20. عند وصول الهزازة التوافقية البسيطة إلى مركز الاهتزاز

$(x = 0)$ تنعدم:

(A) الطاقة الميكانيكية (B) الطاقة الكامنة

(C) السرعة والتسارع معاً (D) الطاقة الحركية

الجواب الصحيح (B)

11. هزازة توافقية بسيطة طاقتها الميكانيكية (E) ثابتة،

سعة اهتزازها (X_{max}) وعند المرور بالمطال

$(x = \frac{X_{max}}{2})$ تكون طاقتها الحركية.

(A) $E_k = \frac{1}{2} E$ (B) $E_k = \frac{3}{4} E$

(C) $E_k = \frac{E}{4}$ (D) $E_k = E$

الجواب الصحيح (A)

تذكر: $[E_p = \frac{1}{2} k x^2, E = \frac{1}{2} k X_{max}^2]$

$E_k = \frac{1}{2} k X_{max}^2 - \frac{1}{2} k \frac{X_{max}^2}{4}$

$E_k = \frac{1}{2} k X_{max}^2 (1 - \frac{1}{4}) = \frac{3}{4} E$

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 $\bar{x} = \pm X_{max}$ 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 مركز التوازن $[0]$ 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)

24. نواس فتل دوره الخاص T_0 نجعل طول سلك الفتل فيه ربع ما كان عليه فيصبح دوره T_0' :

$$T_0' = 2T_0 \text{ (B)} \quad T_0' = 4T_0 \text{ (A)}$$

$$T_0' = \frac{T_0}{4} \text{ (D)} \quad T_0' = \frac{T_0}{2} \text{ (C)}$$

$$\ell_2 = \frac{1}{4} \ell_1$$

$$k_3 = k' \frac{(2r)^4}{\ell_2} = k' \frac{(2r)^4}{\frac{\ell_1}{4}} = 4k' \frac{(2r)^4}{\ell_1} \Rightarrow k_3 = 4k_1$$

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

25. الطاقة الميكانيكية لنواس الفتل تُعطى بالعلاقة:

$$E = \frac{1}{2} k \theta_{\max}^2 \text{ (B)} \quad E = \frac{1}{2} k \theta^2 \text{ (A)}$$

$$E = \frac{1}{2} k \theta \text{ (D)} \quad E = \frac{1}{2} k \theta_{\max} \text{ (C)}$$

الجواب الصحيح (B)

26. عند مرور نواس الفتل بأحد الوضعين المتطرفين $\pm \theta_{\max}$

تتعدم:

(A) السرعة الزاوية فقط (B) التسارع الزاوي فقط

(C) عزم الإرجاع فقط (D) السرعة والتسارع معا

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' :

$$T_0' = 4T_0 \text{ (B)} \quad T_0' = 0.5T_0 \text{ (A)}$$

$$T_0' = 0.25T_0 \text{ (D)} \quad T_0' = 2T_0 \text{ (C)}$$

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

21. حركة جيبية انسحابية تحدث على قطعة مستقيمة طولها $(20 = \text{cm})$ دورها الخاص $(2S)$ فإن تسارعها الأعظمي طويلاً:

$$\frac{1}{2} m s^{-2} \text{ (B)} \quad 2 m s^{-1} \text{ (A)}$$

$$4 m s^{-2} \text{ (D)} \quad 1 m s^{-2} \text{ (C)}$$

$$X_{\max} = \frac{20 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-1} m$$

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

$$a_{\max} = \left| \omega_0^2 X_{\max} \right| \Rightarrow a_{\max} = \pi^2 \times 10^{-1} = 1 m s^{-1}$$

22. نواس مرن سعة اهتزاز حركته (10 cm) ثابت صلابة

النابض $(100 \text{ N } m^{-2})$ عندما تكون الطاقة الحركية للجسم

المهتز $(\frac{1}{4} \text{ J})$ تكون طاقته الكامنة.

$$\frac{1}{4} \text{ J} \text{ (B)} \quad \frac{1}{2} \text{ J} \text{ (A)}$$

$$2 \text{ J} \text{ (D)} \quad \frac{1}{8} \text{ J} \text{ (C)}$$

الجواب

$$E = E_p + E_k \Rightarrow E_p = E - E_k$$

$$E = \frac{1}{2} K X_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times (10^{-1})^2 = \frac{1}{2} \text{ J}$$

$$E_p = \frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \text{ J}$$

23. نواس مرن سرعته العظمى $(\text{طويلة}) 2 m s^{-1}$ وتسارعه

الأعظمي طويلاً $4 m s^{-1}$ فإن دوره الخاص مقدراً بالثانية

هو:

$$2\pi \text{ (D)} \quad \pi \text{ (C)} \quad \frac{\pi}{2} \text{ (B)} \quad \frac{\pi}{4} \text{ (A)}$$

$$v_{\max} = \omega_0 X_{\max} \Rightarrow \omega_0 X_{\max} = 2 \quad (1)$$

$$a_{\max} = \omega_0^2 X_{\max} \Rightarrow \omega_0^2 X_{\max} = 4 \Rightarrow \frac{\omega_0^2 X_{\max}}{2} = 2 \quad (2)$$

من (1) و (2) ونجد:

$$\frac{\omega_0^2 X_{\max}}{2} = \omega_0 X_{\max} \Rightarrow \omega_0 = 2 \text{ rad } s^{-1}$$

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

31. نواس فتل غير متخامد السرعة الزاوية العظمى لاهتزازه (ω_{\max}) نجعل عزم عطالته أربعة أمثال ماكانت عليه ونجعل سعة اهتزازة نصف ماكانت عليه فتصبح سرعته الزاوية العظمى:

$$\omega_{\max} = 4\omega_{\max} \text{ (B)} \quad \omega_{\max} = 2\omega_{\max} \text{ (A)}$$

$$\omega_{\max} = \frac{1}{4}\omega_{\max} \text{ (D)} \quad \omega_{\max} = \frac{1}{2}\omega_{\max} \text{ (C)}$$

$$\omega_{\max} = \omega_0 \theta_{\max} \quad \omega_{\max}' = \omega_0' \theta_{\max}' \quad \text{الحل}$$

$$\omega_0'^2 = \frac{K}{I_{\Delta}'} = \frac{K}{4I_{\Delta}} = \frac{\omega_0^2}{4} \Rightarrow \omega_0' = \frac{\omega_0}{2}$$

$$\omega_{\max}' = \frac{\omega_0}{2} \times \frac{\theta_{\max}}{2} \Rightarrow \omega_{\max}' = \frac{1}{4}\omega_{\max}$$

32. نواس فتل غير متخامد مؤلف من ساق أفقية متجانسة معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي بهتز بسعة زاوية θ_{\max} وطاقته الميكانيكية E نجعل السعة الزاوية $2\theta_{\max}$ فتصبح الطاقة الميكانيكية E' :

$$E' = 4E \text{ (B)} \quad E' = 2E \text{ (A)}$$

$$E' = \frac{1}{4}E \text{ (D)} \quad E' = 8E \text{ (C)}$$

$$E = \frac{1}{2}K\theta_{\max}^2 \quad E' = \frac{1}{2}K\theta_{\max}'^2 \quad \text{الحل}$$

$$E' = \frac{1}{2}K(2\theta_{\max})^2 \Rightarrow E' = 4E$$

33. نواس فتل غير متخامد الدور الخاص لاهتزازة T_0 ننقص عزم عطالته إلى ربع ماكان عليه ونجعل طول السلك الفتل ربع ماكان عليه فيصبح دوره الخاص T_0' هو:

$$T_0' = 4T_0 \text{ (B)} \quad T_0' = \frac{1}{4}T_0 \text{ (A)}$$

$$T_0' = \sqrt{2}T_0 \text{ (D)} \quad T_0' = \frac{1}{2}T_0 \text{ (C)}$$

$$K_1 = K' \frac{(2r)^4}{\ell} \Rightarrow K_1 = 4K$$

$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}'}{K_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{I_{\Delta}}{4}}{4K}} = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{16K}}$$

$$\Rightarrow T_0' = \frac{1}{4}2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{K}} \Rightarrow T_0' = \frac{1}{4}T_0$$

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:

$$\alpha' = \frac{1}{16}\alpha \text{ (B)} \quad \alpha' = \frac{1}{4}\alpha \text{ (A)}$$

$$\alpha' = 16\alpha \text{ (D)} \quad \alpha' = 4\alpha \text{ (C)}$$

$$\alpha = -\omega_0^2 \theta \quad \omega_0^2 = \frac{k}{I_{\Delta}}$$

$$\omega_0'^2 = \frac{K}{I_{\Delta}'} = \frac{k}{4I_{\Delta}} = \frac{\omega_0^2}{4}$$

$$\alpha' = -\frac{\omega_0'^2}{4} \theta \Rightarrow \alpha' = \frac{1}{4}\alpha$$

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:

$$\alpha' = \frac{1}{4}\alpha \text{ (B)} \quad \alpha' = 2\alpha \text{ (A)}$$

$$\alpha' = 4\alpha \text{ (D)} \quad \alpha' = \frac{1}{2}\alpha \text{ (C)}$$

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

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

$$\alpha' = -\frac{\omega_0'^2}{4} \theta \Rightarrow \alpha' = \frac{1}{4}\alpha$$

30. نواس فتل دوره الخاص T_0 نجعل قطر السلك الفتل ضعف ماكان عليه فيصبح الدور الخاص T_0' :

$$T_0' = \frac{1}{4}T_0 \text{ (B)} \quad T_0' = 2T_0 \text{ (A)}$$

$$T_0' = \frac{1}{2}T_0 \text{ (D)} \quad T_0' = 4T_0 \text{ (C)}$$

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

$$K_1 = K' \frac{(2 \times 2r)^4}{\ell} = (2)^4 \times K \quad \text{(الحل)}$$

$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{K_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{(2)^4 K}}$$

$$T_0' = \frac{1}{(2)^2} T_0 \Rightarrow T_0' = \frac{1}{4} T_0$$

38. ميقاتية ذات نواس ثقلي تدق الثانية في مستو على سطح البحر، ننقلها إلى قمة جبل فإنها:

- (A) يبقى تدق الثانية (B) تقدم
(C) تؤخر (D) تقف الميقاتية عن الاهتزاز

الجواب الصحيح (A)

39. نواس ثقلي بسيط طول خيطه ℓ وكتلته كرتة النقطية m

ودوره الخاص T_0 من أجل الساعات الصغيرة، نجعل كل من

(m, ℓ) نصف ماكان عليه فيصبح دوره الخاص T_0'

يساوي:

$$T_0' = \frac{1}{2}T_0 \text{ (B)} \quad T_0' = \sqrt{2}T_0 \text{ (A)}$$

$$T_0' = \frac{1}{\sqrt{2}}T_0 \text{ (D)} \quad T_0' = T_0 \text{ (C)}$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{الجواب الصحيح (A)}$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\frac{g}{2}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = \frac{1}{\sqrt{2}}T_0$$

40. نواس ثقلي بسيط يتألف من كرة صغيرة كتلتها (m)

معلقة بخيط مهمل الكتلة طوله (ℓ) دوره الخاص $2s$ عند

سطح البحر نعتبر ميقاتيته إذا أردنا أن تقدم الميقاتية فإتنا:

(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 (A)

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:

$$1.98s \text{ (D)} \quad 2.02s \text{ (C)} \quad 2.01s \text{ (B)} \quad 1.99s \text{ (A)}$$

الجواب الصحيح (B)

34. نواس ثقلي كتلته (m) دوره الخاص T_0 ، نزيد كتلته

لتصبح $(m' = 4m)$ فيصبح دوره الخاص T_0' :

$$T_0' = 4T_0 \text{ (B)} \quad T_0' = 2T_0 \text{ (A)}$$

$$T_0' = T_0 \text{ (D)} \quad T_0' = \frac{T_0}{2} \text{ (C)}$$

الجواب الصحيح (D)

35. (دورة 2007) نواس ثقلي بسيط دوره الخاص T_0 ، نجعل

طول خيطه ربع ما كان عليه فيصبح دوره T_0'

$$T_0' = 2T_0 \text{ (B)} \quad T_0' = \frac{T_0}{2} \text{ (A)}$$

$$T_0' = \frac{T_0}{4} \text{ (D)} \quad T_0' = 4T_0 \text{ (C)}$$

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{4}\ell}{g}} = \frac{1}{2} \times 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = \frac{T_0}{2}$$

36. نواس ثقلي يدق الثانية (دوره $2s$) نزيح النواس بسعة

زاوية قدرها $(\theta = 0.4 \text{ rad})$ ونتركه دون سرعة بدائية

فيكون دوره الخاص:

$$T_0 = 2.14s \text{ (B)} \quad T_0 = 2s \text{ (A)}$$

$$T_0 = 2.02s \text{ (D)} \quad T_0 = 2.3s \text{ (C)}$$

الجواب الصحيح (D)

$$T_0' = T_0 \left[1 + \frac{\theta^2}{16} \right] \quad \text{الحل بتطبيق العلاقة:}$$

ملاحظة: - لو كانت $\theta = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ فالجواب الصحيح (B)

- لو كانت $\theta = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$ فالجواب الصحيح (C)

37. نواس مرن (هزازة توافقية بسيطة) دوره عند مستوي

سطح البحر $(T_0 = 2s)$ ننقله إلى قمة جبل مرتفع فهل:

(A) يبقى دوره $2s$ (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

$$\text{الأرضية} \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{mgd}}$$

عند قمة جبل مرتفع: تنقص (g) ← يزداد الدور

← نواس يبطن ← ميقاتية تؤخر.

4. انبوبة تغذي حقلًا بالماء مساحة مقطعها (4 cm^2) ينساب فيها الماء بسرعة $(10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})$ تنتهي بـ (100) ثقب مساحة فوهة كل ثقب (1 mm^2) فتكون سرعة انسياب الماء من كل ثقب هي:

$20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (B) $60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (A)

$10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (D) $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (C)

$s_1 v_1 = n s_2 v_2$

$\Rightarrow v_2 = \frac{s_1 v_1}{n s_2} = \frac{4 \times 10^{-4} \times 10}{100 \times 1 \times 10^{-6}} = 40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

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:

$v' = 2v$ (B) $v' = 4v$ (A)

$v' = \frac{1}{2}v$ (D) $v' = v$ (C)

$v' = \sqrt{2gh'} = \sqrt{2g \times 4h} = 2\sqrt{2gh} = 2v_1$

6. انبوب مساحة أحد مقطعيه s_1 معدل التدفق الحجمي عبره Q_1' ، فإن معدل التدفق الحجمي Q_2' عبر المقطع الثاني

حيث $s_2 = 2s_1$

$Q_2' = \frac{1}{2}Q_1'$ (B) $Q_2' = 2Q_1'$ (A)

$Q_2' = 4Q_1'$ (D) $Q_2' = Q_1'$ (C)

$Q' = sv = \text{const}$

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 مسافة سطح كل منها

فتكون سرعة خروج الماء في كل فتحة خروج $(s_2 = \frac{s_1}{2})$ فتكون سرعة خروج الماء في كل فتحة خروج (v_2) :

$v_2 = v_1$ (B) $v_2 = 4v_1$ (A)

$v_2 = 2v_1$ (D) $v_2 = \frac{v_1}{2}$ (C)

$2Q_1' = 4Q_2'$

$2s_1 v_1 = 4s_2 v_2 \Rightarrow 2s_1 v_1 = 4 \times \frac{1}{2} s_1 v_2 \Rightarrow v_1 = v_2$

42. نواس ثقلي بسيط دوره الخاص (T_0) طول خيطه (ℓ) ، نغير من طول الخيط ليصبح دوره $(\frac{T_0}{2})$ فيكون طول خيطه

الجديد ℓ' :

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

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

$T_0'^2 = 4\pi^2 \frac{\ell'}{g}, T_0'^2 = 4\pi^2 \frac{\ell'}{g}$

$\frac{T_0'^2}{T_0^2} = \frac{\ell'}{\ell} \Rightarrow \frac{(\frac{T_0}{2})^2}{T_0^2} = \frac{\ell'}{\ell} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{\ell'}{\ell} \Rightarrow \ell' = \frac{1}{4}\ell$

$\frac{1}{4} = \frac{\ell'}{\ell} \Rightarrow \ell' = \frac{1}{4}\ell$

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:

$v_2 < v_1$ (B) $v_2 = v_1$ (A)

$v_2 = 0$ (D) $v_2 > v_1$ (C)

$[s_1 v_1 = s_2 v_2 = \text{const}]$

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:

$\frac{1}{2}v_1$ (B) v_1 (A)

$2v_1$ (D) $4v_1$ (C)

$s_1 v_1 = s_2 v_2 = \text{const}$

$s_1 v_1 = \frac{1}{2} s_2 v_2 \Rightarrow v_2 = 2v_1$

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:

$$v = \frac{c}{4} \text{ (B)} \quad v = \frac{c}{2} \text{ (A)}$$

$$v = c \text{ (D)} \quad v = \frac{\sqrt{3}}{2}c \text{ (C)}$$

$$t = \gamma t_0 \Rightarrow 2 = \gamma \times 1 \Rightarrow \gamma = 2$$

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

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

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:

$$v = \frac{c}{2} \text{ (B)} \quad v = c \text{ (A)}$$

$$v = \frac{c}{4} \text{ (D)} \quad v = \frac{2\sqrt{6}}{5}c \text{ (C)}$$

$$L = \frac{L_0}{\gamma} \Rightarrow 2 = \frac{10}{\gamma} \Rightarrow \gamma = 5$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 5 \Rightarrow \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 25 \Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{25}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{24}{25} \Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{2\sqrt{6}}{5} \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{6}}{5}c$$

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 (A)

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:

$$v_1 < v_2 \text{ (B)} \quad v_1 > v_2 \text{ (A)}$$

$$v_1 = \frac{1}{2}v_2 \text{ (D)} \quad v_1 = v_2 \text{ (C)}$$

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:

$$P_2 < P_1 \text{ (B)} \quad P_2 > P_1 \text{ (A)}$$

$$P_2 = \frac{1}{2}P_1 \text{ (D)} \quad P_2 = P_1 \text{ (C)}$$

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:

$$c \text{ (D)} \quad v \text{ (C)} \quad c-v \text{ (B)} \quad c+v \text{ (A)}$$

الجواب الصحيح (D)

الوحدة الثانية: الكهرباء والمغناطيسية

درس (3+2+1)

1. عامل الإنفاذ المغناطيسي يعطى بالعلاقة:

$$\mu = B B_1 \quad (B)$$

$$\mu = \frac{B}{B_1} \quad (A)$$

$$\mu = B + B_1 \quad (D)$$

$$\mu = \frac{B_1}{B} \quad (C)$$

(C) الجواب الصحيح

2. نمرر تيار كهربائي متواصل شدته 10 A في سلك طويل مستقيم تكون شدة الحقل المغناطيسي في نقطة تبعد عن محور السلك 50 cm هي:

$$B = 4 \times 10^{-6} T \quad (B)$$

$$B = 4 \times 10^{-2} T \quad (A)$$

$$B = 2.5 \times 10^{-6} T \quad (D)$$

$$B = 2 \times 10^{-5} T \quad (C)$$

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d} = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{5 \times 10^{-1}} = 4 \times 10^{-6} T$$

3. الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل المتولد عن ملف دائري $K' I$ حيث $B = 4\pi \times 10^{-7} K' I$ هو:

$$K' = \frac{N}{\ell} \quad (B)$$

$$K' = \frac{1}{2\pi d} \quad (A)$$

$$K' = \frac{2r}{N} \quad (D)$$

$$K' = \frac{N}{2r} \quad (C)$$

(C) الجواب الصحيح

ملاحظة: لو ملف حلزوني وشيعة الجواب صحيح (B)
لو سلك مستقيم الجواب الصحيح (A)4. يكون التدفق المغناطيسي عبر دائرة مستوية اعظماً عندما تكون الزاوية (α) بين (\vec{B}, \vec{n}) هي:

$$\alpha = \pi \text{ rad} \quad (B)$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \quad (A)$$

$$\alpha = 0 \text{ rad} \quad (D)$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \text{ rad} \quad (C)$$

(D) الجواب الصحيح

ملاحظة: لو أصغرياً الجواب صحيح (B)
لو معدوماً الجواب الصحيح (A)5. جسم كتلته المكونية ($m_0 = 1 \text{ Kg}$) يتحرك بسرعةقدرها $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$ فتكون طاقته الحركية في الميكانيك

النسبي:

$$9 \times 10^{16} \text{ J} \quad (B)$$

$$3 \times 10^8 \text{ J} \quad (A)$$

$$10^8 \text{ J} \quad (D)$$

$$6 \times 10^{16} \text{ J} \quad (C)$$

$$E_k = (\gamma - 1) m_0 c^2$$

حساب $\gamma = ?$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$$

$$E_k = (2 - 1) \times 1 \times 9 \times 10^{16} = 9 \times 10^{16} \text{ J}$$

6. جسم كتلته السكونية (1 Kg) يتحرك بسرعة قدرها $v = \frac{1}{2} c$ فتصبح كتلته في الميكانيك النسبي:

$$1 \text{ Kg} \quad (D) \quad \frac{2}{\sqrt{3}} \text{ Kg} \quad (C) \quad 2 \text{ Kg} \quad (B) \quad \sqrt{3} \text{ Kg} \quad (A)$$

$$m = \gamma m_0$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{4} \frac{c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{3}{4}}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$m = \frac{2}{\sqrt{3}} \times 1 = \frac{2}{\sqrt{3}} \text{ Kg}$$

7. راند فضاء عمره (35) سنة يودع صديقه (مراقب ارضي) الذي عمره مساوي له وينطلق بمركبته الفضائية بسرعة

 $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$ فيبعد سنة من رحلته يصبح عمر صديقه:

36 سنة (A) 35 سنة (B) 34 سنة (C) 37 سنة (D)

$$t = \gamma t_0$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$$

(بالسنة لمراقب ارضي) $t = 2 \times 1 = 2$ سنةاي عمر صديقه سيكون: $35 + 2 = 37$ سنة

10. تزداد حساسية مقياس غلفاتي (10) مرات من أجل شدة

التيار نفسها، بتغيير ثابت قتل سلك تعليق الإطار. فيكون ثابت

القتل الجديد (k')

$$k' = 10k \quad (B) \quad k' = k + 10 \quad (A)$$

$$k' = k - 10 \quad (D) \quad k' = \frac{k}{10} \quad (C)$$

$$G' = 10G \Rightarrow \frac{NBS}{k'} = 10 \frac{NBS}{k} \Rightarrow k' = \frac{k}{10}$$

11. العبارة الشعاعية لقتون لورنتز تُعطى بالعلاقة:

$$\vec{F} = \vec{B} \wedge \vec{v} \quad (B) \quad \vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} \quad (A)$$

$$\vec{F} = \vec{v} \wedge q\vec{B} \quad (D) \quad \vec{F} = I \vec{L} \wedge \vec{B} \quad (C)$$

12. العبارة الشعاعية لقتون لابلاس تُعطى بالعلاقة:

$$\vec{F} = \vec{B} \wedge \vec{v} \quad (B) \quad \vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} \quad (A)$$

$$\vec{F} = \vec{v} \wedge q\vec{B} \quad (D) \quad \vec{F} = I \vec{L} \wedge \vec{B} \quad (C)$$

13. تكون شدة القوة الكهروستاتيكية (قوة لابلاس) عظمى عندما

تكون الزاوية $\theta = I \vec{L} \cdot \vec{B}$ تساوي بالراديان:

$$\pi \quad (D) \quad \frac{\pi}{3} \quad (C) \quad \frac{\pi}{2} \quad (B) \quad 0 \quad (A)$$

14. تتعمد قوة لورنتز عندما:

$$q\vec{v} \perp \vec{B} \quad (B)$$

$$q < 0 \quad (D)$$

$$q\vec{v} \parallel \vec{B}$$

$$q > 0$$

5. ملف دائري نصف قطره (r) عدد لفاته (N) نضعه في

منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم شدته (B) بجنتزه

تدفق مغناطيسي قدره (Φ)، عندما تضاعف نصف قطر

الملف إلى الضعف وتنقص شدة الحقل المغناطيسي إلى

النصف مع بقاء (α) بين ($\vec{B} \cdot \vec{n}$) وعدد اللفات (N)

نفسه فيصبح التدفق المغناطيسي (Φ') الذي يجتاز سطحه:

$$\Phi' = 4\Phi \quad (B) \quad \Phi' = 2\Phi \quad (A)$$

$$\Phi' = \frac{1}{2}\Phi \quad (D) \quad \Phi' = \Phi \quad (C)$$

$$\Phi = NBS \cos \alpha$$

$$S = \pi r^2 \Rightarrow S' = \pi(2r)^2 = 4S$$

$$\Phi' = N \times \frac{1}{2}B \times 4S \cos \alpha \Rightarrow \Phi' = 2\Phi$$

6. (دورة 2004) تُعطى عبارة عمل القوة الكهروستاتيكية

(نظرية مكسويل) في تجربة السكتين بالعلاقة:

$$W = I \Delta B \quad (B) \quad W = I \Delta \Phi \quad (A)$$

$$W = F \cdot \Delta \Phi \quad (D) \quad W = I \Phi \quad (C)$$

7. بنعدم عزم المزدوجة الكهروستاتيكية ويكون الإطار في حالة

توازن مستقر عندما تكون الزاوية $\theta = (\vec{B}, \vec{n})$:

$$\theta = 0 \text{ rad} \quad (B) \quad \theta = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \quad (A)$$

$$\theta = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \quad (D) \quad \theta = \pi \text{ rad} \quad (C)$$

8. في المقياس الغلفاتي ذو الإطار المتحرك وفي وضع التوازن

بعد الدوران بزاوية (θ') يكون التدفق المغناطيسي:

$$(A) \text{ أعظماً}$$

$$(B) \text{ أصغرياً}$$

$$(C) \text{ معدوماً}$$

$$(D) \text{ موجياً}$$

9. تزداد حساسية المقياس الغلفاتي:

(A) بنقصان عدد اللفات (N) .

(B) بنقصان شدة الحقل المغناطيسي B .

(C) بإنقاص طول سلك القتل .

(D) باستخدام سلك رفيع جداً من القضة .

18. تكون شدة قوة لابلاس الكهروستاتيكية مساوية لنصف شدتها العظمى المؤثرة في ساق يجتازها تيار كهربائي وتخضع لحقل مغناطيسي منتظم عندما تكون الزاوية (θ) بالراديان:

$$\theta = \frac{\pi}{3} \quad (B) \quad \theta = 0 \quad (A)$$

$$\theta = \frac{\pi}{6} \quad (D) \quad \theta = \frac{\pi}{2} \quad (C)$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{I L B \sin 30}{I L B \sin 90} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow F' = \frac{1}{2} F$$

19. تنعدم القوة الكهروستاتيكية (لابلاس) عندما:

$$I \vec{L} \perp \vec{B} \quad (B) \quad I \vec{L} \perp \vec{B} \quad (A)$$

$$I \vec{L} \parallel \vec{B} \quad (D) \quad I \vec{L} \parallel \vec{B} \quad (C)$$

20. في تجربة دو لاب بارلو لدينا

$$\left[P = 1 \text{ Watt}, I = 10 \text{ A}, r = 10 \text{ cm}, f = \frac{10}{\pi} \text{ Hz} \right]$$

فإن شدة الحقل المغناطيسي المنتظم المؤثر عمودياً على نصفه السفلي:

$$B = \frac{1}{2} T \quad (B) \quad B = 1 T \quad (A)$$

$$B = \frac{1}{4} T \quad (D) \quad B = 0.1 T \quad (C)$$

$$P = \Gamma_{\Delta} \cdot \omega \Rightarrow P = F \times \frac{r}{2} \times 2\pi f$$

$$F = \frac{2P}{r \times 2\pi f} = \frac{2 \times 1}{10^{-1} \times 2\pi \times \frac{10}{\pi}} = 1 \text{ N}$$

$$F = I r B \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow B = \frac{F}{I r} = \frac{1}{10 \times 10^{-1}} = 1 T$$

21. يخضع إلكترون يتحرك بسرعة v إلى حقل مغناطيسي

\vec{B} ناظمي على شعاع سرعته

1. فيرسم مسارا دائريا نصف قطره (r) يعطى بالعلاقة:

$$r = \frac{mv}{eB} \quad (B) \quad r = \frac{ev}{mB} \quad (A)$$

$$r = \frac{mv}{eB} \quad (D) \quad r = \frac{eB}{mv} \quad (C)$$

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:

$$F' = \frac{1}{2} F \quad (B) \quad F' = \frac{\sqrt{3}}{4} F \quad (A)$$

$$F' = \frac{1}{4} F \quad (D) \quad F' = 4F \quad (C)$$

$$\theta' = 30^\circ (I \vec{L} \cdot \vec{B}), I' = \frac{1}{2} I$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{1}{2} I L B \sin 30}{I L B \sin 90} = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}}{1} = \frac{1}{4} \Rightarrow F' = \frac{1}{4} F$$

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:

$$\ell' = \frac{\ell}{2} \quad (B) \quad \ell' = 2\ell \quad (A)$$

$$\ell' = 4\ell \quad (D) \quad \ell' = \frac{\ell}{4} \quad (C)$$

$$G' = \frac{N S B}{K_1} \quad \text{مناقشة الحل:}$$

$$G' = 2G \quad \text{يجب أن يصبح } K_1 = \frac{K}{2} \quad \text{(جديد)}$$

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

(K) ، تتناسب عكسي

$$\ell' = 2\ell \Leftrightarrow K_1 = \frac{K}{2} \quad \text{(جديد)}$$

17. مقياس غلفاني حساسيته (G) نجعل طول سلك فتله

نصف ماكان عليه فإن حساسيته الجديدة (G') هي:

$$G' = 4G \quad (B) \quad G' = \frac{1}{2} G \quad (A)$$

$$G' = 2G \quad (D) \quad G' = \frac{1}{4} G \quad (C)$$

من العلاقات بالسؤال السابق:

$$\ell' = \frac{\ell}{2} \Rightarrow K_1 = 2K \Rightarrow G' = \frac{1}{2} G$$

25. حلقة معدنية مغلقة بمقياس غلفاني، تقرب 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: تقرب قطب مغناطيسي من وجه ملف ← قطب مماثل

تبعيد قطب مغناطيسي من وجه ملف ← قطب معاكس

26. في تجربة دولا بابلو (أو تجربة السكتين الكهروضوئية أو

في المحرك) تتحول:

- (A) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية
(B) الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية
(C) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كيميائية
(D) الطاقة الكهروضوئية إلى طاقة كهربائية

الجواب الصحيح (A)

27. في تجربة المولد الكهربائي المتناوب (AC) تتحول:

- (A) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية
(B) الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كيميائية
(C) الطاقة الكهروضوئية إلى طاقة كهربائية
(D) الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية

الجواب الصحيح (A)

28. تُعطى علاقة الطاقة الكهروضوئية المختزنة في وشيعة بالعلاقة:

$$E_L = \frac{1}{2} \Phi I^2 \quad (B) \quad E_L = \frac{1}{2} L I^2 \quad (A)$$

$$E_L = \Phi I \quad (D) \quad E_L = \frac{1}{2} L I \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

تذكر: يوجد شكل آخر لعلاقة الطاقة: $E_L = \frac{1}{2} \Phi I$

29. تبلغ شدة التيار المتردد في تجربة السكتين التحريضية

(i) فإذا جعلنا سرعة حركة الساق مثلي ما كانت عليه في

الشروط نفسها فإن شدة التيار المتردد (i') تساوي:

$$i' = \frac{1}{2} i \quad (B) \quad i' = 2i \quad (A)$$

$$i' = 4i \quad (D) \quad i' = \frac{1}{4} i \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

$$i' = \frac{B L v'}{R} = \frac{B L \times 2v}{R} = 2i$$

22. ويكون دور حركة الإلكترون يعطى بالعلاقة:

$$T = \frac{e B}{2 \pi m} \quad (B) \quad T = \frac{2 \pi m}{e B} \quad (A)$$

$$T = \frac{\pi m}{2 e B} \quad (D) \quad T = \frac{\pi m}{e B} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

22. تؤثر على إلكترون ساكن بحقل مغناطيسي منتظم \vec{B} فنجد أن الإلكترون:

(A) يتحرك بسرعة v عمودية على \vec{B}

(B) يبقى ساكناً

(C) يخضع لقوة لورنتز $\perp \vec{B}$

(D) يخضع لقوة لورنتز $\parallel \vec{B}$

الجواب الصحيح (A)

23. إطار مربع مغلق من منتصف أحد أضلاعه بسلك عديم

الكتل ويخضع لحقل مغناطيسي منتظم أفقي خطوط حقله

توازي مستوى الإطار فيكون عزم المزدوجة الكهروضوئية

Γ_Δ لحظة إمرار التيار المتواصل، وعندما يدور الإطار

بزواوية الإطار 60° يصبح عزم المزدوجة الكهروضوئية Γ'_Δ :

$$\Gamma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \Gamma \quad (B) \quad \Gamma' = \sqrt{\frac{3}{2}} \Gamma \quad (A)$$

$$\Gamma' = \frac{1}{2} \Gamma \quad (D) \quad \Gamma' = 2\Gamma \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

قبل الدوران: $\theta' = 0 \Rightarrow \alpha_1 = 90^\circ$

بعد الدوران: $\theta' = 60^\circ \Rightarrow \alpha_2 = 30^\circ$

$$\frac{\Gamma'}{\Gamma} = \frac{N I S B \sin 30}{N I S B \sin 90} = \frac{2}{1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Gamma' = \frac{1}{2} \Gamma$$

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:

$$\Delta \Phi = 0 \quad (B) \quad \Delta \Phi = 2\Phi_{\max} \quad (A)$$

$$\Delta \Phi = -\Phi_{\max} \quad (D) \quad \Delta \Phi = -2\Phi_{\max} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (C)

الدائرة المهتزة + التيار المتناوب + المحولات

(درس 4 + 5 + 6)

1. في الدائرة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة والمقاومة (R) صغيرة هل تكون سعة الاهتزاز:

(A) ثابتة (B) متناقصة (C) صفر (D) متزايدة

الجواب الصحيح (B)

2. في الدائرة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة والمقاومة $(R = 0)$ هل تكون سعة الاهتزاز:

(A) ثابتة (B) متناقصة (C) صفر (D) متزايدة

الجواب الصحيح (A)

3. في الدائرة المهتزة (L, C) المكثفة مشحونة يكون فرق

الطور بين تابعي شدة التيار والشحنة مقدراً بالراديان:

(A) $\varphi = \pi$ (B) $\varphi = 0$ (C) $\varphi = \frac{\pi}{3}$ (D) $\varphi = \frac{\pi}{2}$

الجواب الصحيح (D)

4. في الدائرة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة والمقاومة (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 الدائرة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونةوالمقاومة (R) كبيرة بشكل 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 (B)

6. في الدائرة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونةوالمقاومة $(R = 0)$ 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)

30. في تجربة السكتين التحريضية تزداد القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (\mathcal{E}) وذلك:(A) بنقصان (L) (B) بزيادة (L) (C) بنقصان السرعة (v) (D) بزيادة المقاومة (R)

$$i' = \frac{B L v}{R}$$

شدة التيار تتناسب طردياً مع (ℓ) طول المساق لذلك الجواب الصحيح (D)ملاحظة: وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (v) وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (B) وتزداد شدة التيار المتحرض بنقصان (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:

 $E_L' = 2E_L$ (A) $E_L' = 4E_L$ (B) $E_L' = \frac{1}{2}E_L$ (C) $E_L' = \frac{1}{4}E_L$ (D)

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2$$

$$L' = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N'^2 S}{\ell}, \quad N' = 2N$$

$$\Rightarrow L' = 4L \Rightarrow E_L' = 4E_L$$

32. في تجربة التحريض الذاتي تكون القوة المحركة

المتحرضة الذاتية عند فصل القاطعة (\mathcal{E}_1) وتكون (\mathcal{E}_2) عند

إغلاق القاطعة فإن:

 $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ (A) $\mathcal{E}_2 < \mathcal{E}_1$ (B) $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1$ (C) $\mathcal{E}_2 = 0$ (D)

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (\mathcal{E} \text{ تتناسب عكسي مع } dt)$$

$$\mathcal{E}_2 < \mathcal{E}_1 \left[dt_1 \text{ (فصل القاطعة)} \gg dt_2 \text{ (إغلاق القاطعة)} \right]$$

الدائرة المهتزة + التيار المتناوب + المحولات
(درس 4 + 5 + 6)

1. في الدائرة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة والمقاومة (R) صغيرة هل تكون سعة الاهتزاز:

(A) ثابتة (B) متناقصة (C) صفر (D) متزايدة

الجواب الصحيح (B)

2. في الدائرة المهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة والمقاومة ($R = 0$) هل تكون سعة الاهتزاز:

(A) ثابتة (B) متناقصة (C) صفر (D) متزايدة

الجواب الصحيح (A)

3. في الدائرة المهتزة (L, C) المكثفة مشحونة يكون فرق الطور بين تابعي شدة التيار والشحنة مقدراً بالراديان:

(A) $\varphi = \pi$ (B) $\varphi = 0$ (C) $\varphi = \frac{\pi}{3}$ (D) $\varphi = \frac{\pi}{2}$

الجواب الصحيح (D)

4. في الدائرة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة والمقاومة (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 الدائرة مهتزة (R, L, C) المكثفة مشحونة والمقاومة (R) كبيرة بشكل 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 (D)

6. في الدائرة 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 (D)

30. في تجربة السكتين التحريضية تزداد القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (\mathcal{E}) وذلك:

(A) بنقصان (L) (B) بزيادة (L)

(C) بنقصان السرعة (v) (D) بزيادة المقاومة (R)

الجواب الصحيح (D) لدينا من العلاقة $i' = \frac{B L v}{R}$

شدة التيار تتناسب طردياً مع (ℓ) طول المساق لذلك الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (v)

وتزداد شدة التيار المتحرض بزيادة (B)

وتزداد شدة التيار المتحرض بنقصان (R)

31. وشيعة عدد لفاتها (N) يجتاها تيار كهربائي شدته (I) فتكون الطاقة الكهربائية المختزنة فيها (E_L)

نضاعف عدد لفاتها فقط ونمرر التيار السابق نفسه فتصبح الطاقة الكهربائية المختزنة فيها:

(A) $E_L' = 2E_L$ (B) $E_L' = 4E_L$

(C) $E_L' = \frac{1}{2}E_L$ (D) $E_L' = \frac{1}{4}E_L$

الجواب الصحيح (A) $E_L = \frac{1}{2} L I^2$

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

$\Rightarrow L' = 4L \Rightarrow E_L' = 4E_L$

32. في تجربة التحريض الذاتي تكون القوة المحركة المتحرضة الذاتية عند فصل القاطعة (\mathcal{E}_1) وتكون (\mathcal{E}_2) عند إغلاق القاطعة فإن:

(A) $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ (B) $\mathcal{E}_2 < \mathcal{E}_1$

(C) $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1$ (D) $\mathcal{E}_2 = 0$

الجواب الصحيح (A) $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$: (\mathcal{E}) تناسب عكسي مع (dt)

$\mathcal{E}_2 < \mathcal{E}_1 \Leftarrow [dt_1 \text{ (فصل القاطعة)} \gg dt_2 \text{ (إغلاق القاطعة)}]$

20. دائرة تيار متناوب تحوي فرعين احدهما مقاومة صرف والآخر مكثفة. التوتر المطبق بين طرفيها $u = U_{\max} \cos \omega t$ ويكون فرق الطور بين الشدة الأصلية

للتيار في الدارة الخارجية و التوتر المطبق:

- (A) $\varphi > 0$ (B) $\varphi < 0$
(C) $\varphi = 0$ (D) $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

الجواب الصحيح (A) لأن:



21. تبدي الوشيعه ممانعة كبيرة للتيارات:

- (A) عالية التواتر
(B) منخفضة التواتر
(C) معدومة التواتر
(D) لا يتعلق التواتر بممانعة الوشيعه

الجواب الصحيح (A)

$$\text{لأن } X_L = L\omega = L2\pi f$$

22. تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات:

- (A) عالية التواتر
(B) معدومة التواتر
(C) منخفضة التواتر
(D) لا يتعلق التواتر بممانعة الوشيعه

الجواب الصحيح (B) لأن

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

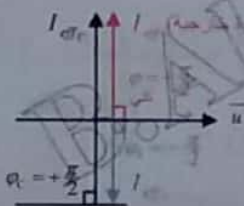
23. دائرة تيار متناوب تحوي فرعين احدهما مكثفة والثاني

وشيعه 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 و التوتر المطبق:

- (A) $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ (B) $\varphi = +\frac{\pi}{2}$
(C) $\varphi = 0$ (D) $\varphi < 0$



ملاحظة:

$$X_L > X_C \Rightarrow I_{\text{eff}L} < I_{\text{eff}C}$$

16. دائرة 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) $\varphi = \pi$

الجواب الصحيح (C) وتدعى حالة تجاوب كهربائي.

17. دائرة تيار متناوب التوتر بين طرفيها U_{eff} (منبع)، تحوي

على التسلسل (R, L, C) يتحقق فيها تجاوب كهربائي

(ظنين) عندما يكون:

- (A) ممانعة الدارة معدومة
(B) الشدة المنتجة بأكبر قيمة لها
(C) الشدة المنتجة بأصغر قيمة لها
(D) مقاومة الدارة معدومة

الجواب الصحيح (B)

تذكر: و عندها يكون أيضاً $Z = R$ ، $\varphi = 0$

$$\cos \varphi = 1 = \text{عامل الاستطاعة}$$

$$U_{\text{eff}C} = U_{\text{eff}L} \text{ (منبع) } U_{\text{eff}} = U_{\text{eff}R}$$

18. دائرة تيار متناوب تحوي فرعين احدهما مكثفة والثاني

وشيعه مهملة المقاومة و يحققان $(X_L = X_C)$ تكون

الشدة المنتجة في الدارة الخارجية:

- (A) أعظم ما يمكن (B) أصغر ما يمكن
(C) $I_{\text{eff}} = 0$ (D) $I_{\text{eff}} = 2I_{\text{eff}L}$

الجواب الصحيح (A) و تدعى حالة اختناق للتيار.

19. دائرة تيار متناوب تحوي فرعين احدهما مقاومة صرف

والآخر وشيعه 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) $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

الجواب الصحيح (B) لأن:



28. وشيعة تطبق 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:

8 (D) 16 (C) 20 (B) 12 (A)

$$U = rI \Rightarrow 12 = R \times 1 \Rightarrow R = 12\Omega$$

$$U_{eff} = Z_L I_{eff} \Rightarrow 120 = Z_L \times 6 \Rightarrow Z_L = 20\Omega$$

$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow 400 = 144 + X_L^2$$

$$X_L^2 = 256 \Rightarrow X_L = 16\Omega$$

29. دائرة تيار متناوب جيبي التوتر المنتج بين طرفيها U_{eff}

تحتوي على التسلسل (R, L, C) وفي حالة التجاوب
الكهربائي يتحقق فيها:

$$U_{eff_n} = 2U_{eff} \quad (B) \quad U_{eff_n} = \frac{1}{2}U_{eff} \quad (A)$$

$$U_{eff_n} = U_{eff} \quad (D) \quad U_{eff_n} = \sqrt{2}U_{eff} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (D)

30. دائرة تيار متناوب جيبي تحوي على التسلسل

(R, L, C) وفي حالة التجاوب الكهربائي يتحقق فيها:

$$U_{eff_L} = U_{eff_C} \quad (B) \quad U_{eff_L} = \frac{1}{2}U_{eff_C} \quad (A)$$

$$U_{eff_C} = \frac{1}{2}U_{eff_L} \quad (D) \quad U_{eff_C} = 3U_{eff_L} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (B)

31. (تشبه دورة 2013) محولة عدد لفات كل من دارتيها

(لفة 100 = N_p) ، (لفة 300 = N_s) فتكون

نسبة التحويل فيها:

$$\mu = 3 \quad (B) \quad \mu = \frac{1}{3} \quad (A)$$

$$\mu = \frac{1}{9} \quad (D) \quad \mu = 9 \quad (C)$$

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{300}{100} = 3$$

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \quad \text{تذكر:}$$

24. بين نقطتين من دائرة تيار متناوب جيبي التوتر متقدم

بالتطور 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. دائرة تحوي فرعين الأول مكثفة والثاني وشيعة مهملة

المقاومة تابع التوتّر بين طرفيها من الشكل:

$u = U_{max} \cos \omega t$ وكان تابع الشدة في الدائرة الأصلية

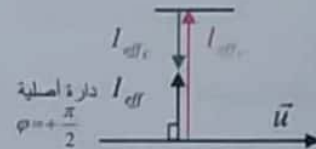
متقدم بالتطور بمقدار $(\frac{\pi}{2} rad)$ فإن:

$$X_L > X_C \quad (B) \quad X_L = X_C \quad (A)$$

$$X_C = 2X_L \quad (D) \quad X_L < X_C \quad (C)$$

الجواب الصحيح (B)

$$I_{eff_L} < I_{eff_C} \Rightarrow X_L > X_C$$



26. وشيعة مقاومتها 30Ω وممانعتها 60Ω يطبق بين

طرفيها توتراً لحظياً يعطى بالعلاقة $[u = U_{max} \cos \omega t]$

فيكون فرق الطور $[\varphi]$ بين التوتّر المطبق والتيار مقدراً

بالراديان:

$$+\frac{\pi}{2} \quad (B) \quad -\frac{\pi}{2} \quad (A)$$

$$+\frac{\pi}{3} \quad (D) \quad -\frac{\pi}{3} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (C)

$$\cos \varphi = \frac{r}{Z} = \frac{30}{60} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$$

تأخر التيار عن التوتر المطبق
بين طرفي الوشيعة

27. وشيعة ممانعتها (50Ω) ورديتها (40Ω) فإن قيمة

مقاومتها:

$$0\Omega \quad (D) \quad 60\Omega \quad (C) \quad 30\Omega \quad (B) \quad 10\Omega \quad (A)$$

$$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow 2500 = r^2 + 1600$$

$$r^2 = 900 \Rightarrow r = 30\Omega$$

2. وتر مشدود بقوة (F_T) كتلته الخطية (μ) سرعة انتشار الاهتزاز العرضي فيه (v) تزيد قوة الشد إلى الضعف ونجعل طوله نصف ما كان عليه فتصبح سرعة الانتشار فيه (v'):

$$v' = \frac{v}{\sqrt{2}} \quad (B) \quad v' = v \quad (A)$$

$$v' = \sqrt{2} v \quad (D) \quad v' = 2v \quad (C)$$

$$v' = \sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} = \sqrt{\frac{2F_T}{\mu}} = \sqrt{2} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{2} v \quad \text{الحل}$$

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 غير قوة الشد لتصبح (F_T') مساوية:

$$10 N \quad (B) \quad 5 N \quad (A)$$

$$80 N \quad (D) \quad 40 N \quad (C)$$

$$f = f \Rightarrow \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n'}{2L} \sqrt{\frac{F_T'}{\mu}} \quad \text{الحل}$$

$$1 \sqrt{F_T} = 2 \sqrt{F_T'} \Rightarrow F_T = 4F_T'$$

$$F_T' = \frac{F_T}{4} = \frac{20}{4} = 5 N$$

4. (دورة 2007) لتكن (v) سرعة انتشار الاهتزاز العرضي في وتر مشدود، ننقص طول الوتر إلى النصف ونحافظ على قوة شدّه، هل سرعة انتشار الاهتزاز (v') هي:

$$v' = \sqrt{2} v \quad (B) \quad v' = 2v \quad (A)$$

$$v' = v \quad (D) \quad v' = \frac{1}{2} v \quad (C)$$

الجواب الصحيح (D)

(حيث إنقاص طول الوتر لا يغير μ : $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$)

32. (دورة 2009+2014) محولة عدد لفات كل من دارتيها (لفة $N_p = 300$) ، (لفة $N_s = 100$) تُطبق بين طرفي اوليتها توتراً متناوباً جيبياً قيمته المنتجة $U_{eff} = 90 V$ فيكون التوتر المنتج بين طرفي ثانويتها U_{eff} :

$$40 V \quad (B) \quad 220 V \quad (A)$$

$$180 V \quad (D) \quad 30 V \quad (C)$$

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 في الدارة الثانوية مقدراً بالهرتز:

$$25 \quad (D) \quad 50 \quad (C) \quad 200 \quad (B) \quad 100 \quad (A)$$

الجواب الصحيح (C)

تذكر: المحولة لا تتغير من تواتر التيار أو شكل اهتزازه

34. في المحولة الكهربائية تكون نسبة التحويل:

$$\mu < 0 \quad (B) \quad \mu > 0 \quad (A)$$

$$\mu = \frac{N_p}{N_s} \quad (D) \quad \mu = 0 \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

الوحدة الثالثة: الأمواج المستقرة

1. سؤال دورة (2014):

تتكون جملة أمواج مستقرة على طول خيط بطول موجة $\lambda = 0.4 m$ ، فإن البعد بين بطن اهتزاز وعقدة اهتزاز تليه

مباشرة يساوي:

$$0.1 m \quad (B) \quad 0.2 m \quad (A)$$

$$0.3 m \quad (D) \quad 0.4 m \quad (C)$$

الجواب الصحيح: (B) $0.1 m$

شرح:

$$\frac{\lambda}{4} = \text{البعد بين بطن اهتزاز وعقدة اهتزاز يليه مباشرة}$$

9. مزمار ذو لسان نهايته مغلقة (متشابه الطرفين) طوله $L = 85 \text{ cm}$ ، سرعة انتشار الصوت في هوائه

$(340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})$ فإن تواتر صوته الأساسي:

100 Hz (B) 50 Hz (A)

200 Hz (D) 150 Hz (C)

$$f = \frac{nv}{2L} = \frac{1 \times 340}{2 \times 85 \times 10^{-2}} = 200 \text{ Hz}$$

10. مزمار ذو فم نهايته مغلقة (مختلف الطرفين) تواتر مدروجه الثالث 100 Hz، سرعة انتشار الصوت في

هوائه $400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ فإن طوله يساوي:

L = 5 m (B) L = 3 m (A)

L = 4 m (D) L = 6 m (C)

$$L = (2n-1) \frac{v}{4f} = 3 \times \frac{400}{4 \times 100} = 3 \text{ m}$$

11. رتبة الصوت في مزمار مختلف الطرفين هي:

(n+1) (B) (2n-1) (A)

2n (D) n (C)

12. رتبة الصوت في مزمار متشابه الطرفين هي:

(n+1) (B) 2n (A)

(2n-1) (D) n (C)

13. دورة (2010+2008): يتولد بانعكاس إشارة على نهاية

مقيدة فرق طور (ϕ') مقدرة بالراديان:

$\phi' = \frac{3\pi}{2}$ (B) $\phi' = 0$ (A)

$\phi' = \frac{\pi}{2}$ (D) $\phi' = \pi$ (C)

ملاحظة: على نهاية طليقة يكون الجواب الصحيح:

5. يحدد أبعاد بطون الاهتزاز في الأمواج المستقرة العرضية في الانعكاس على نهاية مقيدة بالعلاقة:

$$x = n \frac{\lambda}{2} \text{ (B)} \quad x = (2n+1) \frac{\lambda}{4} \text{ (A)}$$

$$x = n \lambda \text{ (D)} \quad x = (2n-1) \frac{\lambda}{2} \text{ (C)}$$

الجواب الصحيح (A)

6. يحدد أبعاد عقد الاهتزاز في الأمواج المستقرة العرضية في الانعكاس على نهاية مقيدة بالعلاقة:

$$x = n \frac{\lambda}{2} \text{ (B)} \quad x = (2n-1) \frac{\lambda}{2} \text{ (A)}$$

$$x = n \lambda \text{ (D)} \quad x = (2n+1) \frac{\lambda}{4} \text{ (C)}$$

الجواب الصحيح (B)

7. في الأمواج المستقرة العرضية المنعكسة على نهاية مقيدة يكون بعد البطن الثاني عن النهاية المقيدة:

$$x = 5 \frac{\lambda}{4} \text{ (B)} \quad x = 3 \frac{\lambda}{4} \text{ (A)}$$

$$x = 2 \frac{\lambda}{2} \text{ (D)} \quad x = \frac{\lambda}{2} \text{ (C)}$$

الجواب الصحيح (A)

$$[x = (2n+1) \frac{\lambda}{4}]$$

$$x = 3 \frac{\lambda}{4} \leftarrow (n=1) \text{ البطن الثاني}$$

8. في الأمواج المستقرة العرضية المنعكسة على نهاية مقيدة يكون بعد العقدة الثانية عن النهاية المقيدة:

$$x = 5 \frac{\lambda}{4} \text{ (B)} \quad x = 2 \frac{\lambda}{2} \text{ (A)}$$

$$x = 3 \frac{\lambda}{4} \text{ (D)} \quad x = \frac{\lambda}{2} \text{ (C)}$$

الجواب الصحيح (C)

$$[x = n \frac{\lambda}{2}]$$

$$x = \frac{\lambda}{2} \leftarrow (n=1) \text{ العقدة الثانية}$$

19. في تجربة مد 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)

$f = 50 \text{ Hz}$ للمدروج الخامس = المدروج الأساسي $f = 10 \text{ Hz}$

المدروج الذي يلي الخامس هو المدروج السابع $f = 10 \text{ Hz}$

20. زمزم 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)

$f = 1000 \text{ Hz}$ للمدروج الخامس $(2n-1)=5$

$f = 5f_1 \Rightarrow f_1 = \frac{1000}{5} = 200 \text{ Hz}$ (مدروج خالص)

المدروج الثالث: $(2n-1)=3$

$f = 3f_1 \Rightarrow f = 3 \times 200 = 600 \text{ Hz}$ (مدروج ثالث)

21. في المزمزم مختلف الطرفين وعندما $(n=2)$ فإن

الصوت الصادر هو:

- (A) أساسي (B) مدروج ثاني
(C) مدروج ثالث (D) مدروج رابع

الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: لو كان المزمزم متشابه الطرفين فلجواب 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

23. سرعتا انتشار الصوت في غازين مختلفين لهما نفس

الرتبة الذرية ونفس درجة الحرارة تتناسب:

- (A) طرداً مع الجذر التربيعي لكافة 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 (D)

14. سؤال:

وتر مشدود بقوة شد (F_{T_1}) تهزه رتانة تواترها (f) ليتشكل بالوتر مغزل واحد. نغير قوة الشد ليهتز الوتر بتجاوب مشكلاً مغزلين فتكون (F_{T_2}) تساوي:

$$F_{T_1} = \frac{F_{T_2}}{4} \quad (B) \quad F_{T_2} = 4F_{T_1} \quad (A)$$

$$F_{T_1} = 2F_{T_2} \quad (D) \quad F_{T_2} = \frac{F_{T_1}}{2} \quad (C)$$

* الجواب الصحيح: (B)

شرح:

$$\frac{k}{2L} \sqrt{\frac{F_{T_1}}{\mu}} = \frac{k'}{2L} \sqrt{\frac{F_{T_2}}{\mu}}$$

$$1 \sqrt{F_{T_1}} = 2 \sqrt{F_{T_2}} \Rightarrow F_{T_1} = 4F_{T_2} \Rightarrow F_{T_2} = \frac{F_{T_1}}{4}$$

15. المسافة بين عقدتين في الأمواج المستقرة العرضية في وتر نهايته مقيدة بدلالة طول الموجة:

- (A) $\frac{\lambda}{2}$ (B) $\frac{\lambda}{4}$ (C) $\frac{\lambda}{2}$ (D) $\frac{\lambda}{4}$ (E) $\frac{\lambda}{2}$

الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: لو البعد بين عقدتين متتاليتين عندها الجواب الصح (A)

16. المسافة بين عقدة ويطن في الأمواج المستقرة العرضية في وتر نهايته مقيدة بدلالة طول الموجة:

- (A) $\frac{\lambda}{2}$ (B) $\frac{\lambda}{4}$ (C) $n \frac{\lambda}{2}$ (D) $\frac{\lambda}{4}$ (E) $\frac{\lambda}{2}$

الجواب الصحيح (D)

ملاحظة: لو البعد بين عقدة ويطن متتاليتين عندها الجواب الصح (B)

17. في تجربة مد على نهاية طليقة يصدر خيط طوله (L) صوتاً عند مدروجه الثالث فإن طول موجته (λ) بدلالة طول الوتر (L) تساوي:

- (A) $\lambda = 4L$ (B) $\lambda = \frac{4}{3}L$ (C) $\lambda = \frac{3}{4}L$ (D) $\lambda = 3L$

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L = 3 \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4}{3}L$$

18. في تجربة مد على نهاية طليقة يصدر خيط طوله (L) صوتاً أساسياً طول موجته (λ) تساوي:

- (A) $\lambda = \frac{L}{2}$ (B) $\lambda = L$ (C) $\lambda = 2L$ (D) $\lambda = 4L$

الجواب الصحيح (D)

الوحدة الرابعة: الكرونيات

1. يخضع الإلكترون في ذرة الهيدروجين في مساره لقوة كهربائية ناجمة عن جذب النواة له. تُعطى بالعلاقة:

$$F_E = k \frac{e^2}{r^2} \quad (B) \quad F_E = k \frac{e^2}{r^2} \quad (A)$$

$$F_E = k \frac{e^2}{r} \quad (D) \quad F_E = k \frac{e}{r} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

2. يخضع الإلكترون في ذرة الهيدروجين في مساره لقوة العطالة النابذة. وتُعطى بالعلاقة:

$$F_c = m \frac{v^2}{r} \quad (B) \quad F_c = m \frac{v^2}{r} \quad (A)$$

$$F_c = m^2 \frac{v}{r} \quad (D) \quad F_c = m \frac{v}{r} \quad (C)$$

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:

$$m v r = n \frac{2\pi}{h} \quad (B) \quad m v r = n \frac{h}{2\pi} \quad (A)$$

$$m v r = n \frac{2h}{\pi} \quad (D) \quad m v r = n \frac{h}{\pi} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

4. تُعطى علاقة الطاقة الميكانيكية للإلكترون ذرة الهيدروجين في مداره بالعلاقة:

$$E = k \frac{e^2}{2r} \quad (B) \quad E = -k \frac{e^2}{2r} \quad (A)$$

$$E = -k \frac{e^2}{r} \quad (D) \quad E = k \frac{e^2}{r} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

5. تُعطى علاقة الطاقة الكامنة الكهربائية للإلكترون ذرة الهيدروجين في مداره بالعلاقة:

$$E_p = k \frac{e^2}{2r} \quad (B) \quad E_p = -2k \frac{e^2}{r} \quad (A)$$

$$E_p = -k \frac{e^2}{r} \quad (D) \quad E_p = k \frac{2e}{r} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (A)

24. طول زمزم متشابه الطرفين:

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \quad (B) \quad L = n \lambda \quad (A)$$

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{2} \quad (D) \quad L = n \frac{\lambda}{4} \quad (C)$$

الجواب الصحيح (C)

ملاحظة: لو كان المزمزم 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) تذبذب دائم (D) ليس أيًا من الإجابات السابقة

الجواب الصحيح (A)

ملاحظة: لو بطون الاهتزاز فالجواب الصحيح هو (A)

26. في الأمواج المستقرة الكهرطيسية العرضية يتشكل عند

الحاجز الناقل:

(A) عقدة حقل كهربائي و بطن حقل مغناطيسي

(B) بطن حقل كهربائي

(C) عقدة حقل مغناطيسي و بطن حقل كهربائي

(D) عقد حقل مغناطيسي

الجواب الصحيح (A)

27. لدينا وتران مشدودان بنفس قوة الشد ولهما نفس الكتلة

الخطية ولكن مقطعهما $(r_2 = 2r_1)$ تكون العلاقة بين سرعة

انتشار الاهتزاز العرضي بينهما:

$$v_2 = 2v_1 \quad (B) \quad v_2 = 4v_1 \quad (A)$$

$$v_2 = \frac{1}{4}v_1 \quad (D) \quad v_2 = \frac{1}{2}v_1 \quad (C)$$

الجواب

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_2}}}{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_1}}} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = \sqrt{\frac{\rho s_1}{\rho s_2}} = \sqrt{\frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}} = \sqrt{\frac{r_1^2}{4r_1^2}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{1}{2}v_1$$

11. إن الأشعة المهبطية من طبيعة:
 (A) إلكترونية سالبة (B) كهربائية
 (C) أمواج كهرومغناطيسية (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 طاقة أخفض (B) سوية طاقة أعلى
 (C) خارج الذرة (D) النواة
 الجواب الصحيح (A)

15. دورة (2017) من خواص الفوتون:
 (A) شحنته موجبة (B) لا يمتلك 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) لا يتغير (D) يتعدى
 الجواب الصحيح (A)
2. عندما يبتعد المنبع الضوئي عن المراقب ينوحي 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) الأرجون
 الجواب الصحيح (A)

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 حبيرة كهروضوئية 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 حبيرة كهروضوئية 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:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU} \quad (A) \quad \lambda_{\min} = \frac{eU}{hc} \quad (B)$$

$$\lambda_{\min} = \frac{h}{eU} \quad (C) \quad \lambda_{\min} = \frac{eU}{h} \quad (D)$$

10. إن الأشعة السينية من طبيعة:

- (A) إلكترونية سالبة (B) كهربائية
 (C) أمواج كهرومغناطيسية (D) مغناطيسية
 الجواب الصحيح (C)



مع تمنياتي بالنجاح والتوفيق

الفهرس

- الوحدة الأولى (الحركة والتحرك) : ص 1 ← ص 48
- الوحدة الثانية (الكهرباء والمغناطيسية) : ص 49 ← ص 99
- الوحدة الثالثة (الأمواج المستقرة) : ص 100 ← ص 108
- الوحدة الرابعة (الإلكترونيات والجسم الصلب) : ص 109 ← ص 121
- الوحدة الخامسة (الفيزياء الفلكية) : ص 122 ← ص 124
- المسائل العامة : ص 125 ← ص 161
- اختيار من متعدد : ص 162 ← ص 181

يمكنك متابعة صفحتنا على الفيس بوك:



(٠_٠)

[T.me/Science_2022bot](https://t.me/Science_2022bot) : تم التحميل بواسطة 



Telegram : @Science_2022bot

(٠_٠)