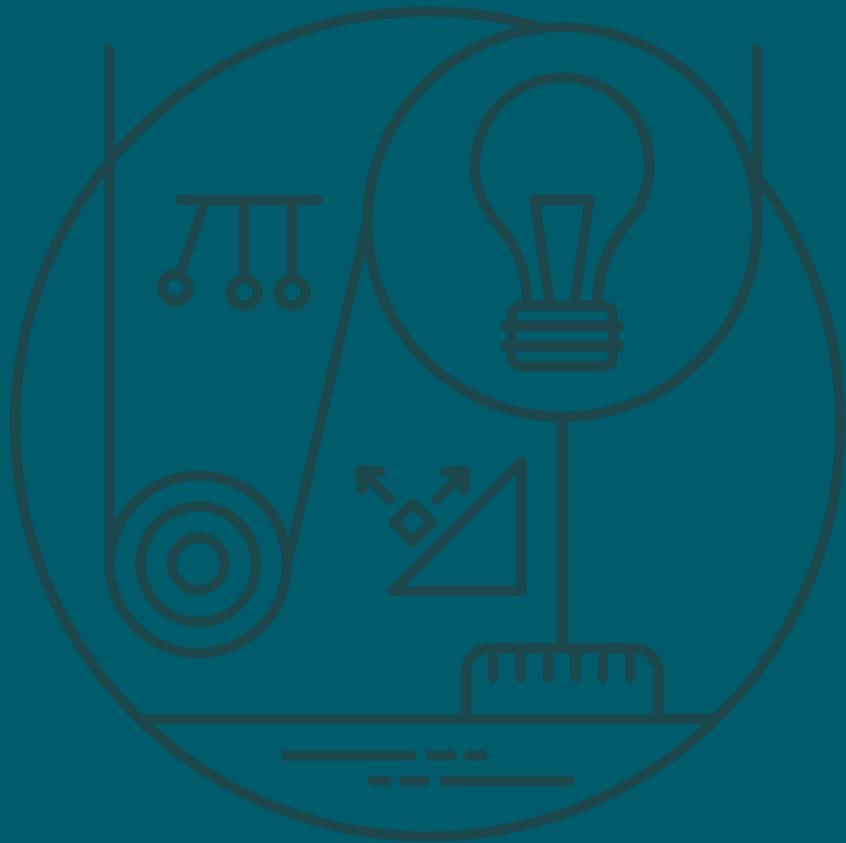


منصة طريقي التعليمية الافتراضية

الصف الثالث الثانوي

طريقي نبي الفيزياء (البيان)

المدرس
أنس أحمد



يلخص من هذا القسم:

مقدمة

- علاقة الرياضيات بالفيزياء
- مراجعة للأسس الفيزيائية

الوحدة ١

• الحركة والتحريك

- الدرس الأول: الحركة التوافقية البسيطة في النواس المرن
- الدرس الثاني: الاهتزازات الدورانية غير المترافق (النواس الفتل)
- الدرس الثالث: الاهتزازات غير التوافقية (النواس الثقل غير المترافق)
- الدرس الرابع: ميكانيك السوائل المتحركة
- الدرس الخامس: النسبية الخاصة

الوحدة ٣

• الأمواج المستقرة

- الدرس الأول: الأمواج المستقرة العرضية
- الدرس الثاني: الأمواج المستقرة الطولانية

ما تحتاجه من الرياضيات للدخول إلى الفيزياء

الاشتقاق :

مشتق العدد الثابت = 0 مشتق $\pi' = 0$ مشتق التابع : $f(t) = x^n \Rightarrow f'(t) = n \cdot x^{n-1}$ مثال : $f(t) = t^3 \Rightarrow f'(t) = 3t^2$ $f(t) = 2t^4 \Rightarrow f'(t) = 8t^3$ $f(t) = t \Rightarrow f'(t) = 1$ $f(t) = 2t \Rightarrow f'(t) = 2$

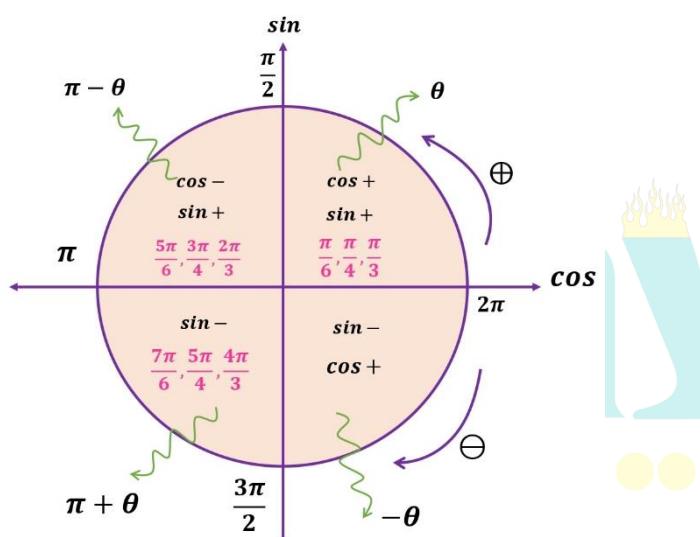
مشتق التابع الضمني :

 $f(t) = y^2 \Rightarrow f'(t) = 2yy'$ $f(t) = \theta^2 \Rightarrow f'(t) = 2\theta\theta'$

مشتق التابع المثلثي :

 $(\cos(at + b))'_t = -a\sin(at + b)$ $\Rightarrow (\cos\frac{1}{2}t)'_t = -\frac{1}{2}\sin\frac{1}{2}t$ $(\sin(at + b))'_t = a\cos(at + b)$ $\Rightarrow (\sin(4t + 5))'_t = 4\cos(4t + 5)$

النسبة المثلثية :



θ	0	90° $\frac{\pi}{2}$ rad	180° π rad	270° $-\frac{\pi}{2}$
\sin	0	1	0	-1
\cos	1	0	-1	0
النسبة المثلثية	0°	30° $\frac{\pi}{6}$ rad	45° $\frac{\pi}{4}$ rad	60° $\frac{\pi}{3}$ rad
\sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
\cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
\tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$
				∞

العلاقات البيانية :

و A و B و C تناوب طردي و C و B و A تناوب عكسيو A و B متناسب طرداً مع C و $B = A \cdot C$ 

مراجعة هامة لأساسيات الفيزياء

الكميات و المقادير الفيزيائية:

1- الكميّات و المقادير القياسيّة:

التحويّلات:

المقادير الأساسية:

الأضعاف	الأجزاء
10^3 كيلو	10^{-3} ملي
10^6 ميغا	10^{-6} ميكرو
10^9 غيغا	10^{-9} نانو
10^{12} تيرا	10^{-12} بيكتو
10^{15} بيتا	10^{-15} فمتو
10^{18} إكسا	10^{-18} أتو

الرمز	وحدة القياس	المقدار الفيزيائي
m	متر	الطول
kg	كيلوغرام	الكتلة
A	أمبير	شدة التيار الكهربائي
K	كلفن	درجة الحرارة
sec	ثانية	الזמן

أجزاء الوحدة:

ميلي الوحدة $\times 10^{-3}$ ← الوحدة / ميكرو الوحدة $\times 10^{-6}$ ← الوحدة / نانو الوحدة $\times 10^{-9}$ ← الوحدة.

مضاعفات الوحدة:

كيلو الوحدة $\times 10^3$ ← الوحدة / ميغا الوحدة $\times 10^6$ ← الوحدة / غيغا الوحدة $\times 10^9$ ← الوحدة

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 & \text{متر} \xrightarrow{10^3} \text{كم} \xrightarrow{10^{-3}} \text{متر} \\
 & \text{متر} \xrightarrow{10^{-2}} \text{سم} \quad \text{متر} \xrightarrow{10^{-3}} \text{مليمتر} \\
 & \text{متر} \xrightarrow{10^{-6}} \text{ميكرومتر}
 \end{aligned} \right\} \begin{aligned}
 & \text{متر} \xrightarrow{10^{-2}} \text{سم} \\
 & \text{متر} \xrightarrow{10^{-3}} \text{مليمتر} \\
 & \text{متر} \xrightarrow{10^{-6}} \text{ميكرومتر}
 \end{aligned}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 & \text{متر}^2 \xrightarrow{10^{-4}} \text{سم}^2 \\
 & \text{متر}^3 \xrightarrow{10^{-6}} \text{سم}^3 \\
 & \text{كيلوغرام} \xrightarrow{10^{-3}} \text{غرام}
 \end{aligned} \right\} \begin{aligned}
 & \text{متر}^2 \xrightarrow{10^{-4}} \text{سم}^2 \\
 & \text{متر}^3 \xrightarrow{10^{-6}} \text{سم}^3 \\
 & \text{غرام} \xrightarrow{10^{-3}} \text{كيلوغرام}
 \end{aligned}
 \end{aligned}$$

2- المقادير المتجهية (الشعاعية): يتم تعينها بأربع عناصر

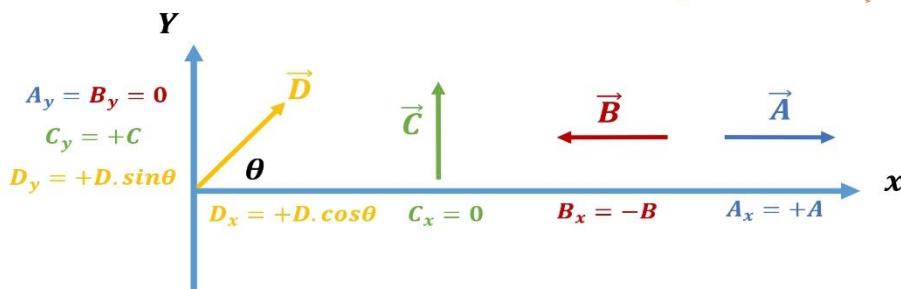


1. نقطة التأثير
2. حامل الشعاع
3. جهة الشعاع

4. طولية الشعاع (الشدة) موجبة دوماً دون أشعة

شعاع السرعة: شعاع الإزاحة / الزمن	$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \text{ m.s}^{-1}$
شعاع التسارع: شعاع السرعة / الزمن	$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ m.s}^{-2}$
شعاع قوة التقل: $\vec{g} = m \cdot \vec{W}$ شاقولي نحو الأسفل دوماً	$\vec{W} = (N) \downarrow$
شعاع قوة رد الفعل: $\vec{R} = (N)$ يعادم مسنوياً الاستئناد	\vec{R} نابض (N)
شعاع توتر الوصلة: خيط \vec{T}_s	\vec{T}_s
شعاع الحقل المغناطيسي: \vec{B}	\vec{B}
شعاع الحقل الكهربائي: \vec{E}	\vec{E}

إسقاط الأشعة:



3- المقادير السلمية:

عزم القوة: يتناسب طرداً مع ذراع القوة، وشدة القوة. $\Gamma = d \cdot F$ حيث $\Gamma = 0$ عندما القوة تلقي محور الدوران $\Gamma = -d \cdot F$ $\Gamma = +d \cdot F$

عمل القوة: $W = F \cdot d \cdot \cos \theta$ ويقدر بالجول (J) ويكون:

(محرك): شعاع القوة وشعاع الانتقال على حامل واحد وبجهة واحدة $\theta = 0$ $\cos \theta = 1 \Rightarrow W = F \cdot d$

(مقاومة): شعاع القوة وشعاع الانتقال على حامل واحد وبجهتين متعاكستين $\theta = \pi$ $\cos \pi = -1 \Rightarrow W = -F \cdot d$

(معدوم): شعاع القوة عمودي على شعاع الانتقال $\theta = \frac{\pi}{2}$ $\cos \frac{\pi}{2} = 0 \Rightarrow W = 0$

عمل قوة التقل: $(J)W_{\vec{W}} = m \cdot g \cdot h \Leftarrow W_{\vec{W}} = W \cdot h$

الاستطاعة: $P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{Fd}{t} = F \cdot v$

الطاقة:

الطاقة الحركية: $E_k = \sum \vec{F}_{1 \rightarrow 2} \cdot \vec{E}_K = \frac{1}{2} I_{\Delta} \cdot w^2$ نظرية الطاقة الحركية: دورانية انسحابية $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

الطاقة الكامنة الثقلية: $E_p = m \cdot g \cdot h$

الطاقة الكامنة المرونية: المرن: $E_p = \frac{1}{2} k \theta^2$ الفتل: $E_p = \frac{1}{2} k x^2$

الطاقة الكلية الميكانيكية: $E = E_p + E_k$

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

- الدور T : هو الزمن اللازم لإتمام المتردك (هزة - دورة - نوسة) كاملة وواحدته الثانية (sec) ويحسب تجريبياً من العلاقة $T = \frac{t}{n}$ زمن المتردك t عدد المتردات n
- التوتر f : هو عدد المتردات التي ينجزها المتردك خلال واده الزمن وله واحدتان (دورة بالثانية أو H_Z) والتوتر مقلوب الدور أي يحسب تجريبياً من مقلوب الدور $f = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}$ عدد المتردات n زمن المتردات t
- النبض الخاص للحركة: $W = 2\pi f (rad.s^{-1})$

أنواع الحركات

1. الحركة الانسحابية: انسحاب مركز عطالة الجسم من مكان إلى آخر تحت تأثير القوى وتصنف حسب شكل مسارها



$$a = \text{const}$$

متسار عادي بانتظام (تزداد v) ↓ هبوطاً

$$x = vt + x_0 \Rightarrow x = vt \Rightarrow v = \frac{x}{t}$$

تابع الحركة:

متباينة بانتظام (تنقص v) ↑ صعوداً

- الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام: v متغيرة: \int

$$1) v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

$$2) v = at + v_0$$

$$3) x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

- الحركة الدائرية: دوران الجسم حول محور دوران يبعد عن الجسم مسافة

التسارع الناظمي التسارع المماسى التسارع الكلى

$$\vec{a}^2 = \vec{a}_t^2 + \vec{a}_c^2$$

$$a_t = (v)'_t = \frac{d\theta}{dt} \text{ مماسى} \quad a_c = \frac{v^2}{r} \text{ الناظمى}$$

$$a_t = (const)'_t = 0 \Rightarrow a = a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$v = \text{const}$$

- تطبيقات الحركة الانسحابية: شرط الحركة الانسحابية $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ / شرط التوازن $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$ الحركة المنتظمة

- الدراسة التحريرية: قبل كتابة أحد القانونين السابقين يجب تعين كلاً من: جملة المقارنة (داخلية، خارجية) / الجملة المدروسة (الكترون، جسم، مركز)

- القوى الخارجية المؤثرة على الجسم (\vec{W}, \vec{R}) / نضع القانون مع الأشعة.

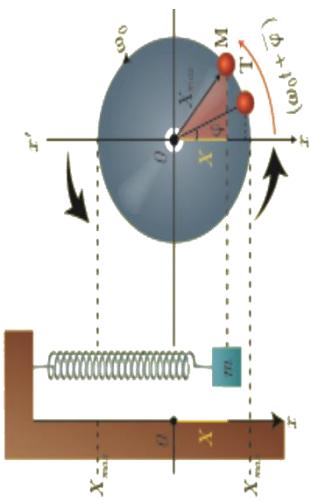
- نعرض القوى مع الأشعة ($\vec{a} = m \cdot \vec{a}$) / إسقاط الأشعة على محور موجه.

2. الحركة الدورانية: دوران جسم حول محور دوران مار منه تحت تأثير عزوم القوى

$$\Sigma \vec{\Gamma} = 0 \quad \text{شرط الحركة الدورانية: تسارع زاوي } \vec{\alpha} \quad \Sigma \vec{\Gamma}_{F:\Delta} = I_{\Delta} \cdot \text{عزم العطالة}$$

القياسات الخطية والزاوية:

القياسي	الخطي	الزاوي	خطي
الفاصلية	x	θ	r
السرعة	v	w	r
التسارع	a	α	$\alpha \cdot r$



العلاقة بين الحركة الدائرية المنتظمة والحركة التوافقية البسيطة (تمثيل فرييل)

الطور الابتدائي للحركة $\bar{\varphi}$ هو الزاوية بين الشعاع \overrightarrow{OM} والمحور \overrightarrow{xx} في اللحظة $t = 0$.

طور الحركة $(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ هو الزاوية بين الشعاع \overrightarrow{OM} والمحور \overrightarrow{xx} في اللحظة t .

سعة الحركة X_{max} هي طولية الشعاع \overrightarrow{OM} الثابتة عند الدوران.

النبع الخاص للحركة ω_0 يقابل السرعة الزاوية الثابتة التي تدور بها النقطة M .

مطال الحركة \bar{x} هو مسقط الشعاع \overrightarrow{OM} على المحور \overrightarrow{xx} وهو متغير بتغير الزمن.

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

التابع الزمني لحركة المطال تابع جيبي من الشكل: $\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

لذلك تسمى الحركة جيبيّة انسحابية (تواافقية بسيطة).

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

دلائل الرموز :

• \bar{X} : المطال في اللحظة و يقدر بالمتر

• X_{max} : المطال الأعظمي (سعة الاهتزاز) و تقدر بالمتر

• ω_0 : النبع الخاص للحركة و يقدر بالراد. s^{-1}

• $(\omega_0 t + \bar{\varphi})$: طور الحركة في اللحظة t

• $\bar{\varphi}$: الطور الابتدائي في اللحظة $0 = 0$ و يقدر بالراديان

ندعو كل من $\bar{\varphi}$, ω_0 , X_{max} ثوابت الحركة

سؤال نظري - 2 - انطلاقاً من العلاقة $(\bar{F} = m\bar{a} = -k\bar{x})$ استنتج طبيعة الحركة في النواس المرن (الهدازء التوافقية البسيطة) ومن ثم

استنتاج الدور الخاص دورة 2013-2019 الأولى - 2015 الثانية

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

لكن: $\bar{a} = (\bar{x})''_t$

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

$$(\bar{x})''_t = -\frac{k}{m}\bar{x} \dots (1)$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلًّا جيبيًّا من الشكل:

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

نشتق مرتين:

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

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

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

بمطابقة 1 مع 2 نجد:

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

النبع الخاص للاهتزاز

طبيعة الحركة: جيبيّة انسحابية بشرط $0 < \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ وهذا محقق لأن m و k موجبان

نستنتج : سؤال دورة 2019

إن حركة النواس المرن هي حركة جيبيّة انسحابية الشكل العام للتابع الزمني للمطال (الموضع) يعطى بالعلاقة :

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

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \xrightarrow{\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}} T_0 = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}} \xrightarrow{\text{نضرب بمقروب المقام}}$$

استنتاج الدور:

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

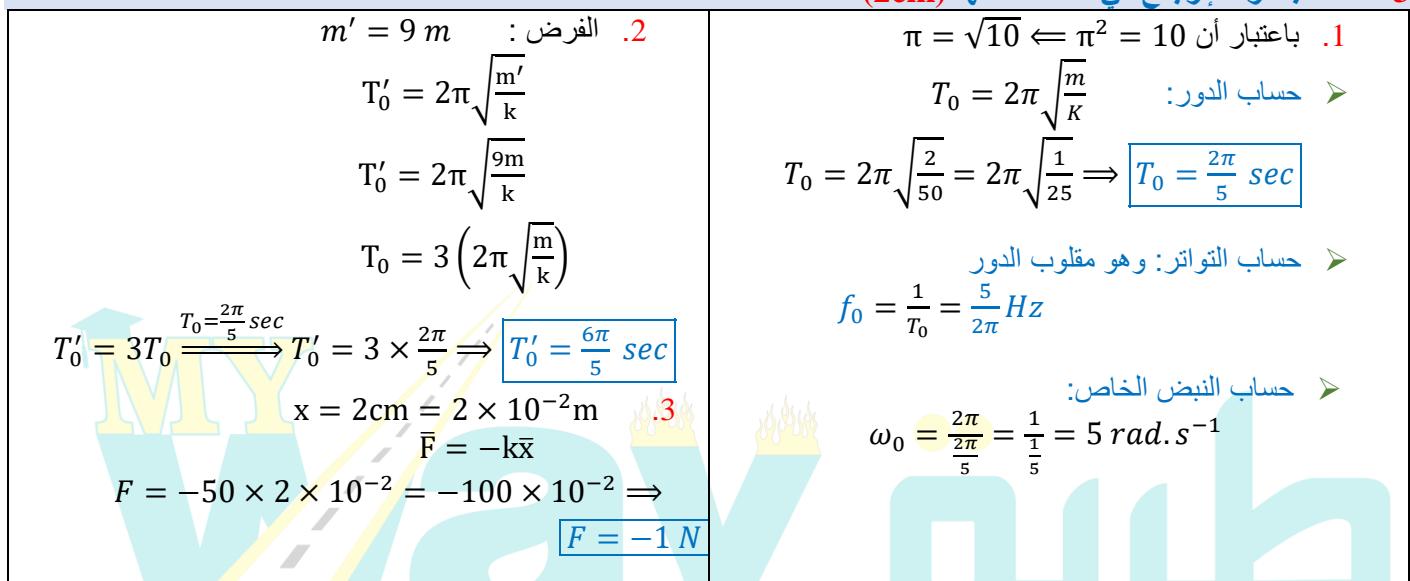
علاقة الدور الخاص للنواس المرن غير المتخادم

من هذه العلاقة نستنتج أن الدور الخاص :

- ✓ لا ينبع بسرعة الاهتزاز X_{max} ولا بتسارع الجاذبية الأرضية g
- ✓ يتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لكتلة الجسم المهتز m
- ✓ يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لثابت صلابة النابض k

تطبيق (1): نواس مرن ثابت صلابته ($k = 50 \text{ Nm}^{-1}$) ويحمل جسمًا صلباً كتلته ($m = 2 \text{ Kg}$) **والمطلوب:**

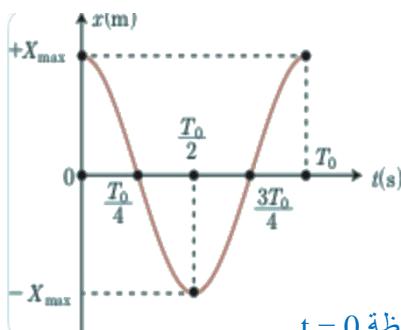
- 1 أحسب الدور الخاص للنواس وتوتر الاهتزاز ونبضه الخاص
- 2 إذا استبدلنا الكتلة المعلقة بكتلة أخرى ($m' = 9m$) ، أحسب الدور الخاص الجديد
- 3 أحسب قوة الإرجاع في نقطة مطالها (2cm)



سؤال نظري -3

اكتب الشكل العام لتابع المطال موضحاً دلالات الرموز والوحدات الدولية، وفي شروط بدء مناسبة حيث $0 = t = t_0$ نفرض $\bar{x} = +X_{max}$ استنتاج الشكل المختزل لتابع المطال، ثم بين متى يكون المطال أعظمي ومتى يكون معدوم موضحاً بالرسم البياني لتابع المطال خلال دور واحد:

الشكل العام لتابع المطال : $\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$



\bar{x} : المطال أو (موقع الجسم) في اللحظة و يقدر بالمتر m

X_{max} : سعة الحركة أو (المطال الأعظمي) و تقدر بالمتر m

ω_0 : النبض الخاص للحركة و يقدر rad.s^{-1}

t : طور الحركة في اللحظة

$\bar{\varphi}$: الطور الابتدائي في اللحظة $t = 0$ و يقدر بالراديان

ندعو كل من $\bar{\varphi}$ ، X_{max} ، ω_0 ثوابت الحركة

من شروط البدء المعطاة أن الجسم كان في مطاله الأعظمي الموجب $\bar{x} = +X_{max}$ في اللحظة $t = 0$

نعرض الشروط في الشكل العام لتابع المطال: $\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$$X_{max} = X_{max} \cos \bar{\varphi}$$

$$\cos \bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0$$

الشكل المختزل لتابع المطال (أبسط شكل): $\bar{x} = X_{max} \cos \omega_0 t$

-

- تابع المطال بدلالة الدور : $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos \frac{2\pi}{T_0} t$

ملاحظة : لتحديد مطال الجسم (موقع الجسم x) في لحظة t معينة : نعرض اللحظة t المعطاة في تابع المطال

مثال : حدد مطال الجسم في كل من اللحظات التالية : $(t = 0, t = \frac{T_0}{2}, t = \frac{3T_0}{2}, t = \frac{3T_0}{4})$

الحل :

$t = 0 \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos \frac{2\pi}{T_0} (0) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos(0) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} (+1) \Rightarrow \bar{x} = +x_{\max}$ ✓ الجسم في المطال الأعظمي الموجب

$t = \frac{T_0}{2} \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos \frac{2\pi}{T_0} \left(\frac{T_0}{2}\right) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos(\pi) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} (-1) \Rightarrow \bar{x} = -x_{\max}$ ✓ الجسم في المطال الأعظمي السالب

$t = \frac{3T_0}{2} \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos \frac{2\pi}{T_0} \left(\frac{3T_0}{2}\right) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos(3\pi) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} (-1) \Rightarrow \bar{x} = -x_{\max}$ ✓ الجسم في المطال الأعظمي السالب

$t = \frac{3T_0}{4} \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos \frac{2\pi}{T_0} \left(\frac{3T_0}{4}\right) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} \cos \left(\frac{3\pi}{2}\right) \Rightarrow \bar{x} = x_{\max} (0) \Rightarrow \bar{x} = 0$ ✓ الجسم في مركز الاهتزاز

✓ واعتماداً على الملاحظة السابقة في ما يلي جدول لتغيرات المطال بدلالة الزمن خلال دورين كاملين :

اللحظة t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{2T_0}{4} = \frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	$\frac{4T_0}{4} = T_0$	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4} = \frac{3T_0}{2}$	$\frac{7T_0}{4}$	$\frac{8T_0}{4} = 2T_0$
المطال \bar{x}	$+x_{\max}$	0	$-x_{\max}$	0	$+x_{\max}$	0	$-x_{\max}$	0	$+x_{\max}$

• المطال أعظمي (طويلة) في الوضعين الطرفين $|x| = \pm x_{\max}$ ، ومعدوم في مركز الاهتزاز (وضع التوازن) 0

نطبيق (2) : نابض من مهمل الكتلة حفاته متباينة ثابت صلابته (k) نعلق في نهايته كتلة (m=1kg) فتهرز بدور ($T_0 = 2$ s) والمطلوب .

1- أحسب ثابت صلابة النابض

2- أحسب الاستطالة السكونية

3- إذا استبدلنا بالنابض نابض آخر ثابت صلابته ($k' = 2k$) ، أحسب الدور الجديد (T'_0)

4- نشد الكتلة نحو الأسفل ونترکها بدون سرعة ابتدائية في المطال الأعظمي الموجب (0 $t = 0$ و $\bar{x} = 10$ cm) استنتج التابع الزمني

للطال انطلاقاً من شكله العام مبيناً قيم ثوابته (قبل استبدال النابض). باعتبار ($\pi^2 = 10$)

$$T'_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \right) \Rightarrow T'_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} T_0$$

$$\text{نعرض} \Rightarrow T'_0 = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \text{ sec}$$

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad .4$$

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

ترك دون سرعة ابتدائية: $x = X_{\max} = 10 \text{ cm}$

$$x = X_{\max} = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1} \text{ m}$$

تعين φ من شروط البدء: •

$$x = +X_{\max}, t = 0$$

$$+X_{\max} = X_{\max} \cos \varphi$$

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

$$\bar{x} = 10^{-1} \cos \pi t \quad (\text{m})$$

1. يحسب k من : $k = m \cdot \omega_0^2$ أو من علاقه الدور بعد تربيعها

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

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

$$k = 4 \times 10 \times \frac{1}{4} \Rightarrow k = 10 \text{ N. m}^{-1}$$

$$x_0 = \frac{mg}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{1 \times 10}{10} \text{ نعرض} \quad k x_0 = m \cdot g \quad .2$$

$$x_0 = 1 \text{ (m)}$$

$$k' = 2k \quad .3$$

$$T'_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k'}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$$

نطبيق (3): هزازة جيبيّة انسحابيّة تحمل جسم كتلته ($m=100\text{g}$) نسحب الجسم نحو الأسف ونتركه بدون سرعة ابتدائية فيرسم قطعة

مستقيمة طولها ($L=10\text{cm}$) بتوانر ($f_0=5\text{Hz}$) باعتبار ($10 = \pi^2$) **والمطلوب:**

- 1 استنتج التابع الزمني انطلاقاً من شكله العام علماً أن الجسم كان في المطال الأعظمي الموجب ساكن آنذاك لحظة بدء الزمن
- 2 أحسب ثابت صلابة النابض

<p>• تعين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء: $x = +X_{max}$ ، $t = 0$ ، (مطال أعظمي موجب)</p> $+X_{max} = X_{max} \cos \bar{\varphi}$ $\cos \bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0$ $\bar{x} = 5 \times 10^{-2} \cos 10\pi t \quad (\text{m})$ $k = m \cdot \omega_0^2$ $k = 10^{-1} \times (10\pi)^2 \Rightarrow 10^{-1} \cdot 100 \cdot \pi^2$ $k = 100 \text{ N.m}^{-1}$	$m = 100 \cdot 10^{-3} = 10^{-1} \text{ kg}$ $f_0 = 5 \text{ Hz}$ $L = 10 \text{ cm} = 2X_{max}$: X_{max} تعين
---	---

$$\begin{aligned} X_{max} &= 5 \times 10^{-2} \text{ m} \\ \bar{x} &= X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \\ \omega_0 &= 2\pi f_0 = 2\pi \times 5 = 10\pi \text{ rad.s}^{-1} \end{aligned} \quad .1$$

سؤال نظري - 4

انطلاقاً من الشكل لتابع المطال $\bar{x} = X_{max} \cos \omega_0 t$ استنتاج تابع السرعة ، وبين متى تكون السرعة أعظمية ومتى تكون معدومة موضحاً بالرسم البياني لتابع السرعة خلال دور واحد: (مذكرة 2015 الأولي - 2017 الأولي)

- تابع السرعة : هو المشتق الأول لتابع المطال بالنسبة للزمن ، نشّق فج

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

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

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin \frac{2\pi}{T_0} t$$

ملاحظة :

- تحديد سرعة الجسم في لحظة معينة : نعرض اللحظة t المعطاة في تابع السرعة

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin \frac{2\pi}{T_0} t$$

- تحديد اتجاه حركة الجسم حسب اشارة سرعته فإذا كانت السرعة سالبة فحركة الجسم في الاتجاه السالب أي (من $+X_{max}$ إلى $-X_{max}$) والعكس صحيح

مثال : حدد سرعة وجها حركة الجسم في كل من اللحظات التالية : ($t = 0$ ، $t = \frac{T_0}{2}$ ، $t = \frac{3T_0}{2}$ ، $t = \frac{3T_0}{4}$)

✓ الحل : اعتماداً على الملاحظة السابقة وفي ماليي جدول لتغيرات السرعة بدلاًلة الزمن خلال دورين كاملين :

اللحظة t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{2T_0}{4} = \frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	$\frac{4T_0}{4} = T_0$	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4} = \frac{3T_0}{2}$	$\frac{7T_0}{4}$	$\frac{8T_0}{4} = 2T_0$
السرعة \bar{v}	0	$-\omega_0 X_{max}$	0	$+\omega_0 X_{max}$	0	$-\omega_0 X_{max}$	0	$+\omega_0 X_{max}$	0
اتجاه الحركة	معدومة	اتجاه سالب	معدومة	اتجاه موجب	معدومة	اتجاه سالب	معدومة	اتجاه موجب	معدومة

السرعة عظمى : $\sin \omega_0 t = \pm 1 \Rightarrow \cos \omega_0 t = 0$ •

$\Rightarrow x = 0 \Rightarrow v_{max} = |\pm \omega_0 X_{max}|$ عظمى طولية

أي تكون السرعة عظمى (طويلة) عند المرور بوضع التوازن (0)

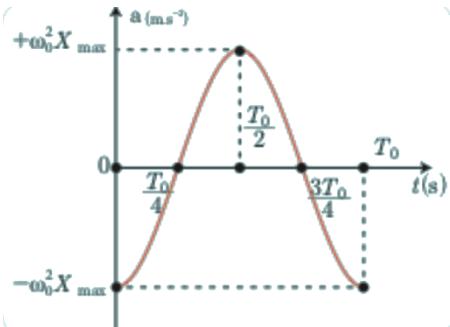
السرعة معدومة : $v = 0 \Rightarrow \sin \omega_0 t = 0 \Rightarrow \cos \omega_0 t = \pm 1 \Rightarrow x = \pm X_{max}$ •

أي تتعدم السرعة عند المرور في الوضعين الطرفين (المطالين الأعظميين)

سؤال نظري - 5 - انطلاقاً من الشكل لنابع المطال $\bar{x} = x_{\max} \cos \omega_0 t$ استنتج نابع التسارع ، وبين متى تكون

التسارع أعظمي ومتى يكون معدوم ، موضحاً بالرسم البياني لنابع التسارع خلال دور واحد: ٢٠١٤، ٢٠١٨، ٢٠١٩

تابع التسارع: هو المشتق الأول لنابع السرعة أو المشتق الثاني لنابع المطال



$$\begin{aligned}\bar{a} &= (\bar{x})'_t = (\bar{x})''_t \\ \bar{v} &= (\bar{x})'_t = -\omega_0 x_{\max} \sin \omega_0 t \\ \bar{a} &= (\bar{v})'_t = -\omega_0^2 x_{\max} \cos \omega_0 t \\ \bar{a} &= -\omega_0^2 x_{\max} \cos \frac{2\pi}{T_0} t\end{aligned}$$

نلاحظ: التسارع غير ثابت تتغير قيمته بتغيير المطال فالحركة متغيرة فقط

$$\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{x} \neq \text{const}$$

أي يتناسب التسارع طرداً مع المطال \bar{x} ويعكسه اشارة ويتوجه دوماً نحو مركز الاهتزاز

ملاحظة: لتحديد تسارع الجسم في لحظة t معينة : نعرض اللحظة t المعطاة في تابع التسارع

مثال : حدد تسارع الجسم في كل من اللحظات التالية : $(t = 0, t = \frac{T_0}{2}, t = \frac{3T_0}{2}, t = \frac{3T_0}{4})$

الحل : اعتماداً على الملاحظة السابقة وفي مايلي جدول لتغيرات التسارع بدلالة الزمن خلال دورين كاملين :

اللحظة t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{2T_0}{4} = \frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	$\frac{4T_0}{4} = T_0$	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4} = \frac{3T_0}{2}$	$\frac{7T_0}{4}$	$\frac{8T_0}{4} = 2T_0$
التسارع \bar{a}	$-\omega_0^2 x_{\max}$	0	$+\omega_0^2 x_{\max}$	0	$-\omega_0^2 x_{\max}$	0	$+\omega_0^2 x_{\max}$	0	$-\omega_0^2 x_{\max}$

يكون التسارع أعظمى (طويلة) : عند المرور في الوضعين الطرفين $| \pm \omega_0^2 x_{\max} |$

يكون التسارع معدوم : في وضع التوازن (مركز التوازن) $x = 0 \Rightarrow a = 0$

نطبيق (4) : هزازة توافقية بسيطة كانت في مبدأ الزمن في المطال الأعظمي السالب وسعة الاهتزاز (10cm) ساكنة آنناً فاهتزت بدور خاص

باعتبار أن $(\pi^2 = 10)$ ، **المطلوب** :

1- استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام

2- استنتج تابع السرعة وتابع التسارع .

2. تابع السرعة هو مشتق تابع المطال بالنسبة للزمن لمرة واحدة

$$\bar{v} = (\bar{x})'_t \Rightarrow \bar{v} = -\frac{\pi}{4} \times 0.1 \sin \left(\frac{\pi}{4} t + \pi \right)$$

$$\bar{v} = -\frac{\pi}{40} \sin \left(\frac{\pi}{4} t + \pi \right) \text{ m. s}^{-1}$$

تابع التسارع هو المشتق الثاني للمطال أو المشتق الأول للسرعة بالنسبة للزمن .

$$\bar{a} = (\bar{v})'_t = -\frac{\pi}{40} \times \frac{\pi}{4} \cos \left(\frac{\pi}{4} t + \pi \right)$$

$$\bar{a} = -\frac{1}{16} \cos \left(\frac{\pi}{4} t + \pi \right) \text{ (m. s}^{-2})$$

من المعطيات: سعة الاهتزاز $X_{\max} = 10 \cdot 10^{-2} = 10^{-1} \text{ m}$

الدور الخاص $T_0 = 8 \text{ (sec)}$

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}) \quad .1$$

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

• سعة الاهتزاز : $X_{\max} = 0.1 \text{ m}$

تعين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء: $x = -X_{\max}, t = 0$

$$-X_{\max} = X_{\max} \cos \bar{\varphi}$$

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

$$\bar{x} = 0.1 \cos \left(\frac{\pi}{4} t + \pi \right) \text{ (m)}$$

نطبيق (5): نابض من مهمل الكتلة حلقاته متباينة ثابت صلابته (k) نطق في نهايته جسم كتلته (m=1kg) نشده نحو الأسفل فيكون

تابع الزمني لمطال حركته $\bar{x} = 0.4 \cos 20t$ ، والمطلوب :

- 1 أوجد سعة الاهتزاز ودور الحركة وتوترها
- 2 أوجد ثابت صلابة النابض والاستطالة السكونية
- 3 أوجد تابع السرعة وتابع التسارع
- 4 حدد موضع الجسم لحظة بدء الزمان
- 5 حدد موضع الجسم في لحظة ($t = \frac{\pi}{60} s$)

من المعطيات: $\bar{x} = 0.4 \cos(20t + 0)$ قارن مع الشكل العام:

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

.1

سعة الاهتزاز:

•

$$X_{max} = 0.4 \text{ m}$$

التبض الخاص:

•

$$\omega_0 = 20 \text{ rad. s}^{-1}$$

دور الحركة:

•

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{20} = \frac{\pi}{10} \text{ sec}$$

التوتر هو مقلوب الدور:

•

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{10}{\pi} \text{ Hz}$$

.2

ثابت الصلابة:

•

$$k = m \cdot \omega_0^2 = 1 \cdot (20)^2 = 400 \text{ N.m}^{-1}$$

•

الاستطالة السكونية:

•

$$x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{1 \times 10}{400} = \frac{1}{40} \text{ m}$$

سؤال نظري - 6

استنتاج علاقة الطاقة الميكانيكية في الهزازة التوافقية البسيطة (النواص المرن) ، وبين شكل الطاقة في كل من الوضعين الطرفين ووضع التوازن وبالاقتراب والابتعاد عن كل منهما موضحاً بالرسم البياني (دورة 2016 أولى)

• الطاقة الميكانيكية (الكلية E_{tot}) هي مجموع طقتين كامنة مرونية وحركية

$$\text{كامنة حركية} = E_k + \text{كامنة ميكانيكية} = E_{tot}$$

$$\text{الطاقة الكامنة المرونية} = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{الطاقة الحركية} = \frac{1}{2}kx^2 \quad \text{علمًا أن:}$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

نعرض كل من تابع المطال وتابع السرعة في علاقة الطاقة E_{tot}

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

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

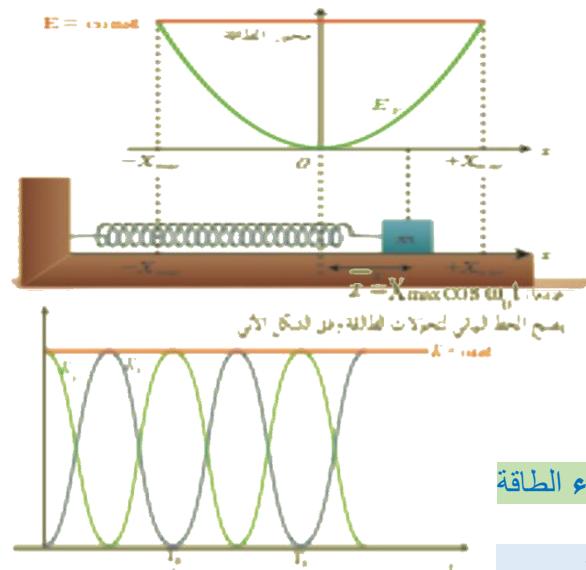
$$E_{tot} = \frac{1}{2}m\omega_0^2 X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) + \frac{1}{2}kX_{max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

ولكن: $k = m\omega_0^2$ نعرض ونخرج عامل مشترك

$$E_{tot} = \frac{1}{2}kX_{max}^2 [\sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) + \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})]$$

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1 \Rightarrow E_{tot} = \frac{1}{2}kX_{max}^2 = \text{const}$$

نلاحظ أن الطاقة الميكانيكية ثابتة وتناسب طرداً مع مربع سعة الاهتزاز



• مناقشة الطاقة :

في الوضعين الطرفين :

$$x = x_{\max} \rightarrow v = 0 \rightarrow E_k = 0 \rightarrow E_{\text{tot}} = E_p$$

عند مرور المتردك في وضع التوازن :

$$x = 0 \rightarrow E_p = 0 \rightarrow E_{\text{tot}} = E_k$$

باقتراب المتردك من مركز التوازن :

تزداد v ، فتزداد E_k وتتنقص E_p حتى تتعدم في مركز التوازن 0 وتبقى E_{tot} ثابتة.

• بابعد الجسم عن مركز التوازن

تتنقص v فتنقص E_k وتزداد E_p لتصبح $E_{\text{tot}} = E_p$ في الوضعين الطرفين $x = \pm x_{\max}$ وتبقى E_{tot} ثابتة.

نلاحظ أنه يحدث أثناء الاهتزاز تبادل من كامنة إلى حركة وبالعكس مع بقاء الطاقة الميكانيكية بإهمال القوى المبددة للطاقة.

نطبيق (6) : نقطة مادية كتلتها (1kg) تهتز بحركة تواافية بسيطة وبسعة اهتزاز

وبنبع خاص ($\omega_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad. s}^{-1}$) ولحظة بدء الزمن ($x = +X_{\max}$) وباعتبار ($\pi^2 = 10$) والمطلوب :

أحسب الطاقة الميكانيكية لهذه الاهتزازة -1

أحسب قيمة التسارع لحظة بدء الزمن وشدة قوة الإرجاع حينئذ -2

أحسب الطاقة الحركية للنقطة المادية في نقطة مطالها (0.01m) -3

أحسب الطاقة الحركية في نقطة مطالها ($\frac{X_{\max}}{3}$) -4

$$x = 0.01 \text{ m} = 1 \times 10^{-2} \text{ m} \quad .3$$

$$E_k = E_{\text{tot}} - E_p = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 - \frac{1}{2} k x^2$$

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

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

$$E_k = \frac{10}{8} (99 \times 10^{-4})$$

$$E_k = \frac{99}{8} \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} k (X_{\max}^2 - x^2) \quad .4$$

$$E_k = \frac{1}{2} k \left(X_{\max}^2 - \frac{X_{\max}^2}{9} \right) \iff x = \frac{X_{\max}}{3} \quad \text{فروضاً:}$$

$$E_k = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 \left(1 - \frac{1}{9} \right) \rightarrow E_k = \left(1 - \frac{1}{9} \right) E_{\text{tot}}$$

$$E_k = \frac{8}{9} E_{\text{tot}} \rightarrow E_k = \frac{8}{9} \times \frac{5}{4} \times 10^{-2}$$

$$E_k = \frac{1}{9} \cdot 10^{-1} \text{ J}$$

من المعطيات : $\omega_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad. s}^{-1}$ ، $m = 1 \text{ kg}$

$$X_{\max} = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$E = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 \quad .1$$

$$k = m \cdot \omega_0^2 = 1 \cdot \frac{\pi^2}{4} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2} \text{ N.m}^{-1}$$

$$E_{\text{tot}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{2} \cdot 10^{-2}$$

$$E_{\text{tot}} = \frac{5}{4} \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$t = 0 \Rightarrow x = +X_{\max} \quad \text{لحظة بدء الزمن:} \\ \bar{a} = -\omega_0^2 \cdot x = -\omega_0^2 \cdot X_{\max} \quad \text{حساب التسارع:}$$

$$\bar{a} = -\frac{\pi^2}{4} \times 10^{-1} = -\frac{1}{4} \text{ m.s}^{-2}$$

حساب شدة قوة الإرجاع: $\bar{F} = -kx$

$$\bar{F} = \left| -\frac{10}{4} \times 10^{-1} \right| \rightarrow \boxed{F = \frac{1}{4} \text{ N}}$$

نطبيق (7) : اقرأ الخط البياني المجاور وأجب عن الأسئلة الآتية:

1- ماذا يمثل الخط البياني.

2- عين شروط البدء واستنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام.

3- عين زمن مرور الجسم بوضع التوازن للمرة الأولى.

1. يمثل المطال في النوس المرن.

2. من الخط البياني:

في اللحظة $t = 0$ يكون الجسم في $x = +X_{max}$ ، $x = +X_{max} = 5\text{ cm} = 5 \times 10^{-2}\text{ m} = 0$ استنتاج التابع: $\bar{x} = X_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ حساب T_0 من الخط البياني:

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

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

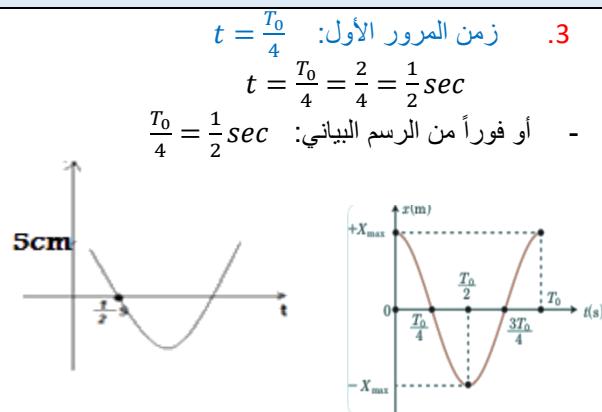
تعيين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء: عند $t = 0$ يكون الجسم في

$$x = +X_{max}$$

$$+X_{max} = X_{max} \cos \bar{\varphi}$$

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

$$\bar{x} = 5 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t) \text{ (m)}$$



نقارن الخط البياني المعطى مع الخط البياني لتابع المطال

سؤال نظري - 7 - : أثبت صحة العلاقة: $v = \omega_0 \sqrt{X_{max}^2 - x^2}$ في الحركة التوافقية البسيطة.

الطريقة الثانية:

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

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

نجمي المعادلتين كل طرف إلى طرف نجد:

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

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

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

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

نخرج عامل مشترك

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

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

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

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

الطريقة الأولى:

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

$$\xrightarrow{\text{نزع}} E_k = E_{tot} - E_P$$

$$\xrightarrow{\text{نعرض قانون كل طاقة}} \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kX_{max}^2 - \frac{1}{2}kx^2$$

$$\xrightarrow{\text{نخرج عامل مشترك}} \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(X_{max}^2 - x^2)$$

$$\xrightarrow{\text{نختصر}} \frac{1}{2}mv^2 = k(X_{max}^2 - x^2)$$

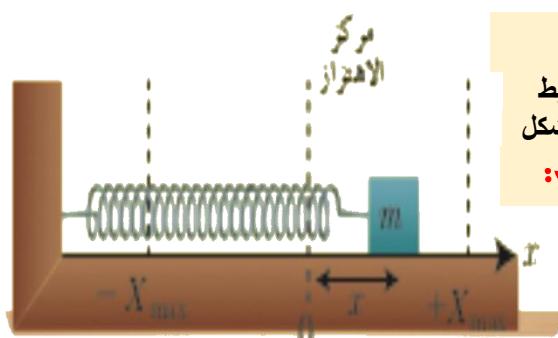
$$\xrightarrow{\text{ننزل}} v^2 = \frac{k}{m}(X_{max}^2 - x^2)$$

$$\xrightarrow{\text{لكن:}} \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

$$\xrightarrow{\text{نجزر الطرفين}} v^2 = \omega_0^2 (X_{max}^2 - x^2)$$

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

العلاقة الذهبية : من هذه العلاقة نستطيع حساب سرعة حركة جسم غلم مطاله \bar{x}



نابض من مهمل الكتلة حلقاته متباينة ثابت صلابته k ، مثبت من أحد طرفيه، ويربط بطرفه الآخر جسم صلب كتلته m يمكنه أن يتحرك على سطح أفقى أملس، كما في الشكل المجاور، نشد الجسم مسافة أفقية مناسبة ، ونتركه دون سرعة ابتدائية. **المطلوب:**

- a. درس حركة الجسم، واستنتاج التابع الزمنى للمطال.
b. استنتاج علاقة الطاقة الحركية للجسم بدلالة X_{max} في كل من الموضعين: $x_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$ و $x_A = -\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$ ، مادا تستنتاج؟

(a) دراسة حركة الجسم واستنتاج التابع الزمنى للمطال :

جملة المقارنة: خارجية.

الجملة المدروسة: النواس المرن

• يؤثر في مركز عطالة الجسم:

قوة توتر النابض: \vec{F}_s ، قوة الثقل: \vec{W} ، قوة رد فعل السطح: \vec{R}

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

بالإسقاط على محور أفقى موجه كما في الشكل: $-F_s = m\bar{a}$ (*)

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

بالتعويض في (*) نجد: $-k\bar{x} = m\bar{a}$

بما أن حركة الجسم مستقيمة فالتسارع الناظمي معدوم والتسارع الكلى هو : تسارع مماسى " $\bar{a} = \bar{a}_t = (\bar{x})_t = (\bar{x})_t$ "

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

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

للتحقق من صحة الحل: نشتق التابع مرتين بالنسبة للزمن نجد:

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

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

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

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

حركة الجسم هي حركة جيبية انسحابية التابع الزمنى للمطال يعطى بالعلاقة: $\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\phi})$

(b) استنتاج علاقة الطاقة الحركية للجسم بدلالة X_{max}

$$E_{tot} = E_p + E_k \Rightarrow E_k = E_{tot} - E_p : X_{max}$$

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

$$\bar{x}_A = -\frac{X_{max}}{2} \Rightarrow E_{k_A} = \frac{1}{2}k(X_{max}^2 - \bar{x}_A^2) = \frac{1}{2}k\left(X_{max}^2 - \frac{X_{max}^2}{4}\right) = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}kX_{max}^2\right) = \frac{3}{4}E_{tot}$$

$$\bar{x}_A = -\frac{X_{max}}{2} \Rightarrow E_{k_A} = \frac{3}{4}E_{tot}$$

$$\bar{x}_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow E_{k_B} = \frac{1}{2}k(X_{max}^2 - \bar{x}_B^2) = \frac{1}{2}k\left(X_{max}^2 - \frac{X_{max}^2}{2}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}kX_{max}^2\right) = \frac{1}{2}E_{tot}$$

$$\bar{x}_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow E_{k_B} = \frac{1}{2}E_{tot}$$

أي أن المطال الذي تتساوى عنده الطاقتين الكامنة المرونية والحركية هو $\bar{x}_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$

النتيجة: تقص الطاقة الحركية للجسم بازدياد مطاله و بالتالي تزداد طاقته الكامنة.

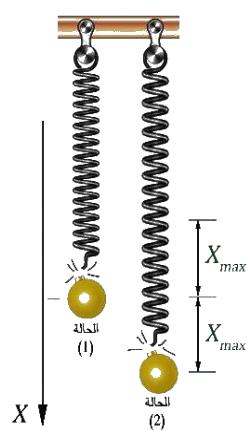
جسم معلق ببابض من شاقولي حلقاته متباينة يهتز بدوره الخاص، ما نوع حركة الجسم بعد انفصاله عن النابض في كل من الموضعين الآتيين، ولماذا؟

- a. مركز الاهتزاز، وهو يتحرك بالاتجاه السالب؟
b. المطال الأعظمي الموجب؟

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

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

a. الانفصال في مركز الاهتزاز: في مركز الاهتزاز تكون سرعة الجسم عظمى أي عند انفصال الجسم في هذا المطال تكون سرعته الابتدائية عظمى أي أن الجسم يُقذف (حالة قذف شاقولي نحو الاعلى لأن الجسم مزود بسرعة ابتدائية و الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام). طورها الاول صعود (متباطة بانتظام) وطورها الثاني هبوط (متسار عة بانتظام).



b. الانفصال في المطال الأعظمي الموجب: في المطالين الأعظميين تتعدى سرعة الجسم أي عند انفصال الجسم في هذا المطال تكون سرعته الابتدائية معدومة أي أنه يسقط سقوطاً حرّاً.

ملاحظات حل مسائل النواس المرن

1. الدور الخاص وواحدته (sec) $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

حسب المعطيات من احدى الطرق الثلاثة $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0 \text{ التần}} \quad \text{زمن الهزات} = \frac{t}{N \text{ عدد الهزات}} \quad \text{تجريبياً}$

- ✓ الدور الخاص للنواس المرن لا علاقة له بالجاذبية g ولا بسعة الاهتزاز X_{\max} (يعنى لما يغيرن يبقى الدور كما هو $T'_0 = T_0$)
✓ الدور الخاص للنواس المرن له علاقة بالكتلة m (تناسب طردي) وثبت صلابة النابض k (تناسب عكسي)

مع انس احمد

2. الاستطالة السكونية: $x_0 = \frac{mg}{k}$
وإذا لم تعطى قيمة k , m ,

نستطيع تبديل $x_0 = \frac{mg}{m\omega_0^2}$ فيكون $k = m\omega_0^2$
 $mg = kx_0 \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x_0}{g} \xrightarrow{\text{نفرض بدل } \frac{m}{k} \text{ في علاقة الدور}} T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{x_0}{g}} \xrightarrow{\text{نربع ونعزل}} \checkmark$

3. التسارع (m.s⁻²) $\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{x}$ قوة الارجاع (N) $\bar{F} = -k\bar{x}$
لما يطلب رح يعطي قيمة المطال x أو (اللحظة $t = 0$) تكون مثلاً ($x = +X_{\max}$)

4. ثابت صلابة النابض k (N.m⁻¹)
محصلة القوى هي قوة ارجاع $\sum F = m.a \Rightarrow a = \frac{\sum F}{m} \xrightarrow{\text{فورة ارجاع}} a = \frac{F}{m}$ أو شدة قوة الارجاع بالقيمة المطلقة

أو نحسبه من علاقه الدور بعد تربيعها: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{\text{نربع}} T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} \Rightarrow k = 4\pi^2 \frac{m}{T_0^2}$

5. استنتاج التابع الزمني:

(1) نكتب الشكل العام: $\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ (2) نعين الثوابت: ω_0 ، X_{\max} ، $\bar{\varphi}$

(3) نعرض الثوابت بالشكل العام

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{أو} \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} : (\text{rad.s}^{-1})$$

$$X_{\max} \leftarrow \frac{\text{طول القطعة المستقيمة}}{2} \quad \text{تعين سعة الاهتزاز ، سعة الاهتزاز ، ضمن جدول مرونة النابض ،} \quad \text{تعين} \omega_0 \text{ النبض الخاص (rad.s}^{-1})$$

تعين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء ↓في الوضعين الطرفين $\bar{x} = \pm X_{\max}$ تتعذر السرعة في كلا الاتجاهين $v = 0$ الاتجاه الموجب: $v > 0$ السرعة موجبة ، الاتجاه السالب: $v < 0$ السرعة سالبةشروط البدء: $t = 0$ ، $x = \frac{X_{\max}}{2}$ الاتجاه سالب مثلاً
نعرض شروط البدء بتابع المطال:

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

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

$$\Rightarrow \cos\varphi = +\frac{1}{2} \begin{cases} \varphi = +\frac{\pi}{3} \text{ rad (اما)} \\ \varphi = -\frac{\pi}{3} \text{ rad (او)} \end{cases}$$

نختار φ قيمة التي تجعل السرعة سالبة:

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

نعرض شروط البدء:

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin \bar{\varphi} < 0$$

$$\varphi = +\frac{\pi}{3} \Rightarrow \bar{v} = -\underbrace{\omega_0 X_{\max} \sin \left(+\frac{\pi}{3} \right)}_{\text{موجب}} < 0 \Rightarrow v < 0 \quad \text{مقبول}$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow \bar{v} = -\underbrace{\omega_0 X_{\max} \sin \left(-\frac{\pi}{3} \right)}_{\text{سالب}} > 0 \Rightarrow v > 0 \quad \text{مرفوض}$$

شروط البدء: $t = 0$ ، $x = +X_{\max}$ تركت دون سرعة ابتدائية
نعرض شروط البدء بتابع المطال:

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

$$+X_{\max} = X_{\max} \cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$$

شروط البدء: $t = 0$ ، $x = -X_{\max}$ تركت دون سرعة ابتدائية
نعرض شروط البدء بتابع المطال:

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

$$-X_{\max} = X_{\max} \cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi \text{ rad}$$

تابع السرعة: $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
السرعة العظمى طوليةً (موجبة): $v_{\max} = \omega_0 X_{\max}$
سرعة المرور الاول يوضع التوازن في كلا الاتجاهين ($t = 0, x = \pm X_{\max}$)

7. تعين (زمن) أو لحظات المرور يوضع التوازن لعدة مرات:

(1) نعد تابع المطال لأن في وضع التوازن $0 = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \leftarrow x = 0$

$$X_{\max} \neq 0 \Rightarrow \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = 0$$

(2) نضع بدل (0) حيث $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) = 0$ لأن $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) = 0$ حيث k عدد الدورات التي ينعدم عندها ال

0, 1, 2, 3, 4,,

$$\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) \Rightarrow \omega_0 t + \bar{\varphi} = \frac{\pi}{2} + \pi k$$

فيصبح

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

$$t = \frac{\frac{\pi}{2} - \bar{\varphi} + \pi k}{\omega_0}$$

(3) نعزل الزمن t من المعادلة السابقة حيث تكون قيم $\bar{\varphi}$, ω_0 معلومة من تابع المطال مسبقاً :

(4) نعرض $0 = k$ للحصول على زمن المرور الأول و $1 = k$ للمرور الثاني و $2 = k$ للمرور الثالث

نكتة: إذا عوضنا $0 = k$ للمرور الأول ونتج زمن سالب هنا نرفضه ونعتبر ناتج تعويض $1 = k$ هو زمن المرور الأول

8. زمن الوصول من المطال الأعظمي الموجب إلى المطال الأعظمي السالب (الزمن بين الوضعين المتاظرين $\pm X_{\max}$) :

9. الطاقات :

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

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

الطاقة الكامنة المرونية التي يقدمها المطلب (بدون ماكس) :

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

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

$$E_k = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 - \frac{1}{2} k X^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2} k [X_{\max}^2 - X^2]$$

الطاقة الحركية عند مرور المتردك بوضع التوازن

$$x = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow E_k = E_{\text{tot}} = \frac{1}{2} k X_{\max}^2$$

تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم عندما تتساوى الطاقتين الكامنة والحركية

$$E_{\text{tot}} = E_k + E_p \xrightarrow{\text{نضع بدل } E_p} E_{\text{tot}} = E_p + E_p \Rightarrow E_{\text{tot}} = 2E_p \xrightarrow{\text{نعرض القوانين}} \frac{1}{2} k X_{\max}^2 = 2 \cdot \frac{1}{2} k X^2 \xrightarrow{\text{نختصر}} X^2 = \frac{X_{\max}^2}{2} \xrightarrow{\text{نجزم الطرفين}} x = \pm \frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$$

10. تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم في اللحظة $t = 0$ او لحظة بدء الزمن

نعرض هذا الزمن المعطى في تابع المطال فتنتج لدينا قيمة x تكون هي موضع الجسم في ذلك الزمن المعطى

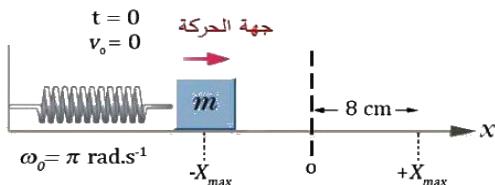
11. التوابع الزمنية الموجودة داخل الكتاب وخارجها :

القيمة العظمى الطويلة له	تفصيل التابع الزمني	التابع الزمني	اسم التابع و قانونه
$\bar{x} = X_{\max}$	$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	المطال (موضع الجسم) : \bar{x}
$v_{\max} = \omega_0 X_{\max}$	$\bar{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{v} = -v_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	السرعة: $\bar{v} = (\bar{x})'$
$a_{\max} = \omega_0^2 X_{\max}$	$\bar{a} = -\omega_0^2 X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{a} = -\omega_0^2 \cdot \bar{x}$	التسارع: $\bar{a} = (\bar{v})' = (\bar{x})''$
$F_{\max} = k X_{\max}$ $F_{\max} = m \omega_0^2 X_{\max}$	$\bar{F} = -k X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{F} = -F_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	قوة الإرجاع : $\bar{F} = -k \bar{x}$ نعرض تابع المطال \bar{x}
$p_{\max} = m \cdot v_{\max}$ $p_{\max} = m \cdot \omega_0 X_{\max}$	$\bar{p} = -m \cdot v_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{p} = -p_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	كمية الحركة : $\bar{p} = m \cdot \bar{v}$ نعرض تابع السرعة \bar{v}
$E_{p_{\max}} = \frac{1}{2} k X_{\max}^2$ $E_{p_{\max}} = \frac{1}{2} m \cdot \omega_0^2 X_{\max}^2$	$\bar{E}_p = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{E}_p = E_{p_{\max}} \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	الطاقة الكامنة المرونية : $E_p = \frac{1}{2} k x^2$
$E_{k_{\max}} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2$ $E_{k_{\max}} = \frac{1}{2} m \omega_0^2 X_{\max}^2$	$\bar{E}_k = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{E}_k = E_{k_{\max}} \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	الطاقة الحركية : $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

اختبار نفسي:

أولاً، اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. تابع المطال الذي يصف حركة الهزارة الجيبية في الشكل المجاور هو:



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

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

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

$x = 0.8 \cos \pi t$.d

العمل: تابع المطال الذي يصف حركة الهزارة الجيبية في الشكل المجاور هو:

$\bar{x} = 0.08 \cos(\pi t + \pi)$ الإجابة الصحيحة: (a)

توضيح لختيار الإجابة:

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

$-0.08 = 0.08 \cos \bar{\varphi} \Rightarrow \cos \varphi = -1 \Rightarrow \bar{\varphi} = \pi \text{ rad}$ نبدل في التابع الزمني للمطال

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

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

2. الرسم البياني جانباً يمثل تغيرات السرعة مع الزمن لجسم مرتبط بنايا من يتحرك بحركة توافقية بسيطة فيكون التابع الزمني للسرعة هو:

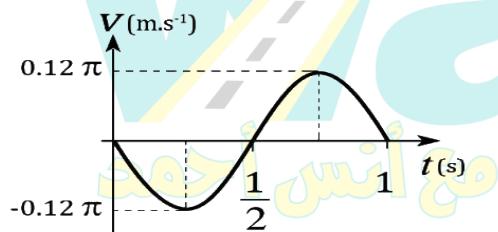
$v = 0.06\pi \cos \pi t$.a

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

$v = -0.12\pi \sin 2\pi t$.c

$v = 0.12\pi \sin \pi t$.d

العمل: الرسم البياني جانباً يمثل تغيرات السرعة مع الزمن لجسم مرتبط بنايا من يتحرك بحركة توافقية بسيطة، فيكون التابع الزمني للسرعة هو:



$\bar{v} = -0.12\pi \sin 2\pi t$ الإجابة الصحيحة: (c)

توضيح لختيار الإجابة:

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

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

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

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

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

إما: $\bar{\varphi} = 0 \text{ rad}$ الحل مقبول لأن يحقق السرعة سالبة في اللحظة

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

أو: $\bar{\varphi} = \pi \text{ rad}$ الحل مرفوض لأن يحقق السرعة موجبة في اللحظة

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

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

3. يمثل الشكل المجاور هزازتان تواقيتان (1) و(2) تتطلقان من الموضع نفسه، وفي اللحظة نفسها فإنهما بعد مضي $3s$ من بدء حركتهما:

a. تلتقيان في مركز الاهتزاز.

b. تلتقيان في الموضع $+X_{max}$.

c. لا تلتقيان لأن مطال الأولى $+X_{max}$ ومطال الثانية $-X_{max}$.

d. لا تلتقيان لأن مطال الأولى $-X_{max}$ ، ومطال الثانية $+X_{max}$.

العمل. يمثل الشكل المجاور هزازتان تتطلقان من الموضع نفسه وفي اللحظة نفسها، فإنهما بعد مضي $3s$ من بدء حركتهما:

الإجابة الصحيحة: (d) لا تلتقيان.

توضيح اختيار الإجابة.

دور النواس الأول: $T_{01} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{10}} = 2s$

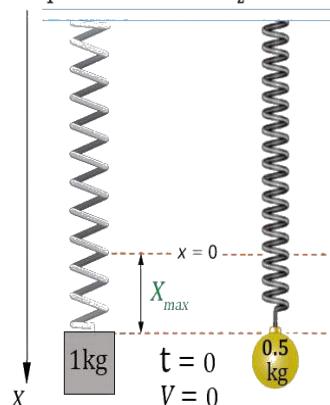
دور النواس الثاني: $T_{02} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{20}} = 1s$

بعد مضي $3s$

سينجز النواس الأول هزة ونصف $\frac{t}{T_{01}} = \frac{3}{2} = 1.5$ أي سيكون في المطال

سينجز النواس الثاني ثلات هزات $\frac{t}{T_{02}} = \frac{3}{1} = 3$ أي سيكون في المطال

ثانية، أجب عن الأسئلة الآتية تم العمل سابقاً في أسئلة النظرية رقم 9.8.7



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

المسالة الأولى (درس):

ننالف هزازة جزئية انسحابية من نابض من شاقولي مهممل المثلثة حلقاته متباعدة، ثابت صلابته $k = 10N.m^{-1}$ ، مثبت من أحد طرفيه، ويحمل في طرفه الآخر جسمًا ثقلته m ، ويعطى التابع النزفي لمطال حركتهما بالعلاقة: $\bar{x} = 0.1 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

المطلوب:

أوجد قيم ثوابت الحركة ودورها الفاصل.

2. احسب كثافة الجسم m .

3. احسب قيمة السرعة في موضع مطاله $x = 6 \text{ cm}$ و الجسم يتحرك بالاتجاه الموجب للمحور.

4. حدد موضع الجسم وجهته حركته لحظة بدء الزمن

العمل.

المسألة الثانية (درس)

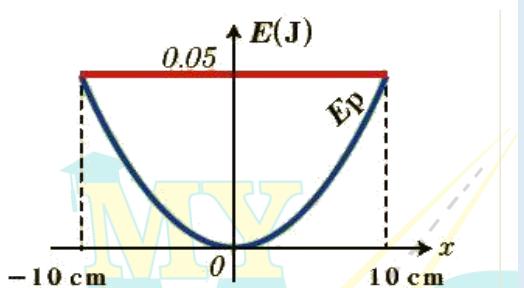
حلقانه متباعدة ثابت صلابته k معلق به جسم كثنه $m = 0.4\text{kg}$ ، المطلوب:

- ## 1. استنتاج قيمة ثابت صلادة النابض k .

2. احسب الدور الخاص للعمد.

3. احسب قيمة السرعة عند المرو في مدة الاهتزاز.

الحل :

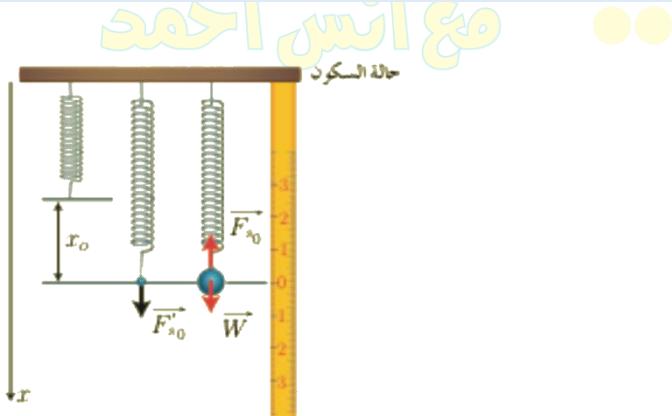


المسألة الثالثة (درس):

نshell هزازة نوافقية بسيطة من جسم ثقله $m = 1 \text{ kg}$ معلق بطرف نابض من شاقولي مهمل المذلة حلقاته متباعدة فينجزن 10 هزات في 8 s ويرسم في آناء حرثله قطعة مسقمة طولها 24cm، المطلوب:

1. اشتبه قيمة الاسطالة السكونية لهذا النابض، ثم احسب قيمتها.
2. احسب قيمة السرعة العظمى (طويلة).
3. احسب قيمة النسارع في مطال $x = 10\text{cm}$.
4. احسب الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطاله $-4\text{ cm} = x$ ، واحسب الطاقة الحركية عندئذ.

الحل:



المسألة الرابعة (درس) :

نہتر کرہ معدنیہ کنالہا m ہمرونہ نابض شاکولی مہمل الغلہ حلقانہ متباعدة، بیت صلابنہ $k = 16 \text{ N.m}^{-1}$ بحر کہہ نوافقیہ بسیطہ دورہا الخاصل s ، وبسعة اہترار $X_{\max} = 0.1 \text{ m}$ ، و بفرض مبدأ الزمیں لحظہ مرور الگرہ نقطہ مطالہ $\frac{X_{\max}}{2}$ وہی

النحو بالاتجاه السالب. المطلوب:

1. اشتتت النابع الرمزي لمطالع حركة الكرة انطلاقاً من شكله العام.
 2. حين لحظي المدرب الأول الثالث للكرة في موضع التوازن.
 3. احسب شدة قوة الإرجاع في نقطة مطالعها $m = 0.1$ $x =$.
 4. احسب كثافة الكرة.

الحل :

23

المسألة (1) عامة:

نشكل هزازة توافقية بسيطة مكونة من نابض مرن، مهمل الكتلة، حلقاته متباينة، ثابت صلابته $k = 10N.m^{-1}$ يثبت إلى سقف من إحدى نهايتيه، ويربط بنهائيته الثانية جسم كتنته $m = 0.1 kg$ فإذا علمت أنه بدء الزمان كان الجسم في الموضع $x = 0$ وهو يتحرك بالاتجاه السالب بسرعة $v = 3 m.s^{-1}$ ، **المطلوب:**

- 1- احسب نبض الحركة.
- 2- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة.
- 3- احسب شدة قوة الإرجاع عندما $x = 3 cm$.

الحل:



المسألة (2) عامة: تهتز نقطة مادية كتلتها 0.5 kg لحركة تواافية بسيطة بمرونة نابض مهم الكتلة 4 s متباعدة

شاقولية وبدور 4 s وبسعة اهتزاز $X_{max} = 8 \text{ cm}$ فإذا علمت أن النقطة كانت في موضع مطاله $\frac{X_{max}}{2}$ في بدء الزمن

وهي متحركة بالاتجاه السالب، **والمطلوب:**

1. استنتاج التابع الزمني لمطال حركة هذه النقطة بعد تعين قيمة الثوابت.
2. عين لحظتي المرور الأول والثالث في مركز الاهتزاز.
3. عين الموضع التي تكون فيه شدة محصلة القوى **عظمى** واحسب قيمتها وحدد موضعها **تنعدم** فيه شدة هذه المحصلة.
4. احسب قيمة ثابت صلابة النابض وهل تتغير هذه القيمة باستبدال الكتلة المعلقة؟
5. احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص 1 s .



الحل:



الاهتزازات الدورانية غير المترادفة
النواس الفتل

الدرس الثاني

عرف النواس الفتل، هو عبارة عن ساق، أو قرص، متباعدة تتعلق من مركزها بسلك فتل تهتز أفقياً حول محور شاقولي عنده إزاحةها عن وضع التوازن الأفقي بزاوية θ

سؤال نظري -10- برهن في النواس الفتل أن العزم الحاصل هو عزم إرجاع.

جملة المقارنة: خارجية

القوى المؤثرة المؤثرة: \bar{W} ثقل الساق (الجسم)، \bar{T} توتر سلك التعليق
وعندما ندير الساق حول سلك الفتل تولد مزدوجة فتل (عزم إرجاع) $\bar{I}_{\bar{\theta}} = -k\bar{\theta}$

$$\sum \bar{F}_\Delta = I_\Delta \bar{a}$$

$$\Rightarrow \bar{I}_{\bar{\theta}} + \bar{I}_{\bar{T}} + \bar{I}_{\bar{W}} = I_\Delta \bar{a}$$

- عزم كل من قوة الثقل $0 = \bar{I}_{\bar{W}}$ وعزم قوة توتر السلك $0 = \bar{I}_{\bar{T}}$ معادمين لأن حامل كل من القوتين منطبق على محور الدوران (سلك الفتل).

$$-k\bar{\theta} + 0 + 0 = I_\Delta \bar{a}$$

$$\boxed{\sum \bar{F}_\Delta = \bar{I}_{\bar{\theta}}}$$

نجد أن المجموع الجبى للعزم هو عزم إرجاع

سؤال نظري -11- انطلاقاً من العلاقة $I_\Delta \bar{a} = -k\bar{\theta}$ - استنتج طبيعة الحركة في النواس الفتل ، ومن ثم استنتاج دوره الخاص دورة 2014-2017 الأولى

التسارع الزاوي هو المشتق الثاني لتابع الفاصلة الزاوية $\bar{\theta}(\bar{t})$

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

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلأً من الشكل: $\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\phi})$

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

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

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

$$-\omega_0^2 \bar{\theta} = -\frac{k}{I_\Delta} \bar{\theta} \quad \text{بالمساواة (2)، (1) نجد:}$$

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

- **طبيعة حركة النواس الفتل:** جيبية دورانية نبضها الخاص ω_0 بشرط $k > I_\Delta$ موجبان

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{I_\Delta}}} \quad \text{استنتاج الدور:}$$

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

أي أن الدور الخاص للنواس الفتل

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

من علاقة الدور نستنتج :

✓ الدور لا يتعلّق بالسعة θ_{\max} ويُقاس بالثانية (sec)

✓ الدور يتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لعزم عطالة جملة النواس حول محور الدوران (سلك الفتل) و واحده (kg.m²)

✓ الدور يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لثابت فتل سلك التعليق $k' = \frac{(2r)^4}{L}$ و واحده $(m.N.rad^{-1})$
 k' ثابت يتعلّق بنوع مادة السلك . $2r$ قطر مقطع السلك . L طول السلك

تابعها الزمني للمطال الزاوي ($\bar{\theta}$)

$\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ المطال الزاوي في اللحظة ويقدر بالراديان

θ_{\max} المطال الأعظمي الزاوي (السعة الزاوية) وتقدر بالراديان

ω_0 النبض الخاص للحركة ويقدر بالراديان

t طور الحركة في اللحظة

$\bar{\varphi}$ الطور الابتدائي في اللحظة 0 ويقدر بالراديان

ندعو كل من $\bar{\varphi}$, ω_0 , θ_{\max} ثوابت الحركة

ملاحظات حل النواس الفتل:

1. الدور الفاصل للنواس الفتل ووامتحنه $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$ حسب المعطيات من إحدى الطرق الثلاثة

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \frac{\text{النبض}}{\text{زمن الهزات}} = T_0 \frac{t}{N} \text{ تجريبياً}$$

الدور الفاصل للنواس الفتل:

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

✓ الدور الفاصل للنواس الفتل لا علاقة له بالجاذبية g ولا بسعة الاهتزاز θ_{\max} (يعني لما يغيرن يبقى الدور كما هو $T'_0 = T_0$)

✓ الدور الفاصل للنواس الفتل له علاقة بعزم العطالة للنواس I_{Δ} (تناسب طردي) وثابت فتل سلك الفتل k (تناسب عكسي)

2. عزم العطالة I_{Δ} :

$I_{\Delta/m}$ عزم عطالة أي نقطة مادية كتلة نقطية هو جداء الكتلة بربع بعدها عن محور ثابت سلك الفتل

$$I_{\Delta/m} = m \cdot r^2 \begin{cases} r = \frac{L}{2} \rightarrow I_{\Delta/m} = m \cdot \frac{L^2}{4} \\ \text{الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$$

✓ عزم عطالة المسمى ساق أو قرص هو عزم مارن منتصفه وعمودي على مستوىه.

$$I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} \cdot m \cdot L^2 \quad \text{للساقي}$$

$$I_{\Delta/c} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \quad \text{للتوصي}$$

✓ عزم عطالة العمدة بوجوه كتل نقطية هو مجموع عزم عطالة مكونات النواس

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + 2 \cdot I_{\Delta/m_1} \quad \text{جسم(ساق أو قرص) جملة}$$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + 2 \cdot I_{\Delta/m_1} \quad \text{لا يوجد كتل جسم(ساق أو قرص) جملة}$$

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} \quad \text{بوجوه كتل جسم(ساق أو قرص) جملة}$$

ثابت فتل السلك: $k = m \cdot N \cdot rad^{-1}$ $k = I_{\Delta} \cdot \omega_0^2$: إذا أعطانا النسب المثلثي ω_0 $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}} \rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 \frac{I_{\Delta}}{k} \Rightarrow k = 4\pi^2 \frac{I_{\Delta}}{T_0^2}$ أو نحسبه من علاقة الدور بعد تربيعها:

12. ملاحظات لاختيارات متعددة:

قانون ثابت فتل السلك $K = k' \frac{(2r)^4}{L}$ تستخدم هذه العلاقة فقط عند التغير في سلك الفتلحيث k' : ثابت يتعلّق بنوع السلك $2r$: قطر مقطع السلك (ثخنه) L : طول السلكلما يغير طول سلك الفتل ويطلب T_0' الجديد هنا فقط نجزر نسبة الطول الجديد عكساً $\leftarrow \sqrt{K} \leftarrow \sqrt{L}$ جعل طول سلك الفتل أربع أضعاف ما كان عليه فيكون الدور الجديد: $T_0' = 2T_0$ جعل طول سلك الفتل ثلاثة أرباع ما كان عليه فيكون الدور الجديد: $T_0' = \frac{\sqrt{3}}{2} T_0$ حذف ثلاثة أرباع طول سلك الفتل فيكون الدور الجديد: $T_0' = \frac{1}{2} T_0$

(الطول الجديد هنا هو الربع لأن حذف ثلاثة أرباع من طوله)

نقسم سلك الفتل قسمين (متتساوين ، ربع وثلاثة أرباع ، ثلث وثلثين) فيكون الدور الجديد بعد تعليق الساق بجزأي السلك معاً أحدهما من الأعلى والأخر من الأسفل ويطلب T_0' الجديد هنا نضرب نسبتي الطولين ونجزرهما . $T_0' = \frac{1}{2} T_0 \leftarrow \sqrt{\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}}$ قسمين متتساوين: $T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3} T_0 \leftarrow \sqrt{\frac{2}{3} \times \frac{1}{3}}$ ثلث وثلثين: $T_0' = \frac{\sqrt{3}}{4} T_0 \leftarrow \sqrt{\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}}$ ربع وثلاثة أرباع:

13. ملاحظات للمسائل وخصوصاً عند الدمج مع النقل المركب :

عند إضافة كتل على التواص فإن الذي يتغير هو عزم العطالة أما ثابت فتل السلك فلا يتغير وعند طلب الدور الجديد هنا، نسب الدورين

$$\left\{ \begin{array}{l} T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/c}}{k}} \text{ الدور بدون كتل} \\ T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/c} + 2 \cdot I_{\Delta/m_1}}{k}} \text{ الدور بوجود كتل} \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{معطى بنص المسألة} \\ \text{جسم (ساق أو قرص)} \end{array} \begin{array}{l} \text{تناسب التورين} \\ \text{نختصر} \end{array} \begin{array}{l} T_0' = \frac{2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/c}}{k}}}{2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta/c}}{k}}} k \Rightarrow \frac{T_0'}{T_0} = \sqrt{\frac{I_{\Delta/c}}{I_{\Delta/c}}} \end{array}$$

نعرض قيم العزوم وننزل المجهول المطلوب

إذا علقنا الساق بسلكى فتل معاً أطوالهما L_1, L_2 أحدهما من الأعلى والأخر من الأسفل وطلب حساب الدور الجديد .

$$T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}} : \xrightarrow{\text{جملة} = k_1 + k_2} \begin{cases} k_1 = k' \frac{(2r)^4}{L_1} \\ k_2 = k' \frac{(2r)^4}{L_2} \end{cases} \xrightarrow{\text{السلكين متتساين}} L_1 = L_2 \Rightarrow k_1 = k_2 \Rightarrow T_0' = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{2k_1}}$$

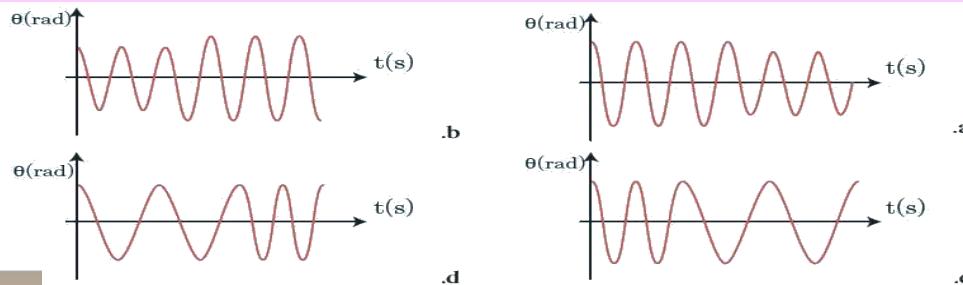
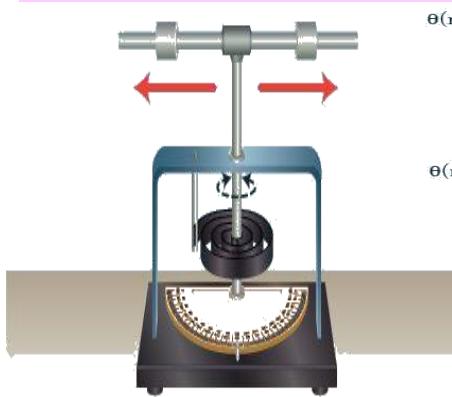
التشابه الشكلي بين النواص المرن والنواص الفتل

نقطة زاوية	هزارة جسمة مورانية	متر رفطي	هزارة جسمة أنسامية
$\bar{\theta} = \theta_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	تابع المطال الزاوي	$\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	تابع المطال
$\bar{\omega} = (\bar{\theta})'_t = -\omega_0 \theta_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	تابع السرعة الزاوية	$\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	تابع السرعة الفطية
$\omega_{max} = \omega_0 \theta_{max}$	السرعة الزاوية العظمى (طويلة)	$v_{max} = \omega_0 X_{max}$	السرعة الفطية العظمى (طويلة)
$\omega = \omega_0 \sqrt{\theta_{max}^2 - \theta^2}$	العلاقة المذهبية للسرعة الزاوية	$v = \omega_0 \sqrt{X_{max}^2 - x^2}$	العلاقة المذهبية للسرعة الفطية
$\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{\theta}$	التسارع الزاوي	$\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{x}$	التسارع الفطوي
$a_{max} = \omega_0^2 \theta_{max}$	التسارع الأعظمى (طويلة)	$a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$	التسارع الأعظمى (طويلة)
$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$	الدور الفاصل	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	الدور الفاصل
$(m \cdot N \cdot rad^{-1}) k = I_\Delta \cdot \omega_0^2$	ثابت افضل السلك	$(N \cdot m^{-1}) k = m \cdot \omega_0^2$	ثابت صلابة النابض
$\bar{F} = -K_{\text{صلبة}} \bar{\theta}$	عزم الارجاع الفتل	$\bar{F} = -K_{\text{صلبة}} \bar{x}$	قوية الارجاع
$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}}$	التبض الفاصل	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	التبض الفاصل
$E_{tot} = \frac{1}{2} k \theta_{max}^2$	الطاقة الكالية (الميكانيكية)	$E_{tot} = \frac{1}{2} k X_{max}^2$	الطاقة الكالية (الميكانيكية)
$E_P = \frac{1}{2} k \theta^2$	الطاقة الكامنة	$E_P = \frac{1}{2} k X^2$	الطاقة الكامنة المرونية
$E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \cdot \omega^2$	الطاقة المركبة الدورانية	$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	طاقة المركبة الأنسامية
$L = I_\Delta \cdot \omega$ ($kg \cdot m^2 \cdot rad \cdot s^{-1}$)	العزم المركب الدوراني	$(kg \cdot m \cdot s^{-1}) P = m \cdot v$	كمية المركبة الأنسامية
$\omega = -\omega_0 \theta_{max}$	سرعة المدور الأول بوضع التوازن ($t = 0$, $\theta = \pm \theta_{max}$) بشرط	$v = -\omega_0 X_{max}$	سرعة المدور الأول بوضع التوازن ($t = 0$, $\theta = \pm \theta_{max}$) بشرط

- اختياري

أولاً، افتر الإجابة الصحيحة فيما يأتي

1. يهتز نواس فتل بدور فاصل T_0 في لحظة ما أثناء حركةه ابتعاد الكتلة عن محور الدوران بالمقدار نفسه كما هو موضح بالشكل فالرسم البياني الذي يعبر عن تغير المطال مع الزمن في هذه الحالة هو



1- الإجابة الصحيحة: هي (c)

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

إن I_Δ عزم عطالة النواس يزداد و بالتالي سيزداد الدور (أي ينقص التواتر).

2. ميقاتية تعتمد في عملها على نواس فتل كما في الشكل المجاور، ولتصحيح التأخير العاصل بالوقت فيها، قدمن الطالب مقترناتهم، فإن الأقران الصحيح هو.



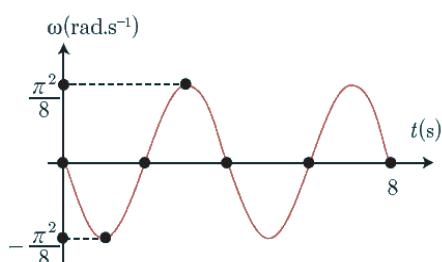
- a. زيادة طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.
b. زيادة كتلة القرص مع المحافظة على قطره.
c. إنقص طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.
d. زيادة قطر القرص مع المحافظة على كتلته.

الإجابة الصحيحة: (c)

توضيح اختيار الإجابة: التأخير بالوقت يعني الدور أكبر من 2π ويجب إنقصاه لذا يجب إنقصاص طول سلك الفتل بمقدار ضئيل

$$T_0 = \text{const} \sqrt{l}$$

3. يمثل الرسم البياني المعاور تغيرات السرعة الزاوية لنواس فتل بتحيز الزمن، فإن تابع السرعة الزاوية الذي يمثله هذا المنعنى هو



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

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

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

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

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

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

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

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

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

توضيح اختيار الإجابة: من الشكل نجد:

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

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

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

ثانية، أجب عن الأسئلة الآتية.

سؤال نظري -12- انطلاقاً من مصونية الطاقة الميكانيكية برهن أن حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية .

تذكرة بالاشتقاق الضمني :

مشتق المقدار الثابت هو صفر أي أن مشتق الطاقة الميكانيكية E_{tot} بالنسبة للزمن هو صفر

مشتق المطال الزاوي بالنسبة للزمن هو السرعة الزاوية $\bar{\omega} = (\bar{\theta})_t'$

مشتق السرعة الزاوية بالنسبة للزمن هو التسارع الزاوي $\bar{\alpha} = (\bar{\omega})_t' = \bar{\alpha}$.

إذا كان

$$\Rightarrow f(t) = \bar{y}^2 \Rightarrow f'(t) = 2\bar{y} \cdot \bar{y}' = 2\bar{y}(\bar{y})_t' = 2\bar{y}(\bar{\theta})_t' = 2\bar{\theta} \cdot (\bar{\theta})_t' = 2\bar{\theta}\bar{\alpha}$$

أي أن $\bar{\alpha}\bar{\omega}^2 = (\bar{\theta})_t'$ $\bar{\omega}^2 = (\bar{\theta})_t' \cdot (\bar{\theta})_t' = (\bar{\theta})^2$ ، $f(t) = \theta^2 \Rightarrow f'(t) = 2\bar{\theta} \cdot (\bar{\theta})_t' = 2\bar{\theta}\bar{\alpha}$

الحل :

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

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

طبق التذكرة و نشتق طرفي العلاقة (*) بالنسبة للزمن نجد : $0 = \frac{1}{2}k2(\bar{\theta}\bar{\omega}) + \frac{1}{2}I_\Delta2(\bar{\omega}\bar{\alpha}) \Rightarrow 0 = \frac{1}{2}k2(\bar{\theta}\bar{\omega}) + \frac{1}{2}I_\Delta2(\bar{\omega}\bar{\alpha})$

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

$$\text{معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلًّا جيبياً من الشكل: } (\bar{\theta})_t'' = -\frac{k}{I_\Delta}(\bar{\theta}) \dots \dots (1)$$

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

للتتحقق من صحة الحل: نشتق التابع (2) مررتين بالنسبة للزمن نجد:

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

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

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

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

ومنه $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}}$ وهذا محقق لأن I_Δ موجب و بالتالي حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية.

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

سؤال نظري -13- نعلق ساقين متماثلين بسلك فتل منتماثلين طول الأول l_1 و طول الثاني l_2 فإذا علمت أن $T_{01} = 2T_{02}$ ، أوجد العلاقة بين طول السلكين.

الحل: إن كل ساق معلقة من منتصفها بسلك فتل نشكل لنا نواس فتل أي لدينا نواسي فتل تكتب علاقة الدور الفاصل للنواص

الفتل ونعرض قانون ثابت فتل السلك فيها ونوجد علاقة الدور الفاصل بطول سلك الفتل

نعلم أن علاقة ثابت فتل السلك $k = k' \frac{(2r)^4}{l}$ ، نعرض هذه العلاقة بقانون الصور نحو.

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{k' \frac{(2r)^4}{l}}} \xrightarrow{\text{نضرب بمقابله المقام}} T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta l}{k' (2r)^4}}$$

علاقة الدور الفاصل بطول سلك الفتل تناسب طردي:

للنواص الأولى : $T_{01} = const \sqrt{l_1}$

للنواص الثاني : $T_{02} = const \sqrt{l_2}$

$$\frac{T_{01}}{T_{02}} = \frac{const \sqrt{l_1}}{const \sqrt{l_2}}$$

بأخذ النسبة لدورى النواصين نجد :

$$\xrightarrow{T_{01}=2T_{02} \text{ من الفرض}} \frac{2T_{02}}{T_{02}} = \frac{\sqrt{l_1}}{\sqrt{l_2}}$$

$$\frac{2}{1} = \frac{\sqrt{l_1}}{\sqrt{l_2}} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين}} \frac{4}{1} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow l_1 = 4l_2$$

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

المسألة الأولى (درس) يتألف نواس فتل من قرص منجاسن كتلته $m = 2 \text{ kg}$ ، نصف قطره $r = 4 \text{ cm}$ ، معلق من مرفقه إلى سلك فتل شاقولي ثابت فتله $k = 16 \times 10^{-3} \text{ N.rad}^{-1}$ ، ندير القرص في مستوىً أفقياً زاوية $\theta = +\frac{\pi}{4} \text{ rad}$ عن وضعه نوازنه، ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$ ، المطلوب:

1- احسب الدور الخاص للنواس.

2- استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.

3- احسب الطاقة الكامنة في وضع مطاله الزاوي $\theta = \frac{\pi}{8} \text{ rad}$ ، ثم احسب الطاقة الحركية عندئذٍ.

(عن عطالة قرص حول محور عمودي على مستوىه ومار من مرفقه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2} mr^2$).

الحل



المسألة الثانية (درس) ساق مهملة الكثافة طولها L ، ثابتت في كل من طرفيها كثلة نقطية $g = 125$ ، ونعلق الجملة من منتصفها إلى سلك فولاذ شاقولي ثابت فوله $16 \times 10^{-3} \text{ m. N. rad}^{-1}$ لنؤلف الجملة نواس فول، تزيل الساق عن وضع ثوازنه في مسْلُوْنْ أفقى بزاوية $\theta = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ وترى دون سرعة ابتدائية لحظة بدء الزمن، فتهتز بحركة جسمية دوارانية، دورها الخاص

المطلوب: 2.5 s

1. اسْتَنْتَجِ النَّابِعُ الْزَّمِنِيُّ لِلْمَطَالِ الْزَّارِوِيِّ اِنْطَلَاقًا مِنْ شَعْلِهِ الْعَامِ.
2. اخْسُبْ قِيمَةَ السَّرْعَةِ الْزَّارِوِيِّةِ لِلْسَّاقِ لِحظَةِ مَرْورِهِ بِوْضُعِ الثَّوازِنِ.
3. اخْسُبْ طَوْلَ السَّاقِ.

الحل



المسألة الثالثة (درس) ساق أفقية متجانسة طولها $L = ab = 40 \text{ cm}$ معلقة بسلك فتل شاقولي يمر من منتصفها.

ندير الساق في مسند أفقى بزاوية $60^\circ = \theta$ انطلاقاً من وضع نوازنهما، ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$ فتهنر بحركة حببية دورانية دورها الخاص $T_0 = 1 \text{ s}$ فإذا علمت أن عنصر عطالة الساق بالنسبة لسلك الفتل $I_{\Delta/c} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$ **المطلوب:**

1. اسنتنجز التابع الزمرى للمطال الزاوية انطلاقاً من شكله العام.
2. احسب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة لحظة مرورها الثاني بوضع نوازنه.
3. احسب قيمة النساري الزاوي للساق عندما نصنع زاوية (-30°) مع وضع نوازنه.
- a. تثبت بالطريقين a, b كثليتين نقطتين $m_1 = m_2 = 75 \text{ g}$ اسنتنجز قيمة الدور الخاص الجديد للجملة المفترة، ثم احسب قيمة ثابت فتل السلك.
- b. نقسم سلك الفتل **قسمين متساوين**، ونعلق الساق بعدئذ بمنتصف السلك معاً، أحدهما من الأعلى، والآخر من الأسفل ومن منتصفها، وثبتت طرف هذا السلك من الأسفل بحيث يكون شاقولياً. اسنتنجز قيمة الدور الخاص الجديد للساق (دون وجود كتل نقطية) افترض $\pi^2 = 10$

الحل

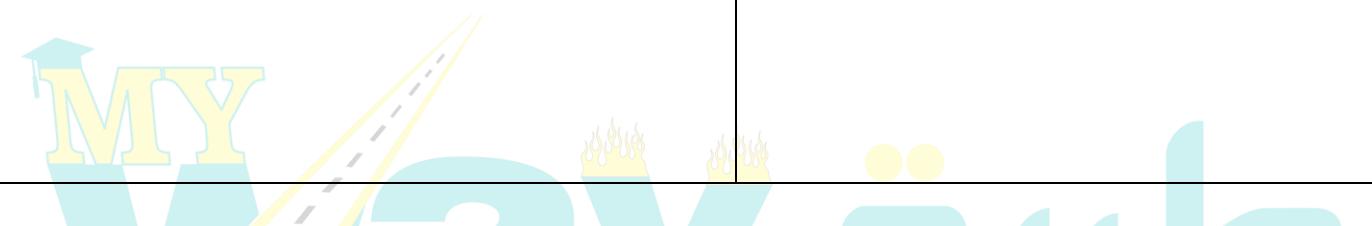




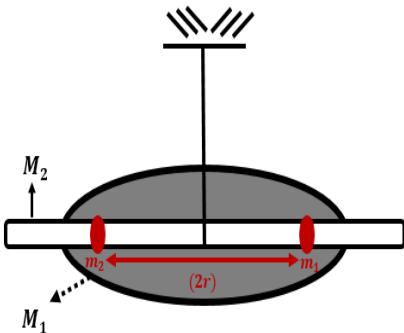
طلبات إضافية

2) نقسم سلك الفتيل إلى قسمين أحدهما $L_1 = \frac{1}{3}L$ والأخر $L_2 = \frac{2}{3}L$ ونعلق الساق من منتصفها بجزأى السلك معاً أحدهما من الأعلى والأخر من الأسفل ، احسب الدور الجديد للجملة.

1) نجعل طول سلك الفتيل ضعفي ما كان عليه احسب قيمة الدور الجديد للجملة.



المشكلة (3) عامة



تتألف ميكانيكية من قرص نحاسي كتلته $M_1 = 0.12 \text{ kg}$ ، نصف قطره $R = 0.05 \text{ m}$ مثبت عليه ساق كتلتها $M_2 = 0.012 \text{ kg}$ ، طولها $L = 0.1 \text{ m}$ ، $m_1 = m_2 = 0.05 \text{ kg}$ نعدهما كتلتين نقطيتين تبعدان مسافة قدرها $2r = 0.04 \text{ m}$ يمكن تغييرها بواسطة بزال، نعلق الجملة من مركز عطالتها إلى سلك فتل شاقولي ثابت فتلها $k = 8 \times 10^{-4} \text{ m.N.rad}^{-1}$ كما في الشكل المجاور. **المطلوب:**

1- احسب دور الميكانيكية.

2- إذا أردنا للدور أن يزداد بمقدار $s = 0.86$ وذلك بزيادة البعد بين الكتلتين m . كم يجب أن يصبح البعد الجديد بينهما؟
(عزم عطالة القرص حول محور مار من مركز عطالته $I_1 = \frac{1}{2}M_1R^2$ ، وعزم عطالة الساق حول محور عمودي على مستوىها ومار من مركزها $I_2 = \frac{1}{12}M_2L^2$) $\pi^2 = 10$ ، $\pi = 3.14$

المعطيات بعد التحويل : $L = 10^{-1} \text{ m}$ ، $M_2 = 12 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ، $R = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$ ، $M_1 = 12 \times 10^{-2} \text{ kg}$

$2r = 0.04 \text{ m} \Rightarrow r = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$ ، بعد الكتلة النقطية عن سلك الفتيل : $m_1 = m_2 = 5 \times 10^{-2} \text{ kg}$

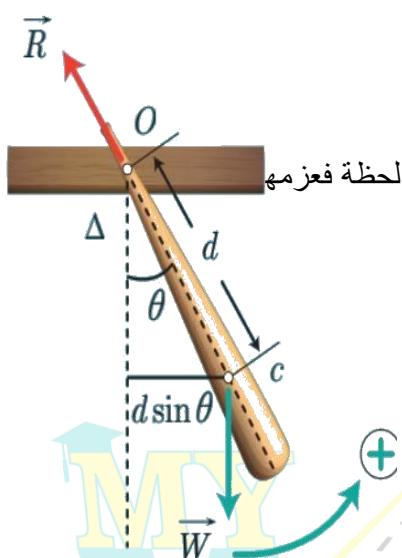
العمل:



الاهتزازات غير التوافقية
النواص التقليلية غير المتناغمة

الدرس الثالث:

عرف النواص التقليلية: جسم ثقيل يهتز بتأثير تقله فقط حول محور دوران أفقى ثابت عمودي على مسنديه ولا يمر من مركز عطالة
الدراسة التحريرية.



الجملة المقارنة: خارجية
الجملة المدروسة: جسم صلب
القوى الخارجية المؤثرة: تقل الجسم $\vec{w} = m\vec{g}$ ، رد فعل محور الدوران \vec{R}
طبق نظرية التسارع الزاوي: $\sum \vec{F}_F = I_{\Delta} \cdot \vec{\alpha}$

$$\bar{F}_w + \bar{F}_R = I_{\Delta} \bar{\alpha} \dots \dots \dots (*)$$

عزم قوة رد فعل محور الدوران $0 = \bar{F}_R$ لأن القوة تلاقي محور الدوران في كل لحظة فعزمها

عزم قوة الثقل: $\bar{F}_w = d' \cdot w$

$$\sin \theta = \frac{d'}{oc} \Rightarrow d' = oc \cdot \sin \theta$$

ولكن $oc = d$ ، حيث

وعزم الثقل سالب لأن القوة تعمل على تدوير الجسم مع جهة دوران عقارب الساعة

بالتغيير في (*)

$$\bar{a} = (\bar{\theta})^t \Rightarrow I_{\Delta} (\bar{\theta})^t = -mgd \sin \theta$$

$$\Rightarrow (\bar{\theta})^t = -\frac{mgd}{I_{\Delta}} \sin \theta$$

سؤال نظري - 14 - انطلاقاً من العلاقة $\bar{\theta}^t = -\frac{mgd}{I_{\Delta}} \sin \theta$ و من أجل سعات صغيرة أقل من (0.24rad) برهن

أن الحركة جيبية دورانية ثم استنتج عبارة دورها الخاص: دوره 2014 الثانية - 2021 الثانية

$$(\bar{\theta})^t = -\frac{mgd}{I_{\Delta}} \sin \theta$$

معادلة ثقاضية من المترية الثانية حلها ليس جيباً لوجود $(\sin \theta)$ بدل من θ

الفرض $\theta = \sin \theta$: زوايا (سعات) صغيرة

$$\dots (1) (\bar{\theta})^t = -\frac{mgd}{I_{\Delta}} \bar{\theta}$$

معادلة ثقاضية من المترية الثانية تقبل حالاً جيباً من الشكل:

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

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

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

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

بالمساواة بين (1) و (2) نجد: $-\omega_0^2 \bar{\theta} = -\frac{mgd}{I_{\Delta}} \bar{\theta}$

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

النبرض الخاص :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}} > 0$$

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

• طبيعة الحركة جسمية دوائية بشرط 0 : اسنتاج علاقة الدور:

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

I_Δ عزم عطالة الجملة حول محور الدوران ويقاس (kg.m²)

$d = oc$ بعد مرور العطالة عن محور الدوران و يقاس (m)

m كثافة الجملة و يقاس (kg) ، T_0 دور الحركة و يقاس (sec)

نلاحظ:

▶ الدور لا ينبع بالكتلة m و ينبع بـ $\sqrt{I_\Delta}$ مع g لذلك كلما زاد الارتفاع نقصت الحادبية في دوران الدور وبالثالي الميكانية (الساعة) تؤثر وبالعكس تقدم.

▶ نواس يدق الثانية أي دوران (2s)

▶ دور النواس من أجل الساعات الكبيرة (تكون الحركة دوائية لا جسمية وينبع الدور بـ تغير السعة الزاوية)

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

الدور بحالات ساعات كبيرة

سؤال نظري - 15 - عرف النواس التقليدي البسيط نظرياً وعملياً ثم ادرس حركة هذا النواس واستنتج طبيعة الحركة

والدور الخاص في حالة الساعات الصغيرة

نظرياً: نقطة مادية تهتز بتأثير تقللها على بعد ثابت l من محور أفق ثابت

عملياً: كرة صغيرة كتلتها m تناهى النسبة كبيرة معلقة بخط مهمل الكثافة لأهنت طوله l كبير بالنسبة لنصف قطر الكرة.

الدراسة التحريرية:

القوى الخارجية المؤثرة في الكرة: $\vec{W} = m\vec{g}$ نقل الكرة. \vec{T} تؤثر المفتي.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

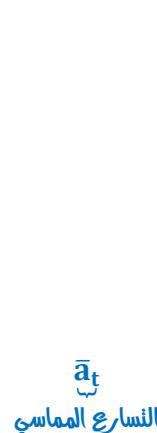
$$\vec{W} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}$$

بالإسقاط على المماس الموجه بجهة إزاحة الكرة:

$$-m \cdot g \cdot \sin\theta + 0 = m \cdot a_t$$

$$= \bar{a} \cdot r \xrightarrow{r=L} \bar{a}_t = \bar{a} \cdot L \xrightarrow{\bar{a}=(\bar{\theta})''_t} \bar{a}_t = L \cdot (\bar{\theta})''_t$$

$$\Rightarrow -m \cdot g \cdot \sin\theta = m \cdot L \cdot (\bar{\theta})''_t$$



□ دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

نوعًون في العلاقة السابقة مع الاختصار $(\bar{\theta})'' = -\frac{g}{L} \sin \theta$

ملاحظة، قد يأتي السؤال انتلافاً من العلاقة $(\bar{\theta})'' = -\frac{g}{L} \sin \theta$ بين طبيعة حركة التوازن التقلقي البسيط في حالة الساعات الزاوية الصغيرة و استثنى العلاقة المعبرة عن دوره الفاصل

$$(\bar{\theta})'' = -\frac{g}{L} \sin \theta$$

وفي حالة الساعات الزاوية الصغيرة $\sin \theta \approx \theta \quad \theta \leq 0.24 \text{ rad}$

$$(\bar{\theta})'' = -\frac{g}{L} \cdot \bar{\theta} \dots \dots \dots (1)$$

معادلة ثقاضية من المرتبة الثانية تقبل حلًا جيبياً من الشكل: $\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ باشتقاق تابع المطال مرئي بالنسبة للزمن نجد:

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

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

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

بالمطابقة بين (1) و (2) نجد: $\omega_0^2 = \frac{g}{L}$

التبص الفاصل: $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}} > 0$ وهذا متحقق؛ لأنّ g مقداران موجيان،

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}} > 0$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \xrightarrow{\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}}} T_0 = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{L}}} \xrightarrow{\Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}}$$

استنتاج علاقة الدور الفاصل للاهتزاز:

وهي علاقة الدور الفاصل للنوازن التقلقي البسيط في الساعات الصغيرة.

ملاحظة، يمكن الوصول لعلاقة الدور الفاصل للنوازن البسيط انتلافاً من العلاقة العامة للدور الفاصل للنوازن المركب في حالة الساعات الصغيرة

فيكون السؤال: انتلافاً من العلاقة العامة للدور الفاصل للنوازن التقلقي المركب في حالة الساعات الصغيرة استثنى العلاقة المعبرة عن الدور الفاصل للنوازن البسيط

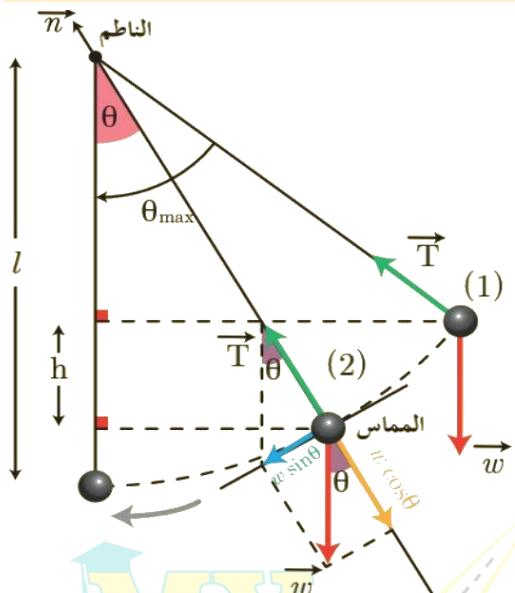
دور النوازن التقلقي المركب في حالة الساعات الصغيرة:

وذلك بتعويض كل من:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m L^2}{mgd}} \quad \text{في علاقة الدور:}$$

وهي علاقة الدور الفاصل للنوازن التقلقي البسيط في الساعات الصغيرة

سؤال نظري - 16 - كرة معلقة بنهاية خيط مهمل الكتلة لأهملت مشكلة نواسا نقلنا ببساطة ترجمة كرة النواس عن موضوع نوازنه الشاقولي بنزاوية θ_{\max} ونتركها دون سرعة ابتدائية استنتج العلاقة المحددة لسرعة كرة النواس وعلاقة توتر خيط التعليق عند أي زاوية θ من مسارها:



أبيهاد العلاقة المحددة لسرعة الكرة في الوضع (2):
القوى الخارجية المؤثرة: نقل الكرة \vec{W} ، توتر الخيط \vec{T}

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: حيث يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية θ_{\max}

الثاني: حيث يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية θ

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

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

$$\bar{W}_W = m g h$$

لأن حامل \vec{T} يعادي الانقال في كل لحظة ، $E_{k_1} = 0$ دون سرعة ابتدائية $\bar{W}_{\vec{T}} = 0$

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

وهملاحظة الشكل نجد: $h = L \cos \theta - L \cos \theta_{\max}$

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

$$\frac{1}{2}mv^2 = m g L (\cos \theta - \cos \theta_{\max})$$

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

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

علاقة خاصة عند المرور بالشاقول: $v = \sqrt{2 g L (1 - \cos \theta_{\max})}$ نصبح العلاقة بالشكل:

أبيهاد العلاقة المحددة لقوة توتر الخيط في الوضع (2):

نطبق العلاقة الأساسية في التحريل: $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

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

بالإسقاط على محور ينطبق على حامل \vec{T} وبجهة (الناظم): $-W \cos \theta + T = m \cdot a_c$

$$T = m \frac{v^2}{L} + m g \cos \theta \leftarrow a_c = \frac{v^2}{L}$$

$$v = \sqrt{2 g L (\cos \theta - \cos \theta_{\max})} \xrightarrow{\text{نرجم المعرفين}} v^2 = 2 g L (\cos \theta - \cos \theta_{\max}) \xrightarrow{\text{نعرض في}} T = 2 m g (\cos \theta - \cos \theta_{\max}) + m g \cos \theta$$

$$T = 2 m g \cos \theta - 2 m g \cos \theta_{\max} + m g \cos \theta$$

$$\xrightarrow{\text{عامل مشترك}} m g \xrightarrow{\text{عامل مشترك}} T = 3 m g \cos \theta - 2 m g \cos \theta_{\max}$$

$$T = m g (3 \cos \theta - 2 \cos \theta_{\max})$$

علاقة توتر الخيط عند أي زاوية θ من مسار الكرة:

$$T = m g (3 - 2 \cos \theta_{\max}) \quad : \cos \theta = 1 \leftarrow \theta = 0$$

□ دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

الطاقة الميكانيكية للنواص الثقلية البسيطة

► إن الطاقة الميكانيكية للنواص الثقلية البسيطة ثابتة باهتمال القوى المبددة للطاقة، إذا يهتر بسعة زاوية ثابتة θ_{\max} إلى جانبي موضع ثوازنه الشاقولي.

► إن الطاقة الميكانيكية هي مجموع الطاقتين الكامنة التقليدية، والحرارية، بشرط أن مبدأ قياس الطاقة الكامنة التقليدية هو المسوبي الأفقي المار من مرئى عطالة القراءة عند مرور النواص في وضع ثوازنه الشاقولي.

$$E = E_k + E_p \quad \square$$

اختبار نفسي:

أولاً، اختبر الأجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. قمت بزيارة بيت جدّي، وطلبت إليه جعله نصحيح الميكانيكية المعلقة على الجدار، وهي ملقة من ساق منتهية بقرص قابل للحركة صعوداً أو هبوطاً، فانصلت بالساعة الناطقة فأشارت إلى السادسة تماماً عندما كانت الميكانيكية تشير إلى السادسة وخمس دقائق، ولتصحيح الوقت يجب:

- a. إيقاف الميكانيكية، وخفض القرص بمقدار ضئيل ثم إعادة تشغيلها.
 b. إيقاف الميكانيكية، ورفع القرص بمقدار ضئيل ثم إعادة تشغيلها مرة أخرى.
 c. تصحيح عقرب الدقائق، وإعادته ليشير الوقت إلى السادسة تماماً.
 d. تصحيح عقرب الدقائق، وإعادته ليشير الوقت إلى السادسة تماماً.

توضيح الحل: الميكانيكية تقدم أي يجب تكبير دورها لتصبح حركة القرص أبطأً وانخفاض القرص يؤدي لزيادة قيمة I_A وبالتالي تكبير T_0 حسب العلاقة:

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

2. ميكانيكية مثبتة على الأرض بالثوقيت الم المحلي، تضع الأولى بالطابق الأرضي لناطحة سحاب، بينما تضع الثانية في الطابق الأخير، فإنه بعد شهر مع ثبات درجة الحرارة:

- a. تشير إلى الثوقيت
 b. تقدم الثانية، ويجب تعدلها.
 c. تؤخر الثانية، ويجب تعدلها.
 d. تؤخر الأولى، ويجب تعدلها.

توضيح الحل: في الطابق الأخير تتفصص قيمة الجاذبية الأرضية وبالتالي تزداد قيمة الدور

ثانياً: هل المسائل الآتية، وفي جميع المسائل، $4\pi = 12.5 \pi^2 = 10 \cdot g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

المسالة الأولى (درس): النواس التقلبي المركب

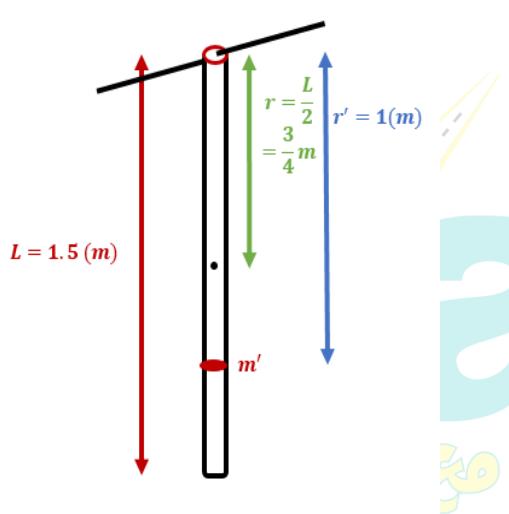
ينالف نواس تقلبي مركب من ساق شاقولي منتجانسة، كتلتها 1.5 m ، طولها $M = 0.5 \text{ kg}$ ، يمكنها أن تنوّس حول محور أفقى مارم من طرفها العلوي، ومنبئ عليها كتلة نقطية $0.5 \text{ kg} = m'$ على بعد 1m من هذا الطرف، كما في الشكل المجاور، **المطلوب:**

- احسب دور هذا النواس في حالة السعات النراوية الصغيرة.
- تزيّج جملة النواس عن موضع توازنه الشاقولي بزاوية $\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ ، ونتركها دون سرعة ابتدائية. احسب الطاقة الحركية للنواس لحظة مروره بالشاقول، ثم احسب السرعة الخطية لكتلة نقطية m' عندئذ.

(عزم عطالة الساق حول محور عمودي على مستوىها ومارم من مركز عطالتها) $I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} M L^2$

الحل: المعطيات: $m' = \frac{1}{2} \text{ kg}$, $M = \frac{1}{2} \text{ kg}$

(توضيح كتلة نقطية m' تبعد عن O مسافة $r' = 1\text{m} \Leftrightarrow r = 1\text{m}$ ، توضح ساق M تبعد عن O مسافة $r = \frac{3}{2} \text{ m} \Leftrightarrow r = \frac{3}{4} \text{ m}$)



المأساة الثانية (درس) : النواس التلقى البسيط

خيط مهمل الكتلة لا يمنط طوله $40 \text{ cm} = l$ نعلق في نهايته كرة صغيرة نعدها نقطة مادية كتلتها $g = 100 \text{ g}$ ، **المطلوب:**

1. يُعرف المغناطيس عن وضع النواس بزاوية θ_{\max} ونترك الكرة بدون سرعة ابتدائية فلتكون سرعتها لحظة مرورها بالشاقول $v = 2 \text{ m.s}^{-1}$ استنتج قيمة الزاوية θ_{\max} .
2. استنتج بالرور علاقه زور خيط النواس لحظة المرور بوضع الشاقول ثم احسب قيمته.

الحل :



المسألة الثالثة (درس): النواس التلقى المركب نعلق كرة صغيرة نعدها نقطة مادية، كتلتها $m = 0.5 \text{ kg}$ بخط مهمل الكثافة، لايمنط، طوله $1.6 \text{ m} = 1$ للواف نواساً نقليناً بسيطاً، ثم نریح الكرة الى مسند أفقی يرتفع $0.8 \text{ m} = h$ عن المستوى الأفقي المار منها وهي في موضع نوازتها الشاقولي، ليصنع خط النواس مع الشاقول زاوية θ ، ونتركها دون سرعة ابتدائية، **المطلوب:**

1. استنثج بالرموز العلاقة المحددة لسرعة الكرة عند مرورها بالشاقول، ثم احسب قيمتها، موضحاً بالرسم.
2. استنثج قيمة الزاوية θ ، ثم احسب قيمتها.
3. احسب دور هذا النواس.
4. استنثج بالرموز العلاقة المحددة لشدة قوة ثویر الخط عند المرور بالشاقول، ثم احسب قيمتها.

الحل :



المسألة الرابعة (درس): النواس التقلي المركب

ساق شاقولي مهملة الكتلة، طولها $L = 1m$ ، ثبتت في منتصفها كتلة نقطية $m_1 = 0.4 kg$ ، وثبتت في طرفها السفلي كتلة نقطية $m_2 = 0.2 kg$ ، لتولى الجملة نواساً تقلياً مرجحاً يمكنه أن ينوس في مسند شاقولي حول محور أفقى مارم من **الطرف العلوي للساق، المطلوب:**

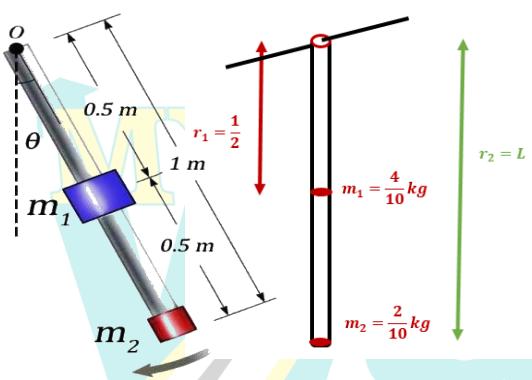
1. احسب دور نوساتها صغيرة السعة.

2. تزيح الجملة عن موضع ثوازنها بزاوية $\theta_{max} > 0.24 rad$ ، وتركتها دون سرعة ابتدائية، فتثون السرعة الخطية لمفتر
عطالله جملة النواس لحظة مرورها بالشاقول $v = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}} m.s^{-1}$ ، **والمطلوب:**

a. احسب السرعة الخطية لكتلة النقطية m_2 .

b. استنتج قيمة الزاوية θ_{max} .

المعطيات: ساق مهملة الكتلة $I_{\Delta/c} = 0$ ساق $m = 0$ / ومن الرسم التوضيحي الجانبي: $L = 1m$



مع أنس أحمد

المأساة الخامسة (درس) : النواس التقلبي المركب

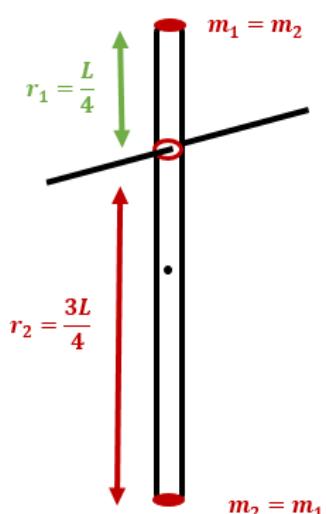
يتالف نواس تقلبي من ساق شاقولي مهملة الكتلة طولها L ، تحمل في كل من طرفيها كتلة نقطية m ، نعلق الجملة محور دوران أفقى يبعد $\frac{L}{4}$ عن طرف الساق العلوي، تزير الجملة عن وضع نوازنهما الشاقولي بنراوية $\frac{1}{2\pi} \text{ rad}$ ، ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$ ، فنفترض بدور خاص s ، $T_0 = 2.5$ ، **المطلوب:**

1. استنتاج التابع الزمرى للمطال الزاوي لحركة هذا النواس انتلاقاً من شكله العام.
3. استنتاج بالرموز العلاقة المحددة لطول الساق، ثم احسب قيمته.
4. احسب قيمة السرعة الزاوية العظمى لحركة (طويلة).
5. لنفرض أنه في إحدى النوسات انفصلت الكتلة السفلية عن الساق، استنتاج الدور الفاصل الجديد للجملة في حالة السعات الزاوية الصغيرة.

المعطيات : ساق مهملة الكتلة 0 $I_{\Delta/c} = 0$ ساق $m = 0$

$$r_1 = \frac{L}{4} \quad r_2 = \frac{3L}{4}$$

فرضياً الكتلتين متساويتين : $m_2 = m'$ ، $m_1 = m'$



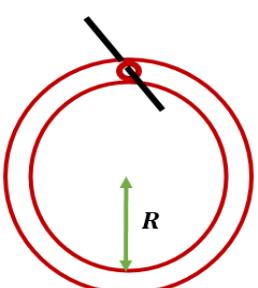


مَسَأَة (4) عَامَة نَعْلَقُ حَلْقَةً مَعْدُنِيَّةً نَصْفَ قَطْرِهَا $M = 0.05\text{kg}$ ، $R = 12.5\text{ cm}$ ، مَحْوَرٌ أَفْقَيٌ ثَابِتٌ ، كَمَا هُوَ مَوْضِعُ
بِالشُّكْلِ : الْمُطَلُّبُ :

- احسب الدور الخاص لاهتزاز هذا النواس من أجل السعات الصغيرة إذا علمت أن عزم عطالة الحلقة حول محور عمودي على مستويها ومار من مركز عطالتها $I_{\Delta/c} = MR^2$
- احسب طول النواس البسيط الموقت.

الحل :

$$M = 0.05\text{ kg} = \dots \quad R = 12.5\text{ cm} = 12.5 \times 10^{-2} = 125 \times 10^{-3}\text{ m} \quad \text{المعطيات:} \quad 5 \times 10^{-2}\text{ kg}$$



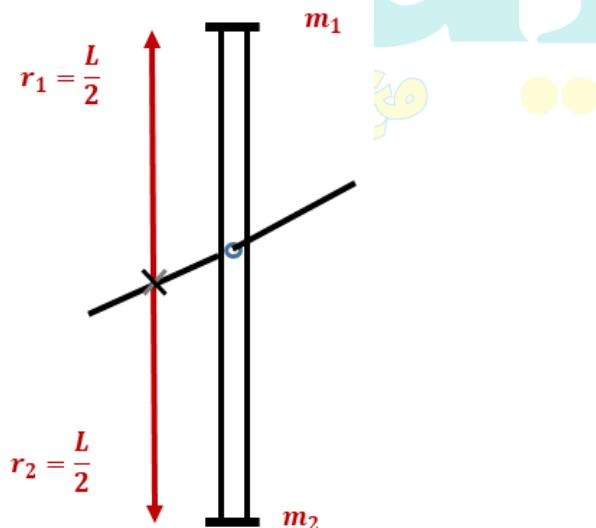
مسألة (5) عامة

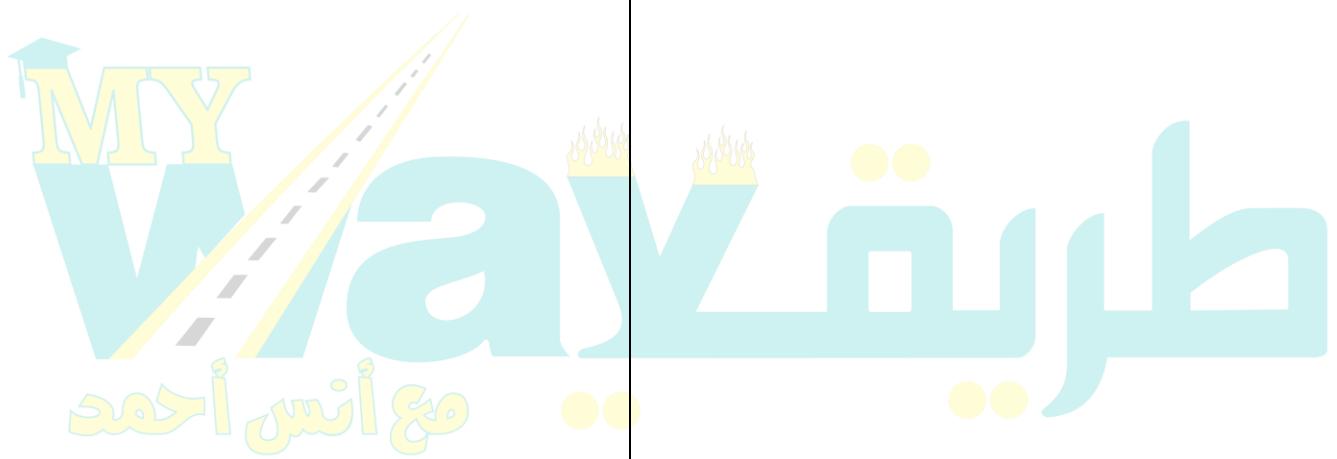
يتآلف نواس ثقلي من ساق شاقولية **مهملة الكتلة** طولها 1m تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية $m_1 = 0.2\text{ kg}$ وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية $m_2 = 0.6\text{ kg}$ تهتز هذه الساق حول محور أفقي مار من منتصفها **والمطلوب:**

1. حساب دور النواس في حالة السعات الصغيرة.
2. احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس.
3. احسب دور النواس لو ناس بسعة زاوية $\theta_{max} = 0.4\text{ rad}$
4. نزيح الساق عن وضع توازنه الشاقولية بزاوية $\theta_{max} = 60^\circ$ ونتركها دون سرعة ابتدائية.
 - a استنتاج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس لحظة مرورها بالشاقول محور التعليق ثم احسب قيمتها عندئذ.
 - b احسب السرعة الخطية لمركز عطالة جملة النواس لحظة المرور بالشاقول.
5. نستبدل بالكتلة m_2 كتلة $m_1 = 0.2\text{ kg}$ ونلقي الساق من منتصفها **بسلاك فتل شاقولي** ونشكل بذلك **نواس فتل** نزيح الساق الأفقي عن وضع توازنه بزاوية ونتركها دون سرعة ابتدائية فتهتز بدور $s = 2\pi\text{ s} = T_0$ احسب قيمة ثابت فتل سلاك التعليق.
6. احسب قيمة التسارع الزاوي لنواس الفتل عند المرور **بالوضع** $\theta = 0.5\text{ rad}$

$$m_1 = 0.2\text{ kg} = \frac{2}{10}\text{ kg} \quad m_2 = 0.6\text{ kg} = \frac{6}{10}\text{ kg} \quad L = 1\text{ m} \quad \text{المعطيات: } (I_{\Delta/c} = 0, m = 0) \text{ ساق مهملة الكتلة،}$$

الحل:





مسألة (6) عامة يتتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته m ونصف قطره $r = \frac{2}{3}m$ يمكن أن يهتز في

مستوى شاقولي حول محور أفقي مار من **نقطة على محيطه، والمطلوب:**

1. انطلاقاً من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص في حالة السعات الصغيرة ثم احسب قيمة هذا الدور.

2. احسب طول النواس البسيط المواقف لهذا النواس المركب.

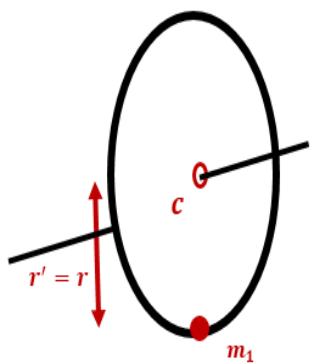
3. ثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية m' تساوي كتلة القرص m وجعله يهتز حول محور أفقي مار من مركز القرص احسب دوره في هذه الحالة من أجل السعات الزاوي الصغيرة.

4. نزير القرص من جديد عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية ف تكون السرعة الخطية لكتلة نقطية m لحظة المرور بالشاقول $\frac{2\pi}{3}m \cdot s^{-1}$ احسب قيمة السعة الزاوية θ_{max} .

(إذا علمت أن $rad > 0.25 rad$ ، $\theta_{max} = 10 \cdot s^{-2}$ ، $\pi^2 = 10 m \cdot s^{-2}$ ، $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2}m r^2$)

الحل:





- معلومات من طلب الدور مع كتلة:

$$I_{\Delta} = \frac{3}{2} mr^2$$

$$m_{جملة} = 2m$$

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

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

$$h = \frac{r}{2}[1 - \cos\theta_{max}]$$

$$v_{m'} = \omega r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r}$$

نوع في *



ميكانيك السوائل المتحركة

الدرس الرابع

أعاريف :

جسم السائل : هو جزء من السائل أبعاده صغيرة جداً بالنسبة لأبعاد السائل وكبيرة بالنسبة لأبعاد جزيئات السائل
الجريان المستقر : تكون فيه سرعة جسيمات السائل ثابتة لا تتغير بمرور الزمن في نقطة ما من خط الانسياب
الجريان المستقر المنتظم : السرعة ثابتة في جميع نقاط السائل مع مرور الزمن
الجريان المستقر غير المنتظم : السرعة متغيرة من نقطة لأخرى مع مرور الزمن .
أنبوب التدفق: أنبوب وهما يحتوي على جريان السائل ويملاه .

خط الانسياب: خط وهو يبيّن المسار الذي يسلكه جسم من المائع أثناء جريانه ويمس في كل نقطة من نقاطه شعاع السرعة في تلك النقطة.
الكثافة أو الكثافة الحجمية لسائل : هي نسبة كثافة كمية السائل إلى حجمه : $\rho = \frac{m}{V}$ وواحدتها $(kg \cdot m^{-3})$
الضغط هو نسبة القوة الضاغطة إلى السطح: $P = \frac{F}{S}$ وواحدته (pascal)

سؤال نظري (17) اشرح ميزات (خصائص) جريان السائل المثالي دورة 2014 الأولى - 2013 الأولى

- غير قابل للانضغاط**: حجمه وكثافته ثابتة أي كثافته الحجمية ثابتة مع مرور الزمن .
- عديم اللزوجة**: تهمل قوى الاحتكاك الداخلي بين طبقاته عندما تتحرك بالنسبة لبعضها فلا يوجد ضياع في الطاقة.
- جريانه مستقر**: أي سرعة الجسيمات عند نقطة معينة ثابتة بمرور الزمن ولها خطوط انسياب محددة.
- جريانه غير دوار**: لا تتحرك جسيمات السائل حركة دورانية حول أي نقطة في مجرى الجريان

العلاقة بين المنسوب الكتلي والتدفق الحجمي

المنسوب الحجمي (معدل التدفق الحجمي أو معدل الضخ) : هو حجم كمية السائل التي تعبّر المقطع Δ خلال وحدة الزمن

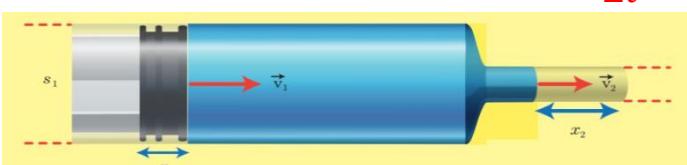
$$\text{وواحدته } (m^3 \cdot s^{-1}) \quad Q' = \frac{V}{\Delta t}$$

المنسوب الكتلي (معدل التدفق الكتلي) : هو كثافة كمية السائل التي تعبّر المقطع Δ خلال وحدة الزمن

$$\text{وواحدته } (kg \cdot s^{-1}) \quad Q = \frac{m}{\Delta t}$$

لمعرفة العلاقة بينهما : نسب القانونين :

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\frac{m}{\Delta t}}{\frac{V}{\Delta t}} = \frac{m}{V} = \rho \rightarrow Q = \rho \cdot Q'$$

سؤال نظري (18) استنتج العلاقة الرياضية المعبرة عن معادلة الاستمرارية وذلك من أجل سائل يتحرك داخل أنبوب ويملاه وجريانه فيه مستمراً وله مقطعان مختلفان S_1, S_2 معدل التدفق الحجمي (معدل الضخ) ثابت : $Q' = \frac{V}{\Delta t} = const$ معدل التدفق الحجمي للسائل عبر المقطع S_1 يساوي معدل التدفق الحجمي للسائل عبر المقطع S_2

$$Q'_1 = Q'_2 \\ \Rightarrow \frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t} \Rightarrow V_1 = V_2$$

حجم كمية السائل الذي تعبّر مقطع أنبوب S_1 لمسافة x_1 خلال زمن Δt حجم كمية السائل الذي تعبّر مقطع أنبوب S_2 لمسافة x_2 خلال زمن Δt

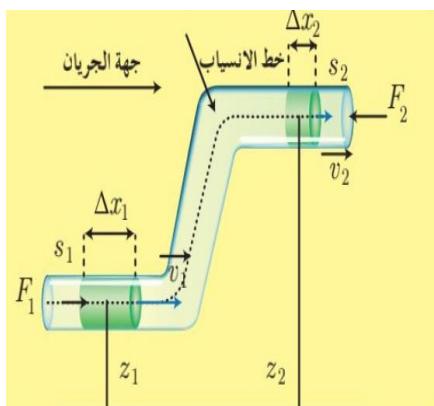
$$\Rightarrow S_1 x_1 = S_2 x_2 \xrightarrow{x=v.t}$$

$$S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t \Rightarrow S_1 v_1 = S_2 v_2 \Rightarrow \boxed{\frac{S_1}{S_2} = \frac{v_2}{v_1}}$$

$$\boxed{Q' = S_1 v_1 = S_2 v_2 = \text{const}} \xrightarrow{\text{معادلة الاستمرارية}}$$

نتيجة: تزداد سرعة انسياب السائل v عندما تنقص مساحة سطح المقطع s الذي يتدفق السائل من خاله (أي v و S تناوب عكسي).
نظريّة برنولي.

سؤال نظري (19): تحرّك كمية صغيرة من السائل بين نقطتين كما هو موضح بالشكل المجاور والمطلوب:



- 1 اكتب نص نظرية برنولي واستنتج معادلة برنولي؟
-2 استنتاج عبارة العمل الكلي المبذول لتحريك كتلة السائل من S_1 إلى S_2
-3 انطلاقاً من عبارة العمل الكلي

$$\bar{W}_{tot} = -mgz_2 + mgz_1 + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V$$

استنتاج العلاقة الرياضية المعبّرة عن معادلة برنولي

الحل:

- 1- **النص:** مجموع الطاقة الحركية والضغط لوحدة الحجم والطاقة الكامنة النقالية لوحدة الحجم في أي نقطة من خط الانسياب لسائل مقداراً ثابتاً ولا تتغيّر عند أي نقطة أخرى من هذا الخط.
2- **العمل الكلي المبذول لتحريك كتلة السائل** يساوي مجموع عمل قوة النقل و عمل قوة ضغط السائل

$$\text{عمل قوة النقل: } W_w = -w \cdot h \xrightarrow{h=(z_2-z_1)} W_w = -mg \cdot (z_2 - z_1)$$

$$\xrightarrow{\text{بالنشر على القوس}} W_w = -mgz_2 + mgz_1$$

F_1 : قوة تؤثّر على المقطع S_1 لها جهة الجريان أي تقوم بعمل موجب

$$W_1 = F_1 \cdot \Delta x_1 \xrightarrow{F=P.S} W_1 = P_1 \cdot S_1 \cdot \Delta x_1 = P_1 \cdot \Delta V_1$$

حيث $\Delta V_1 = \Delta V$: حجم السائل الذي يعبر المقطع S_1 وذلك لأن السائل غير قابل للانضغاط فيكون:
 F_2 : قوة تؤثّر على المقطع S_2 لها جهة تعاكس جريان السائل تقوم بعمل سالب (معيّنة لجريان الماء).

$$W_2 = -F_2 \cdot \Delta x_2 \xrightarrow{F=P.S} W_2 = -P_2 \cdot S_2 \cdot \Delta x_2 = -P_2 \cdot \Delta V_2$$

حيث $\Delta V_2 = \Delta V$: حجم السائل الذي يعبر المقطع S_2 وذلك لأن السائل غير قابل للانضغاط فيكون:

والعمل الكلي لجسيمات السائل: $\bar{W}_{tot} = W_w + \bar{W}_1 + \bar{W}_2$

$$\boxed{\bar{W}_{tot} = -mgz_2 + mgz_1 + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V}$$

$$\boxed{\bar{W}_{tot} = -mgz_2 + mgz_1 + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V} \quad -3$$

هذا العمل يسبّب تغيّراً في الطاقة الميكانيكية: فبتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

$$-mgz_2 + mgz_1 + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

نقس جميع حدود المعادلة على (وحدة الحجم ΔV) ولاننس أن الكتلة الحجمية ($\rho = \frac{m}{\Delta V}$)

$$\frac{-mgz_2}{\Delta V} + \frac{mgz_1}{\Delta V} + \frac{P_1 \Delta V}{\Delta V} - \frac{P_2 \Delta V}{\Delta V} = \frac{\frac{1}{2}mv_2^2}{\Delta V} - \frac{\frac{1}{2}mv_1^2}{\Delta V}$$

(ولكن الكتل على الحجم هي الكتلة الحجمية $\rho = \frac{m}{\Delta V}$)

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

بترتيب العلاقة (الحدود التي تحوي على (1) إلى طرف والحدود التي تحوي على (2) إلى الطرف الآخر)

$$-mg z_2 + mg z_1 + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g Z_2$$

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{const} : \quad \boxed{\text{معادلة برنولي}}$$

ملاحظة لتطبيقات معادلة برنولي

لأشغل بالك ☺

دائماً في أسئلة النظري لبرنولي أو في المسائل نكتب أولاً برنولي العامة

ومن ثم نكتب برنولي الدخول = برنولي الخروج ونعزل المجهول)

سؤال نظري (20) : إنطلاقاً من الشكل العام لمعادلة برنولي كيف تصبح تلك المعادلة في حالة خاصة ($Z_1 = Z_2$) أي الأنبوب

أفقي :

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{const} : \quad \boxed{\text{معادلة برنولي}}$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g Z_2$$

(نختصر الحد الذي يحتوي Z بسبب تساويه في كلا الطرفين ويبقى لدينا)

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

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

نلاحظ اضطراب السائل يقل بزيادة السرعة

سؤال نظري (21) : برهن أن سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة أسفل خزان واسع جداً أو في جداره

مذكرة 2015 الأولى

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{const} : \quad \boxed{\text{معادلة برنولي}}$$

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

الضغط $P_0 = P_1$ والضغط $P_2 = P_0$ (نختصر كل من P_1 و P_2 لأنهما متساويان للضغط الجوي P_0 ، ونختصر الكتلة الحجمية ρ لأنها ثابتة)

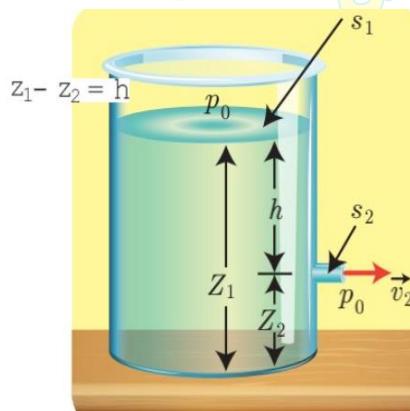
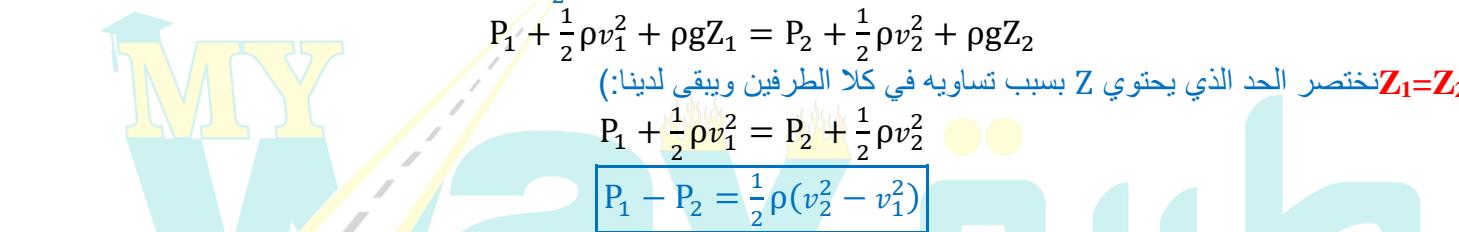
$$\frac{1}{2} v_1^2 + g z_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g z_2$$

وبما أن السرعة v_1 مهملة بالنسبة للسرعة v_2 نأخذ $v_1 \approx 0$

$$g z_1 = \frac{1}{2} v_2^2 \Leftarrow v_2 = \sqrt{2 g z_1}$$

$$\frac{1}{2} v_2^2 = g z_1 - g z_2$$

$$v_2^2 = 2g (z_1 - z_2) \xrightarrow{\text{فرق الارتفاع بين المقطعين}} \boxed{v_2 = \sqrt{2 g h}} \quad \text{معادلة تورشيللي}$$



سؤال نظري (22): استنتج العلاقة المعتبرة عن معادلة المانومتر لمانع ساكن داخل أنبوب

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

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

$$P_1 + \rho g z_1 = P_2 + \rho g z_2 \iff v_1 = v_2 = 0$$

$$P_1 - P_2 = \rho g (z_2 - z_1) = \rho g (z_2 - z_1) = \rho g h$$

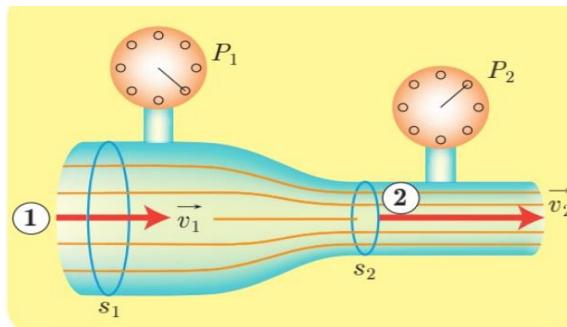
نعرض في معادلة برنولي فجداً: $P_1 - P_2 = \rho g h$

وهي معادلة المانومتر (قانون الضغط في المواقع الساكنة)

سؤال نظري (23): برهن في أنبوب فنتوري أن الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجزء الرئيسي للأنبوب

يتكون أنبوب فنتوري من أنبوب مساحة مقطعيه s_1 يجري فيه سائل بسرعة v_1 في منطقة ضغطها P_1 فيصل لاختناق مساحته s_2 ، ولمعرفة فرق الضغط بين الجزء الرئيسي والاختناق نستعمل أنبوب فنتوري.

طبق معادلة برنولي بين النقاطين 1 و 2 اللتين تقعان في المستوى الأفقي نفسه



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

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

(نختصر الحد الذي يحتوي Z بسبب تساويه في كلا الطرفين ويبقى لدينا):

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

$$\Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 \xrightarrow{\text{عامل مشترك } \frac{1}{2} \rho} P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

ولكن: من معادلة الاستمرارية :

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left(\left(\frac{s_1 v_1}{s_2} \right)^2 - v_1^2 \right) \xrightarrow{\text{عامل مشترك } \frac{1}{2} \rho v_1^2} P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left[\left(\frac{s_1}{s_2} \right)^2 - 1 \right] v_1^2$$

لدينا $s_1 > s_2$ إذن $P_1 > P_2$ أي أن الضغط ومساحة المقطع تتناسب طردياً

أي أن الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجزء الرئيسي للأنبوب.

يستفاد من هذه الخاصية في الطب: عندما تتناقص مساحة مقطع الشريان في منطقة ما نتيجة تراكم الدهون والشحوم، وهذا يعيق جريان الدم في هذه الشرايين، ويتناقص ضغط الدم في المقااطع المتضيقه عن قيمته الطبيعية الالازمه لمقاومة الضغوط الخارجيه.

- افترنفسل:

أولاً، افترنفسل الصيحة مما يأتي:

1. عندما تهب رياح أفقية عند فوهة مدخنة شاقولية فإن:

a. سرعة خروج الدخان من فوهة المدخنة:

- a- تزداد b- تتقصص c- تبقى دون تغير d- تتعدم

b. ويمكن تفسير النتيجة وفق:

- a- مبدأ بascal b- مبدأ برنولي c- قاعدة أرخميدس d- معادلة الاستمرارية

2. يتصف السائل التالي بأنه:

a- قابل للانضغاط وعديم الزوجة b- غير قابل للانضغاط وعديم الزوجة

c- قابل للانضغاط ولزوجته غير مهملة d- غير قابل للانضغاط ولزوجته غير مهملة.

3. خرطوم مساحة مقطعيه عند فوهة دخول الماء فيه s_1 وسرعة جريان الماء عند تلك الفوهة v_1 ، فتكون سرعة خروج الماء v_2 من نهاية الخرطوم حيثمساحة المقطع $s_2 = \frac{1}{4} s_1$ مساوياً (توضيح الإجابة v و s تتناسب عكسي حسب معادلة الاستمرارية)16 v_1 -d4 v_1 -c1/4 v_1 -b v_1 -a

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

ثانياً: اعط تفاصيرا علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة لكل مما يأتي:

1. اختلاف سرعة جريان الماء عبر مقاطع مختلفة المساحة في مجرى نهر جريانه أفقى.

حسب معادلة الاستمرارية $S_1 v_1 = S_2 v_2$ السرعة تتناسب عكساً مع مساحة مقطع النهر لذلك تزداد السرعة عندما تنقص المساحة، وتنقص السرعة عندما تزداد المساحة.

2. عدم تقطيع خطوط الانسياب لسائل.

خط الانسياب يمس في كل نقطة شعاع سرعة جسيم السائل في تلك النقطة، تقطيع خطوط الانسياب يعني وجود أكثر من سرعة لجسيم بالمكان نفسه و باتجاهات مختلفة باللحظة ذاتها وهذا غير ممكن.

3. ينقص مقطع عمود الماء المتذبذب من الخرطوم عند توجّه فوهته للأسفل، ويزداد مقطعه عندما توجّه فوهته رأسياً للأعلى.

حسب معادلة الاستمرارية: $S_a \cdot v_a = S_b \cdot v_b$.

عندما توجّه فوهته للأسفل: سرعة جريان الماء تزداد كلما اقترب من سطح الأرض: $v_b > v_a$

فينقص مقطع الماء المتذبذب: $S_b < S_a$

عندما توجّه فوهته للأعلى: سرعة جريان الماء تنقص كلما ابتعد عن سطح الأرض: $v_b < v_a$

فينقص مقطع الماء المتذبذب: $S_b > S_a$

4. يندفع الماء بسرعة كبيرة من ثقب صغير حذر في جدار خرطوم ينقل الماء.

حسب معادلة الاستمرارية: $S_a \cdot v_a = S_b \cdot v_b$

$S_b < S_a \Rightarrow v_b > v_a$

5. تستطيع خراطيم سيارات الإطفاء إيصال الماء لارتفاعات ومسافات كبيرة.

إن فوهة الخرطوم ضيقة لذا تزداد سرعة الماء فتزداد طاقته الحركية لذا يصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أطول.

6. تكون مساحة فتحات الغاز في موقد الغاز صغيرة؟

لكي يندفع الغاز منها بسرعة كبيرة.

7. لجعل الماء المتذبذب من فتحة خرطوم يصل إلى مسافات أبعد نغلق جزءاً من فتحة الخرطوم.

نغلق جزءاً من فتحة الخرطوم لكي تزداد سرعة جريان الماء فتزداد طاقته الحركية لذا يصل إلى ارتفاعات أعلى ومسافات أطول.

ثالثاً: حل المسائل الآتية.

المسألة الأولى (درس):

لملء خزان حجمه $600L$ بالماء استعمل خرطوم مساحة مقطعه $5 cm^2$ فاستغرقت العملية $300s$ ، **المطلوب:**

1- احسب معدل التدفق الحجمي Q' .

2- احسب سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم.

3- كم تصبح سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم إذا نقص مقطعها ليصبح ربع ما كان عليه؟

المعطيات مع التحويل : $S = 5 cm^2 = 5 \times 10^{-4} m^2$ ، $\Delta t = 300 sec$ ، $V = 600L = 600 \times 10^{-3} m^3$

الحل :

المأساة الثانية (درس) :

ترفع مضخة الماء من خزان أرضي عبر أنبوب مساحة مقطعه $10 \text{ cm}^2 = S_1$ إلى خزان يقع على سطح بناء، فإذا علمت أن مساحة مقطع الأنابيب الذي يصب في الخزان العلوي $5 \text{ cm}^2 = S_2$ ، وأن معدل الضخ $Q' = 0.005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. **المطلوب:**

1. احسب سرعة الماء عند دخوله الأنابيب وعند فتحة خروجه من الأنابيب.

2. احسب قيمة ضغط الماء عند دخوله الأنابيب علماً بأن الضغط الجوي $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ، والارتفاع بين الفوهةين 20m .

3. احسب العمل الميكانيكي اللازم لضخ 100L من الماء إلى الخزان العلوي.

المعطيات مع التحويل : $S_2 = 5 \text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ، $S_1 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ، $Q' = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ، $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

الحل :



المأساة الثالثة (درس) :

ينتهي أنبوب ماء مساحة مقطعه 10 cm^2 إلى رشاش الاستحمام فيه 25 ثقباً متماثلاً مساحة مقطع كل ثقب 0.1 cm^2 ، فإذا علمت أن سرعة تدفق الماء عبر الأنابيب $50 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. **المطلوب:**

1- احسب معدل التدفق الحجمي للماء.

2- احسب سرعة تدفق الماء من كل ثقب.

المعطيات مع التحويل : $S_1 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ، $S_2 = 0.1 \text{ cm}^2 = 1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

$n = 25$ ، $v_1 = 50 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1} = 50 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

الحل :

المسألة الرابعة (درس) :

محنن أسطواني الشكل مساحة مقطعه 1.25 cm^2 مرکب عليه إبرة معدنية مساحة مقطعها $4 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$ (تم تعديل الرقم) ، المطلوب:

- 1- احسب سرعة تدفق المحلول عبر مقطع المحنن عندما يكون معدل التدفق $5 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- 2- احسب سرعة تدفق المحلول لحظة خروجه من فوهة الإبرة.

المعطيات مع التحويل : $S_1 = 1.25 \text{ cm}^2 = 1.25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ، $S_2 = 4 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

الحل :

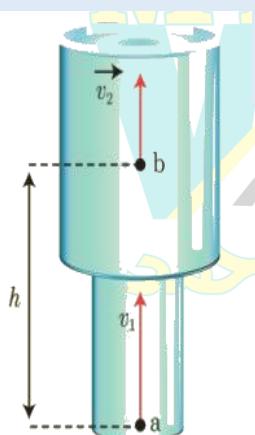
- المسألة (7) عامة:

يجري الماء داخل الأنابيب من a إلى b حيث نصف قطر الأنابيب عند a هو $r_1 = 5\text{cm}$ ونصف القطر عند b هو $r_2 = 10\text{cm}$ والمسافة الشاقولية بين b و a هي $h = 50\text{cm}$.

1. احسب سرعة جريان الماء عند b علماً أن سرعة جريان الماء عند a هي $v_1 = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
2. احسب قيمة فرق الضغط $P_{(a-b)}$ حيث $\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$

المعطيات مع التحويل : $r_2 = 10\text{cm} = 100 \times 10^{-4}\text{m}$ $r_1 = 5\text{cm} = 5 \times 10^{-2}\text{m}$

الحل :



النسبة الخاصة

الدرس الخامس

أكتب فرضيتاً اينشتاين في النسبة الخاصة

1. سرعة انتشار الضوء في الخلاء هي نفسها (ثابت) $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ في جميع جمل المقارنة،

2. القوانين الفيزيائية تبقى نفسها في جميع جمل المقارنة العطالية

سؤال نظري (24) بفرض أن قطاراً يسير بسرعة ثابتة v ، مثبت على سقف إحدى عرباته مرآة مستوية ترتفع مسافة d عن منبع ضوئي

بيد مراقب يقف ساكناً في العربة ذاتها،

يرسل المراقب الداخلي ومضة ضوئية باتجاه المرأة، ويسجل الزمن الذي تستغرقه الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع هو t_0

أما بالنسبة لمراقب خارجي يقف ساكناً خارج القطار على استقامة واحدة من المنبع الضوئي لحظة إصدار الومضة الضوئية فإن الزمن الذي

تستغرقه الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع هو t . **المطلوب** : برهن أن الزمن يتمدد بالنسبة للمراقب الخارجي أي أن $t > t_0$

الحل :

بالنسبة للمراقب الداخلي : والذي يسجل الزمن t_0 الذي تستغرقه الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع الضوئي

$$\text{قطع الضوء مسافة } 2d \text{ خلال زمن } t_0 \text{ بسرعة الضوء } c \Rightarrow c = \frac{2d}{t_0} \Rightarrow t_0 = \frac{2d}{c} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

بالنسبة للمراقب الخارجي : والذي يسجل الزمن t الذي تستغرقه الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع الضوئي• قطع الضوء مسافة من $a \rightarrow b \rightarrow c$ ثم $b \rightarrow a$ بالسرعة الثابتة (سرعة الضوء c)أي إن المسافة التي تقطعها الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع بالنسبة للمراقب الخارجي هي $(ab + bc)$ أثناء حركة العربة خلال زمن t

$$\text{متساوي السطرين} \Rightarrow c = \frac{(ab+bc)}{t} \text{ (المثلث)} \Rightarrow ab+bc = ct \Rightarrow ab = \frac{ct}{2} \quad \blacksquare$$

المثلث القائم

$$\text{المنبع انتقل من النقطة } a \text{ إلى النقطة } c \text{ بسرعة العربة } v \text{ خلال الزمن } t \text{ خلال الزمن } v = \frac{2ae}{t} \Rightarrow ae = \frac{vt}{2}$$

بتطبيق نظرية فيثاغورث في $\triangle abe$ نجد: $(ab)^2 = (ae)^2 + (be)^2$ نعرض العلاقات السابقة :

$$(ab)^2 = (ae)^2 + (be)^2 \left\{ \begin{array}{l} ab = \frac{ct}{2} \\ ae = \frac{vt}{2} \Rightarrow \frac{c^2 t^2}{4} = \frac{v^2 t^2}{4} + d^2 \Rightarrow \end{array} \right. \text{نزعل}$$

$$\frac{c^2 t^2}{4} - \frac{v^2 t^2}{4} = d^2 \Rightarrow \frac{(c^2 - v^2)t^2}{4} = d^2 \Rightarrow t^2 = \frac{4d^2}{(c^2 - v^2)} \Rightarrow t = \frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}} \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$\frac{t}{t_0} = \frac{\frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}}}{\frac{2d}{c}} \Rightarrow \frac{t}{t_0} = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}} \xrightarrow{\text{نخرج في المقام } c^2 \text{ عامل مشترك}} \Rightarrow \frac{t}{t_0} = \frac{c}{\sqrt{c^2(1 - \frac{v^2}{c^2})}}$$

معامل لورنزي

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

$$\frac{t}{t_0} = \frac{c}{c\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \frac{t}{t_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \frac{t}{t_0} = \gamma$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{t}{t_0} > 1 \Rightarrow t = \gamma t_0$$

أي الزمن الذي يقيسه المراقب الخارجي أكبر من الزمن الذي يقيسه المراقب الداخلي أي تمدد الزمن وتباطئ بالنسبة للمراقب الخارجي

نطبيق (مفارقة التوأمان):

بفرض أن أخوين توأمين أحدهما رائد فضاء طار بسرعة قريبة من سرعة الضوء في الخلاء $c = \frac{\sqrt{899}}{30} v$ ، وبقي رائد الفضاء في رحلته سنة واحدة وفق ميقاتية يحملها، فما الزمن الذي انتظره أخيه التوأم على الأرض ليعود رائد الفضاء من رحلته؟

الحل:

الزمن الذي سجلته الميقاتية التي يحملها رائد الفضاء (المراقب الداخلي) : $t_0 = 1 \text{ year}$
الزمن الذي سجله المراقب الخارجي للرحلة (الأخ التوأم الذي بقي على الأرض): $= \gamma t$

$$t = \gamma t_0$$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(\frac{\sqrt{899}}{30} v)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{900 - 899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{900}}} = \sqrt{900} = 30$$

$$t = 30 \times 1 = 30 \text{ year}$$

أي أن الأخ التوأم انتظر ثلاثة عاماً حتى انتهت رحلة أخيه التوأم التي استغرقت بالنسبة له عاماً واحداً.

سؤال نظري (25) انطلقت مركبة فضاء من الأرض نحو الشمس بسرعة ثابتة بالنسبة لمراقب على سطح الأرض

تسجل العدادات في المحطة على الأرض (المراقب الخارجي) الآتي: المسافة المقطوعة L'_0 وزمن الرحلة t

وتسجل عدادات مركبة الفضاء (المراقب الداخلي) المعطيات الآتية: المسافة المقطوعة L' وزمن الرحلة t_0 والمطلوب:

- برهن أنه تتنقص المسافة L' بالنسبة للمراقب الداخلي وتكون أقل من المسافة L'_0 التي يقيسها المراقب الخارجي
- برهن أنه طول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي على الأرض L' أقصر مما هو عليه L'_0 بالنسبة للمراقب الداخلي في المركبة

الحل:

- تسجل العدادات في المحطة على الأرض (المراقب الخارجي) الآتي: المسافة L'_0 والزمن t
المسافة التي تقطعها المركبة بين الأرض والشمس بالنسبة للمراقب الخارجي L'_0
- الزمن الذي استغرقته مركبة الفضاء في رحلتها بالنسبة للمراقب الخارجي t :
فيكون: $L'_0 = v t$

- وتسجل عدادات مركبة الفضاء (المراقب الداخلي) المعطيات الآتية: المسافة L' والزمن t_0
- المسافة التي تقطعها المركبة بين الأرض والشمس بالنسبة للمراقب الداخلي L'
 - الزمن الذي استغرقته مركبة الفضاء في رحلتها بالنسبة للمراقب الداخلي t_0

فيكون: $L' = v t_0$

$$\frac{L'}{L'_0} = \frac{t}{t_0}$$
 بقسمة العلقتين بعضهما على بعض فجده:

$$\frac{t = \gamma t_0}{L' = \frac{L'_0}{\gamma}} \Rightarrow \frac{L'_0}{L'} = \gamma$$

$$L' = \frac{L'_0}{\gamma} \Rightarrow L'_0 = \gamma L'$$

أي تتنقص المسافة L' بالنسبة للمراقب الداخلي وتكون أقل من المسافة L'_0 التي يقيسها المراقب الخارجي لأن :

$$L'_0 = \gamma L' \Leftrightarrow \gamma > 1 \Leftrightarrow L'_0 > L'$$

بالنسبة لطول المركبة الفضائية (وفق منحى سرعتها)

- طول المركبة الفضائية بالنسبة للمراقب الأرضي (الخارجي) هو : L الموجود في المحطة لأن المركبة الفضائية متحركة بالنسبة له
- طول المركبة الفضائية بالنسبة للمراقب (الداخلي) الموجود في المركبة الفضائية هو : L_0

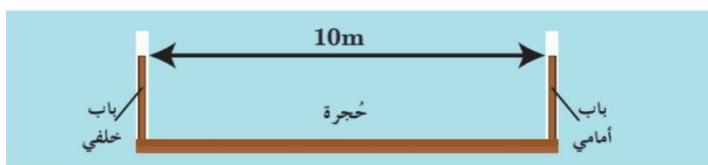
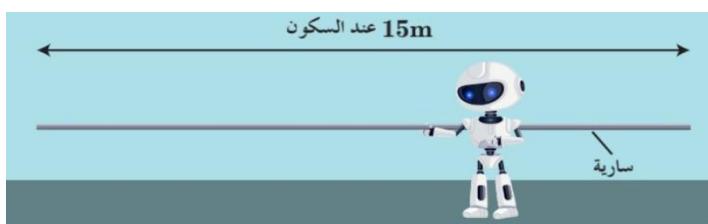
فيكون طول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي على الأرض L أقصر مما هو عليه L_0 بالنسبة للمراقب الداخلي في المركبة لأن :

$$L_0 = \gamma L \Leftrightarrow \gamma > 1 \Leftrightarrow L_0 > L$$

دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

تطبيق (السارية والحجرة):

بفرض أن روبوتاً رياضياً يحمل سارية أفقية طولها وهي ساكنة $15m$ ، يتحرك بسرعة أفقية $v = 0.75c$ وأمامه حجرة لها بابان أمامي وخلفي، البعد بينهما $10m$ ، يمكن التحكم بفتحهما، وإغلاقهما آنئياً بالنسبة لمراقب ساكن، هل يمكن أن تعبر السارية الحجرة بأمان إذا أغلق المراقب الساكن البابين وفتحها آنئياً (بالنسبة له) عند عبور الروبوت مع السارية للحجرة؟ (نعد $\sqrt{0.4375} \approx 0.66$).



$$L = \frac{L_0}{\gamma} \quad \text{ يجب حساب } L = ? \text{ من:}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \xrightarrow{v=0.75c}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0.75^2 c^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{0.4375}} = \frac{1}{0.66}$$

- نعرض فند:
- $L = \frac{15}{\frac{1}{0.66}} = 9.9m < 10m$
- لذلك يمكن أن تعبر السارية بأمان.

سؤال نظري (26) انطلاقاً من العلاقة $m = \gamma m_0$ برهن أن الكتلة تكافئ الطاقة وفق الميكانيك النسبي

الحل: وفق الميكانيك النسبي فإن الكتلة تزداد بزيادة السرعة،

وفق العلاقة المعطاة: $m = \gamma m_0$ حيث m_0 الكتلة عند الحركة، m_0 الكتلة عند السكون.

$$\Delta m = m - m_0$$

$$\Delta m = \gamma m_0 - m_0 \xrightarrow{\text{نفرض } m = \gamma m_0} \Delta m = m_0[\gamma - 1]$$

تعين γ بالاستعانة بدستور التقرير

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

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

ووفق دستور التقرير: $\bar{e} = 1 + n\bar{e} \approx 1 + n\bar{e} \approx 1 + n\bar{e} \approx 1 + n\bar{e}$ من أجل السرعات الصغيرة يكون:

$$\Delta m = m_0(1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1) \xrightarrow{\text{نفرض في }} \Delta m = m_0(\frac{v^2}{2c^2}) \Rightarrow \Delta m = \frac{\frac{1}{2}m_0 \cdot v^2}{c^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta m = \frac{E_k}{c^2}}$$

ستنتج عندما يتحرك الجسم تزداد كتلته بمقدار يساوي طاقته الحركية مقسومة على رقم ثابت c^2 ، أي أن الكتلة تكافئ الطاقة.

سؤال نظري (27) انطلاقاً من العلاقة $\Delta m = \frac{E_k}{c^2}$ برهن أن الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي هي مجموع طاقتين سكونية وحركية

$$\Delta m = \frac{E_k}{c^2} \quad \text{الحل:}$$

إن $m - m_0 = \frac{E_k}{c^2}$ حيث m الكتلة عند الحركة، m_0 الكتلة عند السكون، فتصبح العلاقة:

$$m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 = E_k \quad \text{نضرب طرفي العلاقة بالثابت (مربع سرعة الضوء) } c^2 \text{ نجد:}$$

$$E = E_0 + E_k$$

- إن الطاقة الكلية E في الميكانيك النسبي هي مجموع الطاقة السكونية E_0 و الطاقة الحركية E_k :

- الطاقة السكونية: $E_0 = m_0 \cdot c^2$
- الطاقة الحركية: $E_k = E - E_0$
- الطاقة الكلية: $E = m \cdot c^2$

نطبيق 6: يتحرك الإلكترون في أنبوب تفاز بطاقة حركية $27 \times 10^{16} \text{ J}$

1. احسب النسبة المئوية للزيادة في كثافة الإلكترون نتيجة طاقته الحركية.

2. احسب طاقته السكونية.

علمًا أن: $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ، $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

الحل:

.1

$$E_k = E - E_0$$

$$E_k = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2$$

$$E_k = (m - m_0) c^2$$

$$m - m_0 = \frac{E_k}{c^2}$$

$$m - m_0 = \frac{27 \times 10^{16}}{(3 \times 10^8)^2} = 3 \times 10^{-32} \text{ kg}$$

$$\text{النسبة المئوية} = \frac{\Delta m}{m_0} \times 100$$

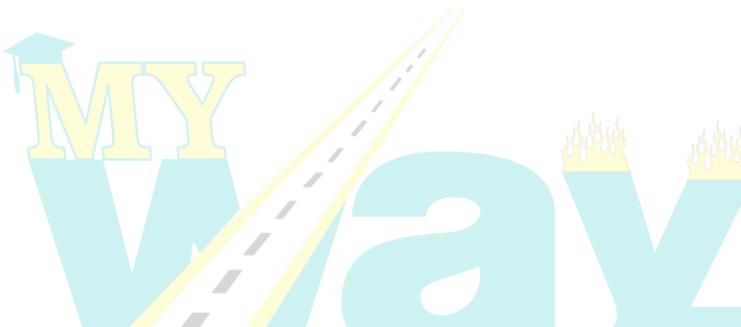
$$= \frac{3 \times 10^{-32}}{9 \times 10^{31}} \times 100 = 3.33 \%$$

2. طاقة الإلكترون السكونية:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

$$E_0 = 9 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$E_0 = 81 \times 10^{-15} \text{ J}$$



سؤال نظري (28) تعطى علاقة الطاقة الكلية في التحرير النسبي بالعلاقة $E = \gamma m_0 \cdot c^2$ استنتج منها عبارة الطاقة الحركية في التحرير

$$\text{الكلاسيكي} \quad E_k = \frac{1}{2} m_0 \cdot v^2$$

صيغة أخرى للسؤال: انطلاقاً من علاقات الميكانيك النسبي استنتاج العلاقة المحددة للطاقة الحركية في الميكانيك الكلاسيكي من أجل

السرعات الصغيرة أمام سرعة الضوء في الخلاء أي $c \ll v$ فإن $\frac{v^2}{c^2} \ll 1$

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

الحل:

إن الطاقة الكلية E في الميكانيك النسبي هي مجموع الطاقة السكونية E_0 و الطاقة الحركية E_k : $E = E_0 + E_k$ نعرض :

$$E_0 + E_k = \gamma m_0 \cdot c^2 \Rightarrow E_k = \gamma m_0 \cdot c^2 - E_0 \xrightarrow{E_0 = m_0 \cdot c^2}$$

$$E_k = \gamma m_0 \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 \Rightarrow E_k = m_0 \cdot c^2 [\gamma - 1]$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \text{ تعدين } \gamma \text{ بالاستعانة بدستور التقرير}$$

ووفق دستور التقرير: $\gamma = 1 + \frac{v^2}{2c^2}$ من أجل السرعات الصغيرة يكون: $\bar{\gamma} \approx 1 + n\bar{v} \approx 1 + n\bar{v} \approx 1 + n\bar{v} \approx 1 + n\bar{v}$

دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

$$\text{نوعه في } E_k = m_0 \cdot c^2 \left(1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1 \right) \Rightarrow E_k = m_0 \cdot c^2 \left(\frac{v^2}{2c^2} \right) \Rightarrow E_k = c^2 \frac{\frac{1}{2} m_0 \cdot v^2}{c^2}$$

$E_k = \frac{1}{2} m_0 \cdot v^2$: الطاقة الحركية في الميكانيك الكلاسيكي

سؤال نظري (29) في الميكانيك النسبي انطلاقاً من العلاقة $E^2 = E_0^2 + P^2 C^2$ حيث كمية الحركة P والطاقة السكونية E_0 والطاقة

الكلية E استنتج العلاقة المحددة لكمية الحركة في الميكانيك الكلاسيكي من أجل السرعات الصغيرة أمام سرعة الضوء في الخلاء أي $c \ll v$ فإن $\frac{v^2}{c^2} \ll 1$

$$E^2 = E_0^2 + P^2 C^2 \Rightarrow P^2 C^2 = E^2 - E_0^2 \xrightarrow{\text{نقسم الطرفين على } C^2}$$

$$P^2 = \frac{E^2 - E_0^2}{C^2} \xrightarrow{E_0 = m_0 \cdot c^2 \text{ و } E = m \cdot c^2} P^2 = \frac{m^2 \cdot c^4 - m_0^2 \cdot c^4}{C^2} \xrightarrow{\text{نختصر}}$$

$$P^2 = m^2 \cdot c^2 - m_0^2 \cdot c^2 \xrightarrow{\text{عامل مشترك}} P^2 = c^2 (m^2 - m_0^2) \xrightarrow{m = \gamma m_0}$$

$$P^2 = c^2 (\gamma^2 m_0^2 - m_0^2) \xrightarrow{\text{عامل مشترك}} P^2 = m_0^2 c^2 (\gamma^2 - 1)$$

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

ووفق دستور التقرير: $\gamma^2 = \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)$ ، بعد $\ll 1$ من أجل السرعات الصغيرة يكون:

$$P^2 = m_0^2 c^2 \left(1 + \frac{v^2}{c^2} - 1\right) \xrightarrow{\text{نوعه في}} P^2 = m_0^2 c^2 \left(\frac{v^2}{c^2}\right) \xrightarrow{\text{نجز الطرفين}} P^2 = m_0^2 v^2$$

كمية الحركة في الميكانيك الكلاسيكي :

فسيولوجيا باستفهام العلاقات الرياضية المناسبة لتحليل فارجية

1. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متراكماً بالنسبة لجملة مقارنة فإن زمنه يتمدد وفق قياس جملة المقارنة تلك

$$t = \gamma t_0$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow [t > t_0]$$

2. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متراكماً بالنسبة لجملة مقارنة فإن طوله يتقلص وفق قياس جملة المقارنة تلك

$$L = \frac{L_0}{\gamma} \Rightarrow L_0 = \gamma L$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow [L_0 > L]$$

3. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متراكماً بالنسبة لجملة مقارنة فإن المسافة التي يقطعها تتقلص وفقاً لقياساته

$$L' = \frac{L'_0}{\gamma} \Rightarrow L'_0 = \gamma L'$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow [L'_0 > L']$$

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

4. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة مقارنة فإن كتلته تزداد وفق قياس جملة المقارنة تلك

حيث m الكتلة عند الحركة، m_0 الكتلة عند السكون.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow [m > m_0]$$

5. في الميكانيك النسبي لا تنتهي الطاقة الكلية النسبية لجسم يقف عند مستوى مرجعي

إن الطاقة الكلية E في الميكانيك النسبي هي مجموع الطاقة السكونية E_0 و الطاقة الحركية E_k :

عندما يقف الجسم تنتهي طاقته الحركية $E_k = 0$

ولا تنتهي طاقته السكونية $0 \neq E_0 = m_0 \cdot c^2$ لأن الجسم يملك كتلة سكونية أي لا تنتهي الطاقة الكلية النسبية $0 \neq E = E_0 \neq 0$

- اختبار نفسي

أولاً، اختبر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. أفترض أن صاروخين في الخلاء يتحرك كل منهما نحو الآخر بسرعة قريبة من سرعة انتشار الضوء في الخلاء، وفي لحظة ما أضاء الصاروخ الأول مصابيحه، إن سرعة ضوء الصاروخ الأول بالنسبة للصاروخ الثاني هي:

d. معدومة

c. أصغر من

b- أ أكبر من

c -a

توضيح الإجابة: لأن سرعة الضوء ثابتة مهما تغيرت سرعة المراقب المعنون الضوئي

2. أفترض أن طاقم سفينة فضاء تطير بسرعة قريبة من سرعة انتشار الضوء في الخلاء يشاهدون تسجيلاً لمباراة كرة قدم مدتها ساعة ونص، و يتبعهم مراقب أرضي بتلسكوب دقيق جداً، فيرى مدة المباراة:

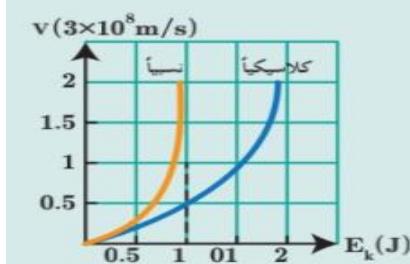
a- هي نفسها

b- أ أكبر

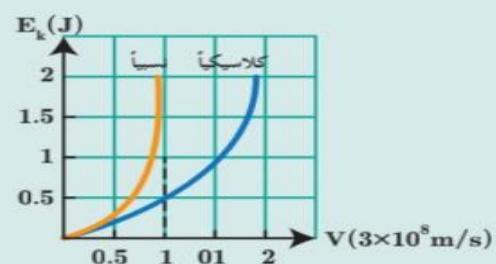
توضيح الإجابة: لأن الزمن يتعدد بالنسبة للمراقب الخارجي (الأرضي) حسب العلاقة: $t = \gamma t_0$ حسب العلاقة:

$$\Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow [t > t_0]$$

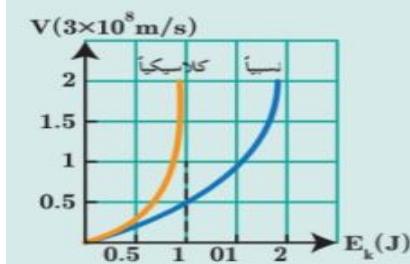
3. المنحني البياني الذي يمثل العلاقة بين الطاقة الحركية لجسم ما، وسرعته هو: الإجابة الصحيحة a لأن السرعة يجب أن لا تخطي سرعة الضوء .



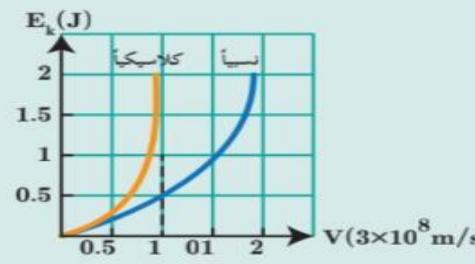
.b



.a



.d



.c

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

ناتياً: أجب عن السؤالين الآتيين:

1. يحاول العلماء عند دراستهم خصائص الجسيمات تحريكها بسرعات كبيرة جداً باستخدام المسرعات، هل يمكن أن تصل سرعة هذه الجسيمات إلى سرعة انتشار الضوء في الخلاء تماماً؟ لماذا؟

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

2. يقف جسم ساكن عند مستوى مرجعي (سطح الأرض مثلاً)، ما قيمة طاقته الحركية عندئذ؟ وما قيمة طاقته الكامنة التقليدية بالنسبة لمستوى المرجعي؟ هل طاقته الكلية النسبية معروفة؟ ولماذا؟

طاقته الحركية معروفة لأن عدم سرعته، طاقته الكامنة التقليدية معروفة بالنسبة لمستوى المرجعي لأن ارتفاع الجسم عنه معروفة، طاقته الكلية النسبية غير معروفة لأنها مجموع الطاقة الحركية و الطاقة السكونية، صحيح أن طاقته الحركية معروفة إلا أن طاقته السكونية موجودة مازالت يمتلك كتلة سكونية.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

- المسالة الأولى (درس):** جسم مستطيل الشكل طوله وهو ساكن b_0 يساوي ضعفي عرضه a ، يتحرك هذا الجسم بحيث يكون طوله موازيًّا لشعاع سرعته v بالنسبة لمراقب في الجملة الساكنة **فيبدو له مربعاً**، احسب قيمة سرعة الجسم.

الحل:



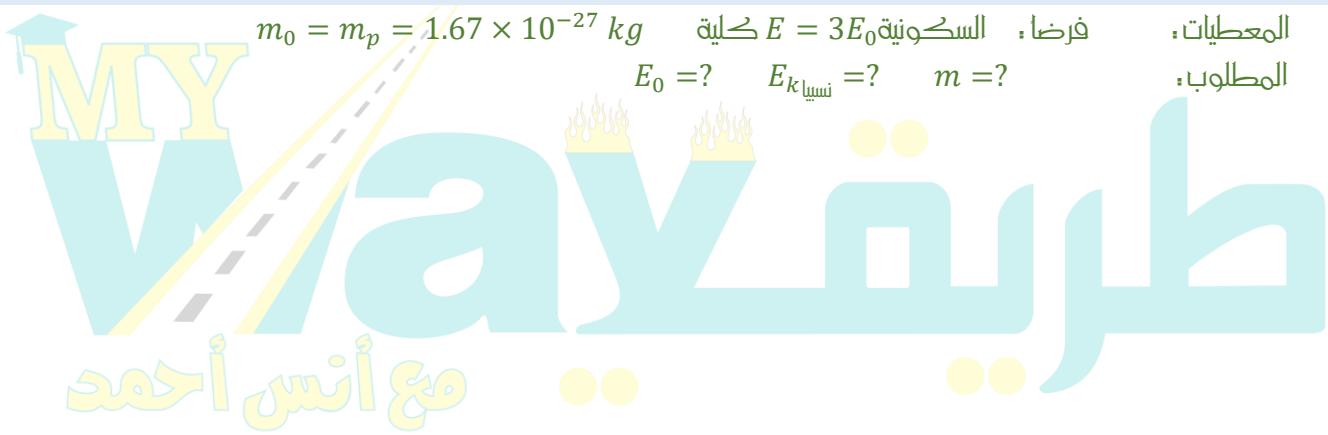
- المسالة الثانية (درس):** يتحرك إلكترون بسرعة $c = \frac{2\sqrt{2}}{3} v$ ، **المطلوب:** احسب كمية حركة الإلكترون وفق قوانين الميكانيك الكلاسيكي، ثم وفق الميكانيك النسبي، أيهما أصح برأيك؟

$$m_e = m_0 = 9 \times 10^{-31} \text{ kg} \quad C = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1} \quad v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c \quad \text{المعطيات:}$$

$P_{كلاسيكي} = ? \quad P_{نسبي} = ? \quad \text{المطلوب: كمية الحركة:}$

الحل:

المسألة الثالثة (درس): تبلغ الكتلة السكونية لبروتون $10^{-27} kg = m_p = 1.67$ ، وطاقته الكلية تساوي إلى ثلاثة أضعاف طاقته السكونية، **المطلوب:** احسب كلاً من طاقته السكونية، وطاقته الحركية في الميكانيك النسبي، وكتلته في الميكانيك النسبي.



المسألة (8) (حامة): تخيل أن مركبة فضائية لها شكل مستطيل تقوم برحالة إلى نجم وفق مسار مستقيم، بحيث يكون شعاع سرعة المركبة دوماً موازياً لطول المركبة، فتسجل أجهزة المركبة المسافرة القياسات الآتية: طول المركبة $100m$ ، عرض المركبة $25m$ ، المسافة المقطوعة 4 سنة ضوئية، زمن الرحلة $\frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة، وتسجل أجهزة المحطة الأرضية قياساتها لتلك الرحلة باستخدام تلسكوب دقيق. احسب كلاً من سرعة المركبة وطولها وعرضها في أثناء المرحلة، و المسافة التي قطعتها و زمن الرحلة وفق قياسات المحطة الأرضية (الخلاء $c = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$)

المعطيات: القياسات بالنسبة للمركبة المسافرة (الراقب الداخلي) سجلت القياسات الآتية

طول المركبة $L'_0 = 100m$ عرض المركبة $d_0 = 25 m$ ، المسافة المقطوعة: $L' = 4C$ سنة ضوئية ، زمن الرحلة $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة

المطلوب: إيجاد قيم القياسات الآتية بالنسبة للمراقب الفارجى (المحطة الأرضية)



الوحدة الثالثة

الدرس الأول

الأمواج المستقرة

الأمواج المستقرة العرضية

طول الموجة λ : هي المسافة التي يقطعها الاهتزاز خلال زمن قدره دورة واحدة T بسرعة انتشار v فنكون :

$$\text{السرعة نساوي : } \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \text{ أي أن : } \frac{\lambda}{T} = v \text{ حيث } v \text{ نوادر الاهتزاز.}$$

سؤال نظري (30) تجربة الأمواج المستقرة العرضية في وتر مشدود على نهاية مقيدة أجب عن الأسئلة الآتية :

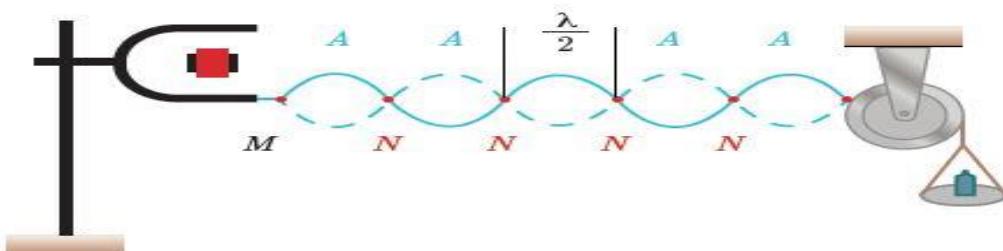
- أكتب معادلة مطال موجة جيبية واردة تنتشر في الاتجاه الموجب للمحور \overrightarrow{xx} لنقطة n من الوتر فاصلتها x عند النهاية المقيدة m في اللحظة :
- أكتب معادلة مطال موجة جيبية منعكسة تنتشر في الاتجاه السالب للمحور \overrightarrow{xx} لنقطة n من الوتر فاصلتها x عند النهاية المقيدة m في اللحظة :
- ماذا ينشئ عند دخال موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة ؟
- عمل نشئ عقد وبطون الاهتزاز ؟
- كيف تهتز نقاط مغزل واحد فيما بينها و نقاط مغزلين متباينين مفسراً نسمية هذه الأمواج بالأمواج المستقرة ؟
- ما قيمة فرق الطورين الموجة الواردة والمنعكسة عندما تتعكس الإشارة على نهاية مقيدة و على نهاية طلقة ؟

الحل :

- مطال موجة جيبية واردة تنتشر في الاتجاه الموجب للمحور \overrightarrow{xx} لنقطة n من الوتر $\bar{y}_1(t) = y_{\max} \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x})$
 - مطال موجة جيبية منعكسة تنتشر في الاتجاه السالب للمحور \overrightarrow{xx} لنقطة n من الوتر $\bar{y}_2(t) = y_{\max} \cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} + \phi)$
 - ت تكون الأمواج المستقرة العرضية عند الدخال بين التداخل موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة على النهاية المقيدة وتعاكسها بجهة الانتشار ولها التواتر والسعة نفسها
 - عقد الاهتزاز N : نقاط تتعذر فيها سعة الاهتزاز وهي ساكنة لأنه تلقي فيها الأمواج العرضية (الواردة والمنعكسة) على تعكس دائم والمسافة بينها ثابتة وتحصر مغزل.
- بطون الاهتزاز A**: نقاط تهتز بسعة عظمى لأنه تلقي فيها الأمواج العرضية (الواردة والمنعكسة) على توافق دائم.
- تهتز نقاط مغزل واحد على توافق فيما بينها وتهتز نقاط مغزلين متباينين على تعكس دائم وتبعد الموجة وكأنها تهتز مراوحة في مكانها فإذا ذهب شكلًا ثابتاً لذلك سميت بالأمواج المستقرة .
 - عندما تتعكس الإشارة (الموجة) على نهاية مقيدة أو طلقة ينشأ فرق طور بين الموجة الواردة والمنعكسة ما قيمة فرق الطور هذا؟

- نهاية مقيدة $\varphi' = \pi \text{ rad}$
- نهاية طلقة $\varphi' = 0 \text{ rad}$

سؤال نظري (31) في الدراسة النظرية للأمواج العرضية المسنقرة في ثقب استنجهنابي المطال المحصل لنقطة من الوتر؟



تنشر في الاتجاه الموجب للمحور \overrightarrow{xx} موجة جيبية واردة تصل إلى نقطة n فاصلتها \bar{x} عند النهاية المقيدة m فتولد مطلاً.

$$\bar{y}_1(t) = y_{\max} \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x})$$

وتولد الموجة المنشورة في الاتجاه السالب للمحور \vec{x} في النقطة n مطابقاً.

ويكون المطال المحصل $\bar{y}_n(t)$ لا هتزاز النقطة n التي تخضع لتأثير الموجتين الواردة والمعكسة معاً :

$$\bar{y}_n(t) = y_{\max} \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x}\right) + y_{\max} \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} + \bar{\phi}\right)$$

$$\bar{y}_n(t) = y_{\max} \left(\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x}\right) + \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} + \bar{\phi}\right) \right)$$

$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\frac{\alpha+\beta}{2} \cdot \cos\frac{\alpha-\beta}{2}$$

$$(\cos(-\theta) = \cos\theta) \text{ حيث: } y_n(t) = 2y_{\max} \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$y_n(t) = 2y_{\max} \left(-\sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} \right) \cdot \left(-\sin \omega t \right)$$

$$y_n(t) = 2y_{\max} \sin \frac{\frac{2\pi}{\lambda} \bar{x}}{\lambda} \sin \omega t$$

$$y_n(t) = y_{\max} \sin \omega t$$

تمثل سعة الموجة المستقرة العرضية

سؤال نظري (32) انطلاقاً من هذه العلاقة المعتبرة عن سعة الموجة المسنقرة العرضية

استثنى العلاقة المحددة لأبعاد عقد الاهتراء مفسراً سبب سخونها وأبعاد بطون الاهتراء مفسراً سبب سعّتها العظيم عند

النهاية المقيدة؟ (2003-2017 الأولى)

أولاًً: عقد الاهتزاز N: سعتها معدومة و ساكنة لأنه يصلها الاهتزاز وارد واهتزاز منعكس على تعكس دائم.

$$y_{\max, n} = 0 \Rightarrow \sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} = 0 \xrightarrow{\sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} = \sin nx} \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} = n\pi \xrightarrow{\text{نزع}} \bar{x} = n\pi$$

$$n = 0,1,2,3,4 \dots \dots \text{ حيث } x = n \frac{\lambda}{2} \text{ معادلة العقد}$$

أي البعد بين العقد يساوي أعداد صحيحة من نصف طول الموجة وتكون المسافة بين عقدتين متتاليتين $\frac{\lambda}{2}$ (طول المغزل)

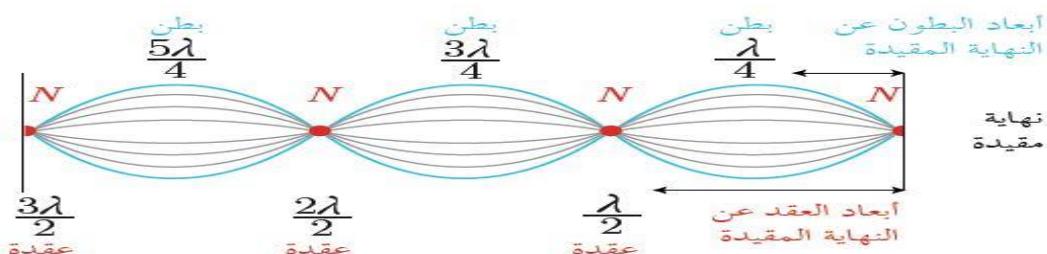
ثانياً: بطون الاهتزاز A: سعة اهتزازها عظمى لأنها يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على توافق دائم.

$$y_{\max,n} = 2y_{\max} \Rightarrow \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} \right| = 1 \Rightarrow \sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} = \sin(\frac{\pi}{2} + n\pi)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} = \frac{\pi}{2} + n\pi \xrightarrow{\text{نخرج}} \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} = (2n+1) \frac{\pi}{2} \xrightarrow{\text{نعزل x}}$$

$$n = 0, 1, 2, 3, 4 \dots \dots \quad \boxed{x = (2n+1) \frac{\lambda}{4}}$$

أي أبعاد البطون هي أعداد فردية من ربع طول الموجة ويكون المسافة بين بطينين متتاليين $\frac{\lambda}{2}$ والمسافة بين بطين وعقدة متتالية $\frac{\lambda}{4}$



سؤال نظري (33) في تجربة ملد على نهاية مقيدة: نأخذ هزازة جيبية مغذاة سعنها العظمى صغيرة ، يمكن تغيير نوادرها ، نصل إحدى شعبتيها إلى نقطة a من وتر من L وبشد من طرفه الآخر ينقل مناسب ، يجعل نوادره الأساسي ثابتاً ($f_1 = 10\text{Hz}$) مثلاً ، تزيد نوادر الهزازة بالتدريج بدءاً من الصفر ، ماذا نلاحظ ، وماذا نستنتج ؟



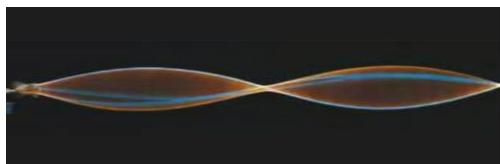
1- إذا كان $f = 10\text{Hz}$ نشاهد : اهتزازات قسرية في الوتر بسعة اهتزاز صغيرة من رتبة سعة اهتزاز الهزازة



2- من أجل ($f = 10\text{Hz}$) الوتر يهتز بمغزل واحد واضح ، وسعة اهتزاز البطن عظمى y ، أي أن : الوتر تجاوب مع الرنانة وشكل موجة مستقرة عرضية



3- إذا كان $f > 20\text{Hz}$ تعود سعة الاهتزاز صغيرة ويتكون مغزلين غير واضحين



4- من أجل ($f=20\text{Hz}$) الوتر يهتز بمغزلين واضعين وبسعة اهتزاز $y > y_{\text{max}}$ وما يلي الوتر تجاوب مع الرنانة وشكل موجة مستقرة عرضية

نستنتج مما سبق : تتولد أمواج في الوتر مهما كانت قيمة تواتر الهزازة f فإذا كان تواتر الهزازة لا يساوي مضاعفات صحيحة للتواتر الأساسية للوتر فإن سعة الاهتزاز تبقى صغيرة نسبياً، أما إذا كان تواتر الهزازة مساوياً إلى أي من المضاعفات الصحيحة للتواتر الأساسية للوتر يكون في حالة تجاوب (طنين) ونشاهد مغازل واضحة وتكون سعة البطن عظيم وكبيرة

سؤال نظري (34) ملئ بخواص بين الهزازة والوتر وملئ بزداد عدد المغازل؟ وما العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الاهتزاز

يحدث تجاوب إذا تحقق الشرطان:

$$1. \text{ طول الوتر يقسم إلى عدد صحيح } n \text{ مغازل (قطع) طول كل منها نصف طول الموجة } \frac{\lambda}{2}$$

$$2. \text{ تواتر الهزازة مساوياً مضاعفات صحيحة للتواتر الأساسية للوتر } f_1 = nf_1$$

يزداد عدد المغازل عندما يزداد طول الوتر L أو يزداد تواتر الاهتزاز f أو ينقصان قوة الشد F_T

5902021 سرعة انتشار الاهتزاز العرضي v في وتر تتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لقوة الشد F_T وعكساً مع الكتلة الخطية

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \text{ للوتر حيث أن (الكتلة الخطية للوتر (ميو μ)) هي النسبة بين كتلته } m \text{ وطوله } L: \frac{m}{L} = \mu \text{ : وفق العلاقة}$$

سؤال نظري (35) استنتج تواتر المدروجات لاهتزاز وتر على نهاية مقيدة :

$$L = n \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{\text{نعرض } \frac{\lambda}{2}} L = n \frac{v}{2f} \xrightarrow{\text{ننزل } f} f = n \frac{v}{2L}$$

يسمى أول تواتر - مغازل واحد: تواتر الصوت الأساسي $f_1 = \frac{v}{2L}$

وبقية التواترات تواتر المدروجات. $f = n \frac{v}{2L} \Rightarrow f = nf_1$

حيث: $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

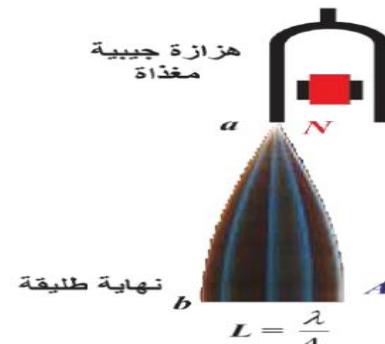
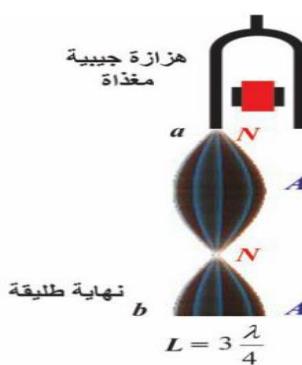
تعلم!!!! إذا لم يتحقق التجاوب يتشكل في الوتر أمواج بسعة صغيرة ومغازل غير واضحة.

سؤال نظري (36) استنتاج تواتر المدروجات لاهتزاز وتر على نهاية طلقة:

ت تكون أمواج مستقرة في حالة التجاوب وعقدة في النقطة a وبطن عند b كما في الشكل ويكون:

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\text{نعرض } \frac{\lambda}{4}} L = (2n - 1) \frac{v}{4f} \xrightarrow{\text{ننزل } f} f = (2n - 1) \frac{v}{4L}$$

حيث: $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ عدد صحيح موجب و $(2n - 1)$ يمثل مدروج الصوت الصادر



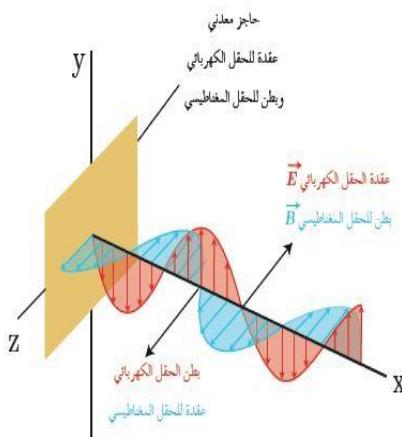
الأمواج الكهرومغناطيسية المستقرة

سؤال نظرى (37) في تجربة الأمواج الكهرومغناطيسية المستقرة ، أجب عن الأسئلة الآتية !!! (دورة 2016 الأولى والثانية)

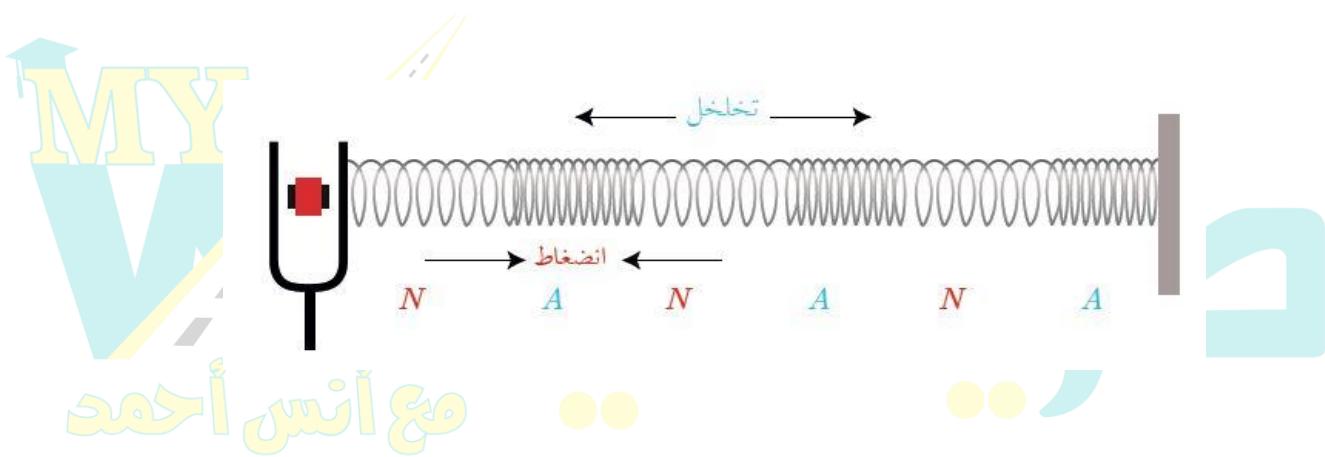
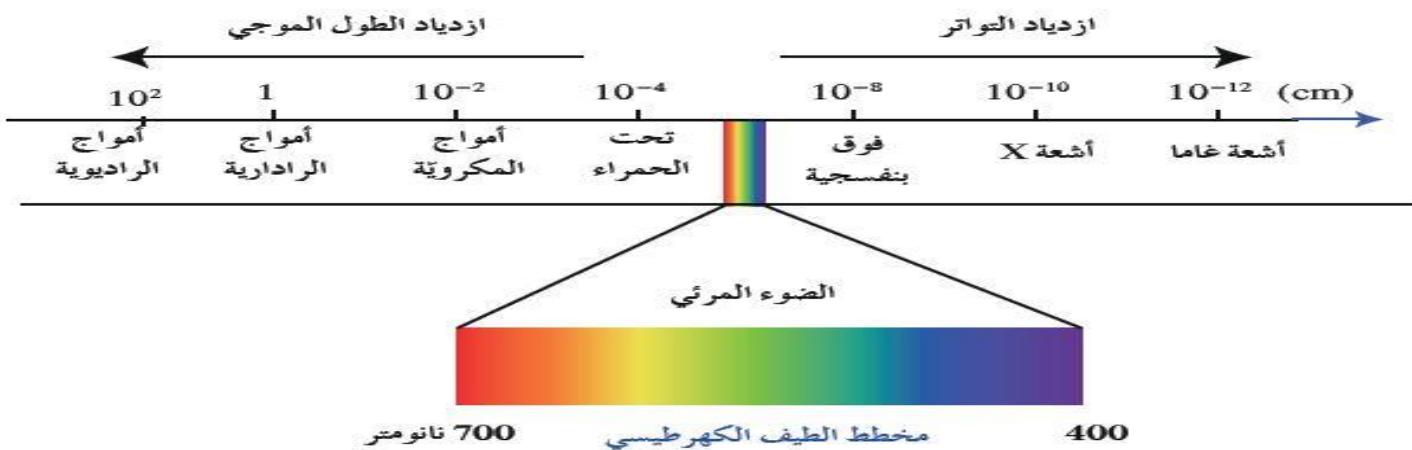
1. كيف تتشكل الأمواج الكهرومغناطيسية المستقرة؟
2. كيف يتم الكشف عن الحقول الكهربائي \vec{E} والمغناطيسي \vec{B} ؟
3. نقل الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز اشترع ما تجد؟
4. تتمتع الأمواج الكهرومغناطيسية بطيء واسع من الترددات ماهي؟

الحل :

1. نولد أمواجاً كهرومغناطيسية مسليمة من هوائي مرسل ينتشر كلاً من الحقول المترافقين الكهربائي والمغناطيسي في الهواء المجاور وعلى بعد مناسب نضع حاجزاً ناقلاً مسليماً عمودياً على منحنى الانتشار لتعكس عنده الموجة وتتدخل مع الأمواج الواردة لتؤلف جملة أمواج مستقرة كهرومغناطيسية
 2. - نكشف عن الحقل الكهربائي \vec{E} بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل ، يمكن تغيير طوله وعند وصل طرفي الهوائي المستقبل براسم اهتزاز مهبطي ، وتغيير طول الهوائي حتى يرتسن على شاشة راسم الاهتزاز خط بياني بسعة عظمى فيكون أصغر طول للهوائي المستقبل مساوياً $\frac{\lambda}{2}$.
 - نكشف عن الحقل المغناطيسي \vec{B} بحلقة نحاسية عمودية على \vec{B} فيولد فيها توتراً بتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.
 3. عند نقل الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز نجد الآتى :
أ. توالي مستويات للعقد N يدل فيها الكاشف على دالة صغيرة ومستويات للبطون A يدل فيها الكاشف على دالة عظمى متاوية الأبعاد عن بعضها $\frac{\lambda}{2}$ بين كل مستويين لهما نفس الحالة الاهتزازية.
 - b. مستويات عقد الحقل الكهربائي هي مستويات بطنون للحقل المغناطيسي وبالعكس.
 - c. الحاجز الناقل المستوي عقدة للحقل الكهربائي وبطن للحقل المغناطيسي.
- تتمتع الأمواج الكهرومغناطيسية بطيء واسع من الترددات يشمل :
- الأمواج الطويلة مثل : (الراديوية ، الرادارية ، المكرورة)
 - الأمواج القصيرة مثل : (ضوء مرئي ، أشعة سينية ، أشعة غاما ، الأشعة الكونية)



منطقة الطيف الكهرومطيسي



الأمواج المستقرة الطولية في نابض

الدرس الثاني

سؤال نظري (38) في تجربة الأمواج المستقرة الطولية في نابض أجب عن الأسئلة التالية :

1. كيف تثخنون الأمواج المستقرة الطولية في نابض وكيف تبدو حلقات النابض
2. ما هي عقد الاهتزاز وما هي بطون الاهتزاز؟
3. علل كلًا مما يلى :

a. بطون الاهتزاز هي عقد للضغط

b. عقد الاهتزاز هي بطون للضغط

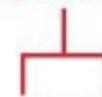
الحل :

1. تتكون الأمواج المستقرة الطولية بتدخل الأمواج الطولية الواردة من المنبع مع الأمواج المنعكسة عند نقطة التثبيت للنابض فترى على طول النابض حلقات تدوير ساكنة وحلقات تهتز بساعات متقارنة لا تتضمن معالمها
2. عقد الاهتزاز : حلقات ساكنة سعة اهتزازها معدومة تصلها الموجة الطولية الواردة والموجة الطولية المنعكسة على تعاكس دائم.

- بطون الاهتزاز : الحلقات الأوسع اهتزازاً سعة اهتزازها عظمى حيث تصلها الموجتان الطوليتان الواردة والمنعكسة على زواحف دائم.
- a - إن بطن الاهتزاز والحلقات المجاورة تترافق دوماً في الاهتزاز إلى أحدى الجهازين تكاد تبدو المسافات بينها ثابتة فلا نلاحظ تضاغطاً بين حلقات النابض أو تخلل فيها أي يبقى الضغط ثابت أي أن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط.
 - b - إن عقد الاهتزاز تبقى في مكانها وتتحرك الحلقات المجاورة على الجانبين في جهتين متعاكستين دوماً فنتقارب خلال نصف دور وتبتعد خلال نصف دور آخر فنلاحظ تضاغطاً يليه تخلل أي عقد الاهتزاز التي يحدث عندها تغير الضغط هي بطون للضغط.

والمسافة بين عقدي اهتزاز متتاليتين أو بطني اهتزاز متتاليتين $\frac{\lambda}{2}$ وبين عقد اهتزاز وبطن اهتزاز $\frac{\lambda}{4}$

انضغاط



تخلخل



الأعمدة

الهوائية

سؤال نظري (39) في تجربة الأعمدة الهوائية لدينا عمود هوائي مغلق ومملوء بالماء الساكن ، أمسك الرنانة من قاعدها ثم أضرب بالمطرقة على إحدى شعبيتها . أجب عن الأسئلة التالية:

1. ماذا يتولد داخل هواء الأنابيب ومتى نسمع صوتاً شديداً عالياً ؟
2. أين تتكون كلاماً من عقدة الاهتزاز وبطن الاهتزاز ؟
3. ما هو طول العمود الهوائي فوق سطح الماء عند الرنين الأول وعند الرنين الثاني وما هي المسافة بين صوتين شديدين متتاليين ؟
4. ماذا يتشكل في العمود الهوائي المفتوح الطرفين والعمود الهوائي المغلق ؟
5. فسر عند استخدام رنانة تواترها كبيرة نحصل على عمود هوائي أقصر

الحل :

1. يتولد أمواجاً مستقرة طولية ونسمع صوتاً شديداً عالياً

عندما يكون تواتر الرنانة يساوي تواتر الهواء في عمود الأنابيب

2. عقدة الاهتزاز عند سطح الماء الساكن (يعتبر نهاية مغلقة)
بطن الاهتزاز تقريباً عند فوهة الأنابيب (يعتبر نهاية مفتوحة)

3. طول العمود الهوائي عند الرنين الأول يساوي $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ (أقصر طول)

4. طول العمود الهوائي عند الرنين الثاني يساوي $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$

5. المسافة بين صوتين شديدين متتاليين $\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$

في العمود الهوائي المفتوح يتشكل عند كل طرف مفتوح بطن

للاهتزاز ، وفي منتصف العمود عقدة لاهتزاز فيكون طول العمود الهوائي في هذه الحالة $L = \frac{\lambda}{2}$

في العمود الهوائي المغلق يتشكل بطن عند سطحه وعقدة عن سطح الماء ولا يمكن الحصول على المدروجات ذات العدد الزوجي . (فقط فردية)

5. لأن تواتر الرنانة يتتناسب عكساً مع طول العمود $f = \frac{v}{4L} (2n - 1)$

ملاحظة القناة السمعية في الأذن والتي تنتهي بغضاء الطلب تعتبرها عمود هوائي مغلق

أنفاق عبور السيارات تعتبرها عمود هوائي مفتوح

سؤال نظري (40) عرف العمود الهوائي المفتوح ، وكيف يمكن تغيير طوله ، وما هو طول الأنابيب عند التجاوب واستنتاج التواتر ؟

الحل :

العمود الهوائي المفتوح : هو أنبوب أسطواني الشكل ، مفتوح الطرفين والمملوء بجزيئات الهواء الساكنة يمكن تغيير طوله بإضافة أنبوب آخر قطراه أقل ، وطول هذا الأنابيب عند التجاوب يساوي عدداً صحيحاً من نصف طول الموجة

طول الأنابيب عند التجاوب : $L = n \frac{\lambda}{2}$

استنتاج التواتر : $f = \frac{nv}{2L}$ عزل f

حيث : $n = 1, 2, 3$ عدد صحيح يمثل مددروجات الصوت والمدروج الأساسي $n = 1$ يعطي تواترأساسي $f_1 = \frac{v}{2L}$

ملاحظة القناة السمعية في الأذن والتي تنتهي بغضاء الطلب تعتبرها عمود هوائي مغلق

أنفاق عبور السيارات تعتبرها عمود هوائي مفتوح

سؤال نظري (41) عرف العمود الهوائي المغلق ، وكيف يمكن تغيير طوله ، وما هو طول الأنابيب عند التجاوب ؟

الحل :

♥ **العمود الهوائي المغلق:** هو أنابيب أسطواني الشكل ، مفتوح من طرف ومغلق من الطرف الآخر ، والمملوء بجزيئات الهواء الساكنة يمكن تغيير طوله بإضافة الماء ،

♥ طول هذا الأنابيب عند التجاوب يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة

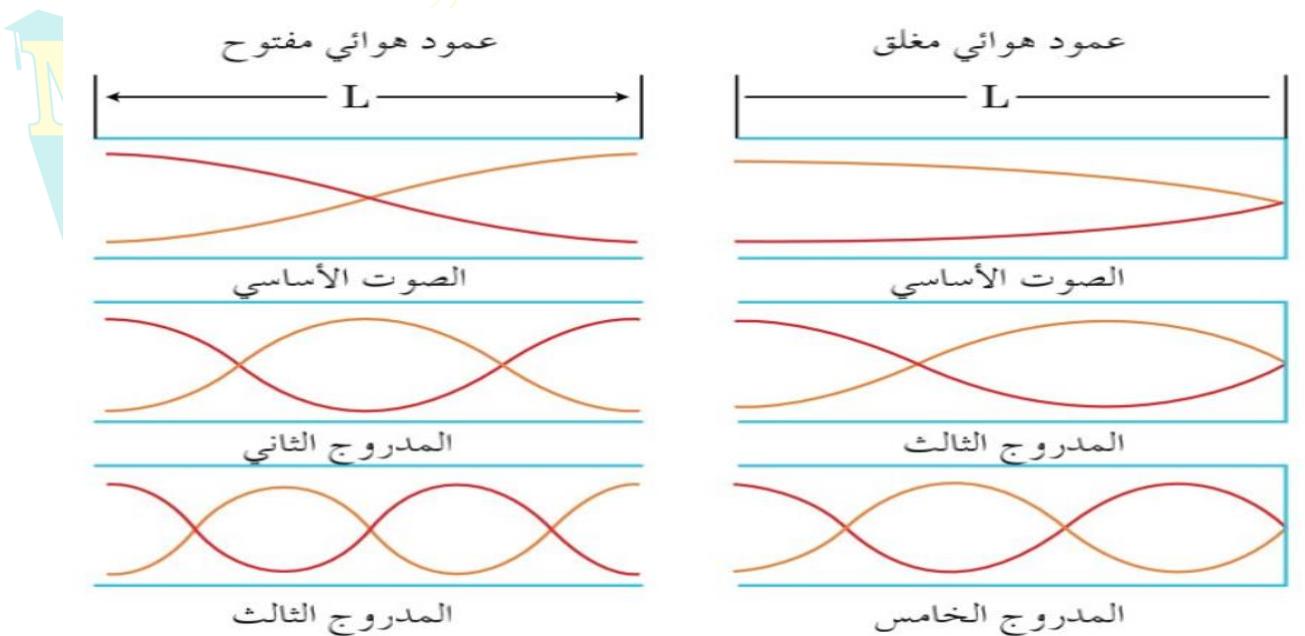
$$n = 1, 2, 3, \dots \quad L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4}$$

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \xrightarrow[V=\lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{V}{f}]{\text{نفرض:}} L = (2n - 1) \frac{V}{4f}$$

$$\xrightarrow{\text{نزع}} f = (2n - 1) \frac{V}{4L}$$

حيث : $n = 1, 2, 3, \dots$ والمدروج الأساسي $f_1 = \frac{V}{4L}$ يعطي تواترأساسي

ملاحظة : $(2n - 1) = 1, 3, 5, \dots$ (القوس يمثل مدروجات الصوت المدروج الثالث : $3 = (2 \cdot 1 - 1)$) ، يعطي تواترأساسي $f = \frac{V}{4L}$ والمدروج الأساسي $1 = (2 \cdot 1 - 1)$ ، يعطي تواترأساسي



المزماري

سؤال نظري (41): عرف المزماري أي أنواع المنشآت الصوتية؟

الحل :

المزماري: عمود غازى (هواء) اسطواني أو موشوري مقطعه ثابت وصغير بالنسبة لطوله يهتز بالتجاوب مع منبع صوتي ويحصر هذا العمود الغازى أنبوباً سميك الجدران حتى لا تشارك جدرانه الاهتزاز تصنف إلى:

1. **منبع ذو فم:** نهايته غرفة صغيرة مفتوحة يدفع فيها الهواء ليخرج من شق ضيق ويتشكل عند الفم بطن الاهتزاز عقدة ضغط.
2. **منبع ذو لسان:** صفيحة مرنية تدعى اللسان وقابلة للاهتزاز مثبتة من أحد طرفيها لقطع جريان الهواء لها تواتر اللسان عند اللسان عقدة اهتزاز وبطن ضغط.

سؤال نظري (42) في تجربة الأمواج المستقرة الطولية في هواء المزماري، أجب عن الأسئلة الآتية :

1. كيف تتشكل الأمواج المستقرة الطولية في هواء المزماري؟

2. علل الانعكاس على نهاية مفتوحة؟

3. اذكر الحالة الاهتزازية في طرف المزماري؟

الحل :

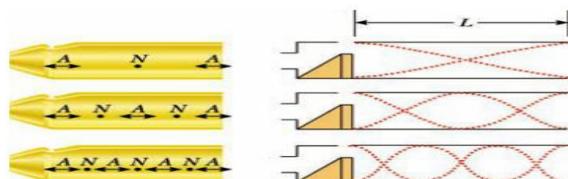
1. عندما تهتز طبقة الهواء المجاورة للمنبع ينتشر الاهتزاز طولياً في هواء المزماري لينعكس عند النهاية وتتدخل الأمواج الواردة مع الأمواج المنعكسة ت تكون الأمواج المستقرة الطولية وتكون النهاية المغلقة عقدة اهتزاز والنهاية المفتوحة بطن اهتزاز.
2. إن الانضغاط الوارد إلى طبقة الهواء الأخيرة يزيحها إلى الهواء الخارجي فتسبب انتفاخاً فيه وتخللاً وراءها يستدعي تهافت هواء المزماري ليملا الفراغ وينتتج عن ذلك تخلل ينتشر من نهاية المزماري إلى بدايته وهو منعكس الانضغاط الوارد.
3. منبع ذو فم يتشكل عنده بطن اهتزاز ، منبع ذو لسان يتشكل عنده عقدة اهتزاز .
نهاية المزماري مفتوحة يتشكل عندها بطن اهتزاز. نهاية المزماري مغلقة يتشكل عندها عقدة اهتزاز.

وعليه :

ذو فم نهاية مفتوحة	متشابه الطرفين	المزماري
ذو لسان نهاية مغلقة		
ذو فم نهاية مغلقة	مختلف الطرفين	
ذو لسان نهاية مفتوحة		

سؤال نظري (43) كيف يجعل مزماري (ذو فم أو ذو لسان) متشابه الطرفين ، ثم استثنى عبارة تواتر الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزماري؟ دورة 2012. الأولى والثانية

الحل :



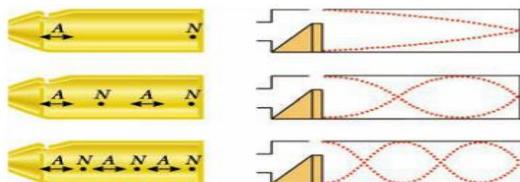
منبع ذو فم (بطن اهتزاز) يجعل نهايته مفتوحة (بطن اهتزاز)
منبع ذو لسان (عقدة اهتزاز) يجعل نهايته مغلقة (عقدة اهتزاز)
يكون طول المزماري يساوي عدداً صحيحاً من نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2} = n$

$$L = n \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} L = n \frac{v}{2f} \xrightarrow{\text{نزع } f} f = \frac{nv}{2L}$$

استنتاج التواتر :

حيث : $f = 1, 2, 3, \dots$ عدد صحيح يمثل مدرجات الصوت والمدرج الأساسي $n = 1$ ويعطي تواترأساسي $\frac{v}{2L}$

سؤال نظري (44) كيف يجعل مزمار (ذو فم أو ذوالسان) مختلف الطرفين، ثم استنتج عبارة لـ λ (طول الموجة) من الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزمار؟ (دورة 2013 الثانية، 2021)



منبع ذو فم (بطن اهتزاز) يجعل نهايته مغلقة (عقدة اهتزاز)
منبع ذو لسان (عقدة اهتزاز) يجعل نهايته مفتوحة (بطن اهتزاز)

يكون طول المزمار يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة $\lambda = \frac{v}{4f}$ ($2n - 1$)

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\text{نوع: } \lambda = \frac{v}{f}} L = (2n - 1) \frac{v}{4f}$$

$$\xrightarrow{\text{عزل } f} f = (2n - 1) \frac{v}{4L}$$

حيث: $n = 1, 2, 3$ والمذروج الأساسي $n = 1$ يعطي تواتر أساسى

سؤال نظري (45) ما العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الصوت في غاز معين داخل المزمار ثم أكتب العلاقات التي تربط تلك العوامل بسرعة الانتشار؟

سرعة انتشار الصوت في غاز معين تتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة حرارته المطلقة T مقدرة (بالكلفن)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} : T_k = 273 + t_c$$

سرعة انتشار الصوت في غازين مختلفين تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لكتافتيهما D_1, D_2 بالنسبة للهواء إذا كان الغازان في درجة حرارة واحدة ، ولهم رتبة ذرية واحدة (أي عدد الذرات التي تؤلف جزيئاته هي نفسها)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$

حيث D كثافة غاز بالنسبة للهواء ، M : الكتلة المولية للغاز (الكتلة الجزيئية الغرامية)

ملاحظات لحل مسائل الأمواج

البعد بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين (هو نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2}$)

البعد بين عقدة وبطن يليها (هو ربع طول الموجة $\frac{\lambda}{4}$)

عدد أطوال الموجة يحسب: $\frac{L}{\lambda}$ طول الوتر وواحدته (طول موجة)

طول الخيط (الوتر المشدود) L : يقسم إلى عدد n من المغازل كل مغازل طوله $\frac{\lambda}{2}$ ويكون :

$$L = n \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{\text{عزل المجهول}} \begin{cases} \lambda = \frac{2L}{n} \\ n = \frac{2L}{\lambda} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{عند طلب } \lambda \text{ طول الموجة} \\ \text{عند طلب } n \text{ عدد المغازل} \end{array} \quad (1)$$

حساب المسافة (ارتفاع النقطة) تبعد مسافة x (معطاة) عن النهاية المقيدة :

$$y_{\max} = 2y_{\max} \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} \bar{x} \right| \quad \text{حيث: } y_{\max} \text{ سعة اهتزاز المتبع}$$

(3) الكتلة الخطية للوتر (ميو μ) هي النسبة بين كتلته m وطوله L : $\mu = \frac{m}{L}$ ووحدتها $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$

يمكن حساب الكتلة الخطية لوتر اسطواني كتلته الحجمية (كتافته ρ) : $\mu = \rho \cdot \pi r^2$

$$\mu = \frac{m}{L} \xrightarrow{m = \rho \cdot V} \mu = \frac{\rho \cdot V}{L} = \frac{\rho \cdot sL}{L} = \rho \cdot s \Rightarrow \mu = \rho \cdot \pi r^2$$

دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

$$\begin{cases} v = \lambda \cdot f \\ v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \end{cases} \quad \begin{array}{l} f : \text{توافر الاهتزاز} \\ \text{سرعة انتشار الاهتزاز} \end{array} \quad \begin{array}{l} v : \text{سرعة انتشار الاهتزاز} \\ F_T : \text{قوة الشد} \end{array} \quad (4)$$

(5) حساب التواترات الخاصة لعدة مdroجات : $f = \frac{n \cdot v}{2L}$ حيث $n = 1, 2, 3, 4$ تمثل عدد المغازل

(المدروج الثالث : $n = 3$ ، المدروج الثاني : $n = 2$ ، المدروج الأساسي (الأول) : $n = 1$)

(6) حساب قوة الشد F_T من أجل n مغزل وفق الخطوات الآتية :

$$F_T = \frac{n^2}{4L^2} \frac{F_T}{\mu} \quad \begin{array}{l} \text{نربع الطرفين ونعرض} \\ f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \end{array} \quad \begin{cases} v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \\ f = \frac{n \cdot v}{2L} \end{cases}$$

(7) حساب أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة :

$$x = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \begin{array}{l} \text{معادلة العقد} \\ \text{حيث: رابع عقدة 3, ثالث عقدة 2, ثاني عقدة 1, اول عقدة 0} \end{array}$$

$$x = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{4} \quad \begin{array}{l} \text{معادلة البطون} \\ \text{حيث: رابع بطن 3, ثالث بطن 2, ثاني بطن 1, اول بطن 0} \end{array}$$

ملاحظة: لما يغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة

ملاحظات المزامير (الأنابيب الصوتية)

مزمار مختلف الطرفين	مزمار متشابه الطرفين
ذو فم نهاية مفتوحة ، ذو لسان نهاية مفتوحة	ذو فم نهاية مفتوحة ، ذو لسان نهاية مغلقة
$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4}$	طول المزمار
$f = (2n - 1) \frac{v}{4L}$	توافر الصوت
$(2n - 1) = 1, 3, 5$ $(2n - 1) =$ (صوت أساسي 1)	القوس $(2n - 1)$ يمثل مدروجات الصوت $(n = 1, 2, 3, 4)$
$\frac{\lambda}{4} = \frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}}$	عدد أطوال الموجة يحسب :
$\frac{\lambda}{4}$	البعد بين عقدة وبطن يليها
تغير السرعة v عند تغيير شروط التجربة (درجة حرارة الوسط أو كثافة الغاز)	
السرعة تتناصف عكساً مع الجذر التربيعي لكتافة الغاز	
$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{\frac{M_1}{29}}{\frac{M_2}{29}}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$: كتافة الغاز	$D =$ $T = t(C^0) +$: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$ نسخ
29	273

للثالث الثانوى العلمى

ملاحظات الأعمدة الهوائية نموض القوس $(2n - 1)$ برقم المدروج ونموض n برقم الرنين

العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين) (قناة سمعية)	العمود الهوائي المفتوح (متشابه الطرفين) (نفق عبور سيارات)
$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4}$ <p>القوس $(2n - 1)$ يمثل مدروجات الصوت ($n = 1, 2, 3, 4$)</p> <p>الرنين الأول: $(2n - 1) = 1$ $n = 1$: المدروج الأساسي</p> <p>الرنين الثاني: $(2n - 1) = 3$ $n = 2$: المدروج الثالث</p> <p>طول العمود الهوائي عند الرنين الأول يساوي $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ (أقصر طول)</p> <p>طول العمود الهوائي عند الرنين الثاني يساوي $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$</p> <p>البعد بين صوتين شديدين متتاليين $\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$</p> <p>$\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2}$</p> <p>توتره $f = (2n - 1) \frac{v}{4L}$</p> <p>البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول: $L_1 = ?$ $\Rightarrow f = \frac{v}{4L_1} \Rightarrow L_1 = \frac{v}{4f}$</p> $(2n - 1) = 1 \Rightarrow \text{الرنين الأول:}$	$L = n \cdot \frac{\lambda}{2}$ <p>الرنين الأول: $n = 1$ الرنين الثاني: $n = 2$</p> <p>توتره $f = \frac{n \cdot v}{2L}$</p> <p>$n = 1, 2, 3, 4$</p> <p>(الرنين الأول 1)</p> <p>القوة الضاغطة تساوي الضغط ضرب مساحة السطح $F = P \cdot S$</p> <p>البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنين متتاليين): $\frac{\lambda}{2}$</p> <p>طول الموجة: $\lambda = \frac{v}{f}$</p>

لختير نفسك، أولاً، افترض الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. في الأمواج المستقرة العرضية المسافة بين عقدتين متتاليتين تساوي:

$$2\lambda - d \quad \lambda - c \quad \frac{\lambda}{2} - b \quad \frac{\lambda}{4} - a$$

2. فرق الطور φ بين الموجة الواردة والموجة المنعكسة على نهاية مقيدة تساوي بالراديان:

$$\varphi = \pi - d \quad \varphi = \frac{\pi}{2} - c \quad \varphi = \frac{\pi}{3} - b \quad \varphi = 0 - a$$

3. في تجربة ملء مع نهاية طلقة يصدر وتراً طوله L صوتاً أساسياً، طول موجته λ تساوي:

$$\frac{L}{2} - d \quad L - c \quad 2L - b \quad 4L - a$$

توضيح الإجابة: $L = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4L$

4. وتر مهتز طوله L ، وسرعة انتشار الموجة العرضية على طوله v ، وقوة شده F_T ، فإذا زدنا قوة شده أربع مرات لتصبح سرعة انتشاره v' تساوي:

$$4v - d \quad 2v - c \quad \frac{v}{2} - b \quad \frac{v}{4} - a$$

توضيح الإجابة: $v' = \sqrt{\frac{4F_T}{\mu}} = 2v$

5. وتر مهتز طوله L ، وكتلته m ، وكتلته الخطية μ ، نقسمه إلى قسمين متساوين، فإن الكتلة الخطية لكل قسم تساوي:

$$4\mu - d \quad \frac{\mu}{2} - c \quad \mu - b \quad 2\mu - a$$

توضيح الإجابة: $\mu' = \frac{m}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$

دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

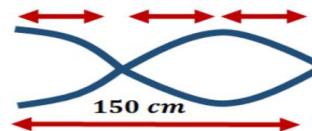
150 cm -d

200 cm -c

250 cm -b

50 cm -a

توضيح الإجابة:



$$L = 3 \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4L}{3} = \frac{4 \times 150}{3} = 200$$

6. يمثل الشكل أنبوباً هوائياً مغلقاً طوله $L = 150 \text{ cm}$ ، فإن طول الموجة الصوتية λ تساوي: $L = 2\lambda$ -d $L = \lambda$ -c $L = \frac{\lambda}{2}$ -b $L = \frac{\lambda}{4}$ -aتوضيح الإجابة: $L = n \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{\text{أساسي}} L = \frac{\lambda}{2}$

7. طول العمود الهوائي المفتوح الذي يصدر نغمه الأساسي يعطى بالعلاقة:

 $L = 2\lambda$ -d $L = \lambda$ -c $L = \frac{\lambda}{2}$ -b $L = \frac{\lambda}{4}$ -a

8. طول العمود الهوائي المغلق الذي يصدر نغمه الأساسي يعطى بالعلاقة:

 $L = 2\lambda$ -d $L = \lambda$ -c $L = \frac{\lambda}{2}$ -b $L = \frac{\lambda}{4}$ -aتوضيح الإجابة: $L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\text{أساسي}} L = \frac{\lambda}{4}$ 9. وتران متجانسان من المعدن نفسه مشودان بقوة الشد نفسها، قطر الوتر الأول 1mm، قطر الوتر الثاني 2mm، فإذا كانت سرعة انتشار اهتزاز عرضي في الوترين v_2, v_1 على الترتيب، فإن: $2v_1 = v_2$ -d $v_1 = 4v_2$ -c $v_1 = 2v_2$ -b $v_1 = v_2$ -a

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_2}}}{\sqrt{\frac{F_T}{\mu_1}}} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = \sqrt{\frac{\rho s_1}{\rho s_2}} = \sqrt{\frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}} = \sqrt{\frac{r_1^2}{4r_2^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_1 = 2v_2$$

توضيح الإجابة:

10. مزمار متشابه الطرفين طوله L ، وسرعة انتشار الصوت في هوائه v ، فتوتر صوته البسيط الأساسي الذي يصدره يعطى بالعلاقة: $f = \frac{2v}{L}$ -d $f = \frac{4v}{L}$ -c $f = \frac{v}{4L}$ -b $f = \frac{v}{2L}$ -aتوضيح الإجابة: $f = \frac{n.v}{2L} \xrightarrow{\text{أساسي}} f = \frac{v}{2L}$

11. مزمار ذو فم، نهاية مفتوحة، عندما يهتز هواؤه بالتجاوب يتكون عند نهايته المفتوحة:

-d جميع ما سبق

-c عقدة اهتزاز

-b بطن ضغط

-a صحيح.

12. مزمار متشابه الطرفين طوله L ، يصدر صوتاً أساسياً موقتاً للصوت الأساسي لمزمار آخر مختلف الطرفين طوله L' في الشروط نفسها. فإن: $L = 4L'$ -d $L = 3L'$ -c $L = 2L'$ -b $L = L'$ -aتوضيح الإجابة: موقتاً أي لهما نفس التواتر $f = \frac{n.v}{2L}$ $\xleftarrow{\text{أساسي}} f = (2n - 1) \frac{v}{4L'}$

13. يصدر أنبوب صوتي مختلف الطرفين صوتاً أساسياً تواتره 435 Hz فإن تواتر الصوت التالي الذي يمكن أن يصدره يساوي :

1305 Hz -d

870 Hz -c

217.5 Hz -b

145 Hz -a

توضيح الإجابة: $f_2 = 3f_1 \Rightarrow f_2 = 3 \times 435 = 1305 \text{ Hz}$ 14. في تجربة ملء مع نهاية مقيدة تتكون أربعة مغازل عند استخدام وتر طوله $L = 2m$ ، وهزازة تواترها $f = 435 \text{ Hz}$ فتكون سرعة انتشار الاهتزاز v مقدرة بـ $m.s^{-1}$ تساوي:

870 -d

1742 -c

290 -b

435 -a

توضيح الإجابة: $f = \frac{n.v}{2L} \Rightarrow v = \frac{2Lf}{n} \Rightarrow v = \frac{2 \times 2 \times 435}{4} = 435 m.s^{-1}$

15. إذا كانت v_1 سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين ($H = 1$), و v_2 سرعة انتشار الصوت في غاز الأوكسجين ($O = 16$):

$$v_1 = -d$$

$$v_1 = 8v_2 - c$$

$$v_1 = 4v_2 - b$$

$$v_1 = v_2 - a$$

$$16v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{D_{O_2}}{D_{H_2}}} = \sqrt{\frac{\frac{M_{O_2}}{29}}{\frac{M_{H_2}}{29}}} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{32}{29}} \times v_2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{16} \times v_2 \Rightarrow v_1 = 4v_2$$

توضيح الاجابة:

16. طول الموجة المستقرة هو:

b- مثلي المسافة بين بطينين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.

c- نصف المسافة بين بطينين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.

b- ثالث: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. في تجربة أمواج مستقرة عرضية تعطى معادلة اهتزاز نقطة n من وتر مرن تبعد \bar{x} عن نهايته المقيدة:

$$\bar{y}_{n(t)} = 2Y_{max} \sin \frac{2\pi}{4} \bar{x} \sin(\omega t)$$

أمثلولة في النطري سابقاً

2. كيف نجعل مزماراً ذا لسان مختلف الطرفين من الناحية الاهتزازية؟ استنتج العلاقة المحددة لتوافر الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزمار بدلالة طوله.

3. ثبت بإحدى شعبي رنانة كهربائية تواترها f طرف وتر له طول مناسب ومشدود بثقل مناسب كتلته m لتكون أمواج مستقرة عرضية بثلاثة مغازل، ولكي نحصل على **مغزليين** نجري التجربتين الآتيتين:

a. تستبدل الرنانة السابقة برنانة أخرى ، تواترها f' مع الكتلة السابقة نفسها m . استنتج العلاقة بين التواتر f ، f' .

b. تستبدل الكتلة السابقة m بكتلة أخرى m' مع الرنانة السابقة نفسها f . استنتاج العلاقة بين الكتلتين m' ، m .

الحل : $n = 2$ و $n' = 3$

$$f = \frac{nv}{2L} \Rightarrow f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f' = \frac{n'}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$\frac{f'}{f} = \frac{n'}{n} = \frac{2}{3} \Rightarrow f' = \frac{2}{3} f$$

$$f = f'$$

b- الرنانة السابقة نفسهاها : أي نفس التواتر :

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad f' = \frac{n'}{2L} \sqrt{\frac{F'_T}{\mu}}$$

$$\frac{F_T = mg}{f} = \frac{n'}{n} \times \sqrt{\frac{(m'g)}{(mg)}} \Rightarrow 1 = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{m'}{m}} \Rightarrow 1 = \frac{4}{9} \frac{m'}{m}$$

$$\Rightarrow m' = \frac{9m}{4}$$

-a



4. كيف يتم عملياً الكشف عن الحقل الكهربائي \vec{E} ، و الحقل المغناطيسي \vec{B} في الأمواج المستقرة الكهربائية المنتشرة في الهواء؟

نكشف عن الحقل الكهربائي \vec{E} بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل ويتم ذلك بوصول طرف الهوائي المستقبل براسم اهتزاز مهبطي وتغيير طول الهوائي حتى يرتسن على الشاشة خط بياني بسعة عظمى فيكون أصغر طول الهوائي المستقبل مساوياً $\frac{\lambda}{4}$ نكشف عن الحقل المغناطيسي \vec{B} لحفلة نحاسية عمودية على \vec{B} فبولد فيها تواتر نتائج تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

5. إذا تكونت **ثلاثة مغازل** لأمواج مستقرة عرضية في وتر مشدود بقوة مناسبة، وأردنا الحصول على **خمسة مغازل** بتغيير قوة الشد فقط، فهل نزيد تلك القوة أم نقصها؟ ولماذا؟

$$f = \frac{nv}{2L} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$n = \frac{2Lf}{\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}} \Rightarrow n = 2Lf \frac{\sqrt{\mu}}{\sqrt{F_T}}$$

n تتناسب عكساً مع $\sqrt{F_T}$ أي لزيادة عدد المغازل يجب إنفاص قوة الشد.

دفتر البيان في الفيزياء

للثالث الثانوي العلمي

6. على ما يأتى:

- a. لا يحدث انتقال للطاقة في الأمواج المستقرة كما في الأمواج المنتشرة.
- b. تسمى الأمواج المستقرة بهذا الاسم.

الحل:

- a لأن الأمواج المستقرة هي أمواج واردة وأمواج معاكسة تنقل الطاقة باتجاهين متعاكسين.
- b لأن نفاط الوسط تهتز مراوحة في مكانها شكلاً ثابتاً ونظهر وكأنها ساكنة.

7. في الأمواج المستقرة العرضية، هل يهتز البطن الأول، و البطن الثالث التالي على توافق أم على تعاكس فيما بينهما؟
على توافق لأن فرق المسير بينهما 2، أي أن نقاط مغزلين متجاورين تهتز فيما بينهما على تعاكس في الطور.

ثالثاً: حل المسائل الآتية، وفي جميع المسائل $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

المسالة الأولى (درس):

إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء $331 \text{ m.s}^{-1} = v$ ، بدرجة $0^\circ\text{C} = t$. احسب سرعة انتشار الصوت في الدرجة 27°C

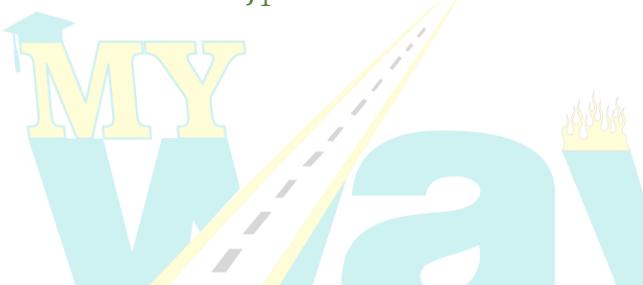
$$v_1 = 331 \text{ m.s}^{-1} \quad t_1 = 0^\circ\text{C} \quad v_2 = ? \quad t_2 = 27^\circ\text{C}$$

المعطيات.

الحل:**المسالة الثانية (درس):**

يصدر أنواع صوتي مختلف الطرفين صوتاً أساسياً توافره $435 \text{ Hz} = f$. فما توافرات الأصوات الثلاثة المتالية التي يمكنه أن يصدرها؟

$$f_1 = 435 \text{ Hz} \quad \text{صوت أساسى} \quad (2n - 1) = 1 \quad \text{المعطيات، مختلف الطرفين}$$

الحل:**المسالة الثالثة (درس):**

يصدر وتر صوتاً أساسياً توافره $250 \text{ Hz} = f_1$. كم يصبح توافر صوته الأساسي إذا نقص طول الوتر حتى النصف $L' = \frac{L}{2}$ وازدادت قوة الشد حتى مثليها $(F'_T = 2F_T)$.

$$f_1 = 250 \text{ Hz} \quad f = ? \quad L' = \frac{L}{2} \quad F'_T = 2F_T \quad \text{المعطيات.}$$

الحل:**المسالة الرابعة (درس):**

تهتز رنانة توافرها $f = 440 \text{ Hz}$ فوق عمود هوائي مغلق، حدد البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول عندما تكون درجة حرارة الهواء في العمود 20°C ، حيث سرعة انتشار الصوت في هذه الحالة $340 \text{ m.s}^{-1} = v$.

$$f = 440 \text{ Hz} \quad (الرنين الأول الأساسي) \quad v = 340 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{المعطيات.}$$

الحل:

المشارة الخامسة (درس):

استعملت رنانة تواترها $f = 445 \text{ Hz}$ فوق عمود رنين مغلق لتحديد سرعة انتشار الصوت في غاز الهيليوم ، فإذا كان البعد بين صوتين شديدين متتالين (رنين متsequين) $L = 110 \text{ cm}$ ، احسب سرعة انتشار الصوت في غاز الهيليوم.

$$f = 445 \text{ Hz} \quad \frac{\lambda}{2} = L = 110 \text{ cm}$$

الحل :

المشارة السادسة (درس):

احسب تواتر الصوت الأساسي لوتر مشدود طوله $L = 0.7 \text{ m}$ وكتلته $m = 7 \text{ g}$ ، شدّ بقعة قدرها $F_T = 49 \text{ N}$.

$$f = ? \quad n_{\text{أساسي}} = 1 \quad L = 0.7 = 7 \times 10^{-1} \text{ m} \quad m = 7 \times 10^{-3} \text{ kg} \quad F_T = 49 \text{ N}$$

الحل :

المشارة السابعة (درس):

تهتز شعبتا رنانة كهربائية بتواتر $f = 30 \text{ Hz}$ ، نصل إحدى الشعوبتين بخيط من طوله $L = 2 \text{ m}$

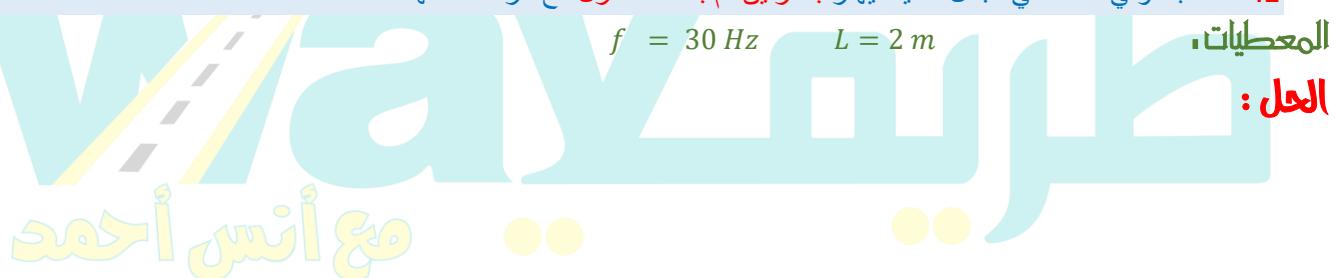
1. يشد الخيط بقعة شدتها $F_T = 7.2 \text{ N}$ فيهتز مكوناً مغزاً واحداً. استنتاج كتلة الخيط؟

2. احسب قوتي الشد التي تجعل الخيط يهتز بمغزاً ثم بثلاثة مغازل مع الرنانة نفسها؟

$$f = 30 \text{ Hz} \quad L = 2 \text{ m}$$

المحطيات.

الحل :



مع أنس أحمد

المسألة الثامنة (درس):

احسب سرعة انتشار اهتزاز عرضي في وتر قطر مقطعه 0.1 mm ، وكثافة مادته 8 ، مشدود لقوة شدتها $F_T = 100\pi N$

$$v = ? \quad D = 8 \quad F_T = 100\pi N$$

المعطيات،

الحل :

المسألة التاسعة (درس):

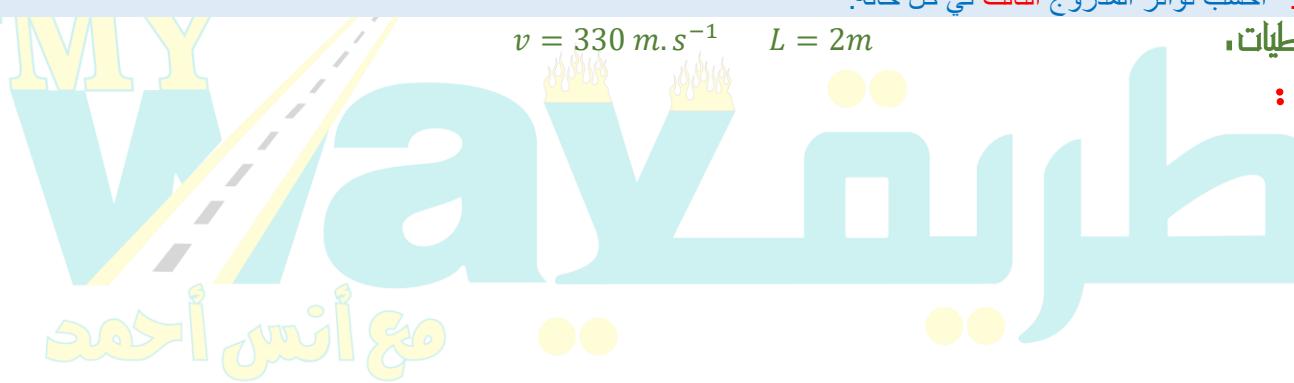
إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء $330 \text{ m.s}^{-1} = v$ المطلوب:

1. احسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره عمود هوائي طوله $L = 2m$ إذا كان مغلقاً، ثم إذا كان مفتوحاً.
2. احسب تواتر المدروج الثالث في كل حالة.

$$v = 330 \text{ m.s}^{-1} \quad L = 2m$$

المعطيات،

الحل :



المسألة العاشرة (درس):

وتر آلة موسيقية، طوله $L = 1m$ ، وكثنته $g = 20 \text{ m}$ ، مثبت من طرفيه ومشدود بقوة $F_T = 2N$ ، المطلوب:

1. سرعة انتشار الاهتزاز على طول الوتر.
2. تواتر الصوت الأساسي الذي يمكن أن يصدر عنه.
3. التواترات الخاصة لمدروجاته الثلاثة الأولى.

$$L = 1m \quad m = 20 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-2} \text{ kg} \quad F_T = 2N$$

الحل :

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F_T \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1}{2 \times 10^{-2}}} = \sqrt{10^2} = 10 \text{ m.s}^{-1} \quad -1$$

تواتر الوتر المشدود (نهاية مقيدة) :

$$f = \frac{nv}{2L} \quad n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{1 \times 10}{2 \times 1} = 5 \text{ Hz} \quad -2$$

$$f = \frac{nv}{2L} \quad -3$$

$$\begin{aligned} n = 1 &\Rightarrow f_1 = 5 \text{ Hz} \\ n = 2 &\Rightarrow f_2 = 2f_1 = 10 \text{ Hz} \\ n = 3 &\Rightarrow f_3 = 3f_1 = 15 \text{ Hz} \end{aligned}$$

المأساة العاشرة عشرة (درس): مزمار متشابه الطرفين طوله $L = 1 \text{ m}$ يصدر صوتاً تواتره $f = 170 \text{ Hz}$ ، يحوي هواء في

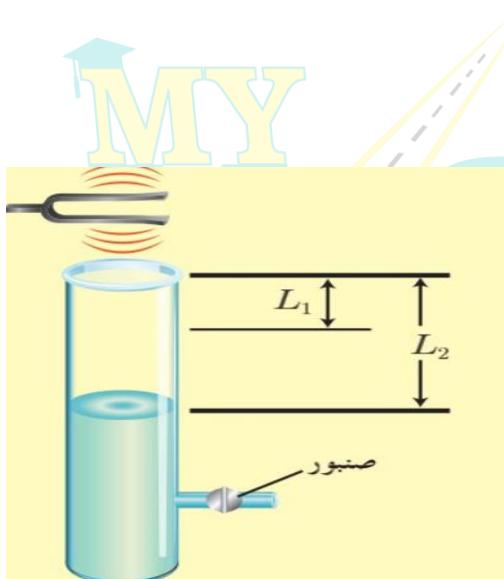
درجة حرارة معينة حيث سرعة انتشار الصوت $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$. **المطلوب:**

1. احسب عدد اطوال الموجة التي يحويها المزمار.
2. احسب طول مزمار آخر مختلف الطرفين يحوي الهواء يصدر صوتاً أساسياً موقتاً للصوت السابق في درجة الحرارة نفسها.

$$L = 1 \text{ m} \quad f = 170 \text{ Hz} \quad v = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

المعطيات:

الحل:



المسائل العامة:

المأساة 27 عامة: أنبوب أسطواني مملوء بالماء وله صنبور عند قاعته، تهتز رنانة فوق طرفه العلوي المفتوح، وعند إنفاس مستوى الماء في الأنبوب، سمع صوت شديد يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_1 = 17 \text{ cm}$ ، وباستمرار إنفاس مستوى الماء سمع صوت شديد ثان يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_2 = 49 \text{ cm}$ ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة السابقة $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$ ، احسب تواتر الرنانة المستخدمة.

الحل: المعطيات، ملاحظة: عمود الهواء المغلق نعماته معاملة مختلفة الطرفين بالمزمار

عمود الهواء مفتوح الطرفين نعماته معاملة متشابه الطرفين.

$$L_1 = 17 \text{ cm} \quad (\text{صوت شديد أول})$$

$$L_2 = 49 \text{ cm} \quad (\text{صوت شديد ثان})$$

$$\text{عمود هواء مغلق} \quad v = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{مختلف الطرفين:} \quad \heartsuit$$

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad : \quad \text{حسب}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{صوت أول} & \Rightarrow (2n - 1) = 1 \Rightarrow L_1 = 1 \frac{\lambda}{4} \\ \text{صوت أول} & \Rightarrow (2n - 1) = 3 \Rightarrow L_2 = 3 \frac{\lambda}{4} \end{aligned} \right\} \Delta L = (L_2 - L_1) = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta L = (L_2 - L_1) = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2 \times (49 - 17) = 2 \times 32 = 64 \text{ cm} \Rightarrow (\lambda = 64 \times 10^{-2} \text{ m})$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{64 \times 10^{-2}} \Rightarrow \boxed{f = 531,25 \text{ Hz}}$$

المأساة 28 عامة: مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله $L = 3m$ فيه هواء درجة حرارته 0°C حيث سرعة انتشار الصوت

فيه $1\text{ m.s}^{-1} = 330\text{ m.s}^{-1}$ وتواتر الصوت الصادر $f = 110\text{ Hz}$ ، **المطلوب:**

1. احسب البعد بين بطينين متتاليين، ثم استنتج رتبة الصوت.

2. نسخن المزمار إلى الدرجة $t = 819^\circ\text{C}$ ، استنتج طول الموجة المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه.

3. احسب طول مزمار آخر ذي فم، نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة 0°C ، تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصوت الصادر عن المزمار السابق (في الدرجة 0°C).

المعطيات: متشابه الطرفين $f = 110\text{ Hz}$ ، $t = 0^\circ\text{C}$ $v = 330\text{ m.s}^{-1}$ ، $L = 3m$

الحل:



المأساة 29 عامة: خيط مرن أفقي طوله $L = 1m$ وكتلته $10g = m$ ، نربط أحد طرفيه ببرنامة كهربائية شعبتها

أفقية تواترها $f = 50\text{ Hz}$ ، ونشد الخيط على محرز بكرة بثقل مناسب لتكون **نهايته مقيدة**، فإذا علمت أن طول الموجة

المتكونة 40 cm ، **المطلوب:**

1. ما عدد المغازل المتكونة على طول الخيط؟

2. احسب السعة ب نقطة تبعد 20 cm ثم ب نقطة تبعد 30 cm عن النهاية المقيدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المرن $Y_{\text{max}} = 1\text{ cm}$.

3. احسب الكتلة الخطية للخيط، واحسب قوة شد هذا الخيط، وسرعة انتشار الاهتزاز فيه.

4. احسب قوة شد الخيط التي تجعله يهتز بمغزلتين، وحدد أبعاد العقد والطعون عن النهاية المقيدة في هذه الحالة.

5. نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه. هل تتغير كثافة الخطية باعتبار أنه متضائل.

المعطيات: $L = 1m$ $m = 10 \times 10^{-3} = 10^{-2}\text{ kg}$ $f = 50\text{ Hz}$ $\lambda = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-1}\text{ m}$

الحل:



المسالة 30 عامة: وتر طوله $m = 1.5\text{ m}$ ، وكتلته $L = 1.5\text{ g}$ نجعله يهتز بالتجاوب بواسطة هزازة تواترها $f = 100\text{ Hz}$ يتشكل فيه ثلاثة مغارز، **المطلوب:**

1. احسب طول موجة الاهتزاز.
2. احسب الكتلة الخطية للوتر.
3. احسب سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر.
4. احسب مقدار قوة الشد المطبقة على الوتر.
5. احسب بعد أماكن عقد وبطون الاهتزاز عن نهايته المقيدة.

المعطيات،

الحل:

$$L = 1,5 = 15 \times 10^{-1} m \quad m = 15 \times 10^{-3} kg \quad f = 100 Hz \quad n = 3 \text{ مغازل}$$

$$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 1.5}{3} \Rightarrow \lambda = 1 m \quad -1$$

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{15 \times 10^{-3}}{15 \times 10^{-1}} \Rightarrow \mu = 10^{-2} kg \cdot m^{-1} \quad -2$$

$$v = \lambda f = 1 \times 100 = 100 m \cdot s^{-1} \quad -3$$

$$\begin{cases} f = \frac{nv}{2L} \\ v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \end{cases} \Rightarrow f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f^2 = \frac{n^2}{4L^2} \frac{F_T}{\mu} \quad -4$$

$$\Rightarrow 10000 = \frac{9}{4 \times 225 \times 10^{-2}} \times \frac{F_T}{10^{-2}} \Rightarrow 10000 = \frac{F_T}{10^{-2}} \Rightarrow F_T = 100 N \quad -5$$

ثلاثة مغازل (أربع عقد وثلاثة بطون)

$$X = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{أبعاد العقد} \quad \diamond$$

$$\text{أول عقدة } n = 0 \Rightarrow x_1 = 0$$

$$\text{ثاني عقدة } n = 1 \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2} m$$

$$\text{ثالث عقدة } n = 2 \Rightarrow X_3 = 1 m$$

$$\text{رابع عقدة } n = 3 \Rightarrow X_4 = 1.5 m$$

$$X = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} \quad \text{أبعاد البطون} \quad \heartsuit$$

$$\text{أول بطن } n = 0 \Rightarrow X_1 = \frac{1}{4} m$$

$$\text{ثاني بطن } n = 1 \Rightarrow X_2 = \frac{3}{4} m$$

$$\text{ثالث بطن } n = 2 \Rightarrow X_3 = \frac{5}{4} m$$

المسالة 31 عامة: مزمار ذو فم نهايته مفتوحة، طوله $L = 3.4 m$ مملوء بالهواء يصدر صوتاً تواتره $f = 1000 Hz$

حيث سرعة انتشار الصوت في هواء المزمار $v = 340 m \cdot s^{-1}$ في درجة حرارة التجربة:

1. احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار.

2. إذا تكونت داخله عقدة واحدة فقط في منتصف المزمار في الدرجة نفسها من الحرارة، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ.

3. إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء $0^\circ C$ $v = 331 m \cdot s^{-1}$ ، فاحسب درجة حرارة التجربة.

$$L = 3.4 m = 34 \times 10^{-1} m \quad f = 1000 Hz \quad v = 340 m \cdot s^{-1} \quad \text{المعطيات، متشابه الطرفين}$$

الحل:

المأساة 32 عامة: يصدر مزمار ذو فم نهايته مفتوحة صوتاً بإمرار هواء بدرجة $15^{\circ}\text{C} = t$ ، فيكون داخله عقدتان

للاهتزاز البعد بينهما 50 cm ، المطلوب:

1. طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار.
 2. طول المزمار.
 3. تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار.
 4. طول مزماراً آخر ذي فم نهايته مغلقة في الدرجة $15^{\circ}\text{C} = t$ صوتاً أساسياً موقتاً للصوت الصادر عن المزمار السابق.
- سرعة انتشار الصوت في الهواء بالدرجة $0^{\circ}\text{C} = t$ ، تساوي $v = 331 \text{ m.s}^{-1}$

الحل :



المأساة 33 عامة:

1. لدينا مزمار متشابه الطرفين طوله $L = 3.32 \text{ m}$ يصدر صوتاً تواتره $f = 1024 \text{ Hz}$ ، هو يحوي هواء بدرجة $15^{\circ}\text{C} = t$ ينتشر فيه الصوت بسرعة $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$. احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار.
2. نريد أن يحوي المزمار نصف عدد أطوال الموجة السابقة وهو يصدر الصوت السابق نفسه بتغيير درجة حرارة هوائه فقط لتصبح t' . احسب قيمة t' .
3. إذا تكون في طرف المزمار بطنان للاهتزاز وعقدة واحدة فقط في منتصفه بدرجة الحرارة $15^{\circ}\text{C} = t$ ، بتغيير قوة النفح عند منبعه الصوتي. احسب تواتر الصوت الصادر عنه حينئذ.

المعطيات، متشابه الطرفين $L = 3.32 \times 10^{-2} \text{ m}$ $f = 1024 \text{ Hz}$ $t = 15^{\circ}\text{C}$ $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$
الحل :

المسالة 34 عامة: استعمل عمود هوائي مغلق لقياس سرعة انتشار الصوت بوساطة رنانة توافرها $f = 392 \text{ Hz}$ ، فسمع أول صوت شديد عندما كان طول الهواء مساوياً $L_1 = 21 \text{ cm}$ ، وسمع الصوت الشديد الثاني عندما كان طول الهواء مساوياً $L_2 = 65.3 \text{ cm}$. احسب سرعة انتشار الصوت في هذه الحالة. هل درجة الحرارة في العمود الهوائي أكبر أم أصغر من درجة حرارة الغرفة؟ (والتي تساوي $t = 20^\circ\text{C}$)

عمود هوائي مغلق = مختلف الطرفين $f = 392 \text{ Hz}$

ثاني صوت شديد $L_1 = 21 \text{ cm}$ ، $n = 1$ ، أول صوت شديد $L_2 = 65.3 \text{ cm}$ $n = 2$

الحل :

مع أنس أحمد

المسألة 35 عامة: مزمار ذو فم نهايته مغلقة يحوي غاز **الأكسجين** سرعة انتشار الصوت فيه $324 \text{ m.s}^{-1} = v$ يصدر صوتاً أساسياً تواتره $f = 162 \text{ Hz}$ ، **المطلوب.**

1. احسب طول هذا المزمار.
2. نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهيدروجين في درجة الحرارة نفسها، احسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في الحاله.



يُتضمن هذا القسم:

مقدمة

الوحدة ٤

• مدخل إلى الكهرباء

• الكهرباء و المغناطيسية

- الدرس الأول: المغناطيسية
- الدرس الثاني: فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي
- الدرس الثالث: التحرير الكهرومغناطيسي
- الدرس الرابع: الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر
- الدرس الخامس: التيار المتناوب الجيبى
- الدرس السادس: المحولات

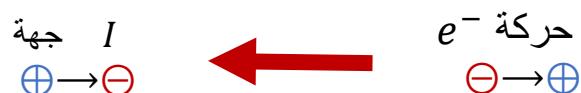
مقدمة: مدخل إلى الكهرباء

يوجد نوعين من الشحنات الكهربائية q :1. شحنات كهربائية سالبة (إلكترونات سالب e^-).2. شحنات كهربائية موجبة (بروتونات P^+).

قانون كمية الكهرباء التي تعبر ناكل كهربائي (سلك):

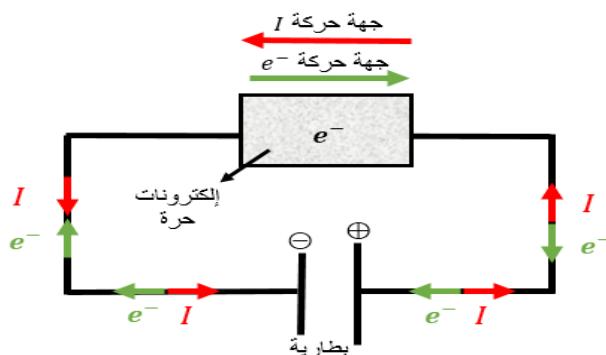
$$q = n \cdot e^-$$

القيمة المطلقة للشحنة الكهربائية (كولوم)
الشحنة الإلكترون



جهة حركة e^- $\Theta \rightarrow \oplus$

جهة حركة e^- $\Theta \rightarrow \oplus$



فرق الكمون يعمل على تحريك وتسريع الإلكترونات السالبة الحرة نحو القطب الموجب فينشأ تيار كهربائي I متواصل جهته الاصطلاحية هي عكس جهة حركة الإلكترونات.

وفقاً لقانون أوم:

$$\frac{U}{V} = \frac{R}{\Omega} \cdot \frac{I}{A}$$

تيار كهربائي مقاومة كهربائية فرق الكمون
فولت أمبير أوم أمبير

نلاحظ من قانون أوم :

- تناسب شدة التيار الكهربائي طرداً مع فرق الكمون المطبق.
- أي لزيادة شدة التيار الكهربائي I يجب زيادة فرق الكمون المطبق U بين طرفي الدارة.
- تناسب شدة التيار الكهربائي عكساً مع المقاومة الكهربائية للدارة. I و R هو تناسب عكسي.
- أي لزيادة شدة التيار الكهربائي I يجب إنفاص المقاومة الكهربائية للدارة R . وفق مा�يلي:
 - زيادة مساحة مقطع السلك S .
 - إنفاص طول السلك l .
 - إنفاص المقاومة النوعية لمادة السلك ρ (رو).

قانون المقاومة الكهربائي لناكل طوله l ومساحة مقطعه S

لو استخدمنا سلك من الحديد طويل ورقيق فإن مقاومته كبيرة جداً وعند إمداد تيار كهربائي متواصل فيه فإن درجة حرارة السلك ستكون عالية جداً لأن المقاومة الكهربائية تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وهذا ما يسمى (فعل جول الحراري) وتستخدم هذه الخاصية في أجهزة التسخين (سخان الماء - المكواة ...).

المغناطيسية

الدرس الأول

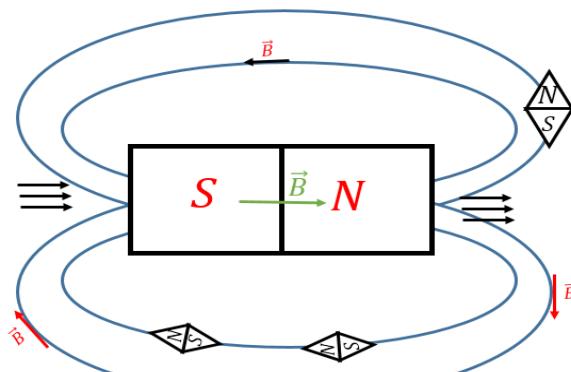
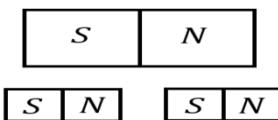
المغناطيس: هو كل جسم قادر على جذب الأجسام الحديدية.

لكل مغناطيس قطبان: قطب شمالي N و قطب جنوبى S .

القطبان المتشابهان يتناقضان $\vec{S} \vec{S} \quad \vec{N} \vec{N}$

القطبان المختلفان يتجاذبان $\vec{N} \vec{S} \quad \vec{S} \vec{N}$

لا يمكن فصل قطبي المغناطيس عن بعضهما لأنه سنحصل على مغناطيس جديد.



خطوط الحقل المغناطيسي: رمزه B وواحدته (تسلا T).

خارج المغناطيس: من القطب الشمالي N وتدخل إلى القطب الجنوبي S .

داخل المغناطيس: من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي $\vec{S} \vec{N}$

المغناطيس المستقيم:

المجال المغناطيسي للمغناطيس: هو المنطقة المحيطة بالمغناطيس والتي تظهر فيها آثار قوة مغناطيسية (جذب).

شعاع الحقل المغناطيسي \vec{B} : هو مماس لمحنيات الحقل المغناطيسي في كل نقطة منها.

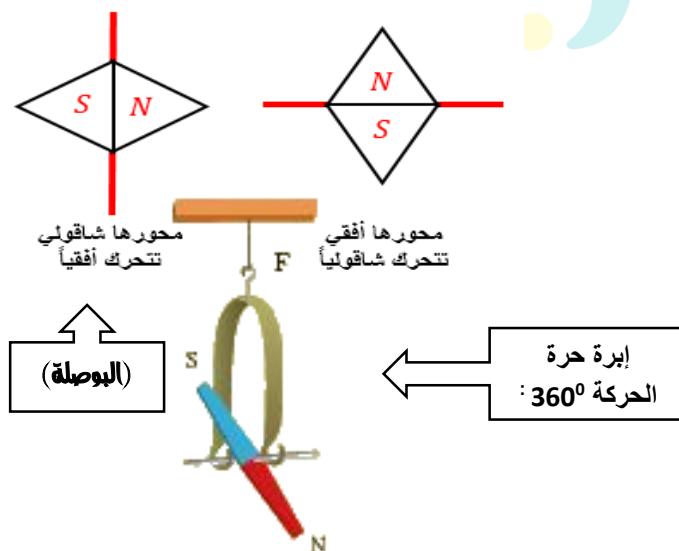
تزداد شدة الحقل المغناطيسي كلما اقتربنا من المغناطيس وتكون عظمى عند قطبي المغناطيس N و S .

الإبرة المغناطيسية:

هي عبارة عن مغناطيس صغير لها قطبان شمالي N و جنوبى S وتتأثر بالحقل المغناطيسي المحيط بها

يكون الحقل المغناطيسي منطبق على محور الإبرة ويتوجه بداخلها من $S \rightarrow N$

يوجد ثلاثة أنواع للإبر المغناطيسية :



نحصل بين قطبي مغناطيس نضوى: على حقل مغناطيسى منظم لأن أشعة الحقل مستقيمات متsequيره ولها الشدة نفسها .

► المغناطيس النضوى:

سؤال نظري كيف يمكن تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسى \vec{B} في نقطة من الحقل ؟
يمكن تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسى لمغناطيس بواسطه ابرة مغناطيسية موضوعة في النقطة المراد تعين شعاع الحقل المغناطيسى \vec{B} فيها وفق محورها بعد استقرارها.

❖ **الحامى** : المستقيم الواصل بين قطبي الإبرة المغناطيسية.

❖ **الجهة** : من القطب الجنوبي للإبرة إلى قطبها الشمالي.

❖ **الشدة** : تزداد بازدياد سرعة اهتزاز الإبرة المغناطيسية في تلك النقطة، وتقدّر في الجملة الدولية بواحدة التسلا T

سؤال نظري في تعليم المغناطيسية لا تولد الأجسام المشحونة الساكنة أي حقل مغناطيسى. بينما تولد الأجسام المشحونة المتحركة حقل مغناطيسى.

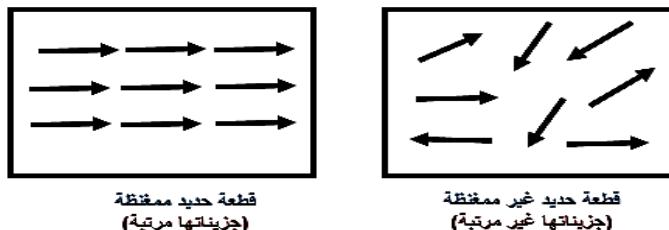
لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد تيار كهربائى فلا تولد حقلًا مغناطيسياً
الأجسام المشحونة المتحركة تولد تياراً كهربائياً وبالتالي تولد حقل مغناطيسى

- إذا انفرد أحد الكترونات الذرة بدورانه حول النواة اكتسبها صفة مغناطيسية جاعلاً من الذرة مغناطيساً صغيراً ثانئي القطب.

- إذا انفرد الالكترون بدورانه حول نفسه أكتسب الذرة صفة مغناطيسية.

- حركة بعض الشحنات داخل النواة تولد خصيصة مغناطيسية صغيرة

❖ **تجربة المعلم المغناطيسى بوجود الحديد**

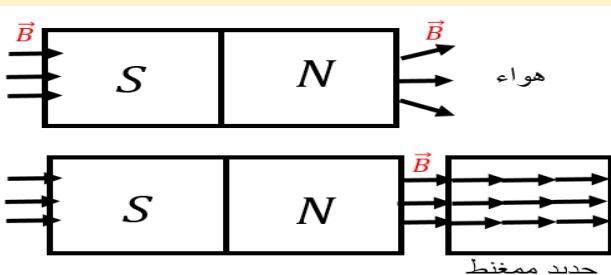


❖ تمقط قطعة الحديد عند وضعها في مجال مغناطيسى خارجي

قطعة الحديد تتكون من ثنائيات أقطاب مغناطيسية متوازية عشوائياً في غياب المجال المغناطيسى الخارجي بحيث تكون محصلة هذه الخصائص المغناطيسية معدومة، ولكن إذا وجدت قطعة الحديد في مجال مغناطيسى خارجي تتوجه ثنائيات الأقطاب المغناطيسية داخل القطعة باتجاه المجال المغناطيسى الخارجي، أي تكون أقطابها الشمالية باتجاه المجال المغناطيسى الخارجي وتصبح محصلةها غير معدهومة لذا تصبح قطعة الحديد ممقطة.

سؤال نظري نضع نواة حديد غير ممagnetة في مجال مغناطيسى ماذا نلاحظ :

نلاحظ من التجربة السابقة :



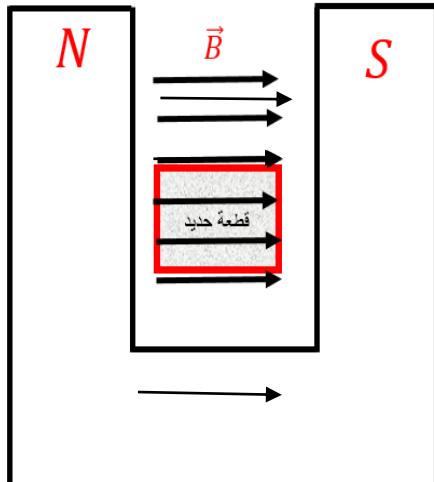
- عند وضع نواة حديدية غير ممagnetة في مجال مغناطيسى فإن خطوط الحقل المغناطيسى تتكافىء ضمن النواة الحديدية وتصبح نواة الحديد ممagnetة

- الحديد أشد إنفاذًا لخطوط الحقل المغناطيسى من الهواء ..

سؤال نظري: في تجربة نضع (نواة حديدية) قطعة من الحديد بين قطبي مغناطيس نصوى ، المطلوب :

1. علل تقارب خطوط الحقل المغناطيسي داخل قطعة الحديد
2. ماذا يستفاد من وضع قطعة الحديد بين قطبي المغناطيس
3. أكتب علاقة عامل الإنفاذ المغناطيسي
4. بينَ بمَ يتعلق عامل الإنفاذ

الحل:



1. تتمغنت نواة الحديد ويتولد منها حقلًا مغناطيسيًا \vec{B} إضافيًّا يضاف إلى الحقل المغناطيسي الأصلي الممغنط \vec{B}_t فيشكل حقلًا مغناطيسيًا كليًّا \vec{B}_t .
2. يُستفاد عند وضعها في زيادة شدة الحقل المغناطيسي.

$$3. \text{ علاقة عامل الإنفاذ : } \mu = \frac{B_t}{B}$$

دلائل الرموز

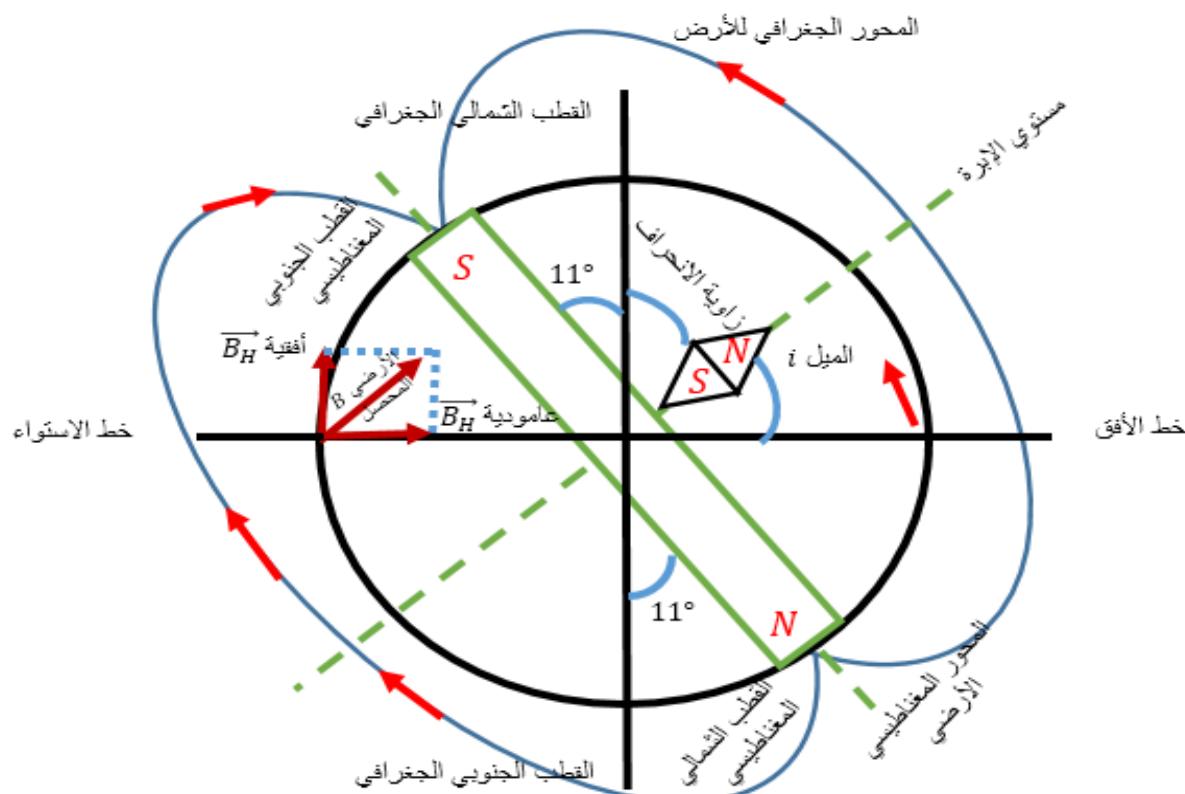
- μ : عامل النفاذ المغناطيسي، لا واحدة قياس له.
- B_t : شدة الحقل المغناطيسي الكلي، تقدر بالتسلا
- B : شدة الحقل المغناطيسي الممغنط، تقدر بالتسلا

4. يتعلق عامل النفاذ المغناطيسي بعاملين :

- طبيعة المادة من حيث قابليتها للمغناطنة.

- شدة الحقل المغناطيسي الممغنط \vec{B} محسانتها غير معروفة لذا تصبح قطعة الحديد ممغنطة.

المقل المغناطيسي الأرضي



سؤال نظري، اشرح منشأ الحقل المغناطيسي الأرضى

- يوجد داخل الأرض نواة حديد صلبة ويبعد حولها سائل حديد منصهر درجة حرارته عالية جداً، ونتيجة دوران الأرض حول نفسها ودوران هذا السائل وحركة الشحنات الكهربائية فيه ، تنتج تيارات كهربائية أدت لتشكل حقل مغناطيسي أرضي لذلك تسلك الأرض سلوك مغناطيسى كبير منتصفه في مركز الأرض ويميل محوره 11° عن محور دوران الأرض
- يقع القطب المغناطيسي الجنوبي S للأرض بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي الأرضي وعلى بعد (1920 كيلومتر- 11°)
- يقع القطب المغناطيسي الشمالي N للأرض بالقرب من القطب الجنوبي الجغرافي للأرض وعلى بعد (1920 كيلومتر- 11°)
- **كيف يتم تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة منه؟**
- يمكن تحديد منحى وجهة شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي بواسطة معرفة زاويتي الميل والانحراف .
- **زاوية الميل i :** هي الزاوية بين مستوى إبرة (محورها أفقى) وخط الأفق وتكون بين 0° و 90°
- **زاوية الميل** عند القطب الشمالي الجغرافي $90^\circ = i$
- **زاوية الانحراف:** تعين بواسطة إبرة محورها شاقولي وهي الزاوية المحصورة بين مستوى الزوال المغناطيسي ومستوى الزوال الجغرافي وتكون بين 0° و 180° وتستخدم لتصحيح المسار.
- **مستوى الزوال مغناطيسي :** هو المستوى الذي يحوي النقطة المعتبرة (n) والمحور المغناطيسي الأرضي
- **مستوى الزوال الجغرافي :** هو المستوى الشاقولي الذي يحوي النقطة المعتبرة (n) والمحور الجغرافي الأرضي
- **خط الزوال المغناطيسي :** هو الخط الأفقى الذي تستقر عليه إبرة مغناطيسية محور دورانها شاقولي بعيدة عن أي تأثير مغناطيسي
- **منطقة الزوال المغناطيسي :** هي المنطقة الخالية من أي تأثير مغناطيسي إلا الحقل المغناطيسي الأرضي .

عل: إبرة البوصلة تأخذ منحى المركبة الأفقية فقط؟

لأن محورها الشاقولي يمنعها عن الميل. بينما الإبرة الحرة الحركة تأخذ منحى الحقل المغناطيسي الأرضي

الكلى $\overrightarrow{B_E}$

عل: إبرة البوصلة تشير دوماً إلى الشمال الجغرافي؟

لأن القطب الشمالي N للإبرة ينجدب إلى القطب الجنوبي المغناطيسي للأرض S و الذي يقع بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي للأرض لذلك إبرة البوصلة تشير دوماً إلى الشمال الجغرافي

شدة الحقل المغناطيسي الأرضي B_E تتحلل لمركتان:1. المركبة الأفقية $\overrightarrow{B_H}$.

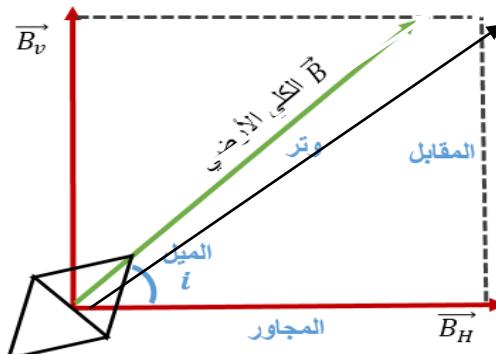
$$\cos i = \frac{B_H}{B_E} \Rightarrow B_H = B_E \cdot \cos i$$

المركبة الأفقية
للحقل المغناطيسي الأرضي

2. المركبة الشاقولية $\overrightarrow{B_v}$

$$\sin i = \frac{B_v}{B_E} \Rightarrow B_v = B_E \cdot \sin i$$

المركبة الشاقولية
للحقل المغناطيسي الأرضي



المقول المخاطسيه الناتجة عن التيارات الكهربائية

قاعدة أورستد : التيارات الكهربائية منابع للحقول المغناطيسية

سؤال نظري:

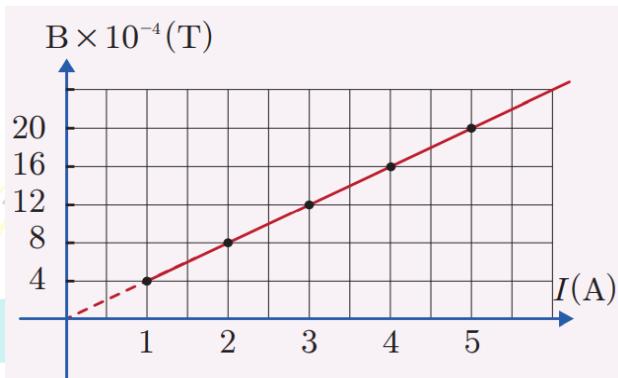
في تجربة نضع إبرة مغناطيسية محورها شاقولي فوق سلك نحاسي مستقيم فتبدأ الإبرة بالاهتزاز عند مرور تيار كهربائي متواصل في السلك دليل نشوء حقل مغناطيسي ،
نكر التجربة عدة مرات من أجل شدات مختلفة ونسجل في كل مرة شدة التيار الكهربائي وشدة الحقل المغناطيسي الموافقة له عبر الجدول:

I (A)	1	2	3	4	5
B (T)	4×10^{-4}	8×10^{-4}	12×10^{-4}	16×10^{-4}	20×10^{-4}

1- ارسم الخط البياني لغيرات B بدلالة I . ماذا أستنتج؟

2- استنتج من الرسم ثابت ميل المستقيم وبيّن بماذا يتعلق هذا الثابت ؟

الحل



1- نستنتج أن شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن التيار الكهربائي تتناسب طرداً مع شدة التيار الكهربائي
2- ثابت يمثل ميل المستقيم .

ملاحظة هامة:

(وصل) إغلاق ((دارة أو قاطعة))
في تيار.
(قطع) فتح ((دارة أو قاطعة))
ما في تيار.

$$k = \frac{B}{I} \Rightarrow B = k \cdot I$$

حيث k يتعلّق بعاملين:

- μ_0 عامل التفودية المغناطيسية عبر الخلاء (T.m.A⁻¹)
 - k' : الطبيعة الهندسية للدارة: (شكل الدارة، بعد القطة المدروسة عن السلك)
 - $\Rightarrow k = \mu_0 \cdot k'$
 - نعرض في علاقة B نجد:
- $$B = \mu_0 \cdot k' \cdot I$$
- $$\Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} k' \cdot I$$

ملاحظة أي لإيجاد شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي I في دارة طبيعتها الهندسية k' حسب الجدول :

الدارة	سلك مستقيم	ملف دائري	وشيعة
الطبيعة الهندسية	$k' = \frac{1}{2\pi d}$	$k' = \frac{N}{2r}$	$k' = \frac{N}{l}$

$$\Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} k' \cdot I$$

سؤال نظري: عند إمرار تيار متواصل في سلك مستقيم ينشأ حقل مغناطيسي حول محور هذا السلك (تيار مستقيم) والمطلوب

1. حدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي في نقطة n تبعد مسافة d عن محور سلك مستقيم يمر فيه تيار متواصل موضحاً بالرسم
2. اقترح طرق لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

الحل:

1. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناشئ عن تيار مستقيم :

❖ نقطة التأثير : النقطة المعتبرة n .

❖ الحامل: عمودي على المستوى المعين بالسلك والنقطة المعتبرة.

❖ الجهة: تُحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها \vec{SN} . بعد استقرارها .

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} k' I$$

$$k' = \frac{1}{2\pi d} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \left(\frac{1}{2\pi d} \right) I \quad \text{ولكن :} \\ \Rightarrow B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

تُحدد نظرياً حسب قاعدة اليد اليمنى:

- نضع الساعد يوازي السلك.

- يدخل التيار من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع.

- نوجه باطن الكف نحو النقطة المعتبرة

- يشير إبهام اليد اليمنى إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

$$\boxed{B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}}$$

دلائل الرموز :

• B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T) . I : شدة التيار تقدر بالأمبير (A) .

• d : البعد العمودي للنقطة المعتبرة عن محور السلك تقدر بالمتر (m) .

2. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي (نزيد من شدة التيار المار لأن B تتناسب طرداً مع I) أو (ننقص d لأن B تتناسب عكساً مع d)

ملاحظة للاختيار من متعدد

تطبيق محلول 1:

نمر تياراً كهربائياً متواصلاً شدته A 10 في سلك طويل مستقيم موضوع أفقياً في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي المار من مركز إبرة مغناطيسية صغيرة يمكنها أن تدور حول محور شاقولي موضوعة تحت السلك على بعد 50 cm من محوره. المطلوب حساب:

1. شدة الحقل المغناطيسي عند مركز الإبرة المغناطيسية الناتج عن مرور التيار.
2. قيمة زاوية انحراف الإبرة المغناطيسية باعتبار أن قيمة المركبة الأفقي للحقل المغناطيسي الأرضي $T = 10^{-5} \times 2$.

الحل:

المعطيات : $d = 50 \times 10^{-2} \text{ m} = 5 \times 10^{-1} \text{ m}$, $I = 10 \text{ A}$, $B_H = 2 \times 10^{-5} T$

1. الحقل المغناطيسي الناتج عن التيار المار في السلك :

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{5 \times 10^{-1}}$$

$$\boxed{B = 4 \times 10^{-4} T}$$

2. قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة لمنحي المركبة الأفقي للحقل المغناطيسي الأرضي \vec{B}_H .

- بعد مرور التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة حقلين (ناتج عن تيار \vec{B} و الأرضي الأفقي \vec{B}_H) تدور الإبرة المغناطيسية بزاوية θ

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

$$\tan \theta = \frac{4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-5}} \Rightarrow \tan \theta = 0.2 < 0.24 \text{ rad}$$

$$\boxed{\tan \theta \approx \theta = 0.2 \text{ rad}}$$

المسألة الأولى (درس - السلاعين)

نضع في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي سلكين طوليين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (c_1, c_2) عن بعضهما البعض مسافة $d = 40 \text{ cm}$ ، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة C منتصف المسافة (c_1, c_2). نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته $I_1 = 3A$ ، وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته $I_2 = 1A$ ، وبجهة واحدة. المطلوب:

1. حساب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة C موضحاً ذلك بالرسم.

2. حساب الزاوية التي تتحرفها إبرة البوصلة عن منحها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي

$$B_H = 2 \times 10^{-5} T$$

3. حدد النقطة الواقعة بين السلكين التي تتعذر فيها شدة محصلة الحقلين.

4. هل يمكن أن تتعذر شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين؟ وضح إجابتك.

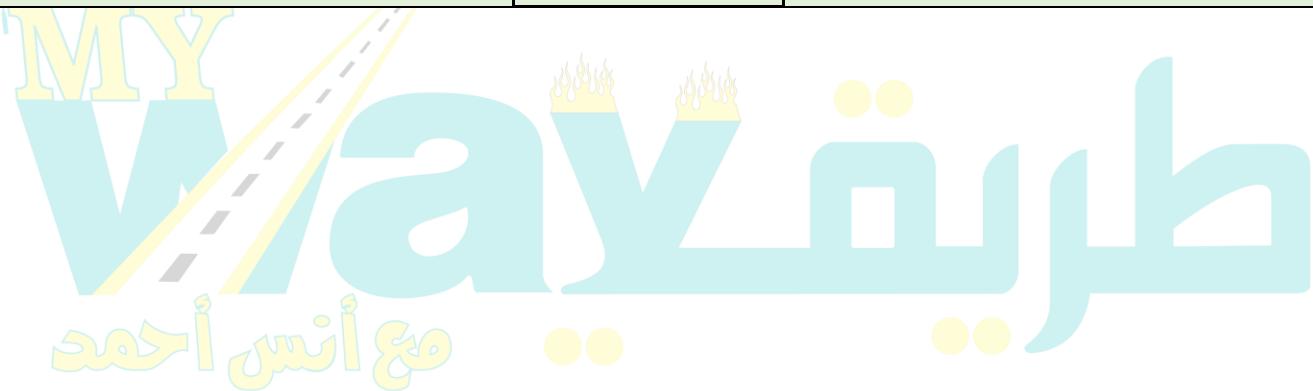
(1) $B = 2 \times 10^{-6} T$ (2) $\theta = 0.1 \text{ rad}$ (3) $d_1 = 0.3 \text{ m}$

ملاحظة :

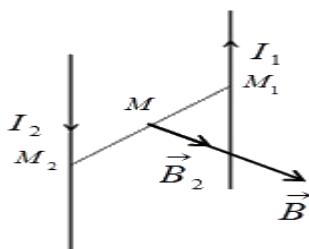
لحساب زاوية انحراف الإبرة عن المركبة الأفقية (B_H)

نكتب: قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة للحقل المغناطيسي الأرضي \vec{B}_H ، وبعد إمرار التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة الحقلين \vec{B} و \vec{B}_H

$$\tan \theta = \frac{B_{ناتج عن تيار}}{B_H_{معطى بالمساندة}}$$

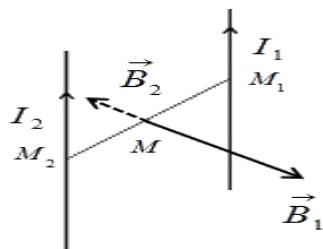


ملاحظة: عندما تكون الإبرة واقعة بين السلكين :



❖ إذا كان التيارين بجهتين متعاكسين
الحقلين بجهة واحدة ←
والمحصلة حاصل جمعهما ←
$$B = B_1 + B_2$$

والنقطة التي تبعد فيها محصلة الحقلين تقع خارج السلكين وأقرب إلى السلك صاحب التيار الأصغر ←



❖ إذا كان التيارين بجهتين متعاكسين ←
الحقلين بجهة واحدة ←
والمحصلة حاصل طرحهما ←
$$B = B_1 - B_2 > 0$$

→ والنقطة التي تبعد فيها محصلة الحقلين تقع بين السلكين وأقرب إلى السلك صاحب التيار الأصغر .

مسألة خارجية

نضع في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي سلكين طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفهما (c_1, c_2) عن بعضهما البعض مسافة $d = 40 \text{ cm}$ ، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة c منتصف المسافة (c_1, c_2). نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته $I_1 = 15 \text{ A}$ ، وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته $I_2 = 5 \text{ A}$ ، وباتجاهين متعاكسين. المطلوب:

1. حساب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة c موضحاً ذلك بالرسم.
2. حساب الزاوية التي تتحرفها إبرة الوصلة عن منحها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي

$$B_H = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$$

3. حدد مكان النقطة التي لا تتحرف فيها إبرة الوصلة

$$(1) \quad B = 2 \times 10^{-5} \text{ T} \quad (2) \quad \theta = 45^\circ \quad (3) \quad d_2 = 0.2 \text{ m}$$

الأجوبة :

الحل:

مع انس احمد

المسألة الثالثة: (درس - السلكين)

نضع سلكين شاقولين متوازيين بحيث يبعد متنصفاهما M_1 , M_2 أحدهما عن الآخر 4 cm، نمرر في السلك الاول تياراً كهربائياً شدته I_1 ونمرر في السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته I_2 وباتجاهين متعاكسين، فتكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل لحقلي التيارين $10^{-7} \times 4$ عند النقطة M منتصف المسافة M_2, M_1 وعندما يكون التياران بجهة واحدة تكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل عند M هي $10^7 \times 2$ فإذا كان $I_1 > I_2$ المطلوب : احسب كلاً I_2, I_1 . الأجوبة: $(I_2 = 1 \times 10^{-2} A)$ ($I_1 = 3 \times 10^{-2} A$)

الحل :

مع أنس أحمد

المسألة 11 عامة:

أربع أسلاك ناقلة طولية تقع في مستوى واحد ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكل مربع مربع طول ضلعه 40 cm أوجد شدة واتجاه التيار I_4 الذي يجب أن يمر في الناقل الرابع بحيث تكون شدة الحقل المغناطيسي في مركز السلك الرابع معدومة، حيث أن :

$I_1 = 10\text{ A}$ ، $I_2 = 5\text{ A}$ ، $I_3 = 15\text{ A}$
 طول كل سلك $L = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2}\text{ m}$
 إن بعد مركز المربع عن منتصف كل سلك : $d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = 2 \times 10^{-2}\text{ m}$
 جهة الحقول المغناطيسية المترددة عن (I_1, I_2, I_3) بجهة واحدة نحو الداخل وحتى تكون شدة الحقل في مركز المربع معدومة يجب أن يكون $\overrightarrow{B_4}$ نحو الخارج و على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ومتتساوي بالشدة مع محصلة الحقول السابقة .

الحل :

سؤال نظري: عند إمرار تيار متواصل في ملف دائري ينشأ حقل مغناطيسي في مركز هذا الملف والمطلوب :

1. حدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن ملف دائري يمر فيه تيار متواصل (تيار دائري) موضحاً بالرسم
2. اقترح طريقة لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

الحل:

1. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار دائري :

 - ❖ نقطة التأثير : مركز الملف الدائري .
 - ❖ الحامل: العمود على مستوى الملف.
 - ❖ الجهة:

- **تحدد عملياً** من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها \overrightarrow{SN} . بعد استقرارها
- **تحدد نظرياً** حسب قاعدة اليد اليمنى:

- نضع اليد فوق الملف
 - يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
 - نوجه باطن الكف نحو مركز الملف
 - فيشير الإبهام إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.
 - ❖ الشدة:
- $$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} k' I$$

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

$$\text{ولكن : } \Rightarrow B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

ملاحظة للاختيار من متعدد

B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T) . **I** : شدة التيار تقدر بالأمبير (A) .

N : عدد لفات الملف (لفة) . **r** : نصف قطر الملف تقدر بالمتر (m) .

2. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي نزيد من شدة التيار المار لأن B تتناسب طرداً مع **I**

• لسهولة الحساب معطاة بنص المسألة

$$4\pi = 12.5 \xrightarrow{\times 2} 8\pi = 25 \xrightarrow{\times 2} 16\pi = 50 \xrightarrow{\times 2} 32\pi = 100 \xrightarrow{\times 2} 64\pi = 200$$

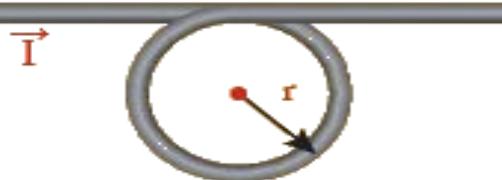
تطبيق محلول 2:

نمر تياراً كهربائياً شدته A 6 في سلك طويل، نصنع جزءاً منه على شكل حلقة دائريّة تصف قطرها 3 cm . احسب قيمة شدة الحقل المغناطيسي المحصل في مركز الحلقة ثم حدد بقية عناصره.

الحل:

المعطيات : لفة $I = 6A$ ، $r = 3 \times 10^{-2}\text{ m}$ ، $N = 1$ نعد السلك جزأين، الأول حلقة والثاني مستقيم، فينشأ في مركز الحلقة الدائرية حقلان يمكن تحديد جهة كل منهما حسب قاعدة اليد اليمنى.

- حسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في السلك المستقيم:



$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{r}$$

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

$$B_1 = 4 \times 10^{-5} T$$

- حسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في الحلقة الدائرية:

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

□ دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{1 \times 6}{3 \times 10^{-2}}$$

$$B_2 = 12.5 \times 10^{-5} T$$

الحقلان على حامل واحد وبالجهة نفسها تكون شدة الحقل المحصل هو حاصل جمع شديهما :
 $B = B_1 + B_2 = 12.5 \times 10^{-5} + 4 \times 10^{-5} = 16.5 \times 10^{-5} T$

مسألة خارجية :

ملف دائري عدد لفاته 50 لفة ونصف قطره $r = 10 \text{ cm}$ ، نضع الملف في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي ونمرر فيه تيار كهربائي متواصل شدته $A = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2} = I$ ونضع في مركزه إبرة بوصلة صغيرة محورها شاقولي والمطلوب :

- أحسب طول سلك الملف.
- أحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عند مركز الملف الدائري.
- أحسب الزاوية التي تتحرفها إبرة البوصلة عن منحاتها الأصلية بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي

$$B_H = 2 \times 10^{-5} T$$

$$(1) \quad l' = 10\pi \text{ m} \quad (2) \quad B = 1 \times 10^{-6} T \quad (3) \quad \theta = 0.05 \text{ rad}$$

الأجوبة :

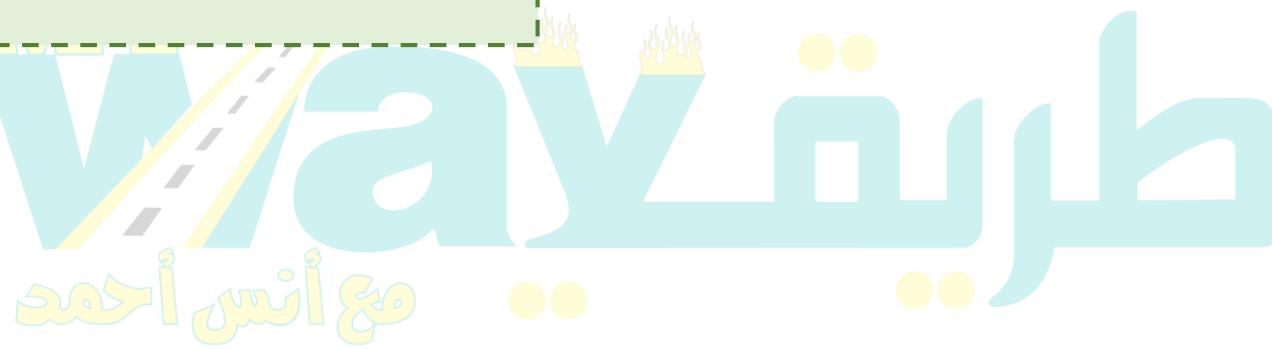
الحل :

المعطيات:

ملاحظة

$$\text{عدد لفات الملف} = \frac{\text{طول سلك الملف}}{\text{محيط اللفة}}$$

$$N = \frac{l'}{2\pi r} \Rightarrow l' = N \times 2\pi r$$



المسألة الرابعة (درس - ملفين) :

نضع ملفين دائريين لهما المركز ذاته في مستوى شاقولي واحد، عدد لفات كل منها 200 لفة، نصف قطر الأول 10 cm، و الثاني نصف قطره 4cm، نمرر في الملف الاول تياراً كهربائياً شدته 8A بعكس جهة دوران عقارب الساعة؟ المطلوب: حدد جهة التيار الواجب إمراره في الملف الثاني وشده، لتكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل عند المركز المشترك للملفين: (باعتبار)

$$32\pi = 100$$

1. أمام مستوى الرسم.

2. خلف مستوى الرسم.

3. معدومة.

الأجوبة :

- (1) $I_2 = \frac{40}{\pi} A$ (2) عكس جهة دوران عقارب الساعة $I_2 = \frac{40}{\pi} A$ (3) $I_2 = 3.2 A$



دفتر البيان في الفيزياء

الثالث الثانوي العلمي

- سؤال نظري:** عند إمرار تيار متواصل في وشيعة ينشأ حقل مغناطيسي في مركزها (تيار حلزوني) والمطلوب :
1. حدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن وشيعة يمر فيه تيار متواصل موضحاً بالرسم
 2. اقترح طريقة لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

الحل :

1. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار حلزوني :
 - ❖ نقطة التأثير : مركز الوشيعة .
 - ❖ الحامل: محور الوشيعة.
 - ❖ الجهة:

- **تُحدد عملياً** من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها \vec{SN} . بعد استقرارها.

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} k' I$$

$$k' = \frac{N}{L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$$

ملاحظة للاختيار من متعدد

- **تُحدد نظرياً** حسب قاعدة اليد اليمنى :

▪ نضع اليد فوق الوشيعة بحيث توازي أصابعها إحدى الحلقات

▪ نتصور أن التيار يدخل من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

▪ فيشير الإبهام الذي يعمرد الأصابع إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

$$\text{الشدة: } B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$$

دللات الرموز :

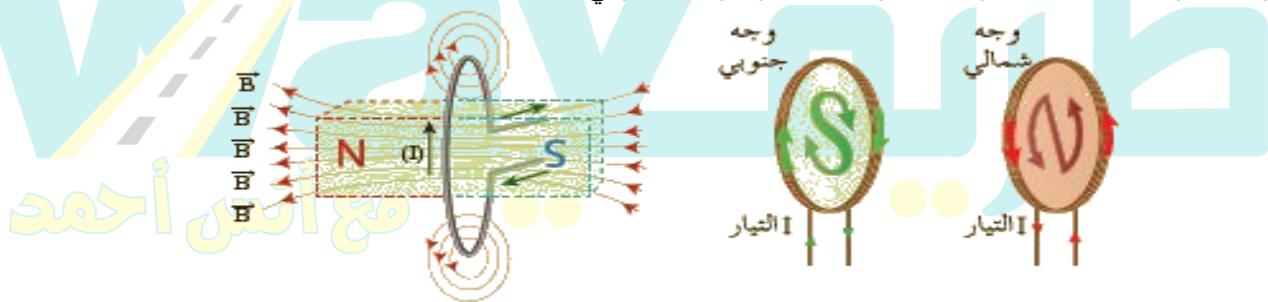
B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T) . I : شدة التيار تقدر بالأمبير (A) .

N : عدد لفات الوشيعة (لفة) . L : طول الوشيعة يقدر بالمتر (m) .

2. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي نزيد من شدة التيار المار لأن B تتناسب طرداً مع I

اللقطات

- الملفات والوشائط الكهربائية تكافئ مغناطيس، إذ يُطلق اسم الوجه الشمالي على وجه الملف الذي تكون فيه جهة التيار بعكس جهة دوران عقارب الساعة، أما الوجه الآخر للملف فهو الوجه الجنوبي.



$$\bullet \text{ عدد الطبقات الكلية } n = \frac{N \text{ عدد اللفات الكلية}}{N \text{ عدد اللفات في الطبقة الواحدة}}$$

$$\bullet \text{ عدد اللفات الكلية } N = \frac{I}{2\pi r} \leftarrow \frac{L \text{ طول سلك الوشيعة أو الملف}}{\text{محيط الدائرة} \text{ طول اللفة الواحدة}}$$

$$\bullet \text{ عدد اللفات في الطبقة الواحدة (لفات متلاصقة) : } N' = \frac{l \text{ طول الوشيعة}}{2\pi r \text{ قطر سلكها}}$$

مسألة خارجية:

و شيارة طولها $L = 20\text{cm}$ و عدد لفاتها N محورها الأفقي يعمر خط الزوال المغناطيسي الأرضي نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة وعندما نمرر فيها تيار كهربائي متواصل شدته $I = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2} \text{A}$ تحرف الإبرة بزاوية 45° ثم تستقر فإذا علمت أن شدة المركبة الأفقي للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5} \text{T}$ المطلوب حساب :

1. شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار الوشيعة

2. عدد لفات الوشيعة N

3. عدد طبقات الوشيعة بفرض أن قطر سلكها $(2r') = 1\text{mm}$

الأجوبة : (1) $B = 2 \times 10^{-5} \text{T}$

(3) $n = 5$ طبقة (2) $N = 1000$ لفة



التدفق المغناطيسي

سؤال نظري أكتب العبارة الشعاعية لشاعر السطح ثم حدد بالكتابة والرسم عناصر هذا الشاعر

عناصر شاعر السطح :

- ❖ الحامل :
- ❖ الجهة :
- ❖ الشدة :

سؤال نظري عرف التدفق المغناطيسي واكتب العلاقة الرياضية المعبّرة عنه وبين متى يكون (أعظمي ، أصغرى ، معدوم)

التدفق المغناطيسي: هو عبارة عن عدد خطوط الحقل المغناطيسي \vec{B} لسطح دارة S كهربائية مستوية مغلقة .

ونرمز للتدفق المغناطيسي بالرمز Φ و واحده (weber) حيث :

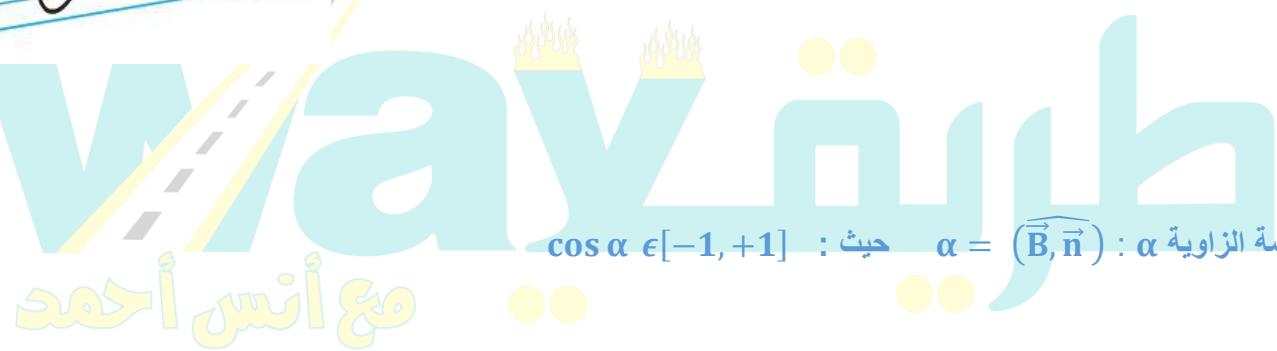
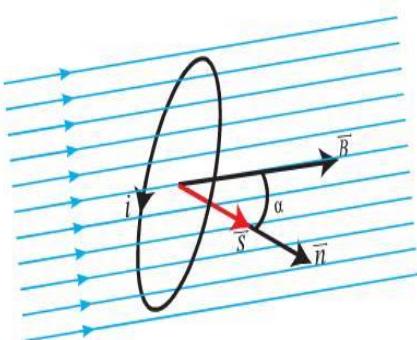
$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

$$\Phi = B \cdot S \cos \alpha : \alpha = (\vec{B}, \vec{n})$$

$$\Phi = NBS \cos \alpha$$

مناقشة الحقل المغناطيسي :

$$\cos \alpha \in [-1, +1] \quad \text{حيث : } \alpha = (\vec{B}, \vec{n})$$





□ دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

المسألة الثانية (درس)

- a. ملف دائري في مكير صوت عدد لفاته 400 لفة، ونصف قطره 2 cm ، نطبق بين طرفيه فرقاً في الكمون $U=10\text{ V}$ ، فإذا علمت أن مقاومته 20Ω ، احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عند مركز الملف.
- b. قطع التيار السابق عن الملف، احسب التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي الذي يجتازه الملف ذاته.
- الأجوبة : (a) $B = 2\pi \times 10^{-3}\text{ T}$ (b) $\Delta\Phi = -32 \times 10^{-4} \text{ weber}$

المسألة الخامسة (درس)

- ملف دائري نصف قطره الوسطي 5 cm يولد عند مركزه حقل مغناطيسياً، قيمته تساوي قيمة الحقل المغناطيسي الذي تولده وشيعة عند مراكزها عندما يمر بهما التيار نفسه، فإذا علمت أن عدد لفات 100 لفة وطولها 20 cm ، احسب عدد لفات الملف الدائري.
- الأجوبة : $N = 50$

المأساة 9 عامة

وشيارة طولها 40 cm مؤلفة من 40 لفة محورها أفقى عمودي على خط الزوال المغناطيسى الأرضى.

نضع في مركز الوشيعة إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 16 m A ، المطلوب:

1. احسب شدة الحقل المغناطيسى المتولد عن إمداد التيار الكهربائى في مركز الوشيعة. (باعنبار $200 = 64\pi$)

2. إذا أجرينا لف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره 2 mm لفات متلاحقة. احسب عدد طبقات لفات الوشيعة.

3. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقة دائرية مساحتها 2 cm^2 بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة 60° احسب التدفق المغناطيسى عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

$$\text{الأجوبة: } (2) \quad n = 2 \quad (3) \quad \Phi = 2 \times 10^{-9} \text{ weber} \quad (1) \quad B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$$



المأساة 10 عامة

ملف دائري نصف قطره الوسطى 40 cm يتألف من 100 لفة ، وضع في حقل مغناطيسى منتظم شدته $T = 0.5\text{ T}$ حيث خطوط الحقل عمودية على مستوى الملف، المطلوب:

1. احسب التدفق المغناطيسى الذي يجتاز لفات الملف.

2. ما مقدار التغير في التدفق المغناطيسى إذا دار في الاتجاه الموجب بزاوية 60° .

$$\text{الأجوبة: } (2) \quad \Delta\Phi = -4\pi \text{ web} \quad (1) \quad \Phi = 8\pi \text{ web}$$

المحتوى المختلطي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. نمر تيار كهربائي متواصلاً في ملف دائري، فيتولد عند مركزه حقل مغناطيسي شدته B ، نضاعف عدد لفاته، ونجعل نصف قطر الملف الوسطي نصف ما كان عليه فتصبح شدة الحقل المغناطيسي عند مركزه،

0.5 B . d

(4B) . c

2B . b

B . a

توضيح الحل :

2. إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة مستوية في الخلاء يكون مساوياً نصف قيمته العظمى عندما:

 $(\alpha = \frac{\pi}{3} \text{ rad}) . d$ $\alpha = \frac{\pi}{6} \text{ rad} . c$ $\alpha = \pi \text{ rad} . b$ $\alpha = \frac{\pi}{2} \text{ rad} . a$

توضيح الحل :

3. إن شدة شعاع الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة يتناسب طرداً مع:

d. مساحة سطح مقطع الوشيعة

c. (التوتر الكهربائي المطبق بين طول طرفي الوشيعة).

a. مقاومة سلك الوشيعة.

توضيح الحل :

4. نمر تياراً كهربائياً متواصلاً في سلك مستقيم، فيتولد حقل مغناطيسي شدته B في نقطة تبعد d عن محور السلك، وفي نقطة ثانية تبعد $2d$ عن محور السلك، وبعد أن نجعل شدة التيار ربع ما كانت عليه تصبح شدة الحقل المغناطيسي:

 $(\frac{1}{8} B) . d$

8B . c

4B . b

2B . a

توضيح الحل :

5. نمر تياراً كهربائياً متواصلاً في وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة فيتولد في مركزها حقل مغناطيسي شدته B ، نقسم الوشيعة إلى قسمين متساوين، فتصبح شدة الحقل المغناطيسي عند مركز كل قسم مع ثبات التوتر المطبق :

 $\frac{B}{4} . d$ $\frac{B}{2} . c$ $(2B) . b$ $B . a$

توضيح الحل : إن شدة الحقل المغناطيسي لتيار الوشيعة تُعطى بالعلاقة: $B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{NI}{l}$ هي نسبة ثابتة

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

1. تقارب خطوط الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس.

لأن شدة الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس تكون أكبر منها في النقاط الأبعد عن القطبين

2. لا يمكن لخطوط الحقل المغناطيسي أن تتقاطع.

نعلم أنه عند أي نقطة من خطوط أو منحنيات الحقل المغناطيسي B يكون شعاع الحقل المغناطيسي \vec{B} مماساً لتلك المنحنيات عند تلك النقطة ، فإذا تناقض خطين من خطوط الحقل المغناطيسي فإن شعاع الحقل المغناطيسي \vec{B} يكون مماساً كل من الخطين وهذا غير صحيح

3. لا تولد الأجسام المشحونة الساكنة أي حقل مغناطيسي.

لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد تيار كهربائي أي لا ينشأ مجال مغناطيسي عنها لأنها ساكنة لا تتحرك .

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

1. لكل مغناطيسين قطبان مغناطيسيان مختلفان في شدتهما. (خطأ)

التصحيح : لكل مغناطيسين قطبان مغناطيسيان متساويان في شدتهما

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

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

التصحيح : تقص شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك.

حسب علاقة شدة الحقل المغناطيسي لتيار مستقيم طول $B = 2 \times 10^{-7} \times \frac{1}{d}$ (ب و d تناسب عكسي)

4. تنقص شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى نصف شدته في حالة إنفاص عدد لفاتها إلى النصف. (خطأ)

التصحيح : تزداد شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى الضعف في حالة إنفاص عدد لفاتها إلى النصف

التعليق : إن شدة الحقل المغناطيسي لتيار الوشيعة تُعطى بالعلاقة: $B = \frac{NI}{2\pi r}$ هي نسبة ثابتة ولكن إنفاص عدد لفات الوشيعة إلى النصف يؤدي إلى إنفاص طول سلكها إلى النصف أي تنقص مقاومتها إلى النصف وبالتالي تزداد شدة التيار المار في الوشيعة إلى الضعف فتزداد شدة الحقل المغناطيسي إلى الضعف أيضاً **ولكن في حال ثبات شدة التيار تبقى شدة الحقل نفسها**

رابعاً: أجب عما يأتي: قد يأتي السؤال مشكلة علمية:

أضع إبرة مغناطيسية محورها شاقولي على طاولة أفقية لتسفر، أبين كيف يجب وضع السلك مستقيم أفقياً فوق البوصلة بحيث لا تتحرف الإبرة عند إمرار تيار كهربائي في السلك؟
لا تتحرف الإبرة عند إمرار تيار كهربائي في السلك إذا كان الحقل المغناطيسي المتولد عن ذلك التيار منطبقاً على استقامة الإبرة ولتحقيق ذلك : يجب وضع السلك عمودي على المستوى الحاوي للإبرة .



الدرس الثاني : فعل المagnetism في التيار الكهربائي

• القوة المغناطيسية (قوة لورن)

سؤال نظري: في تجربة قمت بدراسة تأثير المغناطيس على حزمة إلكترونية متعرجة كما في تجربة الأشعة المهبطية :

1. ما شكل مسار الحزمة الإلكترونية ، وهل يبقى مسارها على حاله عند تقريب أحد قطبي المغناطيس مستقيما منها؟

2. ماذا نستنتج من التجربة؟

3. أكتب العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية؟

الحل :

1. شكل مسار الحزمة الإلكترونية : مستقيم

عند تقريب أحد قطبي المغناطيس مستقيم يتغير مسار الحزمة الإلكترونية أي تحرف عن مسارها المستقيم .

2. نستنتج من التجربة أن المagnetism المغناطيسي يؤثر في الجسيمات المشحونة المتحركة ضمنه بقوة مغناطيسية تعمل على تغيير مسار حركة الجسيمات المشحونة ، ويتم تغيير جهة انحراف المسار بتغيير جهة المagnetism المغناطيسي المؤثر.

3. شدة القوة المغناطيسية تتناسب طرداً مع :

- q : مقدار الشحنة بالقيمة المطلقة وواحدتها الكولوم

- v : سرعة الشحنة المتحركة وواحدتها متر في الثانية

- B : شدة المagnetism المغناطيسي وواحدته التسلا

-

$\sin\theta$: حيث θ هي الزاوية بين شعاع سرعة الشحنة وشعاع المagnetism المغناطيسي

$$F_{لورن} = q v B \sin\theta$$

سؤال نظري: أكتب العبارة الشعاعية لـ القوة المغناطيسية؟

وحدد بالخطابة والرسم عناصر شعاع القوة المغناطيسية ، ثم بين ملئ تأون شدة القوة (عزمي - معدومة)

(دورة 2021)

مع أنس أحمد

$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

❖ **العبارة الشعاعية لـ القوة المغناطيسية :**

❖ عناصر شعاع القوة المغناطيسية :

❖ **نقطة التأثير:** الشحنة المتحركة .

❖ **العامل:** عمودي على المستوى المحدد بشعاع السرعة وشعاع المagnetism المغناطيسي .

❖ **الجهة:** حسب قاعدة اليد اليمنى : $(\vec{v}, \vec{B}, \vec{F})$ تحقق ثلاثة مباضرة

- نجعل اليد اليمنى موازية لشعاع سرعة الشحنة المتحركة

- الأصابع بجهة \vec{v} إذا كانت الشحنة موجبة وبعكس جهة \vec{v} إذا كانت الشحنة سالبة

- يخرج شعاع المagnetism المغناطيسي من راحة الكف

- فيشير الابهام إلى جهة \vec{F} القوة المغناطيسية.

❖ **الشدة:** $F_{مغناطيسية} = q v B \sin\theta$

✓ تكون شدة القوة المغناطيسية (قوة لورن) :

عزمي: $\vec{B} \perp \vec{v}$ او $0 = \theta$ معدومة: $\theta = \frac{\pi}{2} rad$ او $0 = \theta$

سؤال نظري: في تجربة يدخل الكترون بسرعة v إلى منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم B نظمي على شعاع السرعة v

فيصبح مسار الإلكترون دائري في منطقة الحقل ، المطلوب :

1. برهن أن حركة الإلكترون ضمن منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم دائريّة منتظمة؟

2. استنتاج نصف قطر المسار الدائري لحركة الإلكترون؟

3. استنتاج دور حركة هذا الإلكترون؟

4. ماذا تتوقع أن تكون حركة الإلكترون بعد خروجه من منطقة الحقل B ؟

5. كيف يكون شكل مسار الإلكترون إذا دخل بسرعة v توازي B

1. الجملة المدرسة: الإلكترون يتحرك سرعته v $\perp B$

$$\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$$

يهمل ثقل الإلكترون W_e لصغره أمام قوة لورنزي

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{F}_{\text{المغناطيسي}} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$e\vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{a} = \frac{e\vec{v} \wedge \vec{B}}{m_e}$$

من خواص الجداء الشعاعي نجد أن $\vec{a} \perp \vec{v}$

2. استنتاج نصف قطر المسار الدائري لحركة الإلكترون أي أن الحركة دائريّة منتظمة

القوة الجاذبة المركزية $F_c = F_c$ المغناطيسي

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{F}_{\text{المغناطيسي}} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$e v B \sin\theta = m_e \cdot a_c$$

$$\sin\theta = \sin \frac{\pi}{2} = 1 , a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow e \cdot v \cdot B = m_e \frac{v^2}{r} \xrightarrow{\text{نختر}} e \cdot B = m_e \frac{v}{r} \xrightarrow{\text{نختر}}$$

$$r = \frac{m_e v}{e B}$$

مع أنس أحمد

3. استنتاج دور حركة الإلكترون: من العلاقة :

$$T = \frac{2\pi}{\omega_{\text{الزاوية}}}$$

$$v = \omega \cdot r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} \xrightarrow{\text{نختر}} T = \frac{2\pi}{\frac{v}{r}}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

4. تصبح حركة الإلكترون مستقيمة منتظمة لأن : بعد خروج الإلكترون من منطقة الحقل يكون:

$$B = 0 \Rightarrow F_{\text{مغناطيسي}} = 0$$

أي أن : $F_{\text{مغناطيسي}} = m \cdot a = 0 \Rightarrow a = 0$

تسارع الإلكترون معدوم أي حركته عندئذ مستقيمة منتظمة .

.5

سؤال نظري : في تجربة هلمهولتز لدينا ملفين دائريين متوازيين لهما المحور نفسه ، نمرر فيهما تيارين متساوين وبنفس الجهة والمطلوب :

1. ماذًا تلاحظ عند إمرار التيارين في الملفين ؟

2. عند تمرير حزمة الكترونية مستقيمة مسرعة ناظمية على شعاع الحقل المغناطيسي بين الملفين ماذًا تلاحظ معلمًا إجابتك ؟

الحل :

1. يتولد حقل مغناطيسي منتظم \vec{B} بين الملفين.

2. نلاحظ أن الحزمة الإلكترونية انحرفت عن مسارها المستقيم ليصبح مسارها دائري . لأن الحقل المغناطيسي يؤثر في الحزمة الإلكترونية بقوة مغناطيسية تكون دائمًا عمودية على شعاع سرعتها أي أنها تكتسب تسارع ثابت يعادل شعاع السرعة \vec{a} وبالتالي تكون حركتها دائرية منتظمة لأنها خضعت لتسارع جاذب مركزي أي حدث تغيير في حامل وجهة شعاع سرعة الحزمة لا في قيمته .

المسألة 14 عامة

نخضع إلكتروننا يتحرك بسرعة $8 \times 10^3 \text{ km.s}^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع سرعته شدته $B = 5 \times 10^{-3} \text{ T}$ ، المطلوب.

1. وازن بالحساب بين شدة ثقل الإلكترون وشدة القوة المغناطيسية المؤثرة فيه، ماذًا تستنتج.

2. برهن أن حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف القطر المسار الدائري واحسب قيمته.

3. احسب دور الحركة.

علمًا أن : $(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} , m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg})$

$(3) T = \frac{9\pi}{4} \times 10^{-9} \text{ sec} \quad (2) \quad r = 9 \times 10^{-3} \text{ m} \quad (1) \quad w_e \ll F$

مع أنس أحمد



القوة الكهرومغناطيسية (قوة لابلاس) ونطبيقاتها الأربع

مدخل للقوة الكهرومغناطيسية:

أي عند حركة الإلكترونات الحرة داخل السلك المعدني بسرعة ثابتة ستتلاطم لفوة مغناطيسية ، فتكون القوة الكهرومغناطيسية متساوية جدًا

$$F_{\text{مغناطيسية}} \times \text{عدد الإلكترونات المغناطيسية} = N_{\text{كهرومغناطيسية}}$$

(بفرض أن طول السلك L ، ومساحة مقطعه S ، و الكثافة الحجمية للإلكترونات الحرة فيه n ، يكون عدد الإلكترونات الحرة $N = nSL$)

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N}{S \cdot L} \Rightarrow N = nSL$$



سؤال نظري : انطلاقاً من العلاقة $F_{\text{مغناطيسية}} \times \text{عدد الإلكترونات المغناطيسية} = N_{\text{كهرومغناطيسية}}$

1. استنتج العلاقة المعتبرة عن شدة القوة الكهرومغناطيسية

2. ما العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرومغناطيسية

الحل :

$$F_{\text{مغناطيسية}} \times \text{عدد الإلكترونات المغناطيسية} = N_{\text{كهرومغناطيسية}} \quad 1$$

ولكن : $F_{\text{مغناطيسية}} = e v B \sin\theta$

$$\Rightarrow F_{\text{كهرومغناطيسية}} = Ne v B \sin\theta$$

نوعض $(v = \frac{L}{\Delta t})$ في المعادلة السابقة :

$$F_{\text{كهرومغناطيسية}} = q \cdot \frac{L}{\Delta t} B \sin\theta$$

نوعض $(I = \frac{q}{\Delta t})$ في العلاقة السابقة نجد :

$$F_{\text{كهرومغناطيسية}} = IL B \sin\theta$$

شدة القوة الكهرومغناطيسية :

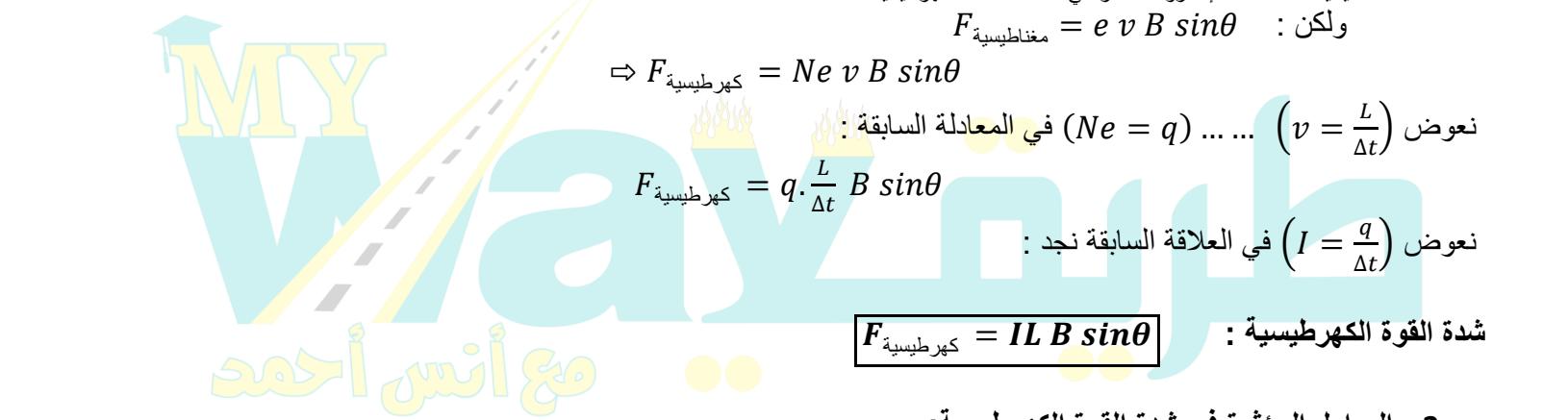
2. العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرومغناطيسية:

تناسب شدة القوة الكهرومغناطيسية طرداً مع :

- I : شدة التيار الكهربائي المار في السلك الناقل .
- B : شدة الحقل المغناطيسي المنتظم .
- L : طول الجزء من الناقل المستقيم الخالص للحقل المغناطيسي المنتظم
- $\sin\theta$: حيث θ هي الزاوية بين \vec{IL} وشعاع الحقل المغناطيسي \vec{B}
-

ملاحظة : شدة القوة الكهرومغناطيسية من أجل N لفة:

$$F_{\text{كهرومغناطيسية}} = NIL B \sin\theta$$

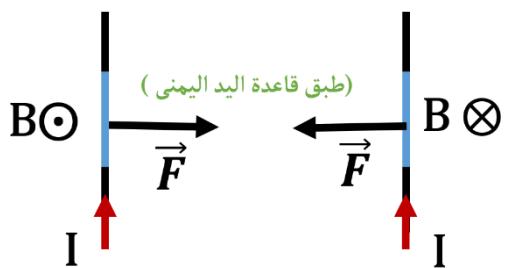


سؤال نظري: أكتب العبارة الشعاعية لقوى الكهرومغناطيسية . ثم حدد بالكتابه والرسم عناصر شعاع القوى الكهرومغناطيسية ثم بين متى تكون شدة القوى (عزمى - معدومة)

✓ العبارة الشعاعية لقوى الكهرومغناطيسية $\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$

✓ عناصر شعاع القوى الكهرومغناطيسية :

- ❖ نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.
- ❖ الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي المنتظم
- ❖ الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى تحقق $(I\vec{L}, \vec{B}, \vec{F})$ ثلاثة مبادرة
 - نجعل اليد اليمنى موازية للناقل المستقيم :
 - يدخل التيار الكهربائي من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع
 - يخرج شعاع الحقل المغناطيسي من راحة الكف .
 - يشير الإبهام إلى جهة \vec{F} القوى الكهرومغناطيسية
- ❖ الشدة: $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \theta$ $\theta: (I\vec{L}, \vec{B})$

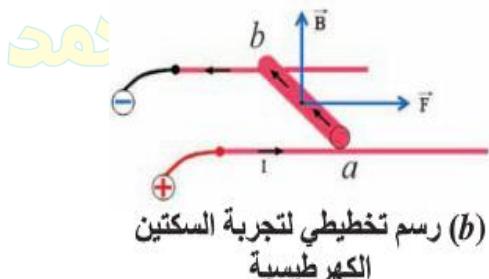


✓ تكون شدة القوى الكهرومغناطيسية

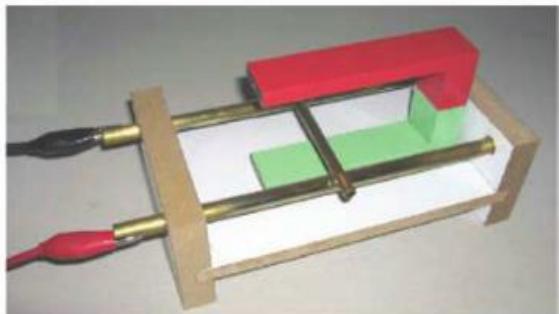
$$\theta = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \quad \text{عزمى: } \vec{IL} \perp \vec{B}$$

$$\theta = 0 \quad \text{معدومة: } \vec{IL} \parallel \vec{B}$$

تجربة السككين الكهرومغناطيسية



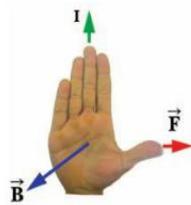
(b) رسم تخطيطي لتجربة السككين الكهرومغناطيسية



(a) تجربة السككين الكهرومغناطيسية

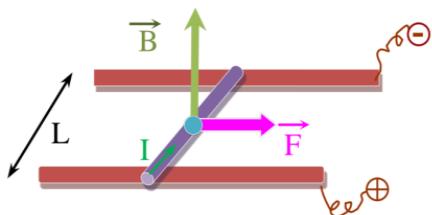
سؤال نظري: في تجربة السككين الكهرومغناطيسية تستند ساق نحاسية متجانسة إلى سككين معدنيتين أفقيتين ، ويوثر حقل مغناطيسي منتظم شاقولي على الساق بكتلها ، نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في الدارة والمطلوب

1. اشرح ماذا يحدث عند إغلاق الدارة ثم أرسم شكلًا توضيحاً تبيّن فيه جهة كل من الأشعّة $(I\vec{L}, \vec{B}, \vec{F})$
2. اقترح طريقة لزيادة سرعة تدحرج الساق
3. ماذا تتوقع أن يحدث عند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في الساق أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي ؟
4. ماذا تتوقع أن يحدث عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة المغناطيسي ؟
5. بين تحولات الطاقة في التجربة وما المبدأ الذي عملت به ؟
6. ماذا تتوقع أن يحدث إذا خضعت الساق إلى حقل مغناطيسي أفقى منتظم ؟



دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

الحل:



1- تتحرك الساق على السككين تحت تأثير قوة كهرومغناطيسية تعمل على تحريك الساق وفق حاملها وجهتها بسرعة ثابتة .

2- تستطيع زيادة سرعة تدحرج الساق بزيادة شدة التيار الكهربائي أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي . لأن شدة القوة الكهرومغناطيسية تتناسب طرداً مع (I ، B) وفق العلاقة :

$$F_{\text{كهرومغناطيسية}} = ILB \sin\theta$$

3- توقع زيادة سرعة تدحرج الساق لأنه بزيادة شدة التيار أو شدة الحقل المغناطيسي سوف تزداد شدة القوة الكهرومغناطيسية فتزداد الاستطاعة الميكانيكية للساق أي زيادة في سرعتها

4- توقع انعكاس جهة حركة الساق لأنه عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة الحقل المغناطيسي سوف تتعكس جهة القوة الكهرومغناطيسية فنلاحظ تدحرج الساق النحاسية باتجاه مععكس للجهة الأصلية .

5- تحول الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة ميكانيكية (حركية) وفق مبدأ (المحرك الكهربائي)

سؤال نظري: استنتج عبارة عمل القوة الكهرومغناطيسية في تجربة السككين الكهرومغناطيسية ، ثم أكتب نص نظرية مك叙ول

تنقل نقطة تأثير القوة الكهرومغناطيسية وفق حاملها وجهتها مسافة ΔX فتنجز عملاً محركاً (موجباً) $W > 0$

$$W_{\text{الانتقال}} = F_{\text{القوة}} \cdot \Delta x_{\text{العمل}}$$

$$W = ILB \sin\theta \cdot \Delta x$$

$$\sin\theta = \sin\frac{\pi}{2} = 1 \quad \text{ولكن :}$$

$$\Delta s = L \cdot \Delta x \quad \Delta s: \text{السطح الذي تم سحبه الساق :}$$

$$W = IB \cdot \Delta s \quad \text{فيصبح العمل :}$$

$$\Delta\phi = B \cdot \Delta s > 0 \quad \text{فيتغير التدفق أي أنه يزداد :}$$

$$W = I \cdot \Delta\phi > 0 \quad \text{(عمل مك叙ول) :}$$

نص نظرية مك叙ول: عندما تتنقل دارة كهربائية أو جزء من دارة كهربائية معلقة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم فإن عمل القوة الكهرومغناطيسية المسببة لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار في الدارة في تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

شرط التوازن الإنسحابي: $\vec{F} = \vec{0}$ نعوض بعد إسقاط الأشعة على محور موجه هو:

$$\frac{W_{\text{العمل}}}{P_{\text{الاستطاعة}}} = \frac{W}{t_{\text{الزمن}}}$$

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

المسألة الأولى (درس)

في تجربة السككين الكهرومغناطيسية، تستند ساق نحاسية كتلتها $16g$ إلى سككين أفقيتين حيث يؤثر على 4cm من الجزء المتوسط منها حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته $10T^{-1}$ وير بها تيار شدته $40A$. المطلوب:

1- حدد بالكتابة و الرسم عناصر شعاع القوة الكهرومغناطيسية، ثم احسب شدتها.

2- احسب قيمة العمل الذي تنجزه القوة الكهرومغناطيسية عندما تتنقل الساق مسافة 15 cm .

3- إضافي : أحسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة خلال 2sec

4- احسب قيمة الزاوية التي يجب إمالة السككين بها عن الأفق حتى تتوافق الساق والدائرة مغلقة (بإهمال قوى الاحتكاك).
الأجوبة:

$$(4) \quad \alpha = \frac{\pi}{4} \text{ rad} \quad (3) \quad P = 12 \times 10^{-3} \text{ watt} \quad (1) \quad F = 16 \times 10^{-2} \text{ N} \quad (2) \quad W = 24 \times 10^{-3} \text{ J}$$

1. عناصر شعاع القوة الكهرومغناطيسية :

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

❖ الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي المنتظم

❖ الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى تحقق $(\vec{IL}, \vec{B}, \vec{F})$ ثلاثة مبادرة

- نجعل اليد اليمنى موازية للناقل المستقيم :

- يدخل التيار الكهربائي من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع

- يخرج شعاع الحقل المغناطيسي من راحة الكف .

- يشير الإبهام إلى جهة \vec{F} القوة الكهرومغناطيسية

❖ الشدة: $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \theta$: (\vec{IL}, \vec{B})

الرسم :

حساب شدة القوة :



مسألة خارجية (دورات) (شبيه دورة 1993 - 1998 - 2015 الأولى والثانية - 2021 أولى)

نجري تجربة السكتين الكهروطيسية حيث يبلغ طول الساق النحاسية المستندة إلى السكتين الأفقيتين ($L=8\text{cm}$) تخضع بكمالها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي ، شدته ($T=10^{-2}\text{N}$) ، ويمر فيها تيار كهربائي متواصل ، شدته (20A) .

- 1- احسب شدة هذه القوة ووضح بالرسم كل جهة كل من (جهة التيار ، \vec{B} ، \vec{F}) .
 - 2- احسب عمل القوة الكهروطيسية لو انتقلت الساق بسرعة ثابتة (0.2m.s^{-1}) خلال (2s) ، واحسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة .
 - 3- نميل السكتين على الأفق بزاوية ، مقدارها (0.1 rad) ، احسب شدة التيار الواجب تمريره في الدارة لتبقى الساق ساكنة علماً أن كتلتها (40g) (بإهمال قوى الاحتكاك) ، ثم احسب قيمة فرق الكمون المطبق على الدارة إذا كانت مقاومتها ($R = 0.5\Omega$) .
- (3) $I = 50\text{ A}$, $U = (1) F = 16 \times 10^{-3}\text{N}$ (2) $W = 64 \times 10^{-4}\text{J}$, $p = 32 \times 10^{-4}\text{watt}$:
الأجوبة: 25 Volt



المأساة 12 عامة :

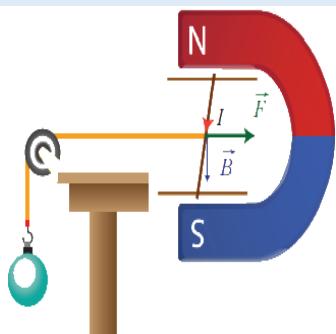
في الشكل المجاور تستند ساق نحاسية طولها 10cm وكتلتها $g = 20$ على سكتين نحاسيين أفقين وتخضع بكمالها لحقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته

$B = 8 \times 10^{-2} \text{T}$ ويمر بها تيار كهربائي متواصل شدته $A = 25$ ولحفاظ على توازن هذه الساق نعلق في مركز ثقلها خيط لا يمتد كتلته مهملة مربوط بكتلة، المطلوب حساب:

- 1- كتلة الجسم المعلق.
- 2- شدة قوة رد فعل السكتين على الساق.

المعطيات :

الحل:



المأساة 13 عامة :

تيار كهربائي شدته $A = 20$ يمر في سلك مستقيم طوله 10cm فإذا وضع الشلك كاملاً في حقل مغناطيسي شدته $T = 10^{-3}$ وكان يصنع السلك مع خطوط الحقل المغناطيسي زاوية 30° احسب شدة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في السلك.

الأجوبة : $F = 2 \times 10^{-3} N$



2 تجربة دوّلاب بارلو

دوّلاب بارلو : هو عبارة عن قرص شاقولي خفيف من النحاس يمكنه الدوران حول محور أفقى مار من مركزه ، ونجعل نهايته السفلية تلامس زبقاً موضوع في حوض ، ثم نمرر في الدوّلاب تياراً كهربائياً متواصلاً ونخضع نصف قرصه السفلي إلى تأثير حقل مغناطيسي أفقى منتظم ، فيدور الدوّلاب بسرعة زاوية ثابتة ويحول الطاقة الكهربائية المقدمة له إلى طاقة حرارية كما مبدأ (المحرك الكهربائي)

34

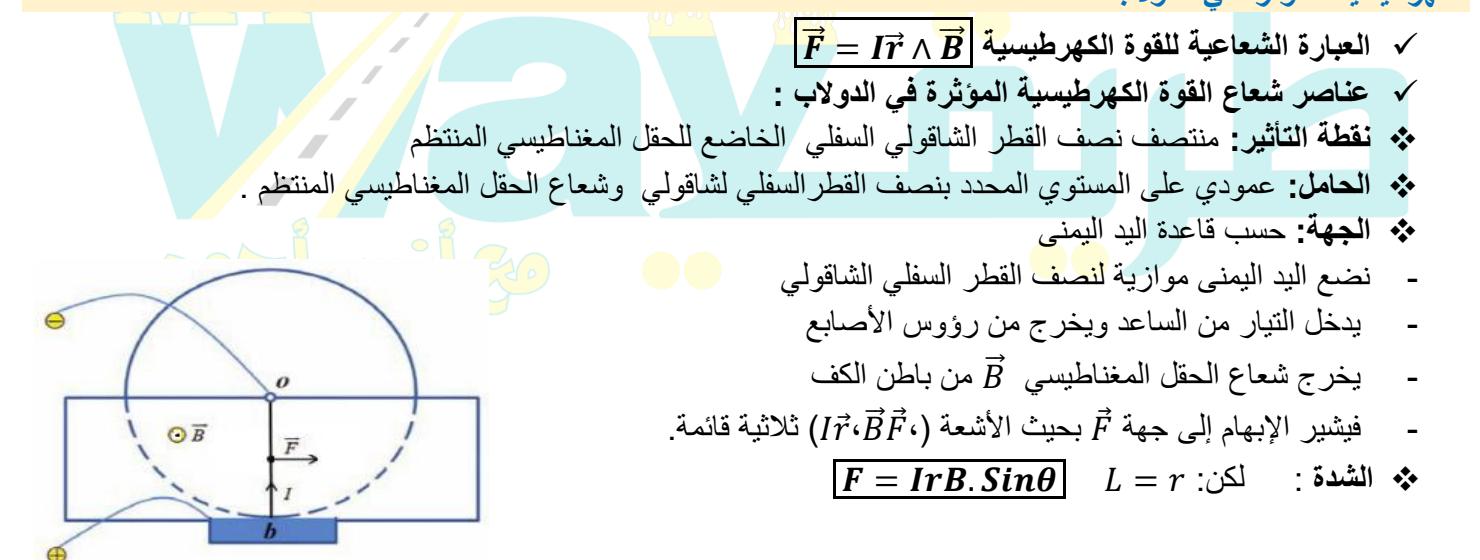
سؤال نظري قمت بدراسة تجريبية لتأثير الحقل المغناطيسي المعادل لدولاب بارلو والذي يمر فيه تيار متواصل والمطلوب :

1. ما سبب دوران الدولاب.
2. اقترح طريقة لزيادة سرعة الدولاب.
3. ماذا تتوقع أن يحدث عند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في الدولاب أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي ؟
4. ماذا تتوقع أن يحدث عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة المغناطيسي ؟
5. ماذا تتوقع لو خضع الدولاب بكماله لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم

الحل :

1. سبب دوران الدولاب هو عزم القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الدولاب.
2. نستطيع زيادة سرعة الدولاب بزيادة شدة التيار الكهربائي أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي لأن القوة الكهرومغناطيسية تتناسب طرداً مع $F = I r B \sin\theta$ كهرمغناطيسية
3. أتوقع زيادة سرعة دولاب الدولاب لأنه بزيادة شدة التيار أو شدة الحقل المغناطيسي سوف تزداد شدة القوة الكهرومغناطيسية ويزداد عزمها فتزداد الاستطاعة الدورانية للدولاب أي زيادة في سرعته
4. أتوقع انعكاس جهة دوران الدولاب لأنه عند عكس جهة التيار الكهربائي أو عكس جهة الحقل المغناطيسي سوف تتعكس جهة القوة الكهرومغناطيسية فنلاحظ دوران الدولاب باتجاه معاكس لجهة الأصلية
- 5.....

سؤال نظري: في تجربة دولاب بارلو أكتب العبارة الشعاعية لقوى الكهرومغناطيسية ثم حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الدولاب



تطبيق خارجي: في دوّلاب بارلو عزم القوة الكهرومغناطيسية 0.1 m.N ويدور الدوّلاب بسرعة تقابل $\frac{10}{\pi}$ دورة بالثانية أحسب استطاعته الدورانية

الاستطاعة الميكانيكية



المسألة الرابعة (درس):

دوّلاب بارلو قطره 20cm ، يمرر فيه كهربائي متواصل I ، ويُخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم شدته $B = 10^{-2}\text{T}$ ، فيتأثر الدوّلاب بقوة كهرومغناطيسية شدتها $F = 4 \times 10^{-2}\text{N}$ ، المطلوب:

1- بين بالرسم جهة كل من $(\vec{F}, \vec{B}, \vec{I}r)$.

2- احسب شدة التيار المار في الدوّلاب.

3- احسب عزم القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الدوّلاب.

4- احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدوّلاب لمنعه عن الدوران.

$$(4) m' = 2 \times 10^{-3}\text{kg} \quad (3) \Gamma = 2 \times 10^{-3}\text{m.N} \quad (2) I = 40\text{ A}$$

الرسم :

مسألة خارجية دورات : (دورات 2009-2013)

- دولاب بارلو نصف قطر قرصه ($r=10\text{ cm}$) نمرر فيه تياراً كهربائياً ، شدته ($I=5A$) ، ونخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم ، شدته ($B = 2 \times 10^{-2}T$) والمطلوب
- احسب شدة القوة الكهرومغناطيسية . التي يخضع لها الدولاب
 - احسب عزم القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الدولاب .
 - احسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عندما يدور الدولاب بسرعة تقابل $\text{Hz} \frac{5}{\pi}$
 - احسب عمل القوة الكهرومغناطيسية بعد مضي 4s من بدء حركة الدولاب ، وهو يدور بسرعة الزاوية السابقة
 - إضافي : ما قيمة الكتلة الواجب إضافتها لطرف نصف قطر الأفقي للدولاب حتى يبقى ساكناً ؟
- الأجوبة:
- $$(1) F = 10^{-2}N$$
- $$(2) \Gamma = 5 \times 10^{-4}m \cdot N$$
- $$(3) p = 5 \times 10^{-3} \text{ watt}$$
- $$(4) W = 2 \times 10^{-2}J$$
- $$(5) m' = 5 \times 10^{-4}kg$$



3 تجربة انحراف السلك :

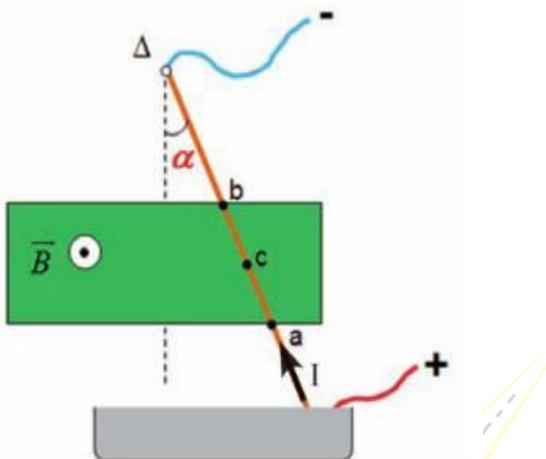
المسألة الثانية (درس) :

علق سلكاً نحاسياً ثخيناً طوله 60 cm وكتلته 50 g من طرفه العلوي شاقولياً، ونغمس طرفه السفلي في حوض يحتوي الزئبق. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 10 A ، حيث يؤثر حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $B = 3 \times 10^{-2}\text{ T}$ على قطعة منه، طولها 4 cm يبعد منتصفها عن نقطة التعليق 50 cm . والمطلوب :

- استنتج العلاقة المحددة لزاوية انحراف السلك عن الشاقول بدلالة أحد نسبها المثلثية، ثم احسبها. (موضحاً بالرسم)

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

الرسم :



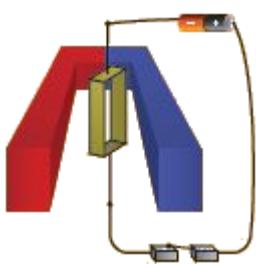
مسألة خارجية

لدينا في التجربة الموضحة في الشكل المجاور : ساق نحاسية متجانسة شاقولية كتلتها $m=50\text{ g}$ معلقة من نهايتها العلوية بمحور Δ أفقي يمكن أن تدور حوله بحرية . نغمس نهايتها السفلية في زئبق موضوع في حوض ، ونمرر فيه تياراً كهربائياً متواصلاً شدته I ، و يؤثر حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $(B=5 \times 10^{-2}\text{ T})$ في الجزء $(ab=L=2\text{ cm})$ في القسم المتوسط من الساق . المطلوب: حدد على الرسم القوى المؤثرة في الساق ، واستنتاج العلاقة المحددة للتيار الواجب امراره في الساق حتى تتحرف عن وضع الشاقول بزاوية 0.1 rad ثم تتواءز ، واحسب شدته . الأجوبة: $I = 50\text{ A}$



4- تجربة المقياس الغلفاني ذو الاطار المترعرع

سؤال نظري: صِفِ الإطار المترعرع ضمن حقل مغناطيسي منظم وما هو مبدأ عمله؟ واتكتب نص قاعدة التدفق الأعظمي.



الوصف: ملف على شكل اطار مستطيل مؤلف من N لفة يتصل أحد طرفيه بسلك معدني رفيع شاقولي ثابت فنته K والطرف الآخر بسلك لين عديم القتل. ويمكن للإطار الدوران حول محور شاقولي مارأ من مركزه داخل حقل مغناطيسي لمغناطيس نضوي محيطاً بنواة حديد ويكون مستوى الإطار يوازي \vec{B} عندما $\frac{\pi}{2} = \theta$ (بين نظام الإطار وخطوط الحقل)

مبدأ عمله: دوران دارة كهربائية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منظم بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي (تحقيق قاعدة التدفق الأعظمي)

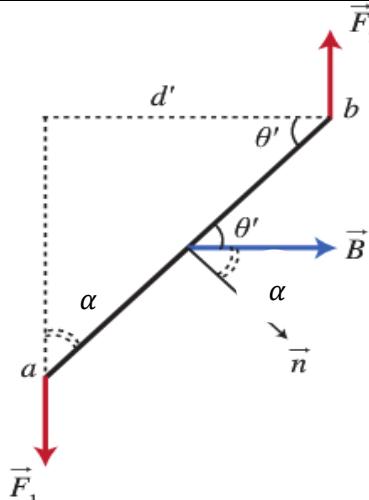
عمله: لحظة إمداد التيار الكهربائي في الإطار ينشأ قوى كهرومغناطيسية في أضلاعه الأربع

في الضلعين الأفقيين: تكون شدة القوة الكهرومغناطيسية معدومة لأن: $\vec{B} \parallel \vec{IL}$

في الضلعين الشاقولتين: تكون شدة القوة الكهرومغناطيسية عظمى لأن: $\vec{B} \perp \vec{IL}$
فتنتأ قوتين كهرومغناطيسيتين متوازيتين حاملاً متعاكسيتين جهةً متساويةتين شدةً تسمى المزدوجة الكهرومغناطيسية تعمل على تدوير الإطار لتحقيق قاعدة التدفق الأعظمي

نص قاعدة التدفق الأعظمي : إذا أثر حقل مغناطيسى في دارة كهربائية مغلقة حركة الدارة بحيث يزداد التدفق المغناطيسى الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتسתר في وضع التدفق المغناطيسى الأعظمى .

سؤال نظري استنتج عبارة عزم المزدوجة الكهربائية :



أحد القوتين F .ذراع المزدوجة $= d'$ عزم المزدوجة الكهربائية
 d : ذراع المزدوجة (البعد العمودي بين حاملي القوتين)
 ولكن من المثلث المجاور:

$$\sin \alpha = \frac{\text{المقابل}(ذراع المزدوجة}}{\text{الوتر}(نفسه عرض الإطار} d) \Rightarrow d' = ab \sin \alpha$$

$$F = NILB \sin \frac{\pi}{2}$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta = d \cdot \sin \alpha \cdot NILB \quad \text{نوع المزدوجة والقوة فنجد:} \\ \Rightarrow \bar{\Gamma}_\Delta = NILB d \sin \alpha$$

ولكن مساحة الإطار $S = L \cdot d$ ضرب العرض d :

$$\bar{\Gamma}_\Delta = NISB \sin \alpha : \alpha = (\bar{B}, \bar{n}) \quad \text{عزم المزدوجة الكهربائية:}$$

سؤال نظري أكتب عبارة شعاع العزم المغناطيسى ثم حدد عناصره وكيف تصبح عبارة عزم المزدوجة الكهربائية شعاعياً

$$\bar{\Gamma}_\Delta = NISB \sin \alpha : \checkmark \text{ عزم المزدوجة الكهربائية}$$

$$\stackrel{M=NIS}{\Rightarrow} \bar{\Gamma}_\Delta = M \cdot B \sin \alpha$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta = \bar{M} \wedge \bar{B} \quad \text{العبارة الشعاعية لعزم المزدوجة الكهربائية:}$$

$$\bar{M} = NIS \quad \text{العبارة الشعاعية:}$$

❖ نقطة التأثير: مركز الملف - الحامل: نظام الملف

❖ الجهة: بجهة إيهام يد يمنى تائف أصابعها بجهة التيار

$$M = NIS \quad \text{❖ الشدة:}$$

ملاحظة بتعليق الإطار بسلك قتل يصبح مقياس غلفاني ينشأ فيه عزم مزدوجة الفتل

(عزم إرجاع: يحاول إرجاع الإطار إلى وضعه السابق) : $\bar{\Gamma}' = -k\theta'$ ثابت قتل السلك و θ' زاوية دوران الإطار

(المقياس الغلفاني: جهاز يقيس شدات التيارات الصغيرة بدلالة زاوية دوران صغيرة)

سؤال نظري انطلاقاً من العلاقة $0 = \text{مزوجة قتل}' \bar{\Gamma}' + \text{مزوجة كهربائية}' \bar{\Gamma}_\Delta$ استنتج زاوية دوران إطار θ' للمقياس الغلفاني بدلالة

التيار الكهربائي / ، وكيف تزيد حساسية المقياس؟ (دورة 2015 الثانية)

شرط التوازن الدوراني: $\sum \bar{\Gamma}_F = 0$ المجموع الجبri لعزم القوى معدوم

$$\bar{\Gamma}_\Delta = \text{مزوجة قتل}' \bar{\Gamma}' + \text{مزوجة كهربائية}' \bar{\Gamma}_\Delta = 0$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta = NISB \sin \alpha \quad \text{ولكن:} \quad \bar{\Gamma}' = -k\theta' = 0$$

$$NISB \sin \alpha - k\theta' = 0 \quad \text{نوع المزدوجة فنجد:}$$

$$NISB \sin \alpha = k\theta'$$

$$\text{ولكن:} \quad \alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \quad \text{متتامنات}$$

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

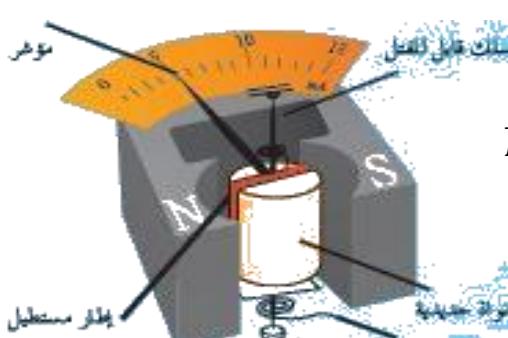
بفرض θ' صغيرة وبالتالي: $\cos \theta' \approx 1$:

$$NISB = k\theta'$$

$$\Rightarrow \theta' = \frac{NBS}{k} I$$

زاوية دوران الإطار:

$$G = \frac{NBS}{k} I \quad \text{حيث} \quad \theta' = GI$$



نتيجة: ولزيادة حساسية الجهاز (المقياس) يجب زيادة G وذلك بإنقاص ثابت قتل سلك الفتل k وذلك باستبدال سلك الفتل بسلك أرفع منه من المادة نفسها

ملاحظات لحل مسائل الإطار

المسألة 16 عامة:

ملف مستطيل مساحته 200 cm^2 يتكون من 100 لفة يمر فيه تيار شدته $3A$ ، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $0.17 T$ أحسب عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية المؤثرة عليه عندما يكون مستوى الملف يصنع زاوية 60° مع خطوط الحقل المغناطيسي .

المسألة الثالثة (درس) :

إطار مستطيل الشكل يحتوي 100 لفة من سلك نحاسي معزول مساحته $4\pi \text{ cm}^2$

a. نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي، ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم أفقى شدته $T = 4 \times 10^{-2} \text{ N}$ ، خطوطه توازي مستوى الإكار الشاقولي، نمرر في الإطار تياراً شدته $A = \frac{1}{10\pi} \text{ المطلوب}$ حساب :

1. عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية التي يخضع لها الإطار لحظة إمرار التيار.

2. عمل المزدوجة الكهرومغناطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر.

b. نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتلle K ، بحيث يكون مستوى الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق، ونمرر تياراً شدته 2 mA ، فيدور الإطار زاوية 30° ، ثم يتوازن.

المطلوب:

1. احسب التدفق المغناطيسي في الإطار عندما يتوازن.

2. استنتج العلاقة المحددة لثابت قتل سلك التعليق انتلاقاً من شرط التوازن الدوراني، ثم احسب قيمته. (بهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

الأجوبة : (a) (1) $\emptyset = 8\pi \times 10^{-4} we$ (2) $w = 16 \times 10^{-5} J$

(b) (2) $k = 96\sqrt{3} \times 10^{-7} \text{ m. N. rad}^{-1}$ (1) $\bar{\Gamma}_d = 16 \times 10^{-5} \text{ m. N}$

- المسألة 15 عامة :
- لدينا إطار مربع الشكل مساحة سطحه ($S=25\text{cm}^2$) يحوي 50 لفة من سلك نحاسي معزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية شدته ($T=10^2\text{N}$) بحيث يكون مستوى الإطار يوازي منحى الحقل \vec{B} عند عبور التيار ، نمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته ($I=5\text{A}$) والمطلوب :
- 1- احسب شدة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في كل من الصلعين الشاقوليين لحظة عبور التيار .
 - 2- احسب عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار السابق .
 - 3- احسب عمل المزدوجة الكهرومغناطيسية عندما ينتقل الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر .
 - 4- نستبدل سلك التعليق بسلك ثابت فتله k لنشكل مقياساً غلفانياً ونمرر بالإطار تياراً كهربائياً شدته ثابتة (2mA) فيدور الإطار بزاوية (0.02 rad) ويتوازن . استنتاج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك k واحسب قيمته ، ثم احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G . (يهم تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)
 - 5- نزيد حساسية المقياس 10 مرات من أجل التيار نفسه ، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد .





□ دفتر البيان في الفيزياء
للثالث الثانوي العلمي

مسألة خارجية :

إطار مستطيل الشكل يحوي (100 لفة) من سلك نحاسي معزول طوله (8cm) وعرضه (2cm)

A- نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم أفقى شدته ($B=0.06T$) خطوطه توازي مستوى الإطار الشاقولي ، نمرر في الإطار تياراً شدته (0.1A) والمطلوب حساب :

1- أحسب شدة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في أضلاعه الأربع لحظة مرور التيار .

2- أحسب شدة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في أضلاعه الأربع عندما يدور الإطار بزاوية 30° .

B- نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله ($k=8\times 10^5 \text{ m.N.rad}^{-1}$) بحيث يكون مستوى الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق ، نمرر في الإطار تياراً شدته (1mA) فيدور الإطار بزاوية صغيرة (θ) ويتوازن

1- استنتج بالرموز العلاقة المحددة لزاوية الانحراف (θ) انطلاقاً من شرط التوازن واحسب قيمتها .

2- نجعل طول سلك الفتل ربع ما كان عليه أحسب ثابت المقياس الغلفاني G وأحسب زاوية الدوران حينئذ .

الأجوبة :

$$(A) \quad \text{الصلعين الأفقيين } F, F_{الشاقولي} = 48 \times 10^{-3} N \quad (1) \quad \text{الصلعين الشاقولي} F_{الشاقولي} = 48 \times 10^{-3} N \quad (2)$$

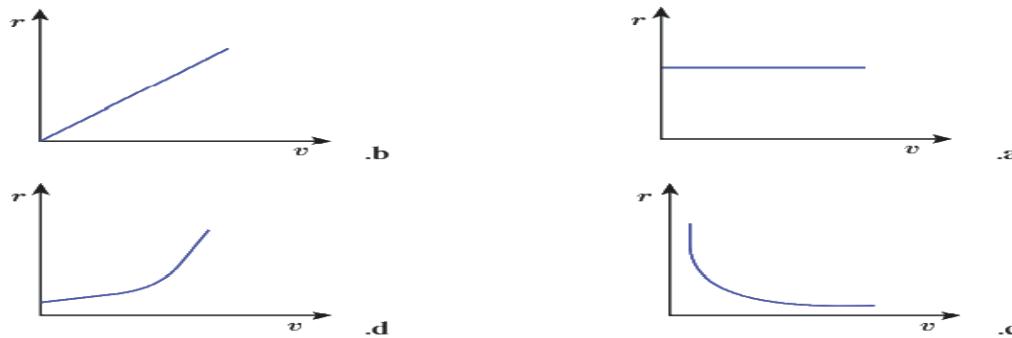
$$(2) \quad G = 30 \text{ rad A}^{-1} \quad , \quad \theta' = 3 \times 10^{-2} \text{ rad} \quad (1) \quad \theta' = 12 \times 10^{-2} \text{ rad} \quad (B)$$



اختبر نفسك

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- 1- جسيمات مشحونة لها الكتلة نفسها و الشحنة نفسها، أدخلت منطقة يسودها حقل مغناطيسى منتظم بسرعة تعادل خطوط الحقل، فإن الشكل الذي يمثل العلاقة بين نصف قطر المسار الدائري r وسرعة الجسيمات المشحونة v .



الإجابة الصحيحة: (b)

$$r = \frac{mv}{qB} \quad \text{معادلة مستقيم يمر بالبداية ميله } \frac{m}{qB}$$

توضيح اختيار الإجابة:

- 2- إن واحدة قياس النسبة $\frac{E}{B}$ هي:

s. d

m. c

m. s⁻². bm. s⁻¹. a

توضيح اختيار الإجابة :

- 3- عندما يدخل الإلكترون في منطقة يسودها حقل مغناطيسى منتظم بسرعة v ، تعادل خطوط الحقل المغناطيسى (بإهمال ثقل الإلكترون) فإن حركة الإلكترون داخل الحقل هي:

- a. دائيرية متغيرة
بانتظام.
b. دائيرية منتظامة.
c. مستقيمة منتظامة.
d. مستقيمة متغيرة
بانتظام.

- a. دائيرية متغيرة
بانتظام.

التسارع الكلى هو تسارع ناظمی $\vec{a} = \frac{e}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$ جاء شاععی $\vec{a} \perp \vec{v}$ جاء شاععی $a = a_c$ جاء شاععی

- 4- عندما يدخل جسم مشحون في منطقة يسودها حقل مغناطيسى منتظم، فإن شعاعاً سرعته v :

- a. يتغير حامله وشدة
b. يتغير حامله فقط
c. تتغير شدته فقط
d. تبقى شدته ثابتة

توضيح اختيار الإجابة: الحركة دائيرية منتظامة بسرعة متغيرة الحامل والجهة وثابتة الشدة

- 5- عندما تتدحرج الساق في تجربة السكتين الكهرومغناطيسية تحت تأثير القوة الكهرومغناطيسية، فإن التدفق المغناطيسى:

- a. يبقى ثابتاً
b. يزداد
c. يتناقص
d. ينعدم

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

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- درس التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين طويلين يمر بهما تياران متواصلان لهما الجهة نفسها واستنتج عبارة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في أحد السلكين نتيجة وجود السلك الآخر

يولد التيار المستقيم I_1 في كل نقطة من الجزء L_2 من السلك المستقيم الثاني حقلًا مغناطيسياً شدته: $B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{1}{d} I_1$

يؤثر هذا الحقل في الجزء L_2 بقوة كهرومغناطيسية لها محصلة شدتها: $F_{1 \rightarrow 2} = I_2 L_2 B_1 \sin \frac{\pi}{2}$

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

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

وبدراسة مماثلة نجد للسلك الأول :

- 2- استنتج عبارة شدة الحقل المغناطيسي المؤثرة في شحنة كهربائية تتحرك في حقل مغناطيسي منتظم بسرعة v تعادل B ثم عرف التسلا.

$$F = qv B \sin \frac{\pi}{2} \xrightarrow{\text{عزل المغناطيسي}} B = \frac{F}{qv}$$

التسلا: شدة حقل مغناطيسي منتظم إذا تحركت ضمن المنطقة التي يسودها شحنة كهربائية مقدارها كولوم واحد بسرعة 1 m.s^{-1} تعادل خطوط هذا الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية تساوي نيوتن واحد.

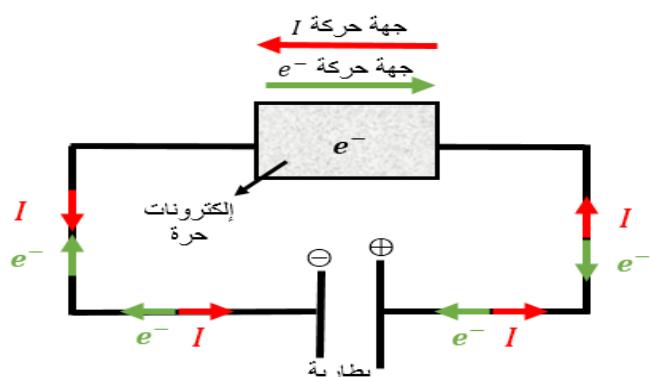
- 3- بين كيف يتم قياس شدة التيار في المقياس الغلفاني، ثم استنتاج العلاقة بين شدة التيار I وزاوية دوران الإطار (0)، وكيف تتم زيادة حساسية المقياس الغلفاني عملياً من أجل التيار نفسه. (الحل ذاته في النظري ص 27)



الدرس الثالث : التحريرض الكهرومغناطيسي

▷ مدخل إلى التحريرض الكهرومغناطيسي

❖ **وجدنا سابقاً** : عند تطبيق فرق كمون بين طرفي دارة كهربائية مغلقة فإن فرق الكمون يعمل على تحريك وتسريع الإلكترونات الحرة داخل الدارة وهذه الحركة تكافيء نشوء تيار كهربائي ويتم الكشف عن هذا التيار عن طريق انحراف مؤشر مقياس الأمبير أو الميكرو أمبير أو الميلي أمبير أو المقياس الغلفاني

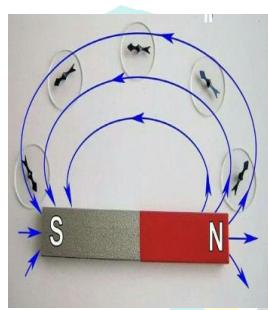


وبحسب أوسلد في المغناطيسية نجد :

$$\text{تدفق مغناطيسي } \Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

$\left. \begin{array}{l} \text{تطبيق فرق كمون } U \\ \text{تترك الإلكترونات} \\ \text{سلك مستقيم} \\ \text{يشكل تيار كهربائي } I \\ \text{بشكل دائري} \\ \text{وشيوعة} \end{array} \right\}$

❖ وفي درس **التحريرض الكهرومغناطيسي** سنعمل على توليد تيار كهربائي عن طريق حث الإلكترونات الحرة على الحركة بدون الاستعانة بفرق كمون أو مولد كهربائي يعمل على تحريكها والاستعانة بمصادر جديدة للطاقة الكهربائية كاستثمار المصادر الطبيعية كالمياه والرياح والسدود والعنفات . **وذلك حسب فارداي**



❖ **لا تنس** : في المغناطيس تخرج خطوط الحقل من القطب الشمالي (ش N) وتدخل إلى القطب الجنوبي (ج S)

قانون فارداي

بتولد تيار كهربائي متاخرض في دارة مغلقة، إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ، ويدوم هذا التيار بدوام تغير التدفق وينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسي المحرّض .

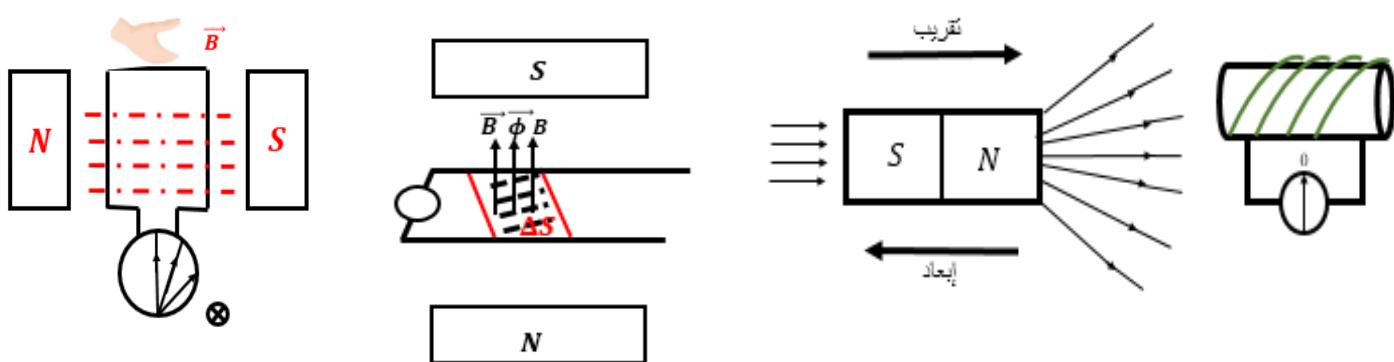
وبحسب **فارداي في التحريرض الكهرومغناطيسي** نجد :

$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

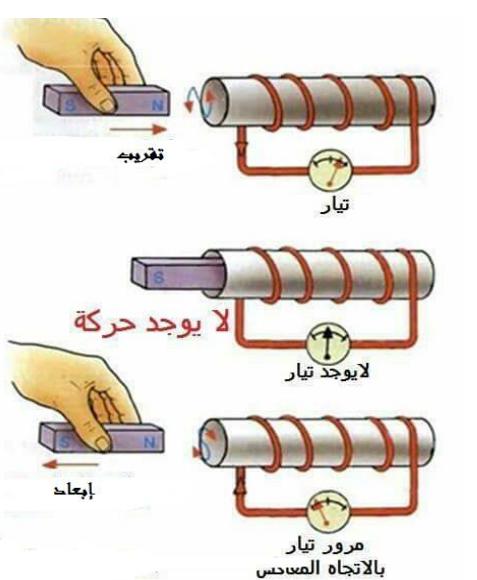
$\left. \begin{array}{l} \text{يعطى} \\ \text{قوة محرّكة كهربائية متاخرضة} \\ \text{تترك الإلكترونات} \\ \text{انحراف المؤشر} \end{array} \right\} \text{ينشأ تيار متاخرض}$

$$\Delta\Phi = B \cdot \Delta S \cdot \cos\alpha$$

$$\Delta\Phi = B \cdot S \cdot \Delta\cos\alpha$$



سؤال نظري: نقوم بتشكيل دارة مغلقة مولفة من وشيعة موصولة على التسلسل مع مقاييس ميكرو أمبير ماذا تلاحظ في



كل من الحالات الآتية :

- 1 عند تفريغ أحد قطبي مغناطيس مستقيم وفق محور الوشيعة
- 2 نزيد التجربة ونزيد من سرعة التفريغ
- 3 إذا أبعدنا المغناطيس
- 4 إذا ثبّتنا بعد المغناطيس عن الوشيعة

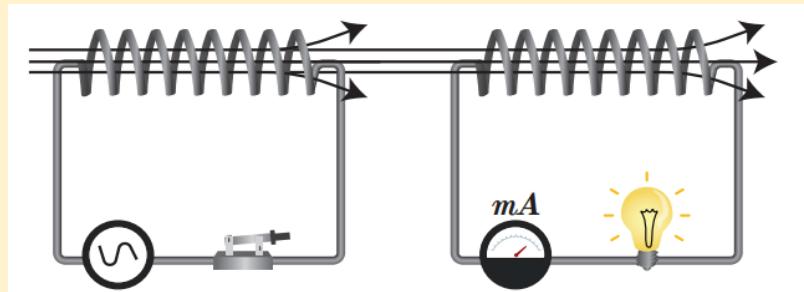
الحل :

- 1- نلاحظ انحراف إبرة المقياس وهذا يدل على مرور تيار كهربائي في الوشيعة
- 2- نلاحظ انحراف إبرة المقياس بشكل أكبر وهذا يدل على مرور تيار كهربائي شدته أكبر من السابق
- 3- نلاحظ انحراف إبرة المقياس بالاتجاه المعاكس وهذا يدل على مرور تيار كهربائي في الاتجاه المعاكس للحالة السابقة
- 4- لا تتحرف إبرة المقياس أي لا ينشأ تيار كهربائي لأن التدفق ثابت.

نلاحظ في أي مسألة لا يكون لدينا مولد فنشوء تيار كهربائي يكون من عملية تحرير كهربطي

سؤال نظري: نشكل دارة مغلقة من وشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور كل منها على الآخر ، نصل طرف الوشيعة الأولى

بماخذ (مولد) تيار متناوب (متغير) ، ونصل طرف الوشيعة الثانية بمصباح ، **المطلوب :**



1. ماذا تتوقع أن يحدث عند إغلاق دارة المولد في الوشيعة الأولى معلمًا إجابتك .
2. ماذا تتوقع لو استبدلنا مولد التيار المتناوب في الوشيعة الأولى بمولد متواصل معلمًا إجابتك
3. اقترح حلول لإضاءة المصباح في الوشيعة الثانية في حال تم وصل الوشيعة الأولى بتيار متواصل

الحل :

1. إضاءة المصباح في الوشيعة الثانية بالرغم أنها ليست موصولة إلى مولد (منبع تيار) دليل تولد تيار متعرض فيها **تفسير ذلك** : لأن الوشيعة الأولى يمر فيها تيار متناوب (متغير) يعطي حقلًا مغناطيسيًا متناوبًا (متغيرًا) فإن تدفقه المغناطيسي الذي سيجتاز الوشيعة الثانية متناوبًا أيضًا ، وإن **تغير التدفق** المغناطيسي يؤدي إلى نشوء تيار متعرض فيضيء المصباح .
2. أتوقع أن لا يضيء المصباح لأن التيار المتواصل ثابت الشدة فحقله المغناطيسي ثابت أيضًا أي تدفقه المغناطيسي عبر الوشيعة الثانية ثابت أيضًا أي لا ينشأ تيار متعرض في الوشيعة الثانية فلا يضيء المصباح
3. يجب **تغير التدفق المغناطيسي** من الوشيعة الأولى للوشيعة الثانية
 - a. تركيب قاطعة في الوشيعة الأولى والعمل على فتحها وإغلاقها
 - b. تفريغ أو إبعاد إحدى الوشيعتين عن الأخرى .
 - c. تغيير المقاومة الكهربائية في الوشيعة الأولى

□ قانون لenz

إن جهة التيار المترس في دارة مغلقة تكون بحيث يبدي أفعلاً تعكس السبب الذي أدى إلى حدوثه.
تناسب القوة المحركة التحريرية \bar{e} في دارة مغلقة طرداً مع تغير التدفق $\bar{d}\phi$ وعكساً مع dt زمن هذا التغير.

$$\text{volt} \bar{e} = -\frac{d\phi}{dt} = -(\bar{\Phi})'_t$$

الإشارة السالبة تدل على قانون لenz (تعلم!!) بالنظري نستخدم $(\bar{e} = -\frac{d\phi}{dt})$ وبالسائل نستخدم $(\bar{e} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$

التيار المترس $\bar{e} = \frac{\bar{e}}{R} = i$ وتعين جهته:

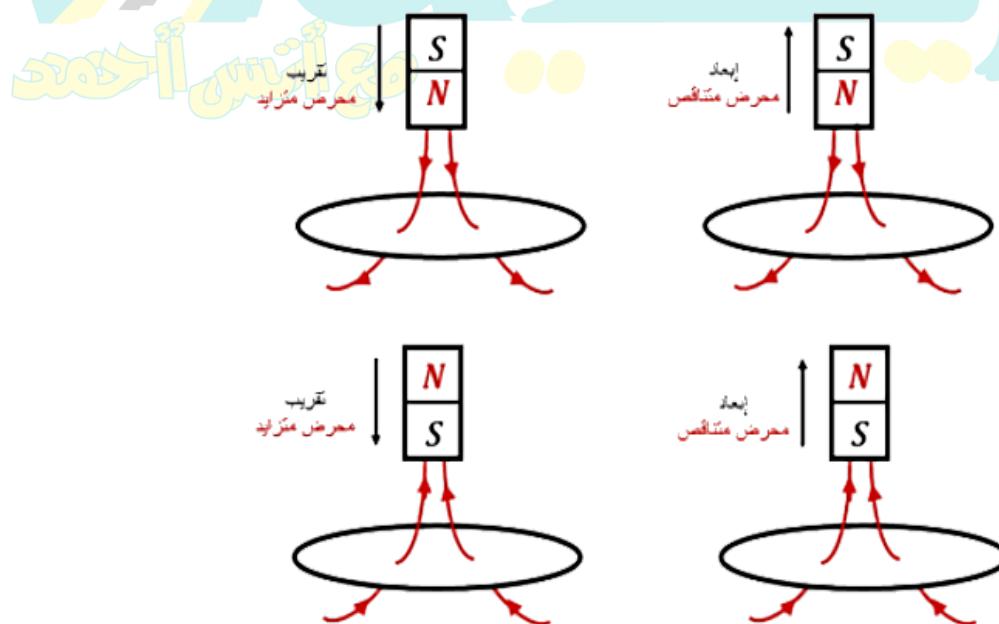
لكن لأنس Φ مترس $\Rightarrow \Phi$ يكون تدفقه i مترس $\Rightarrow \bar{e}$ مترس $\Rightarrow \Delta\Phi$ يعطي ΔB يعطي تحرير إلكترونات

حالة تفريغ: $\frac{d\phi}{dt} > 0 \Rightarrow \bar{e} < 0$

- ❖ الحقل المغناطيسي المترس يعاكس الحقل المغناطيسي المحرض لأنه متزايد
- ❖ جهة التيار المترس بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المغناطيسي المترس وباطن الكف نحو المركز
- ❖ تفريغ قطب مغناطيسي من وجه ملف \leftarrow وجه مماثل يحدث بينهما (تناقض)

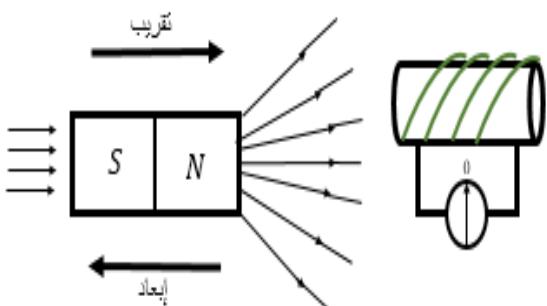
حالة إبعاد: $\frac{d\phi}{dt} < 0 \Rightarrow \bar{e} > 0$

- ❖ الحقل المغناطيسي المترس يوافق الحقل المغناطيسي المحرض لأنه متناقص
- ❖ جهة التيار المترس بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المغناطيسي المترس وباطن الكف نحو المركز.
- ❖ إبعاد قطب مغناطيسي من وجه ملف \leftarrow وجه معاكس يحدث بينهما (تجاذب)



سؤال نظري : نقرب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهاً وشيعه وفق محورها ويتصل طرفاها بواسطة مقياس ميكرو

أمبير فتتحرف إبرة المقياس دالة على مرور تيار كهربائي فيها . والمطلوب



- فسر سبب نشوء هذا التيار ، ثم أكتب نص قانون فراداي في التحرير
- أكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة الكهربائية المترسبة مع شرح دلالات الرموز ونناقش العلاقة في حال (تزايد التدفق - تناقص التدفق)
- أكتب نص قانون لنز في تحديد جهة التيار المترسبة
- ماذا تتوقع أن يكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس
- ماذا تتوقع أن يحدث في حال إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس عن أحد وجهي الوشيعة وكيف يكون الوجه المقابل للوشيعة
- ماذا تتوقع أن يحدث في حال تثبيت المغناطيس عند أحد وجهي الوشيعة ولماذا ؟

الحل :

- تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الوشيعة .

نص قانون فراداي في التحرير : يتولد تيار مترஸ في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم التيار بدوام تغير هذا التدفق وينعد عند ثبات التدفق المغناطيسي المترஸ .

$$2. \frac{d\phi}{dt} = \bar{e} \text{ حيث } d\phi \text{ تغير التدفق ، زمن تغير التدفق } dt \text{ وإشارة الناقص تدل على قانون لنز}$$

عند تزايد التدفق المغناطيسي $0 < d\phi < 0 \Rightarrow \bar{e} > 0$ جهة الحقل المترஸ عكس المحرس

عند تناقص التدفق المغناطيسي $0 > d\phi > 0 \Rightarrow \bar{e} < 0$ جهة الحقل المترஸ مع المحرس

- قانون لنز : إن جهة التيار المترஸ في دارة مغلقة تكون بحيث يبدي أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه . وجه شمالى .

أتوقع أن يتناقص التدفق المغناطيسي فيتولد تيار كهربائي مترஸ ويكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس وجه جنوبى . أتوقع لا يتغير التدفق ولا ينشأ تيار كهربائي $d\phi = 0 \Rightarrow \bar{e} = 0 \Rightarrow i = 0$

سؤال نظري : في تجربة السكتين التحريرية (المولد الكهربائي)

- فسر إلكترونياً نشوء التيار المترஸ والقوة المحركة الكهربائية المترسبة موضحاً ذلك بالرسم في كل من الحالتين الآتتين

a. في حالة دارة مغلقة b. في حالة دارة مفتوحة

2. استنتاج العلاقة المعبرة عن كل من :

(القوة المحركة الكهربائية المترسبة - التيار المترஸ - الاستطاعة الكهربائية الناتجة)

3. برهن تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية في المولد الكهربائي

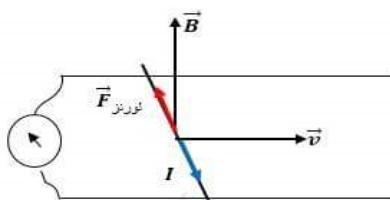
الحل :

- في حال كانت الدارة مغلقة : ينشأ تيار كهربائي مترஸ .

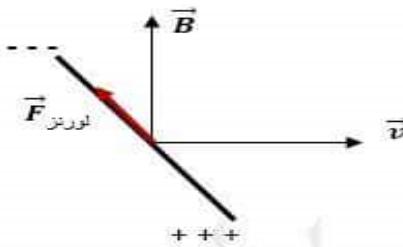
في حال كانت الدارة مفتوحة لا ينشأ تيار مترஸ بل ينشأ فرق في الكمون على طرفي الساق U_{AB}

a. في حالة دارة مغلقة : عند تحريك الساق بسرعة ثابتة \vec{v} فإن الإلكترونات الحرة داخل الساق تتحرك بسرعة الوسطية نفسها وهي خاضعة بالأصل للحقل المغناطيسي فتخضع هذه الإلكترونات لقوة مغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \times \vec{B}$

وهي قوة داخلية منطقية على الساق تعمل على تحريك الإلكترونات وفق حاملها وجهها داخل الساق وتتولد قوة محركة كهربائية تحريرية تسبب مرور تيار كهربائي مترஸ عبر الدارة المغلقة جهة الإصطلاحية بعكس جهة حركة الإلكترونات أي بعكس جهة القوة المغناطيسية .



b. في حال كانت الدارة مفتوحة: تراكم الشحنات السالبة في أحد طرفي الساق وتراكم الشحنات الموجبة في الطرف الآخر فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الساق U_{AB} يمثل القوة المحركة الكهربائية المترسبة $U_{AB} = |\epsilon|$



2. عند تحريك الساق بسرعة ثابتة v عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم B خلال فاصل زمني Δt ، تتنقل الساق مسافة:

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

$$\Delta s = L \Delta x \Leftrightarrow \Delta s = Lv \Delta t$$

$$\Delta \theta = B \Delta s = BLv \Delta t$$

$$\epsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \quad \text{فتتولد قوة محركة كهربائية مترسبة قيمتها المطلقة:}$$

$$\epsilon = \frac{BLv \Delta t}{\Delta t}$$

$$\epsilon = BLv \quad \text{القوة المحركة الكهربائية المترسبة:}$$

$$i = \frac{\epsilon}{R} \quad \text{وبما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي مترnbsp شدته:}$$

$$i = \frac{BLv}{R} \quad \text{التيار المترnbsp:}$$

$$P = \epsilon i \quad \text{فتكون الاستطاعة الكهربائية الناتجة:}$$

$$P = (BLv) \times \left(\frac{BLv}{R} \right)$$

$$P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \quad \text{الاستطاعة الكهربائية الناتجة:}$$

$$P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \quad \left\{ \begin{array}{l} \epsilon = BLv \\ i = \frac{BLv}{R} \end{array} \right. \Leftrightarrow P = \epsilon i \quad 3. \text{ تعطى الاستطاعة الكهربائية بالعلاقة:}$$

ولكن عند تحريك الساق بسرعة v تنشأ قوة كهروطيسية، جهتها بعكس جهة حركة الساق (عملها مقاوم) المسيبة لنشوء التيار المترnbsp، ولاستمرار تولد التيار يجب التغلب على هذه القوة الكهروطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية P' .

$$P' = Fv \quad \text{الاستطاعة الميكانيكية:}$$

$$F = iLB \sin \theta \quad \text{شدة القوة الكهروطيسية:}$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \frac{\pi}{2} \quad \Rightarrow F = iLB$$

$$i = \frac{BLv}{R}$$

$$F = \frac{BLv}{R} (LB) \Leftrightarrow F = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

$$P' = Fv = \frac{B^2 L^2 v}{R} v$$

$$P' = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \quad \text{الاستطاعة الميكانيكية المصروفة:}$$

$$\text{وبموازنة العلاقاتين نجد أن: } P' = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \quad \text{كهربائية} \quad \text{ميكانيكية}$$

وبهذا تكون قد تحولت الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، وهو المبدأ الذي يعتمد عليه الكثير من المولدات الكهربائية.

ملاحظة لحساب

القوة المحركة الكهربائية المترسبة الوسطية (دلالة مقياس الميلي فولط) $\bar{e} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ شدة التيار المترس (دلالة المقياس الغلفاني - دلالة المقياس ميكرو أمبير) : $\bar{I} = \frac{\bar{e}}{R}$

المسألة الأولى (درس - ملف دائري)

ملف دائري، يتتألف من 100 لفة متماثلة، نصف قطره الوسطي 4cm ، نصل طرفه بمقاييس ميلي أمبير موصولاً على التسلسل مع مقاومة أومية قيمتها 20Ω ، نقرب من أحد وجهي الملف القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم، فتزداد شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الملف الدائري بانتظام من الصفر إلى 0.08T خلال 2s . **المطلوب:**

- احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المترسبة المتولدة في الملف الدائري محدداً جهة التيار الكهربائي المترس.
- ما نوع الوجه المقابل للقطب الشمالي.
- احسب شدة التيار المار في الملف.
- احسب الاستطاعة الكهربائية المتولدة عن الملف الدائري، ثم الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية،
ماذا تستنتج.

(يهم تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل :

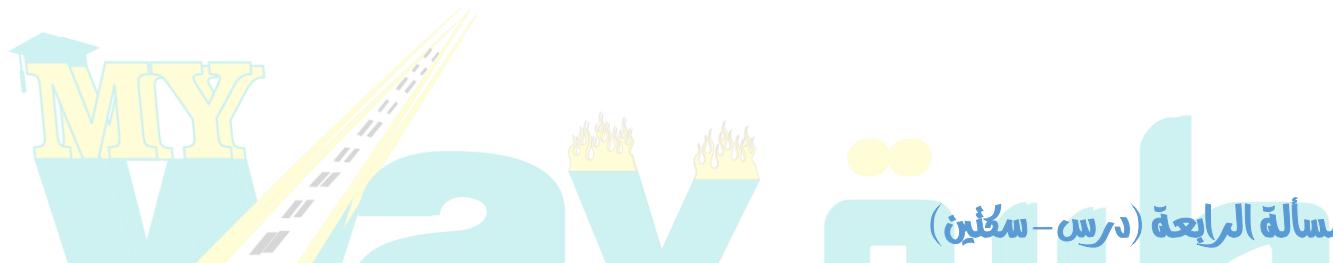


المسألة الثانية (درس - وشيعة بداخلها ملف دالى)

1. لدينا وشيعة، طولها 30cm ، قطرها 4cm ، تحوي 1200 لفة، نمرر فيها تياراً شدته $4A$. احسب شدة الحقل المغناطيسى في مركز الوشيعة.

2. نلف حول القسم المتوسط من الوشيعة ملفاً يحوى 100 لفة معزولة، ونصل طرفيه بمقاييس غلفاني، بحيث تكون المقاومة الكلية للدارة الجديدة 16Ω ما دلالة المقياس عند قطع التيار عن الوشيعة خلال 0.5s تتناقص فيها الشدة بانتظام؟ (يهم تأثير الحقل المغناطيسى الأرضى)

الحل :



المسألة الرابعة (درس - سفين)

سكتان نحاسيتان متوازيتان، تميل كل منهما على الأفق بزاوية 45° ، تستند إليهما ساق نحاسية طولها $L = 40\text{ cm}$ تخضع بكمالها لتأثير حقل مغناطيسى منتظم شاقولي شدته $0.8T$ ، نغلق الدارة ثم تترك لتنزلق دون احتكاك بسرعة ثابتة، قيمتها 2m.s^{-1} . المطلوب :

- 1 بين أنه تنشأ قوة كهرومغناطيسية تعيق حركة الساق.
- 2 استنتج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة، ثم احسب قيمتها إذا كانت شدة التيار المترافق المتولد فيها $\sqrt{2}A$.
- 3 استنتج العلاقة المحددة لكتلة الساق، ثم احسب قيمتها.

الحل :

المسألة الثالثة (درسين - سنتين)

في تجربة السكتين الكهرومغناطيسية يبلغ طول الساق النحاسية المستندة عمودياً عليهما 30cm ، وكتلتها 60g ، **المطلوب:**

- احسب شدة الحقل المغناطيسي المنتظم المؤثرة عمودياً في السكتين لتكون شدة القوة الكهرومغناطيسية متساوية مثلي ثقل الساق، وذلك عند إمرار تيار كهربائي شدته 20A .
- احسب عمل القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الساق إذا تدحرجت بسرعة ثابتة قدرها 0.4m.s^{-1} لمدة ثانية.
- نرفع المولد من الدارة السابقة، ونستبدل بمقياس غلفاني، وندرج الساق بسرعة وسطية ثابتة 5m.s^{-1} ضمن الحقل السابق. استنتج عبارة القوة المحركة الكهربائية المترددة، ثم احسب قيمتها، واحسب شدة التيار المترددة بافتراض أن المقاومة الكلية للدارة ثابتة وتساوي 5Ω ، ثم ارسم شكلًا توضيحيًا يبين جهة كل من (\vec{B}, \vec{v}) وجهة التيار المترددة.
- احسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة، ثم احسب شدة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الساق في أثناء تدحرجه.

الحل :



المسألة 20 (حامة- ساق نحاسية)

ساق نحاسية طولها 80 cm نحركها بسرعة أفقية v عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقى شدته $0.5T$ فيكون فرق الكهون بين طرفي الساق 0.4 V ، **المطلوب:**

1- استنتاج العلاقة المحددة لسرعة الساق واحسب قيمتها.

2- نأخذ الساق النحاسية ونعلقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض من شاقولي مهمل الكتلة ثابت صلابته $100\text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ونمرر فيها تيار كهربائي شدته 20 A فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار 20 cm عن طوله لأصلي قبل تعليق الساق وتتوازن الساق:

(A) حدد على الرسم القوى الخارجية المؤثرة على الساق.

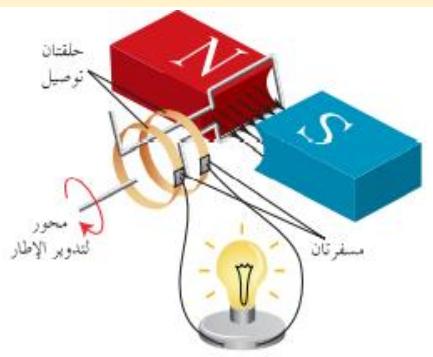
(B) استنتاج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق واحسب قيمتها.

الحل:



نوليد التيار المتناوب الجيبى

سؤال نظري: في تجربة يتكون إطار من سلك نحاسي معزول من N لفة مساحة كل منها S يدور حول محور في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم \vec{B} يصنع زاوية α مع نظام الإطار في لحظة ما أثناء الدوران



1. استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المترسبة المتناوبة الآنية في مولد التيار المتناوب الجيبى
2. ارسم المنحني البياني لتغيرات ϵ بدلالة wt خلال دورة كاملة
3. ماذا يدعى التيار الحالى ولماذا؟ أكتب تابعه الزمنى
4. بين متى تكون القوة المحركة الكهربائية المتناوبة
 - a. موجبة وسائلة
 - b. عظمى وصغرى
 - c. معدومة

الحل :

$$\bar{\Phi} = N B s \cos \alpha$$

السرعة الزاوية للدوران ω ثابتة فإن الزاوية α التي يدورها الملف في زمن قدره t :

نعرض في علاقة التدفق المغناطيسي:

$$\bar{\Phi} = N B s \cos \omega t$$

$$\bar{\epsilon} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt} = -(\bar{\Phi})' = -(\frac{N B s}{t})' \cos \omega t$$

أي نشق Φ :

تكون ϵ عظمى عندما:

نعرض في علاقة $\bar{\epsilon}$: نجد علاقة القوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية المتناوبة

$$\bar{\epsilon} = \epsilon_{max} \sin \omega t$$

2. المنحني البياني

3. يدعى بالتيار المتناوب الجيبى لأن القوة المحركة الكهربائية المترسبة $\bar{\epsilon}$

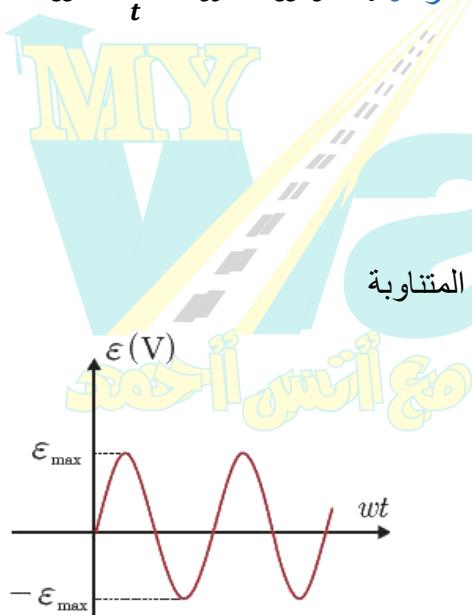
متناوبة جيبية

$$\bar{i} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} \Rightarrow \bar{i} = \frac{\epsilon_{max} \sin \omega t}{R}$$

4. موجبة في النصف الأول للدور وسائلة في النصف الثاني للدور

عظمى في نهاية الربع الأول للدور وصغرى في نهاية ثلاثة أرباع الدور

معدومة في بداية ومنتصف ونهاية الدور



المسئلة 21 (عامة- ملف دائري)

ملف دائري نصف قطره الوسطي 4 cm لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول معلق من الأعلى بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي منتظم أفقى خطوطه **ناظمية** على مستوى الملف شدته $0.04T$ نصل طرفي سلك الملف بمقاييس غلاني، **المطلوب :**

- ندير الملف بدءاً من وضع توازنه بزاوية $\frac{\pi}{2}\text{ rad}$ خلال 0.2 s احسب شدة التيار المترعرض المترولد في الملف حيث المقاومة الكلية للدارة 5Ω .
- نستبدل سلك التعليق السابق بمحور شاقولي ثم ندير الملف بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi}\text{ Hz}$ ، **المطلوب :**
 - استنتاج بالرموز العلاقة المحددة لقيمة الجبرية للفورة المحركة الكهربائية المترعرضة المتناوبة الجيبية ثم اكتب التابع الزمني لكل من هذه القوة و التيار المترعرض المتناوب الجيبى.
 - احسب طول سلك الملف.

الحل :



المسألة الخامسة (درس - إطار مربع)

إطار مربع الشكل طول ضلعه 4cm ، مولف من 100 لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول، ندير الإطار حول محور شاقولي مار من مركزه ومن ضلعين أفقين متقابلين بحركة دائرية منتظمة تقابل $\frac{10}{\pi}\text{Hz}$ ضمن حقل مغناطيسي أفقي شدته $7 \times 10^{-2}\text{N}$ ، خطوطه ناظمية على سطح الإطار قبل الدوران حيث الدارة مغلقة ومقاومتها $R = 4\Omega$ ،

المطلوب:

- اكتب التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية الناشئة في الإطار.
- عين اللحظتين الأولى و الثانية التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية الناشئة معدومة.
- اكتب التابع لشدة التيار الكهربائي المترسبة اللحظي المار في الإطار. (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل:



سؤال نظري: في الدارة الموضحة جانباً والتي تعبر عن مبدأ المحرك

- عند إغلاق القاطعة ومنع المحرك عن الدوران نلاحظ توهج المصباح فسر ذلك
- ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند السماح للmotor بالدوران معللاً ذلك؟
- في المحرك الكهربائي يبرهن نظرياً تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية

صيغة أخرى للسؤال: في تجربة السكتين الكهرومغناطيسية يبرهن أن $P_{كهربائية}' = P_{ميكانيكية}'$

الحل:

- بسبب مرور تيار كهربائي له شدة معينة ويدل عليه المقياس .
- عند السماح للmotor بالدوران : تبدأ سرعة دورانه بالازدياد فنلاحظ تناقص توهج المصباح ونقصان دلالة المقياس مما يدل على مرور تيار كهربائي أقل

التعليل: يوجد في المحرك وشيعة يمر فيها تيار كهربائي وخاضعة لحقل مغناطيسي يعمل على تدويرها ، فيتغير التدفق المغناطيسي عبرها فيتولد فيها قوة محركة كهربائية تحربيبة عكسية تزداد بازدياد سرعة دوران المحرك ، هذه القوة مضادة (معاكسة) للقوة المحركة الكهربائية المطبقة بين قطبي المولد (فرق الكمون) فتقلل من تأثيرها ، فيقل التيار الكهربائي عبر المصباح فتخبو إضاءته .

3. عند مرور التيار الكهربائي في الساق الخاضعة لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم \vec{B} ، فإنها تتأثر بقوة كهرومغناطيسية شدتها:

$$F = ILB$$

تعمل القوة الكهرومغناطيسية على تحريك الساق بسرعة ثابتة v ، وتكون الاستطاعة الميكانيكية الناتجة:

$$P' = ILBv$$

لكن عند انتقال الساق مسافة Δx : $\Delta x = v \Delta t$

يتغير السطح بمقدار: $\Delta s = L \Delta x = Lv \Delta t$

يتغير التدفق بمقدار: $\Delta \Phi = B \Delta s = BLv \Delta t$

فبتولد قوة محركة كهربائية متخرضة عكسية تعكس مرور التيار (حسب لenz) قيمتها المطلقة:

$$\epsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow \epsilon = \frac{BLv \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \epsilon = BLv$$

ولاستمرار مرور تيار المولد يجب تقديم استطاعة كهربائية:

$$P = BLvI$$

بالموازنة بين الاستطاعتين نجد: $P' = P$ وبهذا الشكل تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

التحريض الذائلي

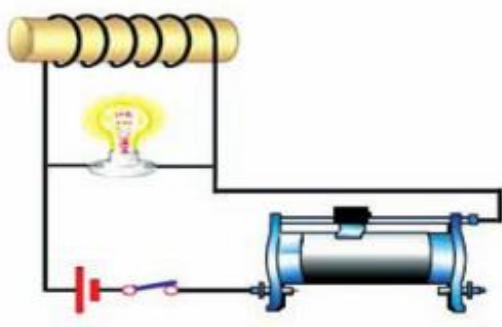
سؤال نظري: في التجربة الموضحة في الدارة :

1. فسر كل مما يلي :

- عند فتح القاطعة يتوجه المصباح بشدة قبل أن ينطفئ
- عند إغلاق القاطعة يتوجه المصباح ثم تخبو إضاءته

2. ماذا ندعوا الدارة ، والحدث في هذه الحالة ولماذا ؟

الحل :



1. عند فتح القاطعة أي عند قطع التيار **تتناقص** شدة التيار المار في الوشيعة **فيتناقص** الحقل المغناطيسي المتولد عنه في الوشيعة **فيتناقص** التدفق المغناطيسي فيها **فيتولد** فيها قوة محركة كهربائية متخرضة وتكون $\frac{di}{dt}$ أعلى ما يمكن لحظة فصل القاطعة فتوجه المصباح حيث dt صغير جداً ثم ينطفئ **عند إغلاق القاطعة تزداد** شدة التيار المار في الوشيعة **فيزداد** الحقل المغناطيسي المتولد عنه في الوشيعة **فيزداد** التدفق المغناطيسي فيها **فيتولد** فيها قوة محركة كهربائية **ع تمانع** تيار المولود من المرور فيها فيمر هذا التيار في المصباح فقط فيسبب التوجه الشديد وبسبب تناقص $\frac{di}{dt}$ تخبو إضاءة المصباح ويزداد التيار تدريجياً عبر الوشيعة حتى ثبات الشدة فتنتهي القوة المحركة الكهربائية المتخرضة في الوشيعة .

2. ندعى الدارة بالدارة المتحرضة الذاتية ، وتسمى الحادثة بالتحريض الذاتي ، لأن الوشيعة قامت بدور محرّض ومحرض ، بأن واحد .

سؤال نظري: وشيعة طولها l مؤلفة من N لفة يمر فيها تيار متغير المطلوب :

1. استنتاج العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة وعرف الهنري
 2. اكتب علاقة التدفق الذاتي عبر الوشيعة
 3. اكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريرية الذاتية
 4. اكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريرية الذاتية ثم ناقشها عند: (تزايد شدة التيار – تناقص شدة التيار)
 5. اكتب العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة ثم كيف تؤول تلك العلاقة من أجل وشيعة طولها *l* وطول سلوكها *l'*

الحل :

1. عند مرور تيار في وشيعة يولد حقلًا مغناطيسيًا $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Ni}{l}$ $\Leftrightarrow B = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$ ويكون تدفق حقله المغناطيسي $\Phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$ نعرض قانون الشيعة B في علاقة التدفق فنجد (حيث 1 $\cos\alpha = 1$)

$$\phi = N \cdot (4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Ni}}{l}) \cdot S \xrightarrow{\substack{\text{نرتب العلاقة ونعزل الثوابت} \\ \text{داتية الدارة (ثوابت الدارة)}}} \phi = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{N}^2\text{s}}{l} i$$

$$\xrightarrow{\substack{\text{داتية الدارة (ثوابت الدارة)}}} L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{N}^2\text{s}}{l}$$

الهنري: ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق وبيرو واحد عندما يمر فيها تيار قدره أمبير واحد.

$$\phi = L \cdot i \quad : \quad \text{التدفق الذاتي} \quad .2$$

3. القوة المحركة المترددة الذاتية

4. القوة المحركة المترسبة الذاتية :

زيادة شدة التيار $0 < di < \epsilon$ (جهة التيار المترافق عكس جهة التيار المحرّض)

تناقص شدة التيار $0 < di < \epsilon$ (جهة التيار المترعرض مع ϵ)

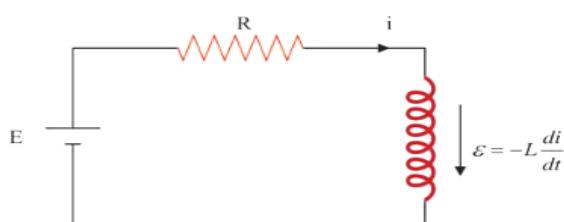
$$S = \pi r^2$$

$$N = \frac{l}{2\pi r} \xrightarrow{\text{نربع}} N^2 = \frac{l^2}{4\pi^2 r^2} \quad \text{عدد اللفات:}$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{l^2}{4\pi^2 r^2} \cdot \frac{\pi r^2}{l}$$

$$L = 10^{-7} \frac{l'^2}{l} : \text{ ذاتية وشيعة علم طولها } l \text{ وطول سلكها } l'$$

سؤال نظري: استنتاج عبارة الطاقة الكهربائية المختزنة في وشيعة يجتازها تيار ؟ كما هو موضح بالشكل



$$\sum E = Ri \Rightarrow \mathbf{E} + \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Ri}$$

$$E - L \frac{di}{dt} = Ri \xrightarrow{i dt \text{ نضرب الطرفين}}$$

$$E idt - L \frac{di}{dt} idt = R i idt \xrightarrow{\text{ختصر ونرتب}}$$

$$Eidt - Lidi \equiv R^2 dt$$

$$Eidt = Lidi + Ri^2 dt \quad \text{طاقة مختزنة كم طبسية} + Lidi \quad \text{طاقة مستهلكة حرارياً}$$

الطرف الأول E_{dt} يمثل الطاقة التي يقدمها المولد خلال dt .

الطرف الثاني $Ri^2 dt$: الطاقة الصناعية حرارياً بفعل جول خلال dt .

الطرف الثالث $Lidi$: الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعة (ناتج)

$$E_L = \int_0^I Lidi = \boxed{\frac{1}{2} LI^2} \xrightarrow{\Phi=L.I} \boxed{E_L = \frac{1}{2} \Phi I}$$

المسألة 17 (عامة - وشيعة - تحرير ذاتي)

وشيعة طولها 30 cm ومساحة مقطعها $3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ وذاتيتها $L = 5 \times 10^{-3} \text{ H}$. **المطلوب:**

(1) احسب عدد لفاتها .

(2) نمرر في الوشيعة تيار كهربائي متواصل شدته 15 A احسب الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعة .

(3) نجعل شدة التيار تتناقص بانتظام من 15 A إلى الصفر خلال 0.5 s ، احسب القيمة الجبرية لقوى المحركة الكهربائية التحريرية الذاتية الناشئة في الوشيعة وحدد جهة التيار المترافق .

(4) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً شدته الحالية مقدرة بالأمبير $5t - 20 = \bar{t}$ ، احسب القيمة الجبرية لقوى المحركة الكهربائية التحريرية الذاتية الناشئة فيها . (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي) .

الحل :



المسألة 18 (عامة- وشيعة- تحرير حاردي + ذاتي)

وشيعة طولها $m = \frac{2\pi}{5}$ وعدد لفاتها 200 لفة ، ومساحة مقطعها 20 cm^2 حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلقة 5Ω

- 1- نضع الوشيعة ضمن حقل مغناطيسي ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة ، نزيد شدة هذا الحقل بانتظام خلال 0.5 S من 0.04 T إلى 0.06 T : **المطلوب :**

- (a) حدد على الرسم جهة كل من الحقلين المغناطيسي المحرض والمتحرض في الوشيعة وعين جهة التيار المتحرض
 (b) احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة .
 (c) احسب ذاتية الوشيعة .
- 2- نرفع الوشيعة من الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته اللحظية $\bar{t} = 6 + 2t$.
- (a) احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريرضية **الذاتية** في الوشيعة .
 (b) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين : $t_1 = 0, t_2 = 1 \text{ S}$.
 (c) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 10 A بدل التيار السابق ، احسب الطاقة الكهربائية المختزنة في الوشيعة . (يهم تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي) .

الحل : -1



المسألة 19 (حامة- وشيعة- كهرطيسية + تحرير حارقى)

وشيعة طولها $m = \frac{2\pi}{5}$ وعدد لفاتها 1000 لفة ، نصف قطر مقطعها 2 cm ، ومقاومة دارتها الكهربائية المغلفة 50

مؤلفة من سلك نحاسي معزول قطر مقطعه $m = \frac{\pi}{500}$ **المطلوب :**

1- احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات .

2- احسب ذاتية الوشيعة . باعتبار $(\pi^2 \approx 10)$

3- نعلق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقولي عديم الفتل ونجعل محورها أفقياً عمودياً على خطوط حقل مغناطيسي منتظم أفقى شدته $T = 10\text{ N}$ ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته 4 A **المطلوب :**

(A) احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية 60° .

(B) احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية 30° .

4- قطع التيار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التوازن المستقر ثم نديرها حول السلك الشاقولي خلال 0.5 S ليصبح محورها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي ، **المطلوب :**

(A) احسب شدة التيار المترافق المولود في الوشيعة .

(B) احسب كمية الكهرباء المترافقة خلال الزمن السابق .

5- نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخلها نواة حديدية عامل انفاذها 50 احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية واحسب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة .





أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. وشيعة طولها $l' = 10\text{cm}$ ، وطول سلكها $l = 10\text{m}$ ، فقيمة ذاتيتها:

b. 10^{-5}H c. 10^{-3}H d. 10^{-7}H a. 10^{-4}H

الإجابة الصحيحة: a. 10^{-4}H

توضيح اختيار الإجابة:

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

في تجربة السكتين التحريرية حيث الدارة مغلقة تكون القيمة المطلقة لشدة التيار المترس:

a. BLv b. $\frac{BLv}{R}$ c. 0 d. $\frac{BLv}{i}$

الإجابة الصحيحة: b. $i = \frac{BLv}{R}$

ثانياً: ماذما تتوقع حدوثه في كل من الحالات الآتية معللاً إجابتك:

1- في تجربة السكتين التحريرية حيث الدارة مغلقة، نزيد سرعة تدحرج الساق على السكتين.

الحدث: تزداد شدة التيار المترس.

التعليق: كونها تتناسب طرداً مع سرعة التدحرج $i = \frac{BLv}{R} = \text{const } v$

2- تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من أحد وجهي وشيعة يتصل طرفاها ببعضهما البعض.

الحدث: يتولد تيار مترس في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شماليّاً.

التعليق: تقريب القطب الشمالي للمغناطيس يسبب تزايد التدفق المغناطيسي (المترس) الذي يجتاز حلقات الوشيعة فحسب قانون لenz تكون جهة التيار المترس بحيث تنتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه وكما نعلم الوجه الشمالي يتناقض مع القطب الشمالي ليمנע التقريب.

3- تقريب القطب الشمالي لمغناطيسي من أحد وجهي حلقة نحاسية دارتها مفتوحة.

الحدث: يتولد قوة محركة كهربائية مترسبة مساوية لفرق الكمون بين طرفي الحلقة.

التعليق: تتأثر الإلكترونات الحرة بقوة لورنز (المغناطيسي) فتنتقل تلك الإلكترونات وتترافق شحنات سالبة عند طرفي الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقة.

ثالثاً: اجب عن الاسئلة الآتية:

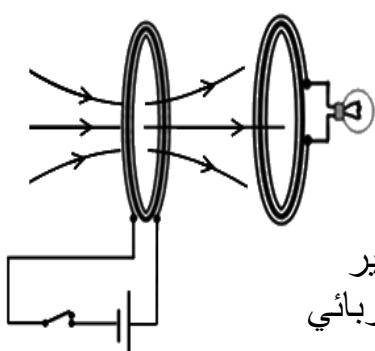
1. ملفان متقابلان الأول موصول إلى بيل كهربائي و الثاني إلى مصباح، هل يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين؟
في حال النفي ماذما نفعل ليضيء المصباح؟ ولماذا؟

لا يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين لأن التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول يتغير من خلال الملف الثاني.

ليضيء المصباح يجب أن يتغير التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول ويمكن تحقيق ذلك:

• بفتح وغلق القاطعة باستمرار في دارة الملف الأول

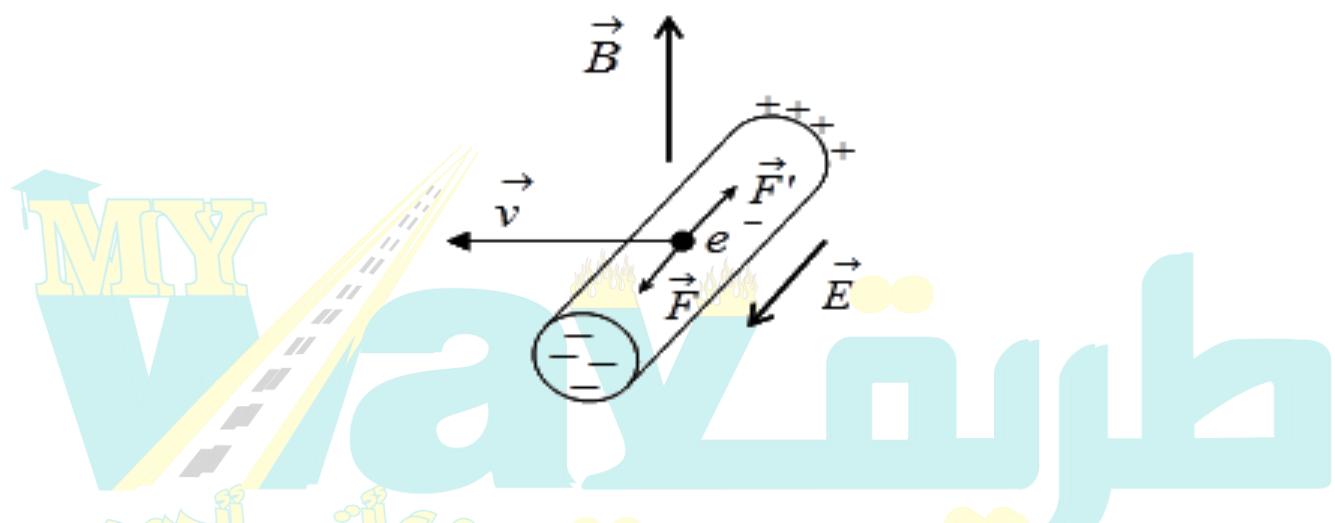
(فتغير شدة الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول و بالتالي يتغير التدفق المغناطيسي لهذا الحقل من خلال الملف الثاني فيتولد تيار كهربائي مترس يسبب إضاءة المصباح).



- تحريك أحد الملففين نحو الآخر.
 - استبدال البيل الكهربائي بمنبع تيار كهربائي متناوب.
2. في تجربة الساق المتحركة بوجود الحقل المغناطيسي المنظم في دارة مفتوحة، تراكم الشحنات الموجبة في طرف و الشحنات السالبة في طرف آخر، و يستمر التراكم إلى أن يصل إلى قيمة حدية يتوقف عندها. فسر ذلك.
- تفسير الوصول إلى قيمة حدية لترامك الشحنات الكهربائية على طرفي الساق:

إن تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق يولد حقلًا كهربائياً \vec{E} يتجه من الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية موجبة إلى الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية سالبة يؤثر هذا الحقل الكهربائي في الإلكترون الحر بقوة كهربائية \vec{F}' جهتها تعاكس جهة القوة المغناطيسية \vec{F} (قوة لورنزا) المؤثرة في هذا الإلكترون تزداد شدة الحقل الكهربائي بازدياد تراكم الشحنات الكهربائية مما يزيد من شدة هذه القوة الكهربائية لتصبح متساوية لشدة القوة المغناطيسية (قوة لورنزا) فتتوقف حركة الإلكترونات.

الرسم :



3. بين الخط البياني المرسوم جانباً تغيرات تيار المولد المار في الوشيعة في حادثة التحريرض الذاتي.

a. ماذا تمثل كل من المراحل (BC , AB , OA).

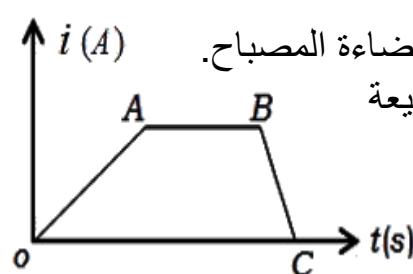
b. أيهما أكبر، القوة المحركة الكهربائية المترسبة عند إغلاق الدارة أم عند فتحها.

c. في أي المراحل تزداد الطاقة الكهروطيسية المخزنة في الوشيعة؟ وفي أي المراحل تكون ثابتة؟ وفي أي المراحل تتناقص الطاقة الكهروطيسية المخزنة في الوشيعة.

a. المراحل OA (إغلاق القاطعة) تزداد شدة تيار المولد المار في الوشيعة فيتوجه المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءته الخامفة.

المراحلة AB ثبات شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فثبتت شدة إضاءة المصباح.

المراحلة BC (فتح القاطعة) تتناقص شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فيتوجه المصباح بشدة ثم ينطفئ.



b. عند فتح الدارة تكون القوة المحركة الكهربائية المترسبة أكبر من القوة المحركة الكهربائية المترسبة عند غلق القاطعة.

لأن: القيمة المطلقة لقوة المحركة الكهربائية المتحركة $L \frac{di}{dt} - =$ تتناسب عكساً dt و زمن تناقص شدة التيار في المرحلة BC أصغر من زمن تزايد التيار في المرحلة OA لذا تكون القوة المحركة الكهربائية المتحركة أكبر عند فتح الدارة.

c. **تزاد** الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعة في المرحلة OA . تكون الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعة **ثابتة** في المرحلة AB . تتناقص الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعة في المرحلة BC وتتحول إلى طاقة كهربائية.

4. وشيعة يمر فيها تيار كهربائي متغير شدته i :

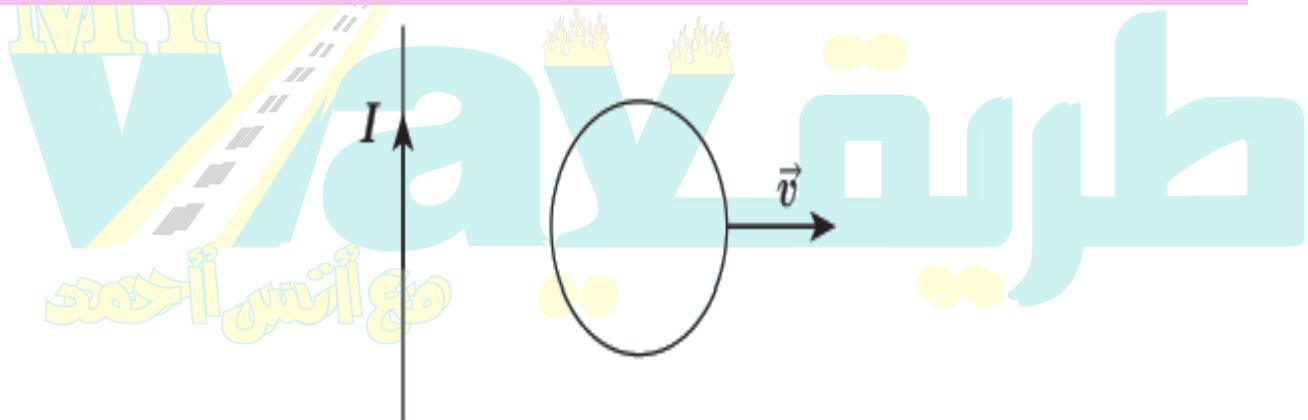
- a. اكتب عبارة شدة الحقل المغناطيسي المتولد داخلها نتيجة مرور التيار.
- b. اكتب عبارة التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي.
- c. استنتج العلاقة المحددة لقيمة الجبرية لقوة المحركة الكهربائية المتحركة الآنية الذاتية المتحركة فيها موضحاً متى تنعدم قيمة هذه القوة.

(محلول في النظري)

5. تنعدم قيمة هذه القوة المحركة الكهربائية المتحركة الآنية الذاتية عند ثبات قيمة التيار.

في الشكل المجاور ملف دائري نحركه بسرعة ثابتة \vec{v} عمودية على السلك المستقيم، المطلوب:

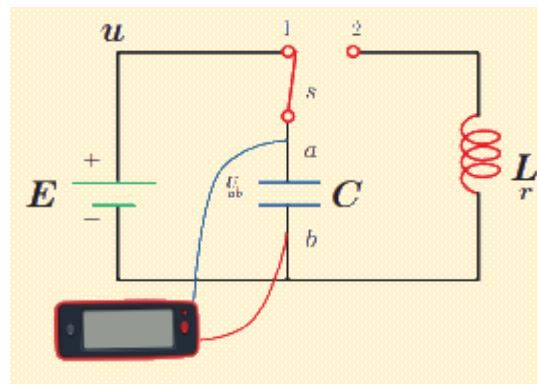
- a. حدد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن مرور التيار الكهربائي في السلك المستقيم عند مركز الملف الدائري.
- b. حدد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المتحرك في الملف وجهاً للتيار الكهربائي المتحرك.
- c. صف ما يحدث إذا أوقفنا الملف عن الحركة، معللاً إجابتك؟



c. في حال أوقفنا الملف عن الحركة فإنه لا ينشأ تيار متحرك في الملف لأنه لا يوجد تغير في التدفق المغناطيسي.

الدرس الرابع

الاهتزازات الكهربائية المزدوجة الدارات المهمزة (التيارات حالية التوافر)



سؤال نظري نشكل دارة كهربائية تتالف من مكثفة ومولد يعمل على شحنها

و عند تمام الشحن تظهر بقعة مضيئة ثابتة و الكمون ثابت على راسم الاهتزاز وهذا كله في حال كانت الدارة مغلقة عند النقطة (1) و عند وصل القاطعة عند النقطة (2) تتشكل دارة مولفة من مكثفة مشحونة موصولة على التسلسل مع وشيعة لها مقاومة فتبدأ المكثفة بتفریغ شحنها عبر

الوشيعة **والمطلوب** : كيف يكون شكل التفریغ مع التعليل في كل من الحالات الآتية :

1- مقاومة الوشيعة كبيرة 2- مقاومة الوشيعة صغيرة

3- مقاومة الوشيعة مهملة دورات 2019 - 2020

الحل :

1- إذا كانت الوشيعة مقاومتها كبيرة تبدأ المكثفة بتفریغ شحنها في الوشيعة فيظهر على راسم الاهتزاز المخطط :

• شكل التفریغ لا دوري متزامد باتجاه واحد

• التعليق لأن المقاومة كبيرة ، تستهلك كامل الطاقة الكهربائية وتحولها دفعه واحدة إلى طاقة حرارية

بفعل جول الحراري فيتزامد الاهتزاز

2- إذا كانت الوشيعة مقاومتها صغيرة تبدأ المكثفة بتفریغ شحنها في الوشيعة فنلاحظ المخطط الآتي:

✓ شكل التفریغ دوري متزامد باتجاهين (شبه دوري)

✓ التعليق لأن المقاومة الصغيرة للوشيعة تبدأ باستهلاك الطاقة الكهربائية تدريجياً وتحولها بعد فترة إلى طاقة حرارية بفعل جول الحراري لذا يبدأ الاهتزاز

بالتزامد

3- إذا كانت الوشيعة مهملة المقاومة: عندها تبدأ المكثفة بتفریغ شحنها في الوشيعة فنلاحظ المخطط الآتي:

• شكل التفریغ دوري جيبي متذبذب غير متزامد سعة الاهتزاز ثابتة

• التعليق لأنه بإهمال المقاومة نحافظ على الطاقة الكهربائية وهذه حالة مثالية

لا تتحقق عملياً إلا إذا عوضنا الطاقات الضائعة .

سؤال نظري اشرح كيفية تبادل الطاقة بين الوشيعة والمكثفة؟

• تبدأ المكثفة المشحونة بتفریغ شحنها في الوشيعة فينشأ تيار في الوشيعة ويزداد تدريجياً إلى أن يصل الشدة العظمى في نهاية ربع الدور الأول وتنتهي الشحنة في المكثفة فيتولد في الوشيعة قوة محركة كهربائية متحركة وتختزن طاقة

$$E_L = \frac{1}{2} L I_{\max}^2$$

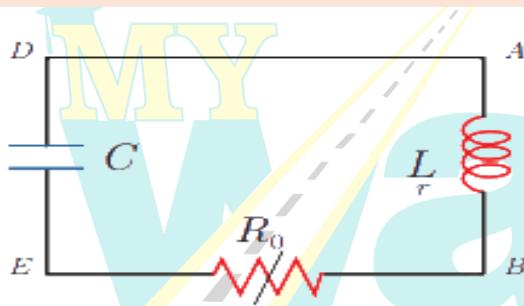
• ومن ثم يبدأ التيار في الوشيعة بشحن المكثفة فينقص تدريجياً لتزداد شحنة المكثفة إلى أن ينعدم تيار الوشيعة فتصبح شحنة المكثفة عظمى عند نهاية الربع الثاني وتخزن المكثفة الطاقة على شكل طاقة كهربائية $E_c = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{C}$ في الربعين الثالث و الرابع تتكرر عملية الشحن و التفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً للتغيير شحنة البوسين.

T_0	$\frac{3T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{T_0}{4}$	(بدء الزمن) $t=0$
q_{max}	$q = 0$	$-q_{max}$	$q = 0$	q_{max} (مكثفة)
$I = 0$	$+I_{max}$	$I = 0$	$-I_{max}$	$I=0$ (وشيعة)

سؤال نظري نشكل دارة كهربائية تحوي على التسلسل وشيعة (L, r) مكثفة مشحونة سعتها C ومقاومة R_0 حسب الشكل:

استنتج المعادلة التفاضلية للدارة السابقة وكيف تصبح الاهتزازات حرة.

بما أن الدارة المغلقة فمجموع فروق الکمون يساوي الصفر



$$U_{AD} + U_{DE} + U_{EB} + U_{BA} = 0$$

$$U_{AD} = 0, U_{DE} = \frac{\bar{q}}{c}, U_{EB} = R_0 \bar{t}, U_{BA} = L \frac{d\bar{t}}{dt} + r \bar{t}$$

$$= 0 \frac{\bar{q}}{c} + R_0 \bar{t} + L \frac{d\bar{t}}{dt} + r \bar{t}$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{q}}{c} + L \frac{d\bar{t}}{dt} + \bar{t}(R_0 + r) = 0 \quad \text{المقاومة الكلية للدارة } R = R_0 + r$$

$$\frac{\bar{q}}{c} + L \frac{d\bar{t}}{dt} + R \bar{t} = 0 \Rightarrow \text{ولكن } \bar{t} = (\bar{q})'_t \Rightarrow \frac{d\bar{t}}{dt} = (\bar{t})'_t = (\bar{q})''_t$$

$$\frac{\bar{q}}{c} + L(\bar{q})''_t + R(\bar{q})'_t = 0 \quad \text{وفي الدارة المهتزة } R=0 \Rightarrow \frac{\bar{q}}{c} + L(\bar{q})''_t = 0$$

$$\xrightarrow{\text{عزل}} (\bar{q})''_t = -\frac{\bar{q}}{Lc}$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلأً جيبياً من الشكل:

$$\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

وتصف اهتزاز الشحنات الكهربائية ، وتكون الاهتزازات حرة وذلك عندما تكون المقاومات معدومة.

سؤال نظري انطلاقاً من العلاقة $0 = L(\bar{q})''_t + \frac{\bar{q}}{c}$ استنتج علاقة الدور الخاص للاهتزازات الحرة غير المتماخمة وبين دلالات الرموز والوحدات الدولية.
أو: انطلاقاً من العلاقة $0 = \bar{U}_C + \bar{U}_L$ بدل السابقة دورة 2014 الثانية

$$L(\bar{q})''_t + \frac{\bar{q}}{c} = 0$$

$$\Rightarrow L(\bar{q})''_t = -\frac{\bar{q}}{c} \Rightarrow \boxed{(\bar{q})''_t = -\frac{\bar{q}}{Lc}}$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلًا جيبياً من الشكل :

$$\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

نشتق مرتين بالنسبة للزمن:

$$\Rightarrow \bar{t} = (\bar{q})'_t = -q_{max} \omega_0 \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$\Rightarrow (\bar{t})'_t = (\bar{q})''_t = -q_{max} \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

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

$$-\omega_0^2 q = -\frac{q}{Lc} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{Lc}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{Lc}}$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\frac{1}{\sqrt{Lc}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{Lc}}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{Lc}}$$

- T_0 : دور الاهتزازات الكهربائية و تقدر بـ s .

- L : ذاتية الوشيعة و تقدر بـ H .

- C : سعة المكثفة و تقدر بـ F .

سؤال نظري انطلاقاً من تابع الشحنة مع اعتبار $0 = \bar{\varphi}$ استنتاج عبارة تابع الشدة اللحظية وما هو فرق الطور بين تابع الشدة وتابع الشحنة؟ دورة 2015 الثانية

$$\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi) : \varphi = 0 \xrightarrow{\text{تابع الشحنة}} \bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t) \xrightarrow{\text{التيار هو المشتق الأول للشحنة}}$$

$$\bar{t} = (\bar{q})'_t = -q_{max} \omega_0 \sin(\omega_0 t)$$

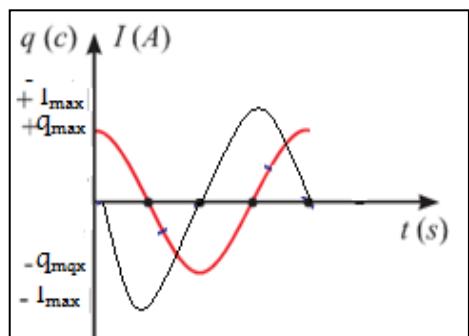
$$\xrightarrow{\text{خط دستور الإرجاع إلى الربع الأول}} -\sin(\omega_0 t) = \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

$$\xrightarrow{\text{ويصبح التيار}} \boxed{\bar{t} = q_{max} \omega_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})}$$

نلاحظ أن تابع الشدة متقدم على تابع الشحنة بمقدار $\frac{\pi}{2}$ وهمما على تردد

• عندما تكون شحنة المكثفة عظمى يكون التيار في الوشيعة معدوم

• عندما تكون التيار في الوشيعة أعظمى تكون شحنة المكثفة معدومة



الرسم البياني لمخطط ضابط الطور بين التيار والشحنة:

سؤال نظري استنتج عبارة الطاقة الكلية في الدارة الكهربائية المهتزة مع رسم الخط البياني لها موضحاً تغيرات E_L , E_c مع الزمن .
دورة 2014 الأولى - 2015 الثانية .
الطاقة الكلية هي مجموع طاقتى المكثفة والوشيعة

$$E = E_c + E_L$$

الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة:

الطاقة الكهربطيسية المخزنة في الوشيعة:

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{c} + \frac{1}{2} L i^2$$

$$\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t) \Rightarrow$$

$$\bar{i} = (\bar{q})'_t = -q_{max} \omega_0 \sin(\omega_0 t)$$

$$E = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{c} \cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2} L q_{max}^2 \omega_0^2 \sin^2(\omega_0 t)$$

$$\therefore \omega_0^2 = \frac{1}{Lc}$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{c} \cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2} L q_{max}^2 \frac{1}{Lc} \sin^2(\omega_0 t)$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{c} [\cos^2(\omega_0 t) + \sin^2(\omega_0 t)]$$

[$\cos^2(\omega_0 t) + \sin^2(\omega_0 t)$] = 1 : حيث

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{c} = \text{const}$$

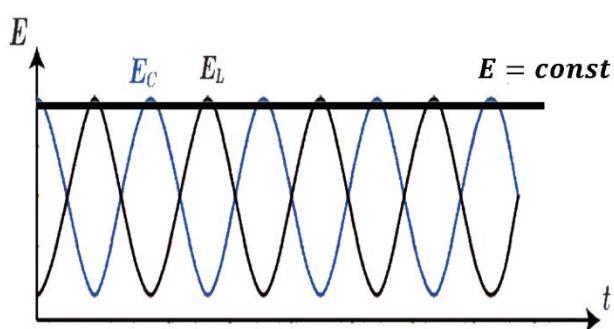
$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} L i_{max}^2 = \text{const}$$

نستنتج: الطاقة الكلية لدارة (L, c) مقدار ثابت في كل لحظة وتمثل

خط مستقيم يوازي محور الأزمنة

عندما تندم طاقة المكثفة تكون طاقة الوشيعة عظمى والعكس

صحيح



ف瑟 علمياً باستخدام العلاقات الرياضية (دورات)

✓ تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة لمرور التيارات عالية التواتر

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

بإهمال المقاومة (r) أمام (ωL)

$$X_L = \sqrt{(L\omega)^2} \Rightarrow X_L = L\omega$$

$$\Rightarrow X_L = L(2\pi f)$$

نلاحظ أن ردية الوشيعة تتناسب طرداً مع تواتر التيار أي إذا كانت التيار عالي التواتر تكون الممانعة أو الردية عاليه جداً لذلك يمر فيها تيار شدته المنتجة ضعيفة جداً

ف瑟 علمياً باستخدام العلاقات الرياضية (دورات)

✓ تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر

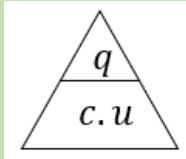
$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{(2\pi f)C}$$

نلاحظ:

أن ممانعة المكثفة تتناسب عكساً مع تواتر التيار؛ لذلك يمر فيها تيار شدته المنتجة كبيرة بسهولة لأن الممانعة صغيرة

ملاحظات لحل مسائل الدارة المفهترة

المكثفة: من المثلث: شحنة المكثفة (كولوم) $q = C \cdot U$: سعة المكثفة : (فاراد)



♥ الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة: $E_C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$: $t = 0 \Rightarrow \bar{q} = q_{max}$

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

أو يمكن حساب ذاتية وشيعة علم طولها ℓ وطول سلكها ℓ من الاستنتاج:

$$\left. \begin{aligned} N &= \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S &= \pi r^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{\ell'}{2\pi r} \cdot \pi r^2}{\ell} \Rightarrow \boxed{L = 10^{-7} \frac{\ell'}{\ell}}$$

الدارة المفهترة:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} = \quad \text{دورة: } \quad T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C} = \frac{1}{f_0} = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad \text{♥}$$

$$\frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\pi} \quad \text{♥}$$

$$\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t) \quad w_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad \text{♥}$$

$$\bar{I} = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}) \quad \text{أو} \quad \bar{I} = (\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max} \sin \omega_0 t \quad \text{♥}$$

$$\text{شدة التيار الأعظمي: } I_{max} = \omega_0 q_{max} \quad \text{♥}$$

مسألة محلولة:

شحن مكثفة سعتها $C = 1\mu F$ تحت توتر كهربائي $U_{ab} = 100V$ ، ثم نصلها في اللحظة $t = 0$ بين طرفي وشيعة ذاتيتها $L = 10^{-3}H$ ومقاومتها مهملة. **المطلوب حساب:**

1. الشحنة الكهربائية للمكتفة **و** الطاقة الكهربائية المخزنة فيها عند اللحظة.
 2. تواتر الاهتزازات الكهربائية المارة فيها. (باعتبار $10 \approx \pi^2$)
 3. شدة التيار الاعظمي I_{max} المار في الدارة .

الحل:

اخْتَبِرْ نَفْسَكَ:

أولاً: أخْتَبِرْ الإِجَابَةَ الصَّحِيحَةَ حَمَّا يَأْتِي:

1. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ، ووشيعة ذاتيتها L ، استبدلنا المكثفة C بمكثفة أخرى سعتها T'_0 ، فتكون العلاقة بين الدورين: $T'_0 = 2C$

$$T'_0 = \sqrt{2}T_0 \cdot d$$

$$T'_0 = \sqrt{2}T_0 \cdot c$$

$$T'_0 = 2T_0 \cdot b$$

$$T'_0 = 2T_0 \cdot a$$

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C'} = 2\pi\sqrt{L \cdot (2C)} = \sqrt{2}T_0$$

2. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ، ووشيعة ذاتيتها L ، وتواترها الخاص f_0 ، نستبدل الذاتية ذاتية أخرى بحيث $L' = 2L$ ، والمكثفة بمكثفة أخرى سعتها $C' = \frac{C}{2}$ ، فيصبح تواترها الخاص:

$$f'_0 = \frac{1}{4}f_0 \cdot d$$

$$f'_0 = \frac{1}{2}f_0 \cdot c$$

$$f'_0 = 2f_0 \cdot b$$

$$f'_0 = f_0 \cdot a$$

$$f'_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L' \cdot C'}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(2L) \cdot \left(\frac{C}{2}\right)}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} = f_0$$

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. تتألف دارة من مقاومة أومية ومكثفة فهل يمكن اعتبارها دارة مهتزة؟ ولماذا؟

لا يمكن، لعدم وجود وشيعة تخزن الطاقة التي تعطيها المكثفة.

2. متى يكون تفريغ المكثفة في وشيعة لا دورياً؟ ولماذا؟

يكون التفريغ لا دورياً إذا بلغت المقاومة قيمة كبيرة نسبياً.

التفسير: إن الطاقة التي تعطيها المكثفة للوشيعة و المقاومة تتحول إلى حرارة بفعل جول في المقاومة، حيث تبدد كاملاً

طاقة المكثفة دفعه واحدة أثناء تفريغ شحنتها الأولى عبر الوشيعة و مقاومة الدارة.

3. استنتج أن طاقة دارة (L, C) مقدار ثابت في كل لحظة مع رسم الخطوط البيانية. (الحل في النظري سابقاً)

4. كيف يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة في دارة مهتزة خلال دور واحد؟ (الحل في النظري سابقاً)

5. لماذا تنقص الطاقة الكلية في دارة مهتزة تحوي (مقاومة ذاتية، مكثفة) في أثناء التفريغ؟

تنقص الطاقة الكلية في دارة مهتزة تحوي (مقاومة ذاتية، مكثفة) في أثناء التفريغ بسبب تبدد الطاقة بفعل جول الحراري في المقاومة الأومية.

6. اكتب التابع الزمني للشحنة اللحظية معتبراً مبدأ الزمن عندما تكون $\varphi = 0$ ، ثم استنتج عباره الشدة اللحظية، ووازن بينهما من حيث الطور. (الحل في النظري سابقاً)

ثالثاً: أعطاء نفسياً علمياً مع كتابة العلاقات المناسبة عند اللزوم:

2. تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر

مانعة الوشيعة مهملة المقاومة (ردية الوشيعة) تعطى
بالعلاقة:

$$X_L = \omega L = (2\pi f) L$$

نجد أن ردية الوشيعة تتناسب **طرداً** مع تواتر التيار
ففي حالة التيارات عالية التواتر تكون ممانعة الوشيعة
كبيرة.

1. تبدي المكثفة ممانعة كبيرة للتيارات منخفضة
التواتر.

مانعة المكثفة (اتساعية المكثفة) تعطى بالعلاقة:

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

نجد أن اتساعية المكثفة تتناسب **عكساً** مع تواتر التيار
ففي حالة التيارات منخفضة التواتر تكون ممانعة المكثفة
كبيرة

رابعاً: حل المسائل الآلية: دورات 2015-2016

المسألة الثانية: نريد أن نحقق دارة مهتزة مفتوحة، طول موجة الاهتزاز الذي تتشعه **200m**، فنؤلفها من ذاتية قيمتها

0.1μH، ومن مكثفة متغيرة السعة. **المطلوب:**

احسب سعة المكثفة اللازمة لذلك علماً أن سرعة انتشار الاهتزاز: **$C = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$**

$$\text{المعطيات: } L = 0.1 \times 10^{-6} = 10^{-7} \text{ H}$$

ملاحظة: نحسب سعة المكثفة من علاقة الدور الفاصل ونستطيع حساب الدور من علاقة T_0 .

الحل.



- مكثفة إذا طبق بين لبوسيها فرق كمون $50V$ شحن كل من لبوسيها $0.5\mu C$.
- وشيعة طولها $10cm$ وطول سلكها $16m$ بطبقة واحدة مقاومتها مهملة.

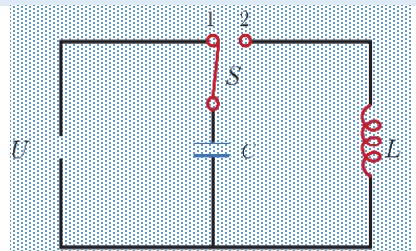
المطلوب

1. احسب تواتر الاهتزازات الكهربائية المار فيها. باعتبار: $(32\pi \approx 100)$
2. احسب شدة التيار الأعظمي المار في الدارة

المعطيات: $(l = 10cm = 10^{-1}m)$ $(l' = 16m)$ $(U_{max} = 50V)$ $(q_{max} = 0.5\mu C = 0.5 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-7} C)$

الحل:





المسألة الثالثة: تكون دارة كما في الشكل المجاور والمكونة من:

a. مكثفة سعتها $C = 2 \times 10^{-5} F$

b. وشيعة مقاومتها R وذاتيتها L

c. مولد يعطي توتراً ثابتاً قيمته $U_{max} = 6V$

d. قاطعة.

-1- نغلق القاطعة في الوضع (1) لشحن المكثفة. احسب الشحنة المخزنة في المكثفة عند نهاية الشحن.

-2- نغلق القاطعة في الوضع (2). فسر ما يحدث في الدارة

الحل:

المسألة الرابعة: شبيهة دورة 2016

مكثفة سعتها $C = 10^{-12} F$ ، تشنن بوساطة مولد تيار متواصل ، فرق الكمون بين طرفيه $U_{max} = 10^3 V$ ، و مقاومتها

مهمة: المطلوب:

-1- احسب شحنة المكثفة و الطاقة المخزنة فيها.

-2- بعد شحن المكثفة توصل بوشيعة ذاتيتها $L = 16mH$ ، مقاومتها الأومية مهملة. **المطلوب:**

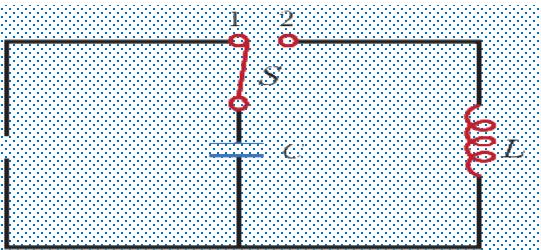
a. صف ما يحدث.

b. احسب تواتر الاهتزازات الكهربائية.

c. اكتب التابع الزمني لكل من الشحنة وشدة التيار بدءاً من الشكل العام معتبراً مبدأ الزمن لحظة وصل المكثفة المشحونة بالوشيعة.

المعطيات: $(L = 16mH = 16 \times 10^{-3} H)$ $(U_{max} = 10^3 V)$ $(C = 10^{-12} F)$

الحل:



المشألة الخامسة:

1. نركب الدارة الموضحة بالشكل حيث

$$U_{max} = 10^3 V, C = 10^{-12} F, L = 10^{-3} Hz$$

احسب القيمة العظمى لشحنة المكثفة.

2. احسب توافر التيار المهتز المار في الوشيعة ونبضه و اكتب التابع الزمني للشدة اللحظية معتبراً مبدأ الزمن لحظة وصل القاطعة إلى النقطة (2)

الحل :



الدرس الخامس

الاهتزازات الكهربائية القسرية
التيار الجيبى المتناوب

التيار المتناوب: هو تيار ثابت الجهة والشدة مع الزمن وتمثل شدته وفق الخط البياني



التيار المتناوب: هو تيار متغير الجهة والشدة والتواتر جيبياً مع الزمن ونحصل عليه عملياً بتدوير إطار شاقولي من النحاس بسرعة زاوية ثابتة حول محور شاقولي مار من مركزه فنحصل على التابع الزمني للفوهة المحركة التحريرية الآتية المتناوبة: $\bar{U} = U_{max} \sin \omega t$

- ينتج عنها تيار متناوب جيبي وتواتر متناوب جيبي تابعه الزمني:

• **تابع الشدة اللحظية:** $\bar{I} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_1)$

• **تابع التواتر اللحظي:** $\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$

وحيث: $\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1 = \bar{\varphi}$ فرق الطور بين الشدة والتواتر ويتغير بتغير مكونات الدارة

سؤال نظري: فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب

التيار المتناوب (المستمر): رمزه DC هو تيار ثابت الجهة والشدة مع مرور الزمن ينتج عن الحركة الإجمالية للإلكترونات الحرة من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع وباتجاه واحد وتنتج هذه الحركة عن الحقل الكهربائي الثابت بالجهة والشدة والناتج عن فرق الكمون المطبق الثابت بالجهة والشدة والذي نحصل عليه من البطاريات

سؤال نظري: فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب وذكر شروط انتظام قوانين التيار المتناوب على تيار متناوب جيبي؟

(دورة 2015 الأولى)

يتولد التيار المتناوب الجيبي من الحركة الإهتزازية للإلكترونات الحرية حول موضعه وسطية بسعة اهتزاز صغيرة من رتبة ميكرو متر و بتواتر اهتزاز يساوي تواتر التيار الناتج وتنتج الحركة الإهتزازية للإلكترونات عن الحقل الكهربائي المتغير بالقيمة والجهة والذي ينتشر بسرعة الضوء بجوار الناصل وينتج هذا التغير في الحقل من تغير قيمة واتساع التواتر بين قطبي المنبع و رمزه AC.

الشروط: 1. تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير جداً. 2. دارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة.

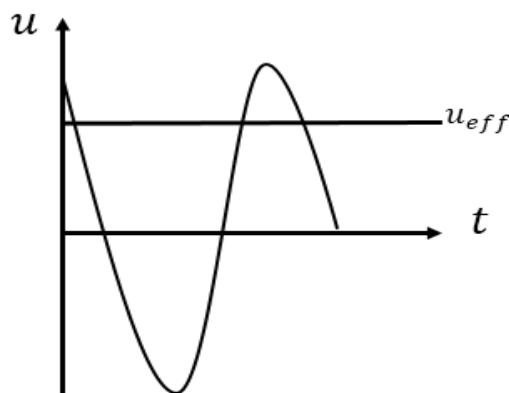
ملاحظة: حيث: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{50} = 6 \times 10^6 \text{ m}$

إذا اخترنا دارة أبعادها من رتبة عدة أمتار فإن الإلكترونات تتحرك بالاتجاه نفسه وتهتز على توافق في نفس اللحظة ويتجاوز مقطع الدارة نفس العدد من الإلكترونات وكأنه تيار متناوب يجتاز الدارة
وتهتز تلك الإلكترونات بالنسبة الذي يفرضه المولد لذلك سميت بالاهتزازات الكهربائية القسرية

التوتر المنتج (الفعال): هو توتر ثابت يكافى توتر تيار متواصل يعطى نفس كمية الحرارة التي يعطىها توتر تيار متذبذب جيبى خلال نفس الزمن وفي نفس الناقل

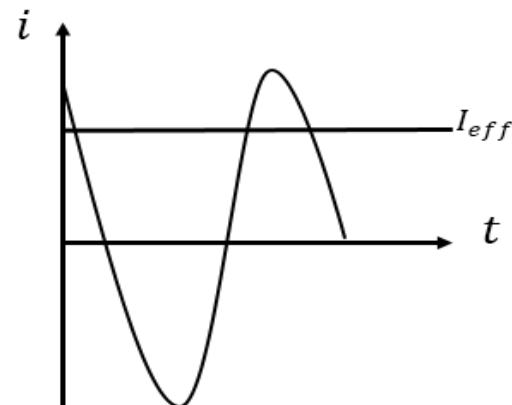
التوتر المنتج تساوى التوتر الأعظمى على $\sqrt{2}$:

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



الشدة المنتجة (الفعالة): وهي الشدة الثابتة المكافئة لشدة تيار متواصل يعطى نفس كمية الحرارة من الحرارة التي يعطىها تيار متذبذب جيبى خلال نفس الزمن وفي نفس الناقل : الشدة المنتجة تساوى الشدة العظمى على $\sqrt{2}$:

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$



مثال : مأخذ تيار متذبذب جيبى تابع لوتره اللحظى يعطى بالعلاقة :

$$\bar{u} = 50\sqrt{2} \cos 130\pi t$$

أحسب كلاً من التوتر المنتج وتوافر التيار

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50 \text{ (V)}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{130\pi}{2\pi} = 65 \text{ (Hz)}$$

مثال : مأخذ تيار متذبذب جيبى تابع لشدة اللحظية يعطى بالعلاقة :

$$\bar{i} = 3\sqrt{2} \cos 100\pi t$$

أحسب كلاً من الشدة المنتجة وتوافر التيار

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 3 \text{ A}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$$

الاسطاعات في التيار المتناوب الجيبى:

سؤال نظري: عرف: الاستطاعة اللحظية وال الاستطاعة المتوسطة المستهلكة والاستطاعة الظاهرية وعامل الاستطاعة مع كتابة العلاقات الرياضية المبينة لكل منها؟

♥ **الاستطاعة اللحظية \bar{P} :** هي جداء التوتر اللحظي \bar{u} بالشدة اللحظية \bar{i} = \bar{P} و تتغير من لحظة إلى أخرى

♥ **الاستطاعة المتوسطة المستهلكة P_{avg} :** الاستطاعة الثابتة التي تقدم في الزمن t الطاقة الكهربائية E نفسها التي

يقدمها التيار المتناوب الجيبى (معدل الطاقة الكهربائية المقدمة نتيجة مرور التيار المتناوب الجيبى خلال زمن t)

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

♥ **الاستطاعة الظاهرية P_A :** وهي أكبر قيمة للاستطاعة المتوسطة .

$$P_A = I_{eff} \cdot U_{eff}$$

♥ **عامل الاستطاعة $\cos \bar{\varphi}$** :

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

لا واحده لعامل الاستطاعة

استنتاج قوانين أوم لكل من المقاومة الأومية والوشيعة والمكثفة:

سؤال نظري: في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة صرفة R نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً \bar{U} فيمر تيار كهربائي تعطىشدة لحظية بالعلاقة: $\bar{I} = I_{max} \cos \omega t$ ، المطلوب

1- استنتاج التابع الزمني للتوتر لحظي بين طرفي المقاومة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج

2- استنتاج الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في المقاومة الصرفة والطاقة الحرارية فيها

ال歇ل:

$$\bar{I} = I_{max} \cos \omega t \quad -1$$

$$\bar{U} = R \cdot \bar{I} \xrightarrow{\text{أبعوض}}$$

$$\bar{U} = R \cdot I_{max} \cos \omega t$$

$$\boxed{\bar{U} = U_{max} \cos \omega t}$$

تابع التوتر لحظي بين طرفي المقاومة

$$U_{max} = R \cdot I_{max}$$

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = R \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} : \sqrt{2}$$

نقسم الطرفين على $\sqrt{2}$: ولكن $X_R = R$ ممانعة المقاومة

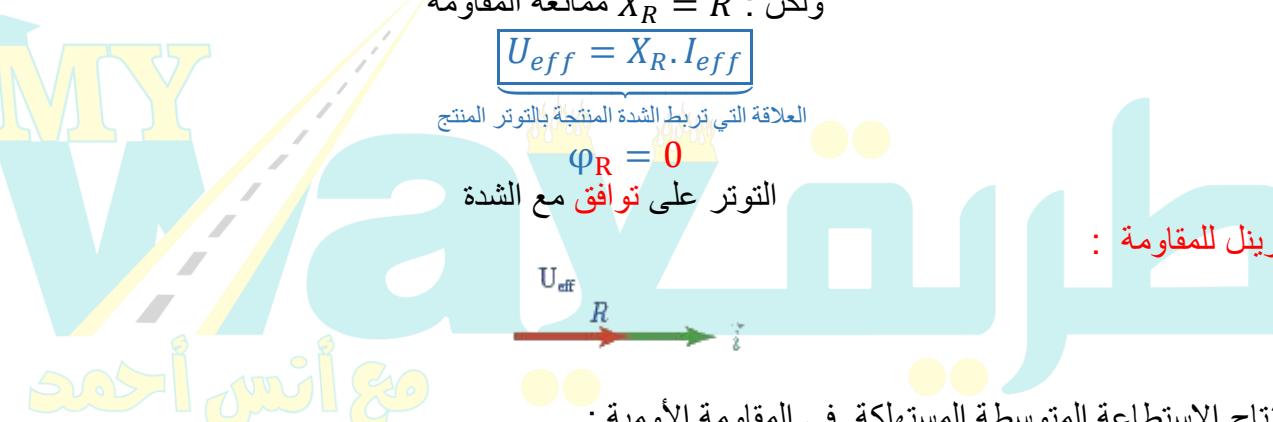
$$\boxed{U_{eff} = X_R \cdot I_{eff}}$$

العلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج

$$\Phi_R = 0$$

التوتر على توافق مع الشدة

تمثيل فرييل للمقاومة :



2- استنتاج الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في المقاومة الأومية:

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

$$\Phi_R = 0 \Leftrightarrow \cos \Phi_R = 1$$

$$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff}$$

$$\text{ولكن : } U_{eff} = R \cdot I_{eff}$$

$$\boxed{P_{avg} = R I_{eff}^2}$$

الطاقة تصرف في المقاومة على شكل حراري بفعل جول :

الطاقة الحرارية تساوي الاستطاعة الحرارية ضرب الزمن

$$E = P_{avg} \cdot t = R I_{eff}^2 \cdot t$$

$$\boxed{E = R I_{eff}^2 \cdot t}$$

مسألة خارجية

مأخذ تيار متناوب جيبى تواتره (Hz) 50 وتوتره المنتج (V) $U_{eff} = 50$ نضع بين طرفيه مقاومة صرفة $R = 25(\Omega)$

- أحسب الشدة المنتجة للتيار بين طرفي المقاومة
 - أكتب التابع الزمني لكل من الشدة والتوتر اللحظيين بين طرفي المقاومة الصرفة
 - أحسب الاستطاعة المتوسطة المصروفة في المقاومة والطاقة الحرارية المنتشرة عنها خلال 6 sec
- الحل :**



سؤال نظري: في دارة تيار متناوب تحوي **وشيعة مهملة المقاومة L** نطبق بين طرفيها توترًا لحظياً \bar{U} فيمر تيار كهربائي

تعطى شدته اللحظية بالعلاقة : $\bar{I} = I_{max} \cos \omega t$

المطلوب

1- استنتاج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة **و العلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج**

2- برهن أن الاستطاعة المستهلكة المتوسطة في الوشيعة المهملة المقاومة معدومة

الحل :



مسألة خارجية:

مأخذ تيار متناوب جيبي تواتره 50Hz وتوتره المنتج $U_{eff} = 40V$ نضع بين طرفيه وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L =$

$$\frac{1}{5\pi} H \text{ والمطلوب}$$

1- أحسب ردية الوشيعة .

2- أحسب الشدة المنتجة للتيار **وأكتب التابع الزمني لكل من الشدة والتوتر اللحظيين** بين طرفي الوشيعة

الحل



سؤال نظري:

في دارة تيار منتسب تحوي مكثفة سعتها C نطبق بين لبوسيها توترًا لحظياً \bar{U} فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة:

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

المطلوب

- 1- استنتاج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين لبوسي المكثفة وال العلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج
- 2- برهن أن الاستطاعة المستهلكة المتوسطة في المكثفة معدومة

الحل:



مسألة خارجية:

مأخذ تيار متناوب جيبي تواتره 50Hz وتوتره المنتج $U_{eff} = 40\text{ V}$ نضع بين طرفيه مكثفة سعتها $C = \frac{1}{1000\pi} F$

والمطلوب

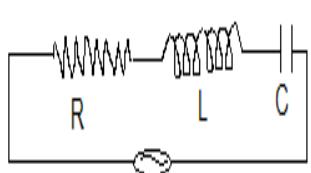
1- أحسب اتساعية المكثفة .

2- أحسب الشدة المنتجة للتيار **وأكتب التابع الزمني لكل من الشدة** **والتوتر** **اللحظيين** **بين** **ليوسى** **المكثفة**

الحل :



سؤال نظري: نوّل دارة تحتوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيّتها L ومكثفة سعتها C ويمر في هذه الدارة تيار متّاوب جيبي يعطى تابع الشدة اللحظيّة له بالعلاقة: $\bar{I} = I_{max} \cos \omega t$ عندما نطبق بين طرفي الدارة توّرًا لحظيًّا يعطى بالعلاقة: $(U_{eff_L} > U_{eff_C})$ ، وبفرض: $(\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \varphi))$



المطلوب: استنتج العلاقات الازمة لحساب كل من الممانعة الكلية للدارة **و** التوتر المنتج الكلي **و** عامل استطاعة الدارة باستخدام إنشاء فريزنل

نذكرة في كل جهاز:

التوتر على توافق مع الشدة ، ويعطى بالعلاقة

$$\varphi_R = 0 \quad \text{♥}$$

$$U_{eff_R} = R \cdot I_{eff}:$$

♥ في الوشيعة مهملة المقاومة $\varphi_L = +\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ التوتر متقدم على الشدة وهما على ترابع ، ويعطى بالعلاقة :

$$U_{eff_L} = X_L \cdot I_{eff}$$

♥ في المكثفة $\varphi_C = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ التوتر متّاخر عن التيار وهما على ترابع ، ويعطى بالعلاقة: $U_{eff_C} = X_C \cdot I_{eff}$

الحل :

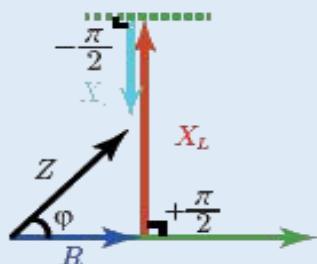


سؤال نظري تؤلف دارة تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C

ماذا نسمي هذه الدارة في كل من الحالات الآتية موضحاً إجابتك باستخدام إنشاء فريندل :

1. ردية الوشيعة أكبر من اتساعية المكثفة
2. ردية الوشيعة أصغر من اتساعية المكثفة
3. ردية الوشيعة مساوية لاتساعية المكثفة

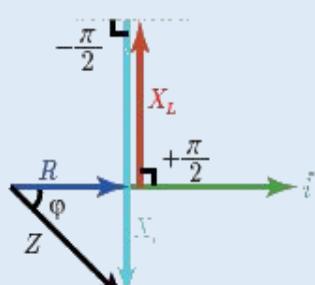
الحل



* التوتر متقدم على الشدة

* دارة ذات ممانعة ذاتية .

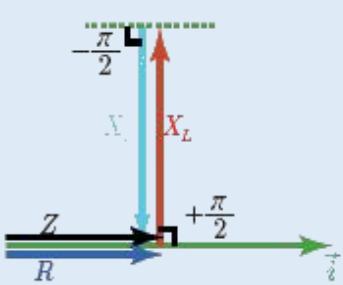
الحالة الأولى ردية الوشيعة $X_L < X_C$



* التوتر متاخر عن الشدة

* دارة ذات ممانعة سعوية .

الحالة الثانية ردية الوشيعة $X_L > X_C$



* التوتر على توافق مع الشدة

* تسمى هذه الحالة بالطين
الكهربائي أو التجاوب
الكهربائي

الحالة الثالثة ردية الوشيعة $X_L = X_C$

سؤال نظري: في إحدى دارات التيار المتناوب الجيبى ، تستخدم خاصية التجاوب الكهربائي (الطنين) في عملية التوليف في أجهزة الاستقبال ، **المطلوب:**

1. في أي دارة يحدث التجاوب الكهربائي (الطنين) ؟

2. ما هو التجاوب الكهربائي ؟

3. ماذا يتحقق في حالة الطنين ؟

4. اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب واتكتب العلاقة بينهما في حالة التجاوب الكهربائي ثم استنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة (دوره 2016 الأولى)

الحل:

1. يحدث في دارة تحوي على التسلسل مقاومة R ووشيعة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C .

2. هو تساوي النبض الخاص لاهتزاز الالكترونيات ω مع النبض القسري ω الذي يفرضه المولد في الدارة ويسمى نبض الطنين ω_r

3. يتحقق في حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) مايلي :

$$* \text{ ردية الوشيعة} = \text{اتساعية المكثفة} \quad Z = R \quad * \text{ ممانعة الدارة أصغر ما يمكن} \quad L\omega = \frac{1}{\omega C}$$

* التوتر على توافق مع الشدة . * الشدة المنتجة للتيار الذي يمر في الدارة أكبر ما يمكن (أعظمي)

* الاتساعية المتوسطة أكبر ما يمكن لأن: $0 = \cos 90^\circ = 1 \iff 90^\circ = 1$ * عامل الاستطالة يساوي الواحد

* ردية الوشيعة $X_L = L\omega$ ، اتساعية المكثفة $X_C = \frac{1}{\omega C}$ وفي حالة التجاوب تتساوى ردية الوشيعة واتساعية المكثفة

$$L\omega_r = \frac{1}{\omega_r C} \xrightarrow{\text{نزعل الطرفين}} \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \xrightarrow{\text{بحذر الطرفين}} \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\xrightarrow{\omega_r = 2\pi f_r \text{ ولكن}} 2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\xrightarrow{T_r = \frac{1}{f_r} \text{ ولكن}} T_r = 2\pi\sqrt{LC}$$

تستخدم خاصية الطنين في عملية التوليف في أجهزة الاستقبال .

نولف دارة تتواء على التفرع مقاومة أومية R وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C وعندما نطبق على الدارة توترًا لحظياً يعطى بالعلاقة: $U = U_{max} \cos \omega t$ ، فيمر في الدارة تيار متذبذب جيبي وبفرض $(I_{eff_L} > I_{eff_C})$ المطلوب استنتج العلاقات اللازمة لحساب كل من الشدة المنتجة الكلية وعامل استطاعة الدارة باستخدام إنشاء فريزنل باستخدان إنشاء فريزنل

الثيارات الشرعية:

- ♥ في المقاومة $\varphi_R = 0$ التوتر على توافق مع الشدة ، ويعطى بالعلاقة :
- ♥ في الوشيعة مهملة المقاومة $\varphi_L = -\frac{\pi}{2}$ rad التوتر متقدم على الشدة وهما على ترابع
- ♥ في المكثفة $\varphi_C = +\frac{\pi}{2}$ rad التوتر متاخر عن التيار وهما على ترابع

الحل: نرسم إنشاء فريزنل ولا ننسى:

إنشاء فريزنل على التفرع \bar{u} ثابت و \bar{u} مجموع حيث \bar{u} يمثل محور الأطوار

$$\bar{i} = \bar{i}_R + \bar{i}_L + \bar{i}_C$$

الشدة المنتجة تجمع هندسياً :

$$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + (I_{eff_L} - I_{eff_C})^2$$

$$I_{eff} = \sqrt{I_{eff_R}^2 + (I_{eff_L} - I_{eff_C})^2}$$

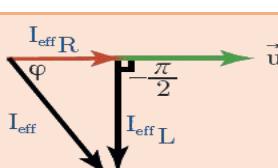
$$\cos \varphi = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff}}$$

عامل استطاعة الدارة من إنشاء فريزنل نجد :

مع أنس أحمد

نميز في دارة التفرع ثلاثة حالات :

1. فرعان الأول يحوي مقاومة صرفه والثاني يحوي وشيعة مهملة المقاومة :

إنشاء فريزنل للدارة	حساب الشدة المنتجة الكلية	الشدة المنتجة شعاعيا	الطور في الفرع الثاني	الطور في الفرع الأول
	<p>حسب فيثاغورث</p> $I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_l}^2$ $I_{eff} = \sqrt{I_{eff_R}^2 + I_{eff_l}^2}$	$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$	$\bar{\theta}_L = -\frac{\pi}{2}$ <p>التوتر متقدم على الشدة</p>	$\bar{\theta}_R = 0$ <p>التوتر على توافق مع الشدة</p>

2. فرعان الأول يحوي مقاومة صرفه والثاني يحوي وشيعة لها المقاومة :

إنشاء فريندل للدارة	حساب الشدة المتبعة الكلية من	الشدة المتبعة شعاعيا	الطور في الفرع الثاني	الطور في الفرع الأول
	<p>بتربيع العلاقة الشعاعية السابقة نجد :</p> $I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2} \cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)$ <p>بجزر الطرفين نجد علاقه التجيب</p> $I_{eff} = \sqrt{I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2I_{eff_1}I_{eff_2} \cos(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)}$	$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$	$\bar{\vartheta}_L$ حادة سالبة التوتر متقدم على الشدة	$\bar{\vartheta}_R = 0$ التوتر على توافق مع الشدة

3. فرعان الأول يحوي وشيعة مهملة المقاومة والثاني يحوي مكثفة:

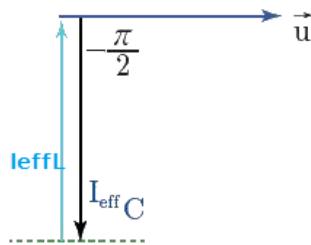
إنشاء فريندل للدارة	حساب الشدة المتبعة الكلية من الإنشاء	ثلاثة حالات	الشدة المتبعة شعاعيا	الطور في الفرع الثاني	الطور في الفرع الأول
	$I_{eff} = I_{eff_C} - I_{eff_L}$ <p>الكبير ناقص الصغير</p>	$X_L > X_C$ $\Rightarrow I_{eff_C} > I_{eff_L}$			$\bar{\vartheta}_C = +\frac{\pi}{2}$ التوتر متأخر على الشدة
	$I_{eff} = I_{eff_L} - I_{eff_C}$ <p>الكبير ناقص الصغير</p>	$X_L < X_C$ $\Rightarrow I_{eff_L} > I_{eff_C}$		$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_L}} + \overrightarrow{I_{eff_C}}$	$\bar{\vartheta}_L = -\frac{\pi}{2}$ التوتر متقدم على الشدة
	$I_{eff} = I_{eff_L} - I_{eff_C}$ $\Rightarrow I_{eff} = 0$ <p>حاله خنق التيار</p>	$X_L = X_C$ $\Rightarrow I_{eff_L} = I_{eff_C}$			

سؤال نظري: في إحدى تجارب التيار المتناوب الجيبي تستخدم الدارة الخانقة للتيار في وصل خطوط الطاقة الكهربائية مع الأرض بهدف ترشيح التواترات التي يلتقطها الخط من الجو ، **والمطلوب:**

1. مم تتألف الدارة الخانقة ؟
2. اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب و اكتب العلاقة بينهما في حالة الخنق و استنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة
3. برهن أن الشدة في الدارة الخارجية تتعذر باستخدام إنشاء فريبنل

الحل:

1. تتألف الدارة من فرعان أحدهما وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L والفرع الآخر من مكثفة سعتها C



2. ردية الوشيعة $X_L = L\omega$ ، اتساعية المكثفة في حالة الدارة الخانقة يكون : $X_L = X_C$

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

$$L\omega_r = \frac{1}{\omega_r C} \xrightarrow{\text{عزل الطرفين}} \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\omega_r = 2\pi f_r \xrightarrow{\text{و لكن}} 2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\xrightarrow{\text{دور الدارة}} T_r = 2\pi\sqrt{LC}$$

3. $X_L = X_C \Rightarrow I_{effL} = I_{effC}$ من إنشاء فريبنل نجد : $I_{eff} = 0$

اخبر نفسك

أولاً: أعط تفسيرا علميا لما يأتي باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة عند اللزوم:

(1) لا تستهلك الوشيعة مهملة المقاومة طاقة كهربائية (الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة المهملة المقاومة معدومة)

لأنها تخزن طاقة كهروطيسية خلال ربع الدور الاول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

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

نعرض في: $P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos \bar{\varphi}$

$$P_{avgL} = 0$$

(2) لا تستهلك المكثفة طاقة كهربائية (الاستطاعة المتوسطة في المكثفة معدومة)

لأنها تخزن طاقة كهربائية خلال ربع الدور الاول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

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

نعرض في: $P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos \bar{\varphi}$

$$P_{avgC} = 0$$

(3) لا تمر المكثفة تياراً متواصلاً عند وصل لبوسيها بماخذ تيار متواصل

بسبب وجود العازل بين لبوسيها الذي يسبب انقطاع في الدارة.

ممانعة المكثفة $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ من أجل التيار المتواصل الذي هو حركة اجمالية للإلكترونات الحرة دون

اهتزاز أي تواتر الاهتزاز معدوم أي $f = 0 \Rightarrow X_C \rightarrow \infty$

4) تسمح المكثفة بمرور تيار متناوب جيبي عند وصل لبوسيها بماخذ هذا التيار المتناوب ولكنها تعرقل هذا المرور .

عند وصل لبوسي مكثفة بماخذ تيار متناوب فإن مجموعة الإلكترونات الحرة التي يسبب مأخذ التيار المتناوب اهتزازها تشحن لبوسي المكثفة خلال ربع دور ب什حتين متتساويتين ومن نوعين مختلفين دون ان تخترق عازله، ثم تتفرغان في ربع الدور الثاني، و في النوبة الثانية (الربعين الثالث و الرابع) تتكرر عمليات الشحن والتفرغ مع تغير شحنة كل من اللبوسين. وتعرقل هذا المرور لأن المكثفة تبدي ممانعة للتيار المتناوب بسبب الحقل الكهربائي الناتج عن شحنتها.

5) تكون الشدة المنتجة واحدة في عدة أجهزة موصوله على التسلسل مهما اختلفت قيم ممانعتها .

إن الإلكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار توافر صغير تكاد تهتز بتوافق كامل فتبعد مقاطع الدارة في كل لحظة وكأن تياراً متواصلاً يجتازها شدته هي الشدة اللحظية للمتناوب وجهته هي جهة التيار المتناوب في هذه اللحظة. وباختلاف الممانعات تختلف قيم التوتر وتبقى I_{eff} نسبتها ثابتة

$$I_{eff} = \frac{U_{effR}}{R} = \frac{U_{effL}}{X_L} = \frac{U_{effC}}{X_C}$$

6) تستعمل الوشيعة ذات النواة الحديدية كمعدلة في التيار المتناوب.

لأن L ذاتية الدارة تتغير بتغير وضع النواة داخل الوشيعة و بالتالي تتغير رديتها $X_L = L\omega$ فتتغير الشدة المنتجة

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{r^2 + (L\omega)^2}}$$

7) توصف الاهتزازات الكهربائية في التيار المتناوب بالقسرية.

تهتز الإلكترونات في الدارة بالنبض الذي يفرضه المولد لذلك تسمى بالاهتزازات الكهربائية الحاصلة بالاهتزازات القسرية، و يشكل المولد فيها جملة محرضة و بقية الدارة جملة مجاوبة.

8) الطاقة تصرف في المقاومة على شكل حراري بفعل جول : (خارجي)

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في المقاومة الأولية : $P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos \varphi$

$$\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos \varphi_R = 1$$

$$P_{avg} = I_{eff} U_{eff}$$

ولكن : $U_{eff} = RI_{eff}$

$$P_{avg} = R \cdot I_{eff}^2$$

9) يسلك الناقل الأولي (المقاومة) السلوك نفسه في التيارين المتواصل والمتناوب (خارجي)

نسبة التوتر المطبق بين طرفي ناقل أولي إلى شدة التيار المتواصل المار فيه تساوي مدار ثابت $R = \frac{U}{I}$

نسبة التوتر المنتج المطبق بين طرفي ناقل أولي إلى الشدة المنتجة للتيار المتناوب المار فيه تساوي مدار ثابت $R = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$

10) تقوم الوشيعة بدور مقاومة أولية في التيار المتواصل وتقوم بدور مقاومة ذاتية في التيار المتناوب. (خارجي)

نسبة التوتر المطبق بين طرفي الوشيعة إلى شدة التيار المتواصل المار فيها تساوي مدار ثابت $r = \frac{U}{I}$ وهو مقاومة الوشيعة

نسبة التوتر المنتج المطبق بين طرفي الوشيعة إلى الشدة المنتجة للتيار المتناوب المار فيها تساوي $Z_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$

$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

حيث : ممانعة الوشيعة

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

يطلب من أصحاب التجهيزات الكهربائية الصناعية ألا ينقص عامل الاستطاعة في تجهيزاتهم عن 0.86، لكي لا تخسر مؤسسة الكهرباء طاقة إضافية كبيرة نسبياً بفعل جول في خطوط نقلها وهي طاقة لا يسجلها العداد ولا يدفع ثمنها المستهلك،

المطلوب:

استنتج العلاقة التي تربط الاستطاعة الضائعة في خطوط النقل التي مقاومتها R بدلالة عامل الاستطاعة بفرض ثبات التوتر المنتج والاستطاعة المتوسطة للدارة.

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

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

تصرف الاستطاعة في المقاومة حرارياً بفعل جول

$$P' = R I_{eff}^2$$

$$P' = R \left(\frac{P_{avg}}{U_{eff} \cos\varphi} \right)^2$$

$$P' = R \frac{P_{avg}^2}{U_{eff}^2 \cos^2 \varphi}$$

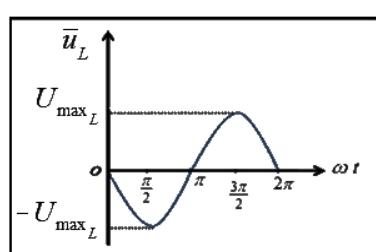
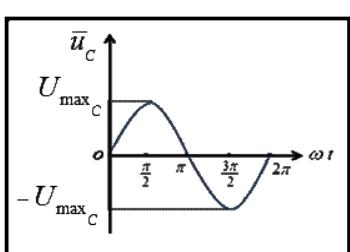
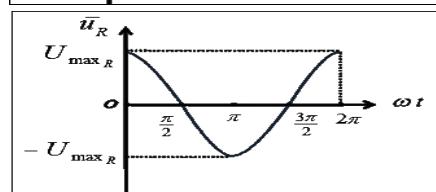
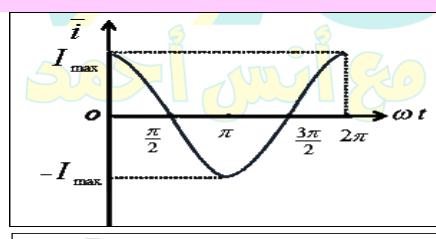
الاستطاعة الحرارية الضائعة تتناسب عكساً مع مربع عامل الاستطاعة فعندما تصبح قيمة عامل الاستطاعة كبيرة تتنقص الاستطاعة الضائعة.

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

ثالثاً: دارة تيار متذبذب جيبي تابع شدته اللحظية

رسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدة اللحظية والتوتر اللحظي بدلالة ωt (مخطط ضابط الطور) في كل من الحالات الآتية:

1- مقاومة أومية فقط. 2- وشيعة مهملة المقاومة فقط. 3- مكثفة فقط.

**الحل:**

تابع الشدة اللحظية للأجهزة الثلاثة :

1. تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة الصرفة

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

2. تابع التوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة :

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

3. تابع التوتر اللحظي بين ليوسبي المكثفة :

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

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

و قاعدة الزمن عند 0.2 ms/div ، المطلوب:

- 1- هل التوتر المشاهد مستمر أم متغير أم متناوب جيبي.
- 2- عين دور وتواتر هذه الإشارة.
- 3- احسب القيمة المنتجة للتوتر.

الحل:

-1 متناوب جيبي.

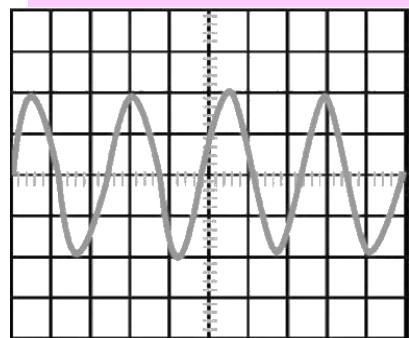
$$500 \text{ mV/div} = 0.5 \text{ V/div} \quad -2$$

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

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

$$U_{max} = 10 \times 0.5 = 5 \text{ V} \quad -3$$

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



ملاحظات الدرس الخامس التيار المتناوب الجيبي

تابع التوتر اللحظي:	تابع الشدة اللحظية:	التوابع (معادلة الشدة اللحظية والتوتر اللحظي)
$\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$	$\bar{I} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_1)$	عندما يعطي التابع في نص المسألة
تواتر التيار $f = \frac{\omega}{2\pi} :$	التوتر المنتج $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} :$	تواتر التيار $f = \frac{\omega}{2\pi}$

نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة الواحدة

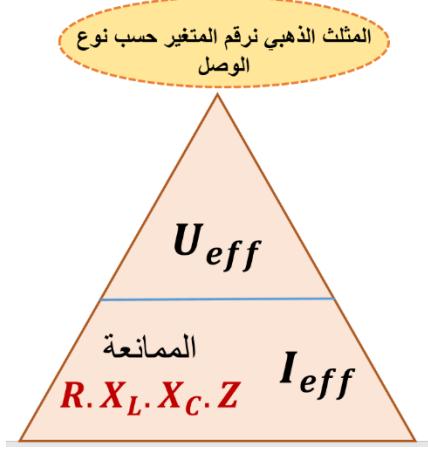
نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة الواحدة

عندما يطلب تابع أو معادلة للتوتر أو الشدة

على نفرع التوتر U ثابت و I متغير

على تسلسل التيار I ثابت و U متغير

من أنس أحمد



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{الثورة المنتج} \\ \text{الشدة المنتجة} \\ \text{الممانعة الخلية} \\ \text{المقاومة الصرفية} \\ \text{(حمانعة) ردية الوسيعة} \\ \text{(حمانعة) انساحية المختففة} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} U_{eff} = Z \cdot I_{eff} \\ I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} \\ Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} \\ R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff_R}} \\ X_L = \frac{U_{eff_L}}{I_{eff_L}} \\ X_C = \frac{U_{eff_C}}{I_{eff_C}} \end{array} \right.$$

الجهاز	الممانعة X	الطور (سلسل) φ	الطور (تفرع) φ	الحالة بين \bar{U} و \bar{U}	إنشاء فرينل سلسل	الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi$
المقاومة الصرفية R	$X_R = R$	$\varphi = 0$	$\varphi = 0$	تجعل التوتر على توافق مع الشدة	\bar{I}	$\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff}$ $\underline{U_{eff}=R \cdot I_{eff}}$ $P_{avg} = R \cdot I_{eff}^2$ الاستطاعة الحرارية
الذاتية L (وشيعة مهملة مقاومة)	$X_L = L\omega$ ممانعتها (ردية الوشيعة)	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	تقدم التوتر على الشدة	\bar{I}	$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ الذاتية لاستهلاك طاقة
المكثفة C (اتساعية المكثفة)	$X_C = \frac{1}{\omega C}$ ممانعتها	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	تؤخر التوتر عن الشدة	\bar{I}	$\varphi = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ المكثفة لاستهلاك طاقة

تطبيقات لحساب الممانعة الكلية والاستطاعة المتوسطة المستهلكة وعامل استطاعة الدارة على بعض الدارات التسلسلية

دارة تحوي على ممانعة X على التسلسل :	مقاومة صرفية (R) و مكثفة (C)	مقاومة صرفية (R) و وشيعة مهملة مقاومة (L) و مكثفة (C)	مقاومة صرفية (R) و وشيعة لها مقاومة (L) و مكثفة (C)	الممانعة الكلية للدارة :
$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	$Z = \sqrt{(r + R)^2 + (X_L - X_C)^2}$	الممانعة الكلية للدارة :
$\cos\varphi = \frac{r}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{r+R}{Z}$	عامل الاستطاعة $(\cos\varphi)$ المقاومة $= \frac{\text{الممانعة}}{\text{المقاومة}}$
$P_{avg} = r \cdot I_{eff}^2$	$P_{avg} = R \cdot I_{eff}^2$	$P_{avg} = R \cdot I_{eff}^2$	$P_{avg} = (r + R) \cdot I_{eff}^2$	الاستطاعة المتوسطة P_{avg} = (المقاومة) \times (التيار)

ملاحظات الاستطاعة وعامل الاستطاعة والطاقة

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة :

• الاستطاعة المتوسطة المستهلكة على التسلسل وأجزاء التفرع من :

$$P_{avg}^2 = (تيار)^2 \times (\المقاومة) \text{ أو من: المقاومة بمربيع التيار} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi$$

• الاستطاعة المستهلكة في جملة الفرعين

$$P_{avg} = I_{eff1} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_1 + I_{eff2} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_2$$

حساب عامل استطاعة الدارة :

• في التسلسل وأجزاء التفرع : $\cos\varphi = \frac{\المقاومة}{الممانعة}$ (رز)

• في الدارة التفرعية الكلية : $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{I_{eff} \cdot U_{eff}}$

حساب الطاقة الحرارية للمقاومة :

المصباح الكهربائي ذو الذائنة المهملة يعثرب مقاومة صرفة R

جهاز تسعين كهربائي ذو ذائنة مهملة يعثرب مقاومة صرفة R

إذا وصل جهاز من طرف جهاز فالوصل تفرع

إذا أخذناا شدة ثيار متواصل او توتر متواصل لا نحسب منه

$$\text{مقاومة الوشيعة} = \frac{\text{متواصل}}{\text{متواصل}} = r$$

الوشيعة القولها مقاومة (L, r)

$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow X_L = L\omega \quad \boxed{\text{ربتها}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{\sqrt{Z_L^2 - r^2}}{\omega} \quad \boxed{\text{محانتها}}$$

$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2} \quad \boxed{\text{محانتها}}$$

على تفرع $\boxed{\text{طورها}}$

حادة سالبة $\boxed{-(\varphi)}$ حادة موجبة $\boxed{+(\varphi)}$

نعطي مثلث غير قائم ثقب : $\boxed{\text{إنشاء}}$

$\boxed{\text{فريبل على التفرع}}$

$\boxed{\vec{I_{eff}} = \vec{I_{eff1}} + \vec{I_{eff2}}}$ العلاقة الشعاعية :

علاقة التجيب :

$$I_{eff}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1} \cdot I_{eff2} \cdot \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \boxed{\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{2}}}$$

$$\varphi = \pm \frac{\pi}{3} \text{ rad} \quad \boxed{\varphi = \pm \frac{\pi}{6} \text{ rad}} \quad \boxed{\varphi = \pm \frac{\pi}{4} \text{ rad}}$$

• حالة التجاوب الكهربائي (الطنين الكهربائي) $X_L = X_C$ وفق الشروط :

1- دارة تسلسل 2- تغير في الدارة (تغير توتر أو إضافة جهاز جديد) 3- ذكر إحدى الجمل الأربع :

* الممانعة أصغر ممكنا $Z = R$ * التيار بأكبر قيمة له $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ عامل الاستطاعة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$ التوتر على وفاق مع الشدة $\varphi = 0$

في حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) تغلب $(X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega_C})$ ونحصل المجهول ونحسب ثيار جدي

$$\text{من العلاقة} \quad (I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R})$$

حالات خاصة :

في التسلسل عندما يضيف جهاز ويدرك جملة (يقيت شدة الثيار نفسها) \Leftarrow قبل الإضافة $Z =$ بعد الإضافة

في التفرع عندما يضيف جهاز ويدرك جملة (فرق التمون على توافق مع الثيار) : نرسم إنشاء فريبل لكل الدارة

وشعاع (I) المضاف نرسم له حد ال (U) فنحصل على مثلث قائم، نحسب منه (I) المضاف

خاص بالمكثفات :

خاص بالمكثفات على النفرع	وصل المكثفات على التسلسل	خاص بالمكثفات
$C_{eq} > C$	$C_{eq} < C$	تحديد نوع الضم (نقارن C مع السعة الكلية (C_{eq}))
$C_{eq} = C + C' \Rightarrow C' = C_{eq} - C$ جمع عادي	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}$ جمع مقايلب	حساب سعة المكثفة المضافة (C')
$C = n \cdot C_1 \Rightarrow n = \frac{C}{C_1}$ نضرب بـ	$C = \frac{C_1}{n}$ نقسم على n	حساب عدد المكثفات (n) المئمانلة

ثانياً: حل المسائل الآتية :

المأسالة الأولى (درس): يعطىتابع التوتر الحظي بين نقطتين a و b بالعلاقة : $\bar{U} = 130\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (v)

1. أحسب التوتر المنتج للتيار وتوارثه

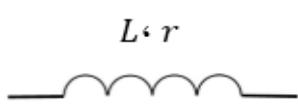
2. نصل بين النقطتين a و b وشيعة مقاومتها $(L = \frac{3}{5\pi} H)$ ، وذاتيتها $(r = 25\Omega)$. أحسب الشدة المنتجة . وعامل استطاعة الدارة والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها .

3. نرفع الوشيعة ، ثم نصل النقطتين a و b بمقاومة $(R = 30\Omega)$ موصولة على التسلسل مع مكثفة سعتها $(c = \frac{1}{4000\pi} F)$. وشيعة مقاومتها مهملة فتصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة ممكنة لها ، أحسب قيمة ذاتية الوشيعة و الشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة .

المعطيات : $\bar{U} = 130\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (v)

الحل :

مع أنس احمد



المسألة الثانية (درس) : نطبق توتراً متواصلاً 6 V على طرفٍ وشيعة، فيمر فيها تيارٌ شدته 0.5 A ، وعندما نطبق توتراً متناوباً جيبياً بين طرفي الوشيعة نفسها قيمته المنتجة (الفعالة) 130 V تواتره 50Hz يمر فيها تيارٌ شدته المنتجة 10 A **والمطلوب حساب**

1. مقاومة الوشيعة ، وذاتيتها
2. عدد لفات الوشيعة علماً أن مساحة مقطعه $\frac{1}{80}\text{ m}^2$ وطولها 1 m
3. أحسب سعة المكثفة الواجب ربطها على التسلسل مع الوشيعة السابقة حتى يصبح عامل استطاعة الدارة يساوي الواحد ثم حساب الشدة المنتجة للتيار **والاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة عندئذ**



مسألة خارجية: نضع وشيعة ذاتيتها $(H) = \frac{1}{\pi} L$ و مقاومتها $\Omega = r$ بين نقطتين (a, b) و نطبق بين النقطتين

توتر متناوب جيبي قيمة توتره المنتج $(V) U_{eff} = 200$ و تواتره $f = 50Hz$ **والمطلوب**

1. أحسب ممانعة الوشيعة

2. أحسب الشدة المنتجة للتيار المارة في الدارة ثم أكتب التابع الزمني للشدة الحظبية المارة فيها

3. أكتب التابع الزمني للتوتر الحظبي المطبق بين طرفي الوشيعة

4. أحسب سعة المكثفة الواجب إضافتها على التسلسل مع الوشيعة السابقة لتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها.



المعطيات: $f = 50Hz$ ، $U_{eff} = 200(V)$ ، $r = 100 \Omega$ ، $L = \frac{1}{\pi}(H)$

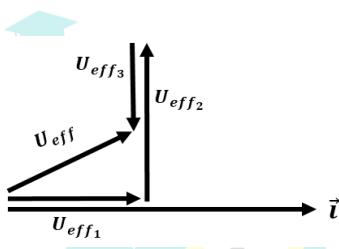
مع أنس أحمد

مزيج

المسألة الخامسة (درس) : (دورة 2013- شبيهة 2017) مأخذ تيار متناوب جيبى ، تواتره $f = 50\text{Hz}$ ، نربط بين طرفيه الأجهزة الآتية على التسلسل : مقاومة أومية R ، وشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها L ، مكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi F}$ فيكون التوتر المنتج بين طرفي كل من أجزاء الدارة هو على الترتيب : $U_{eff_1} = 30\text{V}$ ، $U_{eff_2} = 80\text{V}$ ، $U_{eff_3} = 40\text{V}$

1. استنتج قيمة التوتر المنتج الكلي بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فريبنل .
2. احسب قيمة الشدة المارة المنتجة في الدارة ، ثم اكتب التابع الزمني لتلك الشدة .
3. احسب الممانعة الكلية للدارة .
4. احسب ذاتية الوشيعة ، واتكتب التابع الزمني للتوتر بين طرفيها .
5. احسب عامل استطاعة الدارة .
6. نصيف إلى المكثفة في الدارة السابقة مكثفة C' مناسبة فتصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة لها ، **والمطلوب :** a) حدد الطريقة التي تم بها ضم المكثفتين . b) احسب سعة المكثفة المضمنة في هذه الحالة .

المعطيات : $f = 50\text{Hz}$ ، $C = \frac{1}{4000\pi F}$ ، $U_{eff_1} = 30\text{V}$ ، $U_{eff_2} = 80\text{V}$ ، $U_{eff_3} = 40\text{V}$



طريقى
مع أنس أحمد



المسألة السادسة (درس) : نصل طرفي مأخذ تيار متناوب جيبي توتره المنتج $U_{eff} = 100V$ ، وتواتره $50Hz$ إلى

دارة تحوي على التسلسل مقاومة R ، ومكثفة سعتها $F = \frac{1}{4000\pi} C$ ، المطلوب:

1. احسب قيمة المقاومة إذا كان فرق الكمون المنتج بين طرفيها $60V$.
2. نضيف على التسلسل إلى الدارة السابقة وشيعة مناسبة مقاومتها مهملة بحيث تبقى الشدة المنتجة نفسها، احسب ذاتية هذه الوشيعة.
3. نغير تواتر التيار في الدارة الأخيرة بحيث يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتواتر المطبق، احسب قيمة التواتر الجديد.
4. تحذف المقاومة الصرف من الدارة الأخيرة ويعاد ربط المكثفة على التفرع مع الوشيعة بين طرفي مأخذ التيار، احسب قيمة الشدة المنتجة الأصلية للدارة في هذه الحالة باستخدام إنشاء فريندل.



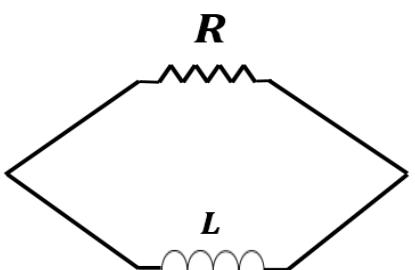


مسألة خارجية: مأخذ تيار متناوب جيبي توتره الحظى يعطى بالعلاقة: $(V) = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t$ نضع بين طرفي المأخذ فرعين يحوي الأول مقاومة صرفة $R = 15 \Omega$ والثاني يحوي شيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L = \frac{1}{5\pi} (H)$ **والمطلوب:**

- أحسب التوتر المنتج للتيار وتواتره
- أحسب الشدة المنتجة للتيار في كلا الفرعين وأكتب معادلة الشدة في كل فرع .
- أحسب الشدة الكلية في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرييلن .
- أحسب الاستطاعة المتوسطة الكلية المتصروفة في كلا الفرعين .

المعطيات $(V) = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t$ ، $R = 15 \Omega$ ، $\bar{u} = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t$

$\frac{1}{5\pi} (H)$
الحل:



مسألة خارجية: مأخذ تيار متناوب جيبى توتره الحظى يعطى بالعلاقة: $(V) = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ نضع بين

طرفى المأخذ ثلاثة فروع يحوى الأول مقاومة صرفة $R = 30 \Omega$ والثانى يحوى وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L =$

$$\frac{1}{5\pi} \text{ وتحوى الثالث مكثفة سعتها } F = \frac{1}{4000\pi} \text{ والمطلوب: } (H)$$

1. أحسب التوتر المنتج للتيار وتوتره

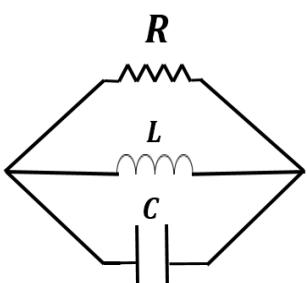
2. أحسب الشدة المنتجة للتيار في كل فرع وأكتب معادلة الشدة في كل فرع.

3. أحسب الشدة الكلية في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فريزن.

4. أحسب الاستطاعة المتوسطة الكلية المتصوفة في الجملة وعامل استطاعة الدارة.

$$\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t \text{ (V)} , R = 30 \Omega , L = \frac{1}{5\pi} F , C = \frac{1}{4000\pi} \text{ (H)}$$

الحل:



$$1- \text{ التوتر المنتج: } U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = 120(V)$$

$$\text{توتر التيار: } f = 50 \text{ (Hz)} , f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} \Rightarrow$$

2- الشدة المنتجة ومعادلتها في كل فرع:

$$I_{eff_R} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{120}{30} = 4(A) \text{ الشدة المنتجة في فرع المقاومة الصرفة}$$

$$\text{معادلة الشدة: } i_R = I_{max_R} \cos(\omega t + \phi_R)$$

$$I_{max_R} = I_{eff_R} \cdot \sqrt{2} = 4\sqrt{2}(A)$$

$$\phi_R = 0$$

$$\Rightarrow \bar{i}_R = 4\sqrt{2} \cos 100\pi t (A)$$

$$I_{eff_L} = \frac{U_{eff}}{X_L} \text{ الشدة المنتجة في فرع الوشيعة:}$$

$$X_L = L\omega = \frac{1}{5\pi} \times 100 = 20(\Omega)$$

$$I_{max_L} = \frac{120}{20} = 6(A)$$

$$\text{معادلة الشدة: } \bar{i}_L = I_{max_L} \cos(\omega t + \phi_L)$$

$$I_{eff_L} = I_{max_L} \cdot \sqrt{2} = 6\sqrt{2}(A)$$

$$\phi_L = -\frac{\pi}{2} rad$$

$$\bar{i}_L = 6\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})(A)$$

3- الشدة المنتجة في فرع المكثفة:

$$I_{eff_C} = \frac{U_{eff}}{X_C}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{4000\pi}} = 40(\Omega)$$

$$I_{max_C} = \frac{120}{40} = 3(A)$$

$$\text{معادلة الشدة: } \bar{i}_C = I_{max_C} \cos(\omega t + \phi_C)$$

$$I_{eff_C} = I_{max_C} \cdot \sqrt{2} = 3\sqrt{2}(A)$$

$$\phi_C = +\frac{\pi}{2} rad$$

$$i_C = 3\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})(A)$$

3- إنشاء فريند (الوصل تفرع U ثابت)



المسألة الرابعة (درس): يعطى تابع التوتر اللحظي بين طرفي المأخذ بالعلاقة : $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos120\pi t$ **المطلوب**

1. احسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ **و** تواتر التيار
2. نضع بين طرفي المأخذ مصباحاً كهربائياً ذاتيته مهملة ، فيمر تيار شدته المنتجة **(6A)** . احسب قيمة المقاومة الأومية للمصباح ، واتكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها .
3. نصل بين طرفي المقاومة في الدارة السابقة وشيعة عامل استطاعتها $(\frac{1}{2})$ فيمر في الوشيعة تيار شدته المنتجة **(10A)** ، احسب ممانعة الوشيعة **ومقاومتها** **و** الاستطاعة المستهلكة فيها ، ثم اكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها .
4. احسب قيمة الشدة المنتجة في **الدارة الأصلية** باستخدام إنشاء فريزنل .
5. احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين ، **و** عامل استطاعة الدارة
6. احسب سعة المكثفة الواجب ربطها على التفرع بين طرفي المأخذ لتصبح شدة التيار الأصلية الجديدة على وفق في الطور مع التوتر المطبق عندما تعمل الفروع الثلاثة معاً

المعطيات: $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos120\pi t$ (V)





المسألة 22 (عامة) يغذي تيار متناوب جيبي يعطى توتره الحظى $120\sqrt{2} \cos 100\pi t = \bar{U}$ الجهازين الآتيين

المربوطين على التفرع:

- a. جهاز تسخين كهربائي ذاتيته مهملة يرفع درجة حرارة 1kg من الماء من الدرجة 0°C إلى الدرجة 72°C خلال 7min بمزدوج تسخين 100%

- b. محرك استطاعته 600Watt وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيار متأخر بالطور عن التوتر، **المطلوب**

1. احسب الشدة المنتجة للتيار في كل من الفرعين، واكتب تابع الشدة اللحظية في كل منهما.

2. احسب الشدة المنتجة الكلية باستخدام إنشاء فريزنل، واحسب عامل استطاعته الدارة.

3. احسب سعة المكثفة التي ضمت أيضاً على التفرع في الدارة جعلت الشدة الكلية متغيرة بالطور مع فرق الكمون المطبق

عندما تعمل الأجهزة جميعاً، واحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية عندئذ.

4. نستعمل التوتر السابق لتغذية دارة تتالف من فرعين يحوي أحدهما المكثفة السابقة ويحوي الآخر وشيعة مهملة المقاومة احسب رديه الوشيعة التي تendum من أجلها شدة التيار في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فريزنل.

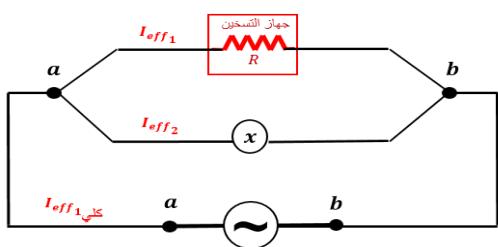
(الحرارة الكلية للماء $\text{C}^\circ \text{kg}^{-1} = 4200 \text{J}$)

المعطيات :

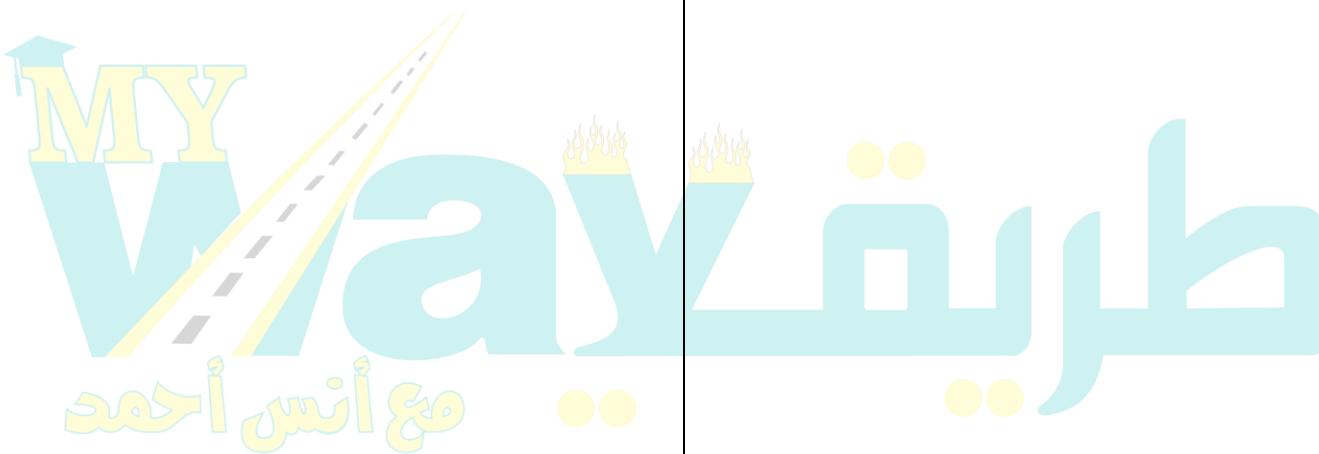
a. الفرع الأول: جهاز تسخين مقاومته مهملة (مقاومة صرفة)

خلال: $m = 1\text{kg}$ ، $t_1 = 0^\circ\text{C}$ إلى 72°C ، $100\% \text{ مزدوج التسخين}$ ، $\Delta t = 7 \text{ min} = 7 \times 60\text{s}$

b. الفرع الثاني: محرك $\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$ $P_{avg} = 600 \text{ watt}$



مع أنس أحمد



المسألة الثالثة (درس) : (دورة 1999) مأخذ لتيار متناوب جببي بين طرفيه توتر لحظي يعطى بالعلاقة : $\bar{u} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) نصلهما لدارة تحوي **فرعين** يحوي الأول مقاومة صرفة يمر فيها تيار شدته المنتجة (4A) ، ويحوي الفرع الثاني وشيعة يمر فيها تيار شدته المنتجة (5A) ، فيمر في الدارة الخارجية التيار شدته المنتجة (7A) . **والمطلوب حساب :**

1. أحسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار
2. قيمة المقاومة الصرفة ، ومانعة الوشيعة .
3. عامل استطاعة الوشيعة .
4. الاستطاعة الكلية المستهلكة في الدارة ، وعامل استطاعة الدارة

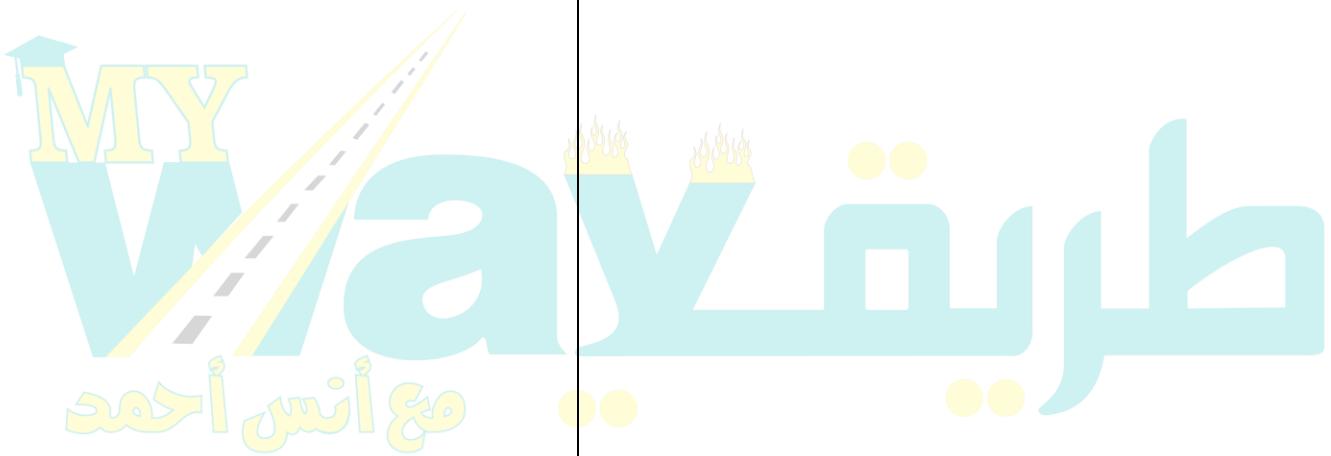


المسألة 23 (عامة)

مأخذ تيار متناوب جيبي بين طرفيه توتر منتج $100V$ نصله لدارة تحوي على فرعين الأول مقاومة ومكثفة فيمر تيار شدته المنتجة I_{eff1} متقدم بالطور $\frac{\pi}{3} rad$ عن التيار الأصلي ويحوي الفرع الثاني وشيعة يمر فيها تيار شدته المنتجة I_{eff2} متأخر بالطور $\frac{\pi}{6} rad$ عن التيار الأصلي ويمر في الدارة الأصلية تيار تابع شدته اللحظية $i = 20\cos100\pi t$ محققًا توافقًا في الطور مع التوتر المطبق،

المطلوب

1. استنتج قيمة كل من I_{eff1} , I_{eff2} باستخدام إنشاء فريند.
2. إذا كانت قيمة المقاومة في الفرع الأول 10Ω احسب ممانعة هذه الفرع واتساعية المكثفة فيه.
3. إذا كانت رديه الوشيعة في الفرع الثاني $\Omega = \frac{10}{\sqrt{6}}$ احسب مقاومة الوشيعة.



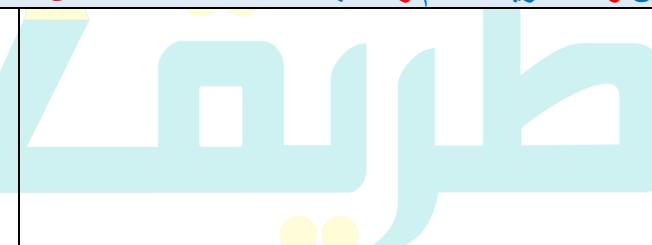
المسألة 24 (عامة) يعطى فرق الكمون بين النقطتين (b,a) بالعلاقة: $\bar{u} = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t$

- احسب فرق الكمون المنتج بين النقطتين ، وتوتر التيار .
- نصل (b,a) بمقاومة صرف (50Ω) اكتب تابع شدة التيار في هذه المقاومة .
- نصل (a,b) بفرع آخر يحوي على التسلسل مقاومة صرف (50Ω) مع مكثفة سعتها C فيمر تيار شدته المنتجة $(\sqrt{2}A)$. اكتب تابع شدة التيار المار فيه واحسب سعة المكثفة C .
- احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فريتل .
- احسب ذاتية الوشيعة المهملة المقاومة الواجب ربطها على التفرع بين النقطتين (b,a) لتصبح شدة التيار الأصلية على وفاق بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الفروع الثلاث معاً ، ثم احسب قيمة الشدة المنتجة الأصلية للتيار

المسألة 25 (عامة) نضع بين طرفي مأخذ لتيار متناوب توتره المنتج ثابت ، مقاومة صرفة R موصولة على التسلسل مع وشيعة مقاومتها الأومية R' ورديتها (30Ω) عامل استطاعتها (0.8) فيمر تيار شدته اللحظية تعطى بالعلاقة: $= \bar{I}$

3 $\sqrt{2} \cos(100\pi t) A$ المطلوب:

- احسب الشدة المنتجة للتيار وتوتره .
- احسب كلاً من المقاومة الأومية للوشيعة R' ومانعتها .
- إذا علمت أن فرق الكمون المنتج بين طرفي المقاومة R يساوي نصف فرق الكمون المنتج بين طرفي الوشيعة فاحسب كل من (a) المقاومة الصرفة R . (b) الاستطاعة المستهلكة فيها . (c) الاستطاعة المستهلكة في الدارة .
- نضيف بين طرفي المأخذ السابق على التسلسل مع المقاومة R والوشيعة مكثفة سعتها C فتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها ، احسب قيمة سعة هذه المكثفة .
- نضيف إلى المكثفة C في الدارة السابقة مكثفة C' يجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر المطبق . احسب السعة المكافئة للمكثفتين وحدد طريقة الضم واحسب سعة المكثفة المضافة C'



المأساة 26 (عامة) نطبق بين النقطتين (ab) فرقاً في الكمون متواياً جيبياًقيمة المنتجة $(V = 40\sqrt{3})$ وتوارثه $(f = 50\text{Hz})$

1. نربط بين النقطتين (a.b) على التسلسل مقاومة صرفة $(R = 20\Omega)$ ووшиعة مقاومتها الأومية $(r = 10\Omega)$ وممانعتها (20Ω) ،

المطلوب :

a. أحسب الممانعة الكلية ، والشدة المنتجة المارة .

b. أحسب الاستطاعة المتوسطة المتصروفة في الجملة ، وعامل استطاعتها.

c. أحسب الطاقة الحرارية المنتشرة عن المقاومة الصرفة خلال زمن (10 min) ، واتكتب تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة الصرفة .

2. نعيد وصل الوشيعة على التفرع مع المقاومة الصرفة بين النقطتين السابقتين (b.a) **والمطلوب حساب:**

a. الشدة المنتجة للتيار المار بالدارة الأصلية قبل التفرع باستخدام إنشاء فريزنل .

b. قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين ، وقيمة عامل الاستطاعة عندئذ .



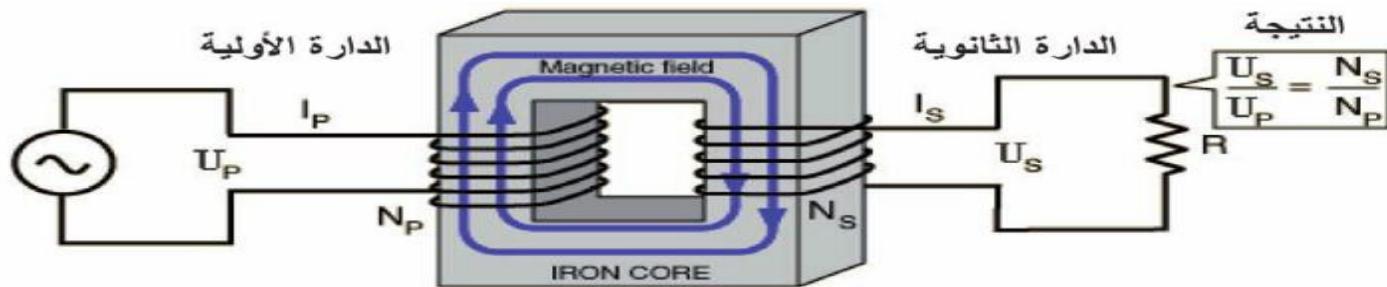
المحولات الكهربائية

الدرس السادس

مِمْ ثَالِفِ الْمُحَوْلَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ؟

تتألف من وشيعتين ومن سلك ناقل معزول وملفوف على نواة حديد لين ، الوشيعة الأولية تتصل بمائدة التيار المتناوب والوشيعة الثانوية توصل للحملة ويكون لأحدهما سلك رفيع وعدد لفات كثير وللثانية سلك غليظ وعدد لفات أقل.

أشرح عمل المحولة الكهربائية



عند تطبيق توتر متناوب جيبي U_p بين طرفي الوشيعة الأولية يمر تيار متناوب جيبي I_p فيولد حقل مغناطيسي متناوب تتدفق جميع خطوط الحقل تقريباً عبر نواة الحديد المغلفة (بسبب نفوذية الحديد الكبيرة جداً أمام نفوذية الخلاء) إلى الوشيعة الثانوية فيتولد في الثانوية قوة محركة كهربائية تحريرية تساوي U_s وتيار متناوب متزامن I_s في الثانوية له تواتر التيار المرسل في الأولية.

سؤال نظري : في المحولة الكهربائية أجب عن الأسئلة التالية :

- أكتب نسبة التحويل مبيناً دلائل الرموز
- بين ملئ تكون المحولة رافعة للتوتر ومنئ تكون خافضة للتوتر
- عمر المحولة وعلى ماذا تعتمد في عملها؟
- ماذا تزقع عند استبدال منبع التيار المتناوب بمنبع تيار متواصل

الحل :

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}} \quad 1. \text{ معادلة المحولة، نسبة التحويل } \mu :$$

عدد اللفات في الوشيعة الأولية، N_p التوتر المنتج المطبق بين طرفيها، I_{effp} الشدة المنتجة المارة فيها I_{effp} : عدد اللفات في الوشيعة الثانوية، N_s التوتر المنتج المطبق بين طرفيها، I_{effs} الشدة المنتجة المارة فيها I_{effs} :

2. محولة رافعة للتوتر وخفاضة للشدة : $\mu > 1 \Rightarrow N_s > N_p \Rightarrow U_{effs} > U_{effp}$
محولة خفاضة للتوتر ورافعة للشدة : $\mu < 1 \Rightarrow N_s < N_p \Rightarrow U_{effs} < U_{effp}$

3. المحولة جهاز كهربائي يعمل على رفع أو خفض التوتر والتيار المنتجين دون تغير القدرة المنقولة وتواتر التيار أو شكل اهتزاز التيار وتعتمد على حادثة التحرير الكهربائي.

4. لا تعمل المحولة الكهربائية عند تطبيق توتر كهربائي متواصل بين طرفي دارتها الأولية .

سؤال نظري: تصنف الاستطاعة ضائعة في المحولة الكهربائية إلى نوعين ما هما مع الشرح؟

1. استطاعة ضائعة حرارياً بفعل جول الحراري (وتساوي المقاومة \times مربع التيار)

$$P'_P = R_p i_{eff_p}^2$$

$$P'_s = R_s i_{eff_s}^2$$

$$P_E = P'_P + P'_s$$

2. استطاعة كهربائية ضائعة مغناطيسياً P_M نتيجة هروب جزء من خطوط الحقل المغناطيسي خارج النواة الحديدية

سؤال نظري: استلئن العلاقة المحددة لمردود نقل الطاقة الكهربائية للتيار المتناوب من مرصد توليد إلى مكان استخدامها وكيف يجعله يقترب من الواحد.

للوضيح قبل الاستنتاج :

الاستطاعة الداخلة المتولدة من منبع التيار المتناوب: $P_p = P$ وتتوزع إلى استطاعتين : P_s استطاعة خارجة في الدارة الثانوية و P' استطاعة ضائعة حرارياً في أسلك النقل

$$P = P_s + P' \xrightarrow{\text{الاستطاعة الخارجية من الثانوية}} P_s = P - P'$$

$$\eta = \frac{P_s}{P} = \frac{P - P'}{P} = \frac{\text{الاستطاعة الخارجية}}{\text{الاستطاعة الداخلة}} = \frac{\text{المردود}}{\text{الاستطاعة الداخلة}}$$

علاقة مردود النقل :

$$\eta = \frac{P - P'}{P} \xrightarrow{\text{بتوزيع على المقام}} \eta = \frac{P}{P} - \frac{P'}{P} = 1 - \frac{P'}{P}$$

- باعتبار عامل الاستطاعة قريباً جداً من الواحد : فتكون الاستطاعة المتولدة من المنبع $P = I_{eff} \cdot U_{eff}$.- الاستطاعة الحرارية $P' = R i_{eff}^2$ تمثل الاستطاعة ضائعة حرارياً بفعل جول

$$\eta = 1 - \frac{R i_{eff}^2}{I_{eff} \cdot U_{eff}} \Rightarrow \boxed{\eta = 1 - \frac{R I_{eff}}{U_{eff}}}$$

لكي يقترب المردود من الواحد ينبغي أن تكون الاستطاعة ضائعة حرارياً صغيرة لذلك عملياً يجعل أسلك الوشيعة ذات مقاطع كبيرة لإنقاص مقاومتها R وذلك مكلف لذلك نلجأ إلى تكبير U وذلك برفع توتر المنبع.

سؤال نظري: تستخدم المحولات الخافضة للتوصيل لشحن الهاتف، أذكر استخدامات أخرى لهذه المحولة.

♥ شحن بعض الأجهزة الكهربائية.

♥ ألعاب الأطفال التي يخفض فيها التوتر للأمان من 220 إلى 12 أو أقل.

♥ عمليات اللحام الكهربائي حيث تحتاج لتيار شدته من مرتبة مئات الأمبيرات.

♥ أفران الصهر.

أختبر نفسك:

أولاً: اختار الإجابة الصحيحة مما يأتي:

1. محولة كهربائية نسبة تحويلها $3 = \mu$ ، وقيمة الشدة المنتجة في ثانويتها $I_{eff_s} = 6 A$ ، فإن الشدة المنتجة في أوليتها:

a- $I_{eff_p} = 18 A$

b- $I_{eff_p} = 2 A$

c- $I_{eff_p} = 9 A$

d- $I_{eff_p} = 3 A$

$$\mu = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \Rightarrow 3 = \frac{I_{eff_p}}{6} \Rightarrow I_{eff_p} = 18 A$$
 توضيح اختيار الإجابة:

2. محولة كهربائية قيمة التوتر المنتج بين طرفي أوليتها $U_{eff_p} = 20 V$ وقيمة التوتر المنتج بين طرفي ثانويتها $U_{eff_s} = 40 V$ فإن نسبة تحويلها μ

a- 2

b- 0.5

c- 20

d- 60

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{40}{20} = 2$$
 توضيح اختيار الإجابة:

ثانياً: أعط نفسك علمياً لكل مما يأتي:

(1) لا تنقل الطاقة الكهربائية عبر المسافات البعيدة بوساطة تيار متواصل؟
للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول.(2) تنقل الطاقة الكهربائية بتوتر عدة آلاف من الفولتات ثم تخفض إلى $220 V$ عند الاستهلاك؟
للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول ثم تخفض إلى $220 V$ عند الاستهلاك لتوافق عمل الأجهزة الكهربائية.(3) تصنع النواة في المحولة من صفائح أو قضبان معزولة من الحديد اللين؟
لإنفاس تيارات فوكو وتحسين مردود المحولة.

ملاحظات الدرس السادس المحولة الكهربائية

مع أنس احمد

ثانياً: من قوانين المتنابع أولى : μ من نسبة التحويل

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$$
 نسبة التحويل:

محولة رافعة للتوتر (الجهد) وخفاضة للتيار: $\mu > 1 \Rightarrow N_s > N_p \Rightarrow U_{eff_s} > U_{eff_p}$ محولة خفاضة للتوتر (الجهد) ورافعة للتيار: $\mu < 1 \Rightarrow N_s < N_p \Rightarrow U_{eff_s} < U_{eff_p}$

$$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R_s} \quad \text{أو} \quad P_{avg_s} = I_{eff_s} U_{eff_s} \Rightarrow I_{eff_s} = \frac{P_{avg_s}}{U_{eff_s}}$$

$$I_{eff_p} = \mu \cdot I_{eff_s}$$

لحساب كل من شدة تياري الأولية I_{eff_s} والثانوية I_{eff_p}

يتم دمج مسألة المحولة مع التيار المتنابع في الدارة الثانوية ويكون U_{eff_s} هو التوتر المنتج الكلي للدارة التفرع

المسألة الأولى: يبلغ عدد لفات أولية محولة كهربائية $N_p = 125$ لفة وعدد لفات ثانويتها $N_s = 375$ لفة، والتوتر اللحظي بين

طرفى الثانوية يعطى بالمعادلة: $u_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$: **المطلوب:**

1. احسب نسبة التحويل، ثم بين إن كانت المحولة رافعة للتوتر أم خاضعة له.
2. احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي كل من الدارة الثانوية و الأولية.
3. نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة صرف $R = 30\Omega$ ، احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة الثانوية.
4. نصل على التفرع مع المقاومة السابقة وشيعة مهملة المقاومة، فيمر في فرع الوشيعة تيار شدته المنتجة $I_{eff_2} = 3A$ ، احسب رديه الوشيعة، ثم اكتب التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعة
5. احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية باستخدام إنشاء فريندل.
6. احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة، وعامل استطاعة الدارة.

المعطيات: $U_s = 120\sqrt{2}\cos\pi t(V)$ لفة $N_p = 125$ لفة $N_s = 375$ لفة

الحل:



المسألة الثانية: محولة كهربائية مثالية عدد لفات ثانويتها 200 لفة يطبق بين طرفي أوليتها توترًا منتجًا 60V ويوصل بين طرفي ثانويتها مصباح كهربائي استطاعته 240 watt ويعمل بتوتر منتج 120V المطلوب حساب :

1. الشدة المنتجة المارة في الدارة الثانوية
2. الشدة المنتجة المارة في الدارة الأولية
3. عدد لفات الدارة الأولية ونسبة التحويل .
4. المقاومة الأولية للمصباح الكهربائي .

المعطيات، $U_{effs} = 120V$ $U_{effp} = 60V$ $N_s = 200$ $P_{avg_s} = 240watt$

الحل :



المسألة الثالثة: يبلغ عدد لفات أولية محولة 3750 لفة، وعدد لفات ثانويتها 125 لفة، نطبق بين طرفي الأولية توترًا منتجًا

$U_{eff_p} = 3000V$ ، ونربط بين طرفي الثانوية دارة تحوي على التفرع:

- مقاومة صرفه، الاستطاعة المستهلكة فيها $P_{avg_1} = 1000W$.

- وشيعة لها مقاومة أومية ، الاستطاعة المستهلكة فيها $W_{avg_2} = 1000W$ ، يمر فيها تيار يتأخر بالتطور عن التوتر المطبق

بمقدار $\frac{\pi}{3} rad$. المطلوب:

1. احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في المقاومة.

2. احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الوشيعة.

3. احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في ثانوية المحولة.

4. احسب الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة الأولية للمحولة.

المحطليات: $N_p = 3750$ ، $N_s = 125$ ، لفة $U_{eff_p} = 3000 V$

الحل :



المسألة الرابعة يبلغ عدد الحلقات في أولية محولة 125 حلقة، وفي ثانويتها 375 حلقة. نطبق بين طرفي الدارة الاولية فرق كمون منتج قيمته 10V، ونصل طرفي الثانوية بمقاومة صرف R مغموسة في مسعر يحوي 600g من الماء معادله المائي مهملاً، فترتفع حرارته 14°C خلال دقيقة واحدة. والحرارة الكلية للماء $C = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$. **المطلوب:**

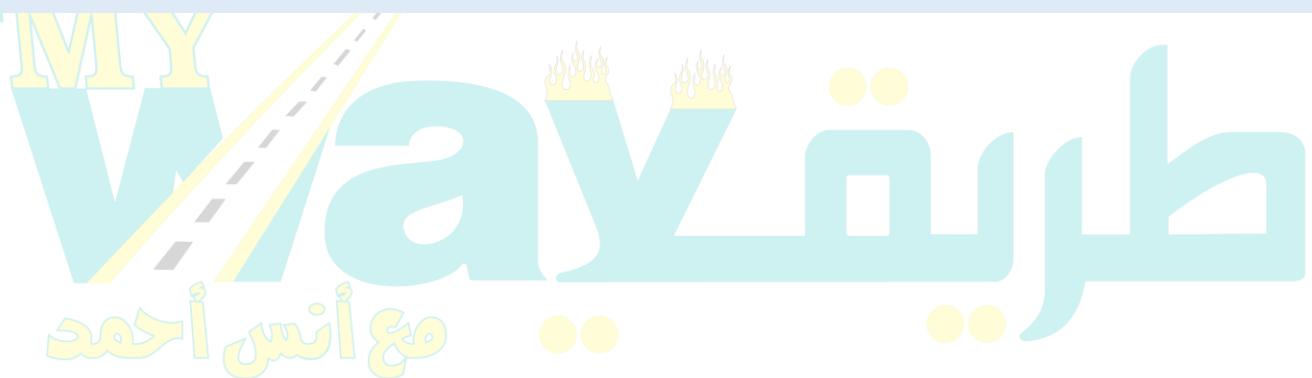
1. احسب قيمة المقاومة R.
 2. احسب الشدتين المنتجتين في دارتي المحولة باعتبار مردودها يساوي الواحد.
 3. نصل على التفرع بين طرفي المقاومة وشيعة مهملة المقاومة فتصبح الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية 5A.
- المطلوب:**

- a. احسب الشدة المنتجة للتيار في فرع الوشيعة باستخدام إنشاء فريزنل، ثم اكتب تابع الشدة اللحظية. ($f = 50 \text{ Hz}$)
- b. احسب ذاتية الوشيعة.
- c. احسب الاستطاعة المتوسطة في جملة الفرعين.

المعطيات: $N_p = 125$ ، $N_s = 375$ ، $U_{eff_p} = 10V$

معطيات المسحر: الزمن: $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sec}$
 كتلة الماء في المسحر: $m = 600 \times 10^{-3} \text{ kg}$
 درجة الحرارة: $\Delta t = 2.14 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 الحرارة الكلية للماء: $C = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$

الحل:





يُتضمن هذا القسم:

مقدمة

• مدخل إلى الإلكترونيات وmekanik الكم

• الإلكترونيات و الجسم الصلب

- الدرس الأول: النماذج الذرية والطيف.
- الدرس الثاني: انتزاع الإلكترونيات وتسريعها.
- الدرس الثالث: الأشعة المهبطية
- الدرس الرابع: الفعل الكهرباري
- الدرس الخامس: نظرية الكم و الفعل الكهربائي
- الدرس السادس: الأشعة السينية X-Ray
- الدرس السابع: أشعة الليزر

• الفيزياء الفلكية

- الدرس الأول: الأمواج المستقرة العرضية
- الدرس الثاني: الأمواج المستقرة الطولانية



+

مقدمة:

أسس ميكانيك الكم.

سؤال نظري اشرح الأسس التي يقوم عليها ميكانيك الكم.

فرضية بلانك: المادة والضوء يمكنهما تبادل الطاقة من خلال كميات منفصلة من الطاقة سميت (كمات الطاقة) تحدد

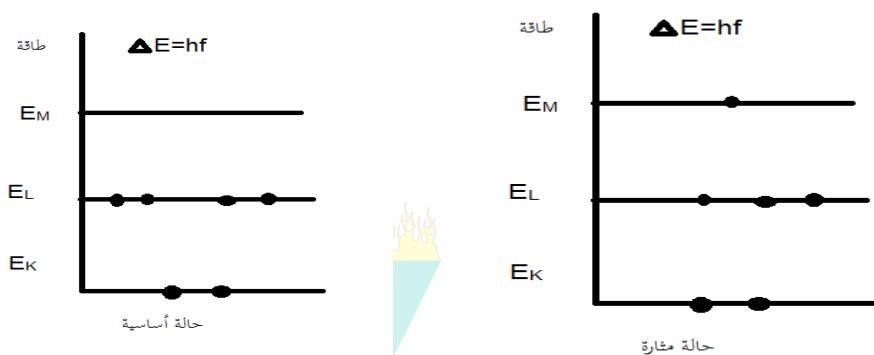
$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

فرضية أينشتاين: عام 1905 استعان أينشتاين بنظرية بلانك لشرح الفعل الكهر ضوئي وجد أن: الحزمة الضوئية مكونة من فوتونات (كمات الطاقة) يحمل كل منها طاقة $E = hf$ ويحصل تبادل الطاقة مع المادة من خلال امتصاص أو إصدار فوتون.

نموذج بور و تبادل الطاقة على المستوى الذري: وفق المبادئ التي وضعها بور :

- تغير طاقة الذرة مكمم.
- لا يمكن للذرة أن تتواجد إلا في حالات طافية محددة كل منها تتميز بسوية طافية محددة.
- عندما ينتقل الإلكترون في ذرة مثارة من سوية طافية E_2 إلى سوية طافية E_1 فإن الذرة تصدر فوتوناً طاقته تساوي فرق الطاقة بين السويتين $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$

رسم مخطط مستويات الطاقة في ذرة الكربون (للفهم فقط)



عندما تصبح ذرة الكربون مثارة (غير مستقرة) تصدر فوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقة السوية العليا والسوية الدنيا:

- ✓ من السوية الدنيا تحتاج إلى امتصاص فوتون للانتقال إلى السوية المثارة.
- ✓ لا يحصل امتصاص للفوتون إذا كانت طاقته لا تتوافق تماماً فرق الطاقة بين السويتين.

النماذج الذرية والطيف

الدرس الأول

سؤال نظري يخضع الإلكترون في ذرة الهيدروجين في مساره إلى قوتين ما هما، مع الشرح؟

▪ $\vec{F}_E = k \frac{e^2}{r^2}$: القوة الجاذبة الكهربائية وناجمة عن جذب النواة (بروتون) للإلكترون.

▪ حيث e : القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون ، r : نصف قطر مسار الإلكترون حول النواة.

▪ ثابت الجذب الكهربائي $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$: سماحية الخلاء الكهربائي ϵ_0

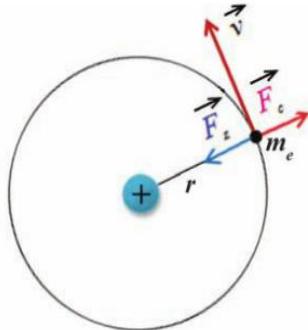
▪ $\vec{F}_c = m_e a_c = m_e \frac{v^2}{r}$: قوة العطالة النابذة وناجمة عن دوران الإلكترون.

▪ m_e : كتلة الإلكترون ، v : سرعة الإلكترون ، a_c : التسارع الناظمي

▪ تهمل قوة التجاذب الكتلي بين الإلكترون والبروتون لصغرها والتي تعطى بالعلاقة $F = G \frac{m_e m_p}{r^2}$

▪ m_p : كتلة البروتون m_e : كتلة الإلكترون r : نصف قطر مسار الإلكترون حول النواة

▪ G : ثابت الجاذبية العام



سؤال نظري اذكر فرضيات نظرية بور

1- حركة الإلكترون في مساره حول النواة دائرية منتظمة حيث:

قوة العطالة النابذة $F_c = F_E$ قوة الجذب الكهربائي.

2- العزم الحركي للإلكترونات يساوي عدداً صحيحاً من $\frac{h}{2\pi}$

3- لا يصدر الإلكترون طاقة مادام في مداره ويمتص طاقة محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أبعد ويصدر طاقة محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أقرب إلى النواة.

سؤال نظري استنتج من خلال فرضيات بور العلاقة المحددة لطاقة الإلكترون الكلية ونصف قطر المدار بدلالة n رقم المدار؟

▪ من أجل $n=1$: $r_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}$ وهو نصف قطر بور

▪ من أجل مدار رتبته n نعرض في (2):

$$E = -\frac{1}{2} k \frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2} k \frac{e^2}{\frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}} = -\frac{4\pi^2 m_e k^2 e^4}{2 n^2 h^2}$$

$$E_n = E = -\frac{1}{2} \frac{4\pi^2 m_e k^2 e^4}{n^2 h^2}$$

باعتبار طاقة الحالة الأساسية: $n=1$

$$E_0 = -\frac{2\pi^2 m_e k^2 e^4}{h^2} = -13.6 \text{ eV}$$

$$E = \frac{1}{n^2} E_0 = -\frac{13.6}{n^2} \text{ (eV)}$$

إذاً لكي تتأين ذرة الهيدروجين يجب اعطاؤها طاقة تكفي لنقل الإلكترون من حالة ارتباطها بالسوية الأساسية إلى عدم ارتباط أي تصبح طاقته معدومة وهذه الطاقة تساوي 13.6 eV

ملاحظة هامة: عندما ينتقل e من مدار إلى آخر

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 13.6 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = hf$$

من الفرض الأول: $F_E = F_c$

$$k \frac{e^2}{r^2} = m_e \frac{v^2}{r} \xrightarrow{\text{نزع}} v^2 = \frac{ke^2}{m_e r}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{1}{2} m_e \frac{ke^2}{m_e r} = \frac{1}{2} k \frac{e^2}{r}$$

الطاقة الكامنة للإلكترون: $E_p = -k \frac{e^2}{r}$

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2} k \frac{e^2}{r} - k \frac{e^2}{r} =$$

$$-\frac{1}{2} k \frac{e^2}{r} \quad (2)$$

الطاقة الكلية: $E = -\frac{1}{2} k \frac{e^2}{r}$

نزع v من الفرض الثاني: $m_e vr = n \frac{h}{2\pi}$

$$v = \frac{n h}{2\pi m_e r} \xrightarrow{\text{نربعها ونضعها في الطاقة الحركية}} v^2 = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_e^2 r^2}$$

$$(3) E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{1}{2} m_e \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_e^2 r^2} = \frac{n^2 h^2}{8\pi^2 m_e r^2}$$

$$\frac{1}{2} k \frac{e^2}{r} = \frac{n^2 h^2}{8\pi^2 m_e r^2} \xrightarrow{\text{بالمساواة بين 3, نجد:}} \frac{1}{2} k \frac{e^2}{r} = \frac{n^2 h^2}{8\pi^2 m_e r^2}$$

نختصر ثم نزع r ونضعه في الطاقة الكلية

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}$$

سؤال نظري عرف الطاقة الكلية للإلكترون في مداره واتكتب عبارتها وكيف تتغير عند انتقال الإلكترون إلى مدار أبعد؟ (دورة 2006-2017 الأولى)

الطاقة الكلية في جملة (الكترون - نواة) هي مجموع طاقتين : الطاقة الكلية: $E_n = E_k + E_p$

1. **طاقة كامنة كهربائية** (طاقة تجاذب كهربائي) ناتجة عن تأثير الإلكترون بالحقل الكهربائي الناتج عن النواة وهي القسم

$$E_p = -k \frac{e^2}{r}$$

2. **طاقة حركية** ناتجة عن دوران الإلكترون حول النواة وهي القسم الموجب

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} eV$$

- سالبة لأنها طاقة ارتباط، وتمثل طاقة التجاذب الكهربائي القسم الأكبر منها
- القيمة المطلقة لها تتناسب عكساً مع مربع رقم المدار n الذي يدور فيه الإلكترون
- تردد طاقة الإلكترون بزيادة رتبة المدار n أي مع ابتعاد الإلكترون عن النواة

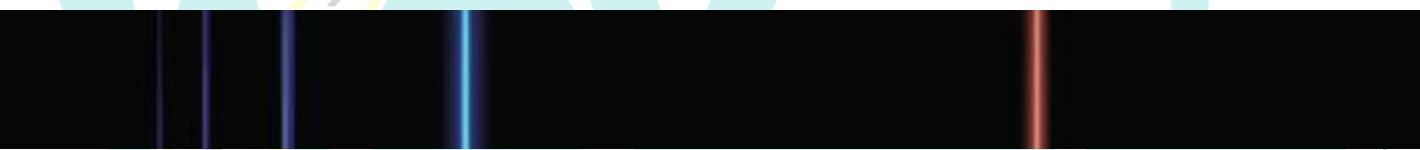
سؤال نظري كيف تتشكل الطيف الذري في ذرة الهيدروجين واذكر أنواع الطيف؟

عندما ينتقل H من سوية طافية إلى سوية طافية أخفض يؤدي ذلك إلى إصدار طاقة (إشعاع) تساوي فرق الطاقة بين السويتين

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hf$$

و عند حصول انتقالات مختلفة بين سويات الطاقة فسوف نحصل على اصدارات طاقة بتوافرات مختلفة تعطي بالعلاقة $(\Delta E = E_{\text{نهائي}} - E_{\text{بدائي}} = hf)$

و عند تحليل حزمة ضوئية صادرة عن غاز H_2 المثار بالانفراط الكهربائي نجد أن الطيف مكون من عدد من الخطوط الطيفية الطبيعية وكل خط يمثل انتقال الكترون بين سويتين طافيتين في ذرة H



أنواع الطيف

1- **طيف مستمرة (المتصلة):** هي الطيف التي تظهر فيها جميع ألوان الطيف على هيئة مناطق متغيرة دون فواصل بينها.

أمثلة: - ظهور قوس المطر الملون ذو الطيف المستمر عند تحمل ضوء الشمس في الهواء المشبع بالرطوبة

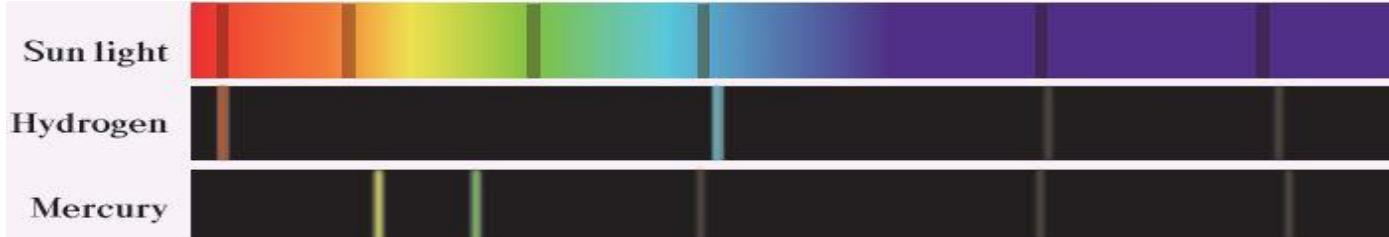
- طيف مصباح كهربائي ذو مقاومة التغستان ويتخلل طيف هذا المصباح نجد أن طيف الإصدار متصل.

2- **طيف مقطعة (منفصلة):** هي الطيف التي تظهر فيها خطوط طيفية أو عصابات طيفية منفصلة عن بعضها البعض.

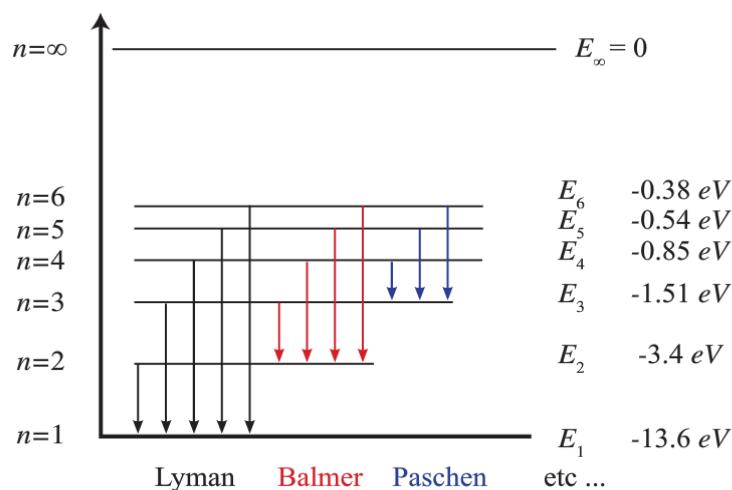
أمثلة: - إصدارات ذرة الهيدروجين - طيف مصباح بخار الزئبق .

بشكل عام: طيف المصابيح الغازية (منفصلة) وطيف الإصدار للأجسام الصلبة الساخنة (متصلة)

للتوسيع : في الشكل الآتي لدينا ثلاثة طيف : الأول مستمر وهو طيف الإصدار الشمسي والثاني متقطع إصدار ذرة الهيدروجين والثالث متقطع وهو إصدار مصباح بخار الزئبق



سؤال نظري أرسم مخطط لسويات طاقة ذرة الهيدروجين والانتقالات الممكنة الالانهائية، والتي تؤلف ما يسمى السلسل الطيفية للهيدروجين



❖ يحتوي الطيف الخطي للهيدروجين على عدة من السلسل كما هي موضحة في الشكل أذكرها مع الشرح:

- سلسة ليمان: أكبر سلسل الطيف طاقة، **نحصل عليها** : عند عودة الإلكترون من السويات العليا ($n = 2, 3, 4, 5, 6$) إلى السوية الأولى ($n = 1$).
- سلسة بالمر : **نحصل عليها** : عند عودة الإلكترون من السويات العليا ($n = 3, 4, 5, 6$) إلى السوية المثارة الأولى ($n = 2$).
- سلسلة باشن : **نحصل عليها** : عند عودة الإلكترون من السويات العليا ($n = 4, 5, 6$) إلى السوية المثارة الثانية ($n = 3$).

اختبار نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- عندما ينتقل الإلكترون من سوية طافية أقرب للنواة إلى سوية طافية ابعد عن النواة فإنه:
a- يمتص طاقة b- يصدر طاقة c- يحافظ على طاقته d- تندم طاقته
- عندما ينتقل الإلكترون من سوية طافية ما في الذرة إلى اللانهائية فإنه:
a- يقترب من النواة b- يصدر طاقة c- يحافظ على طاقته d- يصبح ذو طاقة معودمة
- باتبعاد الإلكترون عن النواة فإن طاقته:
a- تزداد b- تتناقص c- لا تتغير d- تنقص ثم تندم
- تتشكل الطيف النزية نتيجة انتقال:
a- الإلكترون من سوية طافية إلى سوية طافية أخفض. b- الإلكترون من سوية طافية إلى سوية طافية أعلى. c- البروتون خارج الذرة. d- الإلكترون إلى النواة.

- تقمد طاقة للذرة على شكل إشعاع متواصل فتثار الذرة لأنها:
a- تمتص كامل الطاقة المقدمة. b- لا تتمتص أية طاقة.

- تمتص جزءاً من طاقة الإشعاع مطابقاً لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين.
d- تتمتص جزءاً من طاقة الإشعاع.

ثانياً: حل المسائل الآلية:

المسألة الأولى:

بفرض أن نصف قطر الإلكترون على مداره في ذرة الهيدروجين $m = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$ ،

(وبإهمال قوى التجاذب الكهربائي بين البروتون والإلكترون)، **المطلوب:**

1. احسب قوة التجاذب الكهربائي بين البروتون والإلكترون.

2. احسب سرعة دوران الإلكترون الخطية على مداره السابق، هل يجب أن نأخذ في الاعتبار تغير كتلة الإلكترون وفق النظرية النسبية؟

3. احسب تواتر دوران الإلكترون.

(كتلة الإلكترون $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، شحنة الإلكترون $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

سماحية الخلاء الكهربائية $(\epsilon_0) = \frac{1}{36\pi \times 10^9}$

$$r = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$$

الحل:

$$F_E = K \frac{e^2}{r^2} \quad \text{القوة الجاذبة الكهربائية :} \quad -1$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi \times \frac{1}{36\pi \times 10^9}} = 9 \times 10^9 \quad \text{لحساب } k \text{ أولاً :} \quad \checkmark$$

$$F_E = K \frac{e^2}{r^2} \Rightarrow F_E = 9 \times 10^9 \frac{e^2}{r^2}$$

$$F_E = 9 \times 10^9 \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.53 \times 10^{-10})^2} \Rightarrow F_E = 82 \times 10^{-9} \text{ N}$$

ملاحظة: لحساب $k = ?$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi \times \frac{1}{36\pi \times 10^9}} = 9 \times 10^9$$

$$F_E = F_c$$

$$v = ? \quad -2$$

$$9 \times 10^9 \frac{e^2}{r^2} = m_e a_c$$

$$9 \times 10^9 \frac{e^2}{r^2} = m_e \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times e^2}{m_e r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times (16 \times 10^{-20})^2}{9.1 \times 10^{-31} \times 0.53 \times 10^{-10}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 256 \times 10^{-40}}{9.1 \times 10^{-31} \times 53 \times 10^{-12}}} = 2.19 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$$

نلاحظ أن: $v_e \gg c$ (عندما تكون $(m \approx m_0, \gamma \approx 1)$) أي يمكن إهمال التغير في كتلة الإلكترون والاعتماد على قوانين الميكانيك الكلاسيكي.

-3 حساب $f = ?$

$$v = \omega \times r = \frac{2\pi}{T} \times r \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi r} \Rightarrow f = \frac{7.19 \times 10^6}{2\pi \times 53 \times 10^{-12}} = 65 \times 40^{14} \text{ Hz}$$

المسألة الثانية: احسب الطاقة المتحررة وطول موجة الإشعاع الصادر عندما يهبط إلكترون من السوية الثالثة ذات الطاقة $E_3 = 1.51 \text{ eV}$ إلى السوية الثانية ذات الطاقة $E_2 = -3.4 \text{ eV}$ ثابت بلانك $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

المعطيات: $E_3 = -1.51 \text{ eV}$, $E_2 = -3.4 \text{ eV}$, $\Delta E = ?$, $\lambda = ?$

الحل:

عندما ينتقل الإلكترون من سوية إلى سوية أخفض فإنه يحرر طاقة تساوي فرق الطاقة بين السويتين :

تذكرة : للتحويل من $J \leftarrow eV$
نضرب بشحنة الإلكترون 1.6×10^{-19}

$$\Delta E = E_2 - E_3$$

بداءى نهائى

$$\Delta E = (-3.4) - (-1.51) = -1.89 \text{ eV}$$

$$\Delta E = -1.89 \times 1.6 \times 10^{-19} = -3.024 \times 10^{-19} \text{ J}$$

وهذا يمثل مقدار النقص في طاقة الإلكترون نتيجة انتقاله من $E_2 \leftarrow E_3$. وبذلك تكون الطاقة المتحررة:

$$\Delta E = +3.024 \times 10^{-19} \text{ J}$$

حساب طول موجة الإشعاع الصادر:

$$\Delta E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} \Rightarrow \lambda = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.024 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda \approx 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

المسألة الثالثة: تتألف ذرة الهيدروجين من بروتون و إلكترون، تعطى سويات الطاقة لذرة الهيدروجين بالعلاقة:

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

في السوية ذات الطاقة الأخفض لدينا $1 = n$ ، وفي سوية الطاقة المثار الأولى لدينا $2 = n$ وهكذا، عندما تسعى n إلى اللانهاية نجد الحال المتأين أي التي تخسر فيها ذرة الهيدروجين إلكترونها. **المطلوب:**

1. احسب النسبة بين قوة التجاذب الكتلي بين البروتون والإلكترون، و القوة التي تجذب بها النواة الإلكترون علماً أن المسافة بين الإلكترون و البروتون هي $m \times 10^{-11} \text{ m} = 5.29 \text{ a} = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$ ، ماذا تستنتج؟

علمًا أن: شحنة الإلكترون $C = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، ثابت الجذب الكهربائي $k = 9 \times 10^{-9} \text{ N.m.A}^{-2}$ ، ثابت الجاذبية الكونية $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{.kg}^{-2} \text{.s}^{-2}$ ، كتلة البروتون $m_p = 1.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ، كتلة الإلكترون $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ، سرعة انتشار الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

2. ما قيمة الطاقة في السوية الأساسية؟

3. ارسم مخططاً لطاقة السويات الخمس الأولى.

4. تتوارد الذرة في البداية في حالتها الأساسية، تمتص هذه الذرة فوتون بتوتر $f = 2.91 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ، احسب الرقم n للسوية التي تتوارد فيها الذرة بعد الامتصاص.

الحل:

-1 $F_1 = ?$ حيث $F_1 = \frac{F_1}{F_2} = ?$ F_2 قوة الجذب الكتلي بين الإلكترون والبروتون

$$F_1 = G \frac{m_p m_e}{a^2} \quad F_2 = k \frac{e^2}{a^2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{G \times m_p \times m_e}{k e^2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.67 \times 10^{-27} \times 9.1 \times 10^{-31}}{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \approx 10^{-39}$$

نلاحظ أن $F_1 \gg F_2$ لذا تهمل قوة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \quad \left. \right|_{n=1} \Rightarrow E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6 \text{ eV} \xrightarrow{\text{ملي}} E_1 = -13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} = -21.76 \times 10^{-19} \text{ J}$$

سوية أساسية ()

$n = \infty$	0
$n = 5$	$-0.54 \quad E_5 = -\frac{13.6}{(5)^2} = -0.54 \text{ eV}$
$n = 4$	$-0.85 \quad E_4 = -\frac{13.6}{(4)^2} = -0.85 \text{ eV}$
$n = 3$	$-1.51 \quad E_3 = -\frac{13.6}{(3)^2} = -1.51 \text{ eV}$
$n = 2$	$-3.4 \quad E_2 = -\frac{13.6}{(2)^2} = -3.4 \text{ eV}$

حساب الرقم (n) للسوية التي تتوارد فيها الذرة بعد الامتصاص (علمًا أن ثابت بلانك: $(h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})$)

$E = 13.6 \text{ (eV)} \quad E_1 = -13.6 \text{ eV}$

$f = 2.91 \times 10^{15} \text{ Hz} \quad n_2 = ?$

$\Delta E = E_2 - E_1 \xrightarrow{E_n = -\frac{E_0}{n^2}} \Delta E = -\frac{E_0}{n_2^2} + \frac{E_0}{n_1^2}$

$$\Delta E = E_0 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad \left. \right|_{E_0 = 13.6 \text{ eV}} \Rightarrow \Delta E = 13.6 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \text{ (eV)} \quad (*)$$

$$\frac{\Delta E}{h} = f$$

جول

ولدينا: -

$$\Delta E = 6.63 \times 10^{-34} \times 2.91 \times 10^{15} = 19.4933 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta E = \frac{19.4933 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 12.13 \text{ eV} \quad \text{نقسم على شحنة الإلكترون}$$

الحالة الأساسية 1 $n_1 = 1$

$$12.13 = 13.6 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow n_2 = 3$$

نعرض في (*) :

انفراط الالكترونات ولسرعها

الدرس الثاني

طاقة انفراط الكترون حر من سطح معدن

سؤال نظري استنتج مع الشرح طاقة انفراط الكترون من سطح معدن؟ وناقش حالات الطاقة المقدمة للإلكترون؟ دورة 2016

الثانية

يتحرك الإلكترون الحر داخل المعدن بسرعة وسطية تتعلق بدرجة الحرارة وتكون الإلكترونات هذه خاضعة لقوى جذب كهربائية محصلتها أكبر من الصفر وتجه نحو داخل المعدن ولانفراط الإلكترون الحر من سطح معدن ونقله مسافة صغيرة جداً dl خارج سطح المعدن يجب تقديم طاقة W_s أكبر أو تساوي عمل القوى الكهربائية التي تشد الإلكترون نحو داخل المعدن.

$$W = Fdl \quad \text{حيث } F \text{ القوة الكهربائية} \\ \text{مسافة صغيرة ينتقلها } e \text{ خارج المعدن} \quad \Rightarrow F = e \cdot E$$

E: شدة الحقل الكهربائي المتولد عن الشوارد الموجبة على السطح

$$W = e \cdot E \cdot dl$$

$U_d = U_s - E \cdot dl$: فرق الكمون بين سطح المعدن والوسط الخارجي (حقل كهربائي ضرب مسافة يعطي كمون)

قيمة العمل اللازم لانفراط تساوي طاقة الانفراط لإخراج \vec{e} من سطح المعدن

$$E_d = E_s = W_s = e \cdot U_s$$

طاقة الانفراط :

المناقشة : بفرض E الطاقة التي يمتلكها الإلكترون (طاقة المقدمة للإلكترون) E_s طاقة الانفراط ونميز الحالات الآتية بينهما:

- 1 إذا كانت $E_s < E$ لا ينفراط الإلكترون ويبقى منجذباً نحو داخل الكتلة المعدنية .
- 2 إذا كانت $E = E_s$ ينفراط الإلكترون من سطح المعدن بسرعة ابتدائية معروفة .
- 3 إذا كانت $E > E_s$ ينفراط الإلكترون من سطح المعدن ومعه سرعة ابتدائية تحسب من العلاقة

$$E = E_k + E_s \rightarrow E_k = E - E_s \xrightarrow{\text{نعمل }} \frac{1}{2} m_e v^2 = E - E_s \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(E - E_s)}{m_e}}$$

لأنفراط الإلكترون حر من سطح معدن يجب إعطاءه طاقة أكبر من طاقة انفراط E_d ، ماهي الطرق التي يتم بها ذلك؟1- الفعل الكهربائي: طاقة الانفراط على شكل طاقة ضوئية $E = hf$ توافرها كافٍ لتحرر عدد من الإلكترونات الحرية.

2- الفعل الكهربائي: تسخين المعدن إلى درجة حرارة مناسبة تكتسب بعض الإلكترونات الحرية طاقة تسمح لها بالانطلاق من الذرة لتبث خارج سطح المعدن.

3- مفعول الحث : قذف المعدن بحزم من الجسيمات طاقتها كافية لانفراط الإلكترونات الحرية من سطح المعدن الذي تصادم به.

تسريع الإلكترونات بمقابل كهربائي متظم

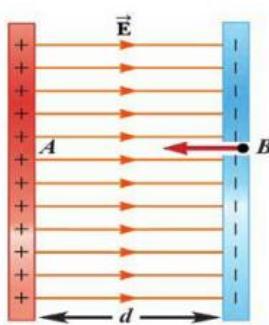
استنتاج علاقة السرعة للكترون ساكن ، شحنته $-e$ وكتلته m_e ساكنًا في نقطة B من نقطة يسودها حقل كهربائي منتظم بين لبوسي مكثفة مستوية مشحونة ، بين لبوسيها فرق كمون V_{AB} (دورة 2009 طريقة أولى) :يخضع \vec{e} إلى قوة كهربائية \vec{F} ثابتة تقوم بنقله نحو اللبوس الموجب ولها حامل \vec{E} وتعاكسه بالجهة فيكتسب تسارع \vec{a} بتطبيق العلاقة الأساسية في التحرير الإنسابي

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

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad \text{القوة الكهربائية}$$

بالإسقاط على محور موجه بجهة حركة الإلكترون نجد :

$$a = \frac{eE}{m_e} = \text{const}$$



التسارع ثابت فتكون حركة الإلكترونات ضمن الحقل الكهربائي مستقيمة متتسارعة بانتظام لحساب سرعة الإلكترون لحظة وصوله إلى A بفرض v_0 عند B معدومة :

$$v^2 - v_0^2 = 2ad \xrightarrow{\text{نفرض } a = \frac{eE}{m_e}} v^2 - 0 = \frac{2eE}{m_e} d$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} \xrightarrow{U=Ed} v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$$

من أجل السرعات الصغيرة أصغر من سرعة الضوء يمكن عد كتلة الإلكترون ثابتة $m_e = \text{const}$ حيث أنها تزداد بالاقتراب من سرعة الضوء حسب النظرية النسبية لأينشتاين .

طريقة ثانية:

لإيجاد سرعة وصول الإلكترون للبوس المقابل وذلك باستخدام نظرية الطاقة الحركية (يمكن استخدامها في حل المسائل)
نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

❶ الأول: عند خروج الإلكترون من نافذة البوس السالب دون سرعة ابتدائية.

❷ الثاني: عند وصول الإلكترون إلى نافذة البوس الموجب بسرعة v .

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

$$E_k - E_{k_2} = \sum \bar{W}_{\vec{F}(1 \rightarrow 2)}$$

$$E_k - 0 = F d = e Ed$$

$$E_k = eU$$

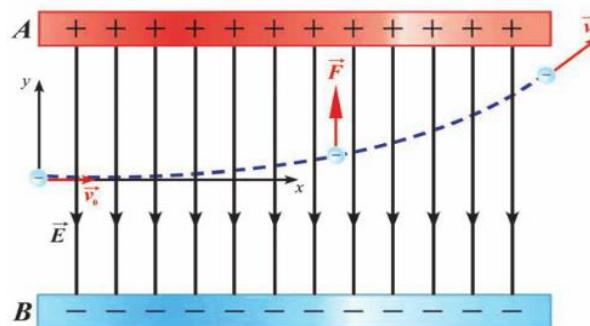
$$\frac{1}{2} m_e v^2 = eU \xrightarrow{\text{نزع لـ } e}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$$

سرعة وصول الإلكترون للبوس المقابل:

تأثير المقل الكهربائي المنتظم في الكترون متعرك بسرعة تعاكس المقل الكهربائي $\vec{E} \perp \vec{v}_0$.

ادرس تأثير حقل كهربائي منتظم في الكترون يتحرك بسرعة $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$ واستنتج معادلة حامل المسار؟



يخضع \vec{v} لقوة كهربائية \vec{F} لها حامل \vec{E} وتعاكسه بالجهة ، وبنطبيق العلاقة الأساسية في التحرير الإتسحابي:

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

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

القوة الكهربائية

$$F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_{0x} = v_0 = \text{const}$$

بالإسقاط على \vec{ox} نجد :
فالحركة على \vec{ox} مستقيمة منتظمة تابعها : $x = v_0 t \dots (1)$

$$F_y = m_e a_y = eE = \text{const}$$

$$m_e a_y = eE \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e}$$

بالإسقاط على \vec{oy} نجد :

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2$$

فالحركة على \vec{oy} مستقيمة متتسارعة بانتظام تابعها :

باعتبار لحظة دخول \vec{e} بين لبوسي المكثفة إلى الحقل الكهربائي في نقطة 0 هو مبدأ الفواصل ($y_0 = x_0 = 0$)

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 \xrightarrow{\text{نوع}} y = \frac{1}{2} \frac{eE}{m_e} t^2 \dots (2)$$

لإيجاد معادلة حامل مسار الإلكترون نعزل الزمن من (1) ونحوذه في (2) :

$$\text{من (1) نجد } \frac{x}{v_0} = t \text{ نحوذه في (2) نجد :}$$

$$y = \frac{1}{2} \frac{eE}{m_e} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m_e v_0^2} x^2$$

$$E \cdot d = V_{AB} \Rightarrow E = \frac{V_{AB}}{d} \xrightarrow{\text{نحوذه في المعادلة فنجد}} \text{ولكن :}$$

$$\text{عامل حامل المسار : } y = \frac{1}{2} \left(\frac{e V_{AB}}{m_e d v_0^2} \right) \bar{x}^2$$

سؤال: مادا تتوقع أن تكون حركة الإلكترون بعد مغادرة منطقة الحقل الكهربائي؟

الجواب: تصبح حركة \vec{e} مستقيمة منتظمة بعد مغادرته الحقل الكهربائي، فإنه يتبع حركته على خط مستقيم بسرعة ثابتة هي السرعة نفسها لحظة خروجه من منطقة الحقل.

سؤال: هل يكفي الإلكترون الواقع على سطح المعدن ، امتلاكه لطاقة مساوية لطاقة الانتزاع لهذا المعدن كي يتحرر من سطح المعدن مبتعداً عنه؟ على ذلك.

الجواب: لا يمكنه الابتعاد عن سطح المعدن لأنه لا يمتلك طاقة حرارية ، وتعمل الأيونات الموجبة على جذبه نحو داخل المعدن.

اختر نفسى:

حل أسئلة الدرس ص 216:

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. **الجواب:** لا يمكن تحديد موضع أو سرعة الإلكترون في لحظة ما وبديفة، وإنما يمكن تحديد احتمال وجود الإلكترون في لحظة ما في موضع معين

2. **الجواب:** نعم تختلف بسبب:

1) انتزاع الإلكترون من الذرة: نعلم أن الإلكترون يملك طاقة في مداره هي عبارة عن مجموع طاقته الكامنة وطاقته الحرارية

($E_n = E_p + E_k$) ولانتزاع الإلكترون يجب تقديم طاقة تدعى طاقة التأين وهي تساوي طاقة ارتباطه بالنواة.

2) انتزاع الإلكترون من سطح المعدن: هي الطاقة اللازمة لتقديمها للإلكترون الحر لإخراجه خارج سطح المعدن.

3. **الجواب:** نعم يكفي لأن طاقة انتزاع الإلكترون من سطح المعدن هي الطاقة الدنيا اللازمة لانتزاعه دون أن يكتسب أي طاقة حرارية.

مداخلة: لانتزاع الإلكترون الحر من سطح المعدن **ونقله مسافة صغيرة** (dl) خارج المعدن يجب تقديم **طاقة أكبر** من طاقة انتزاعه (E_s).

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 جسم أثناء خروجه من السطح.

المسألة الأولى، ص 217 (تشبه دورة 1999)

$$v_0 = 0 \quad \text{(ساكن عند اللبوس السالب)} \quad \text{المعطيات: } U_{AB} = 10^3 \text{ V} \quad d = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$\begin{bmatrix} \text{سرعته عند} \\ \text{خروجه من} \\ \text{اللبوس الموجب} \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} v = ? \\ a = ? \end{bmatrix}$$

الحل: يخضع الإلكترون لتأثير قوة كهربائية ثابتة تقوم بنقله نحو اللبوس الموجب فيكتسب تسارعاً ثابتاً. وبالتالي تقوم هذه القوة بعمل، نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: ساكن عند اللبوس السالب (B)

الثاني: خروجه من اللبوس الموجب (A)

$$\Delta E_k = \sum \bar{W}_F$$

$$E_{k2} - E_{k1} = \bar{W}_F$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 - 0 = e U_{AB} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 e U_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^3}{9.1 \times 10^{-31}}} \approx \sqrt{\frac{2 \times 16}{9} \times 10^{14}}$$

$$v = \frac{4\sqrt{2}}{3} \times 10^7 \text{ m.s}^{-1} = 1.88 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

لحساب التسارع: بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة مستقيمة متتسارعة بانتظام:

$$v^2 - v_0^2 = 2 a d$$

$$\left(\frac{4\sqrt{2}}{3} \times 10^7\right)^2 - 0 = 2 a \times 10^{-2} \Rightarrow \frac{16 \times 2}{9} \times 10^{14} = 2 a \times 10^{-2}$$

$$a = \frac{16}{9} \times 10^{+16} \text{ m.s}^{-2} \Rightarrow a \approx 1.77 \times 10^{16} \text{ m.s}^{-2}$$

طريقة ثانية: نفس طريقة النظري
جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي باهتمال ثقله.

القوى الخارجية المؤثرة: \vec{F} القوة الكهربائية لها حامل \vec{E} وتعاكسه بالجهة.

شدتها ثابتة $F = e E$

لكن:

$$F = \frac{e U_{AB}}{d} \Leftarrow E = \frac{U_{AB}}{d}$$

$$F = m_e a \quad \text{وبحسب قانون نيوتن الثاني:}$$

$$\Rightarrow m_e a = \frac{e U_{AB}}{d} \Rightarrow a = \frac{e U_{AB}}{m_e d} = \text{const}$$

بما أن الحركة بدأت من السكون والتسارع ثابت فالحركة مستقيمة متتسارعة بانتظام.

$$v^2 - v_0^2 = 2 a d$$

$$v^2 - 0 = 2 \times \frac{e U_{AB}}{m_e d} \times d \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 e U_{AB}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^3}{9 \times 10^{-31}}} = \frac{4\sqrt{2}}{3} \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

$$a = \frac{e U_{AB}}{m_e d} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31} \times 10^{-2}} = \frac{16}{9} \times$$

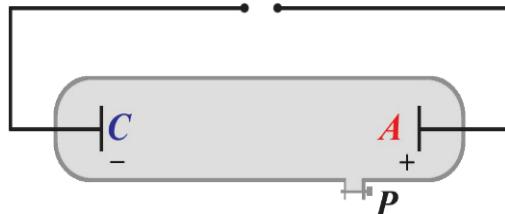
لحساب التسارع: نعرض بعلاقة التسارع السابقة:
 10^{16} m.s^{-2}

الأشعة المهبطية

الدرس الثالث:

« مَا يتألف أنبوب التفريغ الكهربائي؟ »

وشيعة التحرير (رومكورف)



يتتألف من أنبوبة زجاجية طولها 50cm وقطرها 4cm مغلقة تماماً فيها فتحة مخلية للهواء للتحكم بضغط الأنبوة ، وتحتوي على غاز معين مثل الأرغون Ar أو النيون Ne ، ونصل طرفيها إلىقطبين أحدهما المهبط C(cathode) والأخر المصعد (anode)A و يتصل القطبان إلى توتر متواصل كبير جداً من رتبة 50kv .

« في أنبوب توليد الأشعة المهبطية وبجعل التوتر المطبق على طرفي الأنبوب 1000v ماذا تلاحظ عند تغيير الضغط عبر مخلية الهواء إلى القيم المقدر بال mmHg (110-100-0.01)

▪ الضغط 110 mmHg لا نلاحظ انفراجاً كهربائياً في الأنبوب .

▪ الضغط 100 mmHg يحدث الانفراج الكهربائي: هو مرور شرارة كهربائية (طفقفات) عبر الغاز الفاصل بين القطبين الكهربائيين في أنبوب الانفراج الكهربائي وذلك عند تطبيق توتر عال متواصل من أجل ضغط معين 100 mmHg للغاز داخل الأنبوب.

▪ الضغط 10 mmHg نشاهد ضوءاً متجلساً يملأ الأنبوب من المهبط إلى المصعد يختلف لونه حسب الغاز ويستخدم في أنابيب الإعلانات وهي نادرة نسبياً لأنها لا تنتج عند التسخين

▪ الضغط 0.01 mmHg يختفي الضوء المتجلساً من الأنبوب ويتألق جدار الأنبوب ببقع خضراء وهذه أشعة غير مرئية صادرة عن المهبط هي الأشعة المهبطية

« ما هما شرطاً توليد الأشعة المهبطية؟ »

▪ فراغ كبير في الأنبوب يتراوح الضغط فيه mmHg (0.01 - 0.001)

▪ توتر كبير نسبياً بين قطبي الأنبوب يولد حفلاً كهربائياً شديداً بجوار المهبط.

« اذكر مع الشرح خواص الأشعة المهبطية؟ »

1- تنشر وفق خطوط مستقيمة ناظمية على سطح المهبط ف تكون متوازية إذا كان المهبط صفيحة مستوية ومتقاربة إذا كان المهبط مقعرأ ومتبااعدة إذا المهبط كان محدباً

ولا يؤثر مكان المصعد في مسارها المستقيم لضعف الحقل الكهربائي عنده .

2- تسبب تأثير بعض الأجسام: تهيج ذرات بعض المواد التي تسقط عليها فيتأثر الزجاج العادي بلون أخضر وكبريتات الكالسيوم بلون أصفر برتقالي. (ويستفاد من هذه الخاصية بالكشف عن الأشعة المهبطية)

3- ضعيفة النفوذية: لا تنفذ من خلال صفيحة من المعدن يمكن أن تنفذ عبر صفيحة رقيقة من AL ثخنها بعض مكرونات.

4- تحمل طاقة حرارية لأن سرعتها تقترب من سرعة الضوء فيمكنها أن تدبر دولاب خفيف ويمكن أن تتحول هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كيميائية وحرارية و إشعاعية.

5- تتأثر بالحقل الكهربائي: تتحرف نحو البوس الموجب لمكثفة مشحونة مما يدل على أن شحنتها سالبة.

6- تتأثر بالحقل المغناطيسي: فتحرف بتأثير قوة لورنزي المغناطيسي عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي.

7- تنتج أشعة سينية x-ray عند اصطدامها بالمواد الصلبة ذات الأعداد الذرية الكبيرة.

8- تؤين الغازات التي تمر فيها: عندما تنشر الأشعة المهبطية في غاز ما فإنها تقوم بتأينه أي تزعز الكترونأ من الذرة الغازية فتحتول إلى أيون مما يؤدي إلى توهج الغاز .

9- تؤثر في أفلام التصوير..

آلية توليد الأشعة المهبطية وطبيعتها

- ماذا يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية عند ضغط يقل عن (0.01)؟ مادر التوتر الكهربائي الكبير المطبق بين قطبي الأنبوب؟
- يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية على كتلة غازية تتكون من ذرات غازية وأيونات موجبة ناتجة عن التصادم بين الذرات.
 - بتطبيق توتر كهربائي كبير في الأنبوب تتجه الأيونات الموجبة نحو المهبط بسرعة كبيرة فتؤين ذرات الغاز في طريقها حتى تصل إلى المهبط فتصدمه فتشتت بعض الإلكترونات الحرة من سطح المهبط وتبتعد عنه نظراً لشحنته السالبة وهذه طرقها نحو المصعد سوف تؤين ذرات غازية جديدة يتسبب تأثيرها بتشكل أيونات موجبة تتجه نحو المهبط لتوليد الإلكترونات وهكذا.
 - ما ت تكون الأشعة المهبطية (طبيعتها) المتولدة في الأنبوب؟ وكيف تتحقق تجريبياً من تلك الطبيعة؟
 - طبيعة الأشعة المهبطية 1- الإلكترونات منتزة من مادة المهبط. 2- الإلكترونات تأين الذرات الغازية بجوار المهبط والتي يسرعها الحقل الكهربائي المنتظم المتولد عن التوتر المطبق بين قطبي الأنبوب.
 - يتم التتحقق من طبيعتها تجريبياً : بإدخالها بين لوسي مكثفة مشحونة فنلاحظ إنحرافها نحو اللبوس الموجب مما يدل على أنها مشحونة بكهرباء سالبة أي أنها الإلكترونات.

أحسب السرعة التي يغادر بها الإلكترون المهبط المعدني إذا كانت طاقته الحركية تساوي: $E_k = 18 \times 10^{-19} J$ لحظة خروجه من المهبط

علمأً أن: كتلة الإلكترون $m_e = 9 \times 10^{-31} kg$

الحل:

$$E_{k_0} = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 18 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow v = 2 \times 10^6 m.s^{-1}$$

ثانياً: حل المسألة الآتية: دورات (2007-2010-2011) (2007-2010-2011)

تبلغ شدة التيار في أنبوب للأشعة المهبطية (16 mA) ، المطلوب:

- عدد الإلكترونات الصادرة من المهبط في كل ثانية .
- الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله المصعد باعتبار أنه قد ترك المهبط دون سرعة ابتدائية ، وأن التوتر الكهربائي بين المصعد والمهبط (180 V) ، ثم احسب سرعته عندئذ .
- الطاقة الحرارية الناتجة عن التحول الكامل للطاقة الحركية للإلكترونات التي تصدم المصعد خلال دقيقة واحدة .

علمأً أن: شحنة الإلكترون $C = 1.6 \times 10^{-19} C$ ، كتلة الإلكترون $m_e = 9 \times 10^{-31} kg$

(يهمل ثقل الإلكترون)

الفعل الكهرحاري

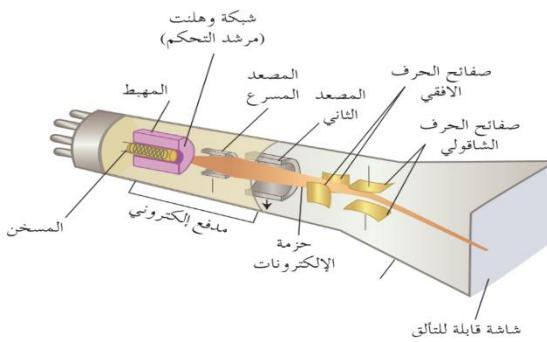
الدرس الرابع:

- ﴿ في تجربة تسخين سلك معدني إلى درجة حرارة معينة أجب عن الأسئلة الآتية: ﴾
1. ماذا يحدث لبعض الإلكترونات الحرية للسلك عند بدء التسخين؟
تزداد السرعة والحركة العشوائية لبعض الإلكترونات الحرية للسطح المعدني نتيجة الطاقة الحرارية التي اكتسبتها تلك الإلكترونات أثناء التسخين.
 2. ماذا يحدث عند استمرار التسخين؟
يكتسب بعض الإلكترونات الحرية طاقة كافية لتنطلق من ذرات السطح المعدني.
 3. ما الشحنة الكهربائية التي يكتسبها السلك المعدني؟
يكتسب سطح المعدن شحنة موجبة.
 4. كيف تفسر تشكل سحابة إلكترونية حول السلك؟
باستمرار تسخين المعدن سيزداد خروج الإلكترونات من ذرات سطح المعدن وتزداد شحنة المعدن الموجبة مما يزيد من قوة جذب المعدن للإلكترونات المنطلقة وفي لحظة ما يتساوى عدد الإلكترونات المنطلقة مع عدد الإلكترونات العائدة لسطح المعدن فتشكل سحابة إلكترونية كثافتها ثابتة حول سطح المعدن.
 5. ماذا تتوقع أن يحصل عندما نطبق حقل كهربائي على السحابة الإلكترونية؟
عند تطبيق حقل كهربائي . فإن الإلكترونات الخارجة من سطح المعدن لا تعود إليه وإنما تتحرك في الحقل الكهربائي نحو المصعد ويساعد هذا على إصدار الكترونات جديدة وتسمر العملية وبسرعة كبيرة جداً وتتسارع مكونة حزمة إلكترونية .
 6. كيف يمكن زيادة عدد الإلكترونات المنتزعة من سطح المعدن؟
العوامل التي تحدد عدد الإلكترونات المنتزعة من سطح المعدن بتسخينه
يزداد عدد الإلكترونات المنتزعة:
1- كلما قل الضغط المحيط بسطحه. 2- كلما ارتفعت درجة حرارته.
 7. عرف الفعل الكهرحاري ؟
الفعل الكهرحاري: هو انتزاع الكترونات الحرية من سطح معدن بتسخينه إلى درجة حرارة مناسبة

راسم الاهتزاز الإلكتروني:

مع أنس أحمد

- ﴿ اشرح اقسام راسم الاهتزاز الإلكتروني ؟ ﴾
- **المدفع الإلكتروني:** مكون من (المهبط - شبكة وهلت - مصعد - مصعدان)
 - **الجملة الحرافة :** مكونة من (مكثفان مستويتان)
 - **الشاشة المتألقة :** مكونة من طبقات من (الزجاج السميك - الغرافيت - مادة متألقة)



- ﴿ اشرح عمل راسم الاهتزاز الإلكتروني ؟ ﴾

- **المهبط:** صفيحة معدنية توصل بتوتر سالب يصدر الإلكترونات بالفعل الكهرحاري بتسخينه تسخين غير مباشر بواسطة سلك تتعستين
- **تسخين سلك التغستين:** تنتزع الإلكترونات الحرية وتشكل حزمة متبااعدة تقوم (دور) شبكة وهلت بـ:

1. تجميع C في نقطة تقع على الأنوب
 2. يتغير عدد C النافذة من ثقب الشبكة أي تتغير إضاءة الشاشة وذلك بتغير التوتر السالب المطبق على الشبكة.
- **تسرع C المنزعة بين الشبكة والمصدرين و على مرحلتين:**
 - 1- بين الشبكة والمصدر الأول بتوتر مرتفع موجب قابل للتغيير .
 - 2- بين المصدر الأول والمصدر الثاني بتوتر مرتفع موجب ثابت .
 - **حرف الحزمة الإلكترونية المسربة**
 - 1- أفقياً نحو اللبوس الموجب للمكثفة لبوسها شاقولييان وحقلها أفقي وبقيمة تتناسب طرداً مع التوتر المطبق بين لبوسيها .
 - 2- شاقوليًّا نحو اللبوس الموجب للمكثفة لبوسها أفقيان وحقلها شاقولي بقيمة تتناسب طرداً مع التوتر المطبق بين لبوسيها .
 - **تسمح ورقة الالمنيوم**
لإلكترونات بالعبور، فتصطدم بالمادة المتألقة وينعكس التألق على ورقة Al التي تعكسه بدورها خارج الأنوب.
 - **دور الغرافيت:**
 - دور واقٍ للحزمة الإلكترونية من الحقول الكهربائية الخارجية.
 - تعيد الإلكترونات التي سببت التألق إلى المصدر وتغلق الدارة.
- «**استخدام راسم الاهتزاز:** لدراسة الحركات الدورية السريعة للتغيرات المتناوبة والاهتزازات الصوتية على منحني بياني له تواتر و قياس فرق الكمون المستمر والمتناسب.

الختام نفسي

حل أسئلة الدرس ص 228:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

- 1- (b) الإلكترونات الحرارة 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 دور المزدوج لشبكة وهنلت في جهاز راسم الاهتزاز الإلكتروني: (هام جداً عدة دورات)

الحل: لشبكة وهنلت دور مزدوج لضبط الحزمة الإلكترونية:

تجميع الإلكترونات الحرارة الصادرة عن المهبط نقطة تقع على محور الأنوب.

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: 2007-2010 - - 2007)

إضافة على النص:
تبلغ شدة التيار في أنبوب
للاشعة المهبطية

$$I = 10\mu\text{A} = 10 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$E_k = 9.6 \times 10^{-16} \text{ J}$$

تعديل على النص و بالرقم الأسی
الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات من الحزمة

المطلوب:

1- حساب $v = ?$

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9.6 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{2 \times 96}{9}} \times 10^7 = 4.6 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

- حساب $N = ?$ عدد الإلكترونات، $t = 1s$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \Rightarrow N = \frac{It}{e}$$

$$N = \frac{10 \times 10^{-6} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{1}{16} \times 10^{15}$$

عدد الإلكترونات التي تصل الصفيحة المعدنية في الثانية الواحدة

- حساب $Q = ?$ كمية الحرارة المنشرة خلال $30s$

الحل:

$$\left(\frac{\text{الطاقة الحرارية}}{\text{الكلية}} \right) = \left(\frac{\text{الطاقة الحركية}}{\text{لإلكترون الواحد}} \right) \times \left(\frac{\text{عدد}}{\text{الإلكترونات}} \right)$$

نحسب عدد الإلكترونات التي تصدم الصفيحة المعدنية خلال $30s$

$$\text{إلكترون}^{12} \times 10^{12} = 1875 \times \frac{1}{16} \times 10^{15}$$

$$Q = N' \times E_k$$

$$Q = 1875 \times 10^{12} \times 9.6 \times 10^{-16} = 1.8 J$$

ملاحظة: نستطيع حساب $= N'$ من العلاقة: إلكترون $10^{12} = 1875 \times \frac{10 \times 10^{-6} \times 30}{1.6 \times 10^{-19}}$

الفعل الكهرومغناطيسي

تجربة هرتز ثبت صفيحة من التوتيراء (الزنك) فوق فرنس كاشف كهربائي ، ونعرضها لأشعة صادرة عن مصباح بخار الزئبق ،

نسقط الأشعة الصادرة عن مصباح بخار الزئبق على صفيحة Zn الموصلة بفرنس كاشف كهربائي مشحون كهربائياً

ـ ماذا تتوقع أن يحصل لوريقنا الكاشف في كل من الحالات الآتية مع التعليل ؟

- إن هذا المصباح يصدر ثلاث أنواع من الأشعة هي الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء و (الأشعة فوق البنفسجية التي تحمل طاقة كافية قادرة على انتزاع الإلكترونات من صفيحة الزنك).

ـ **شحنة الصفيحة سالبة: تقارب الورقتين حتى تتطابقا (التعليق)** عند تعريض صفيحة Zn لأشعة المصباح فإن الأشعة فوق

بنفسجية تنتزع بعض الإلكتروناتها الحرة فيحدث تناقض بين شحنتها السالبة والشحنة السالبة للإلكترونات المنتزعه منها فيؤدي ذلك إلى فقدانها تدريجياً لشحنتها السالبة فتتعادل وتقارب الوريقنا حتى تتطابقا .

ـ **شحنة الصفيحة سالبة ونضع في طريق الأشعة صفيحة زجاج فإن الانفراج لا يتغير (التعليق)** الزجاج لا يمرر الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن مصباح بخار الزئبق (المسؤولة عن انتزاع الإلكترونات من Zn) ويمرر فقط الأشعة المرئية

والتحت حمراء واللسان لا تمتلكان طاقة كافية لانتزاع الإلكترونات من الصفيحة فلا يتغير انفراج وريقنا الكاشف.

ـ **شحنة الصفيحة موجبة: الانفراج لا يتغير (التعليق)** الأشعة فوق البنفسجية انتزعت الإلكترونات الحرة من الصفيحة ولكن الشحنة الموجبة تجذبها لها ولا يتغير الانفراج .

ـ **اذكر خواص الفوتون؟ (دورة 2016 الأولى)**

اعتبر أن الحزمة الضوئية تواترها f هي حزمة من الجسيمات غير المرئية تسمى فوتونات

ـ الفوتون جسيم يواكب موجة كهرومغناطيسية تواترها f . ـ شحنته الكهربائية معدومة (متعدد 2017 الأولى)

ـ يتحرك بسرعة الضوء في الخلاء . ـ طاقته: $E = hf$

ـ كمية حركته: $P = mc, E = mc^2 \rightarrow P = \frac{E}{c^2} c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda f}$

وتكون استطاعة الموجة الكهرومغناطيسية التي تسقط على سطحه: $P = Nhf$

حيث N عدد الفوتونات التي يتلقاها السطح في وحدة الزمن.

◀ شرح الفعل الكهرومغناطيسي

1. عندما يسقط فوتون يحمل طاقة $E = hf$ على سطح المعدن فإنه يصادف إلكترون حر طاقة انتزاعه E_s ويعطيه كامل طاقته نافذ الاحتمالات الممكنة في هذه الحالة

2. عندما يكون ($E < E_s$ - $E > E_s$ - $E = E_s$)

3. (نفسه أشرح الفعل الكهرومغناطيسي؟)

الفوتون يحمل طاقة $E = hf$ فإن الإلكترون يقوم بامتصاص كامل طاقة الفوتون ليتغلب على طاقة انتزاعه التي تعطى بالعلاقة:

$$E_s = W_s = hf_s$$

1- فإذا كانت E تساوي طاقة الانتزاع E_s أي يخرج \bar{e} من معدن بطاقة حرارية معدومة وعندما:

$$\Rightarrow hf = hf_s \xrightarrow{\text{ختصر } h} f = f_s \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}, c} \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_s} \xrightarrow{\text{ختصر الثوابت}} \lambda = \lambda_s$$

(ينتزع الإلكترون فقط بدون طاقة حرارية)

2- إذا كانت $E < E_s$ فإن الإلكترون ينتزع بجزء من طاقة الفوتون

$$E > E_s \Rightarrow hf > hf_s \xrightarrow{\text{ختصر } h} f > f_s \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}, c} \frac{c}{\lambda} > \frac{c}{\lambda_s}$$

$$\xrightarrow{\text{ختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda < \lambda_s \Rightarrow E_k = hf - E_s$$

شرط حدوث الفعل الكهرومغناطيسي: (ينتزع الإلكترون ويعطيه طاقة حرارية)

3- إذا كانت $E > E_s$ فإن الإلكترون يكتسب طاقة حرارية ويبقى مرتبطة بالمعدن ولا ينتزع \bar{e} .

$$E < E_s \Rightarrow hf < hf_s \xrightarrow{\text{ختصر } h} f < f_s \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}, c} \frac{c}{\lambda} < \frac{c}{\lambda_s} \xrightarrow{\text{ختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda > \lambda_s$$

(لا يتولد فعل كهرومغناطيسي أي لا ينتزع الإلكترون ولا يمر تيار) : $f < f_s, \lambda > \lambda_s$

◀ الفعل الكهرومغناطيسي (الحجيرة الكهرومغناطيسية) :

$$(E \geq E_s \Rightarrow hf \geq hf_s \xrightarrow{\text{ختصر } h} f \geq f_s \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}, c} \frac{c}{\lambda} \geq \frac{c}{\lambda_s} \xrightarrow{\text{ختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda \leq \lambda_s)$$

عندما يسقط فوتون على سطح المعدن فإنه يصادف إلكترون حر ويعطيه كامل طاقته، فإذا كانت طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة انتزاع الإلكترون فإن الإلكترون ينتزع بطاقة حرارية، استنتاج معادلة أينشتاين في الفعل الكهرومغناطيسي قارن بين تفسير الفعل الكهرومغناطيسي وفق أينشتاين ووفق النظرية الموجية الكلاسيكية من حيث: (توافر الضوء - شدة الضوء - الطاقة الحرارية للإلكترون - زمن الانتزاع)

◀ وجد أينشتاين أن الإلكترون ينتزع بطاقة حرارية عظمى عندما :

$$E > E_s \Rightarrow E_k = E - E_s$$

$$E_k = hf - hf_s = \frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_s}$$

$$\boxed{E_k = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s} \right)}$$

من حيث	ال فعل الكهربائي وفق اينشتاين	ال فعل الكهربائي وفق النظرية الموجية الكلاسيكية
توافر الضوء	لا يحدث الفعل الكهربائي إذا كان تواتر الفوتون الوارد أقل من تواتر العتبة f الذي تتعلق قيمته بطبيعة المعدن	يحدث الفعل الكهربائي عند جميع التواترات بحسب شدة الضوء الوارد
شدة الضوء	لا تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنترع بزيادة شدة الضوء لأن الضوء ذات الشدة العالية يحمل طاقة أكبر للمعدن	ترداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنترع بزيادة شدة الضوء لأن الإلكترون لا يمتلك سوى فوتون واحد من الفوتونات الواردة
الطاقة الحركية للإلكترون	ترداد E بزيادة تواتر الضوء الوارد	لا علاقة لطاقة الإلكترون بتواتر الضوء الوارد
زمن الانتزاع	يحدث انتزاع الإلكترون آنئياً	يحتاج الإلكترون حتى ينتزع لزمن امتصاص الفوتون الوارد

» **صف الحجيرة الكهربائية وارسم دارتها الكهربائية؟**

حباية مخلة من أي غاز تحوي مسربين: المسرى الأول مهبط C يغطي سطحه طبقة من معدن قلوي تتلقى الضوء، و المسرى الثاني: مصعد A على شكل شبكة معدنية أو حلقة.

» **شرح تأثير التوتر المطبق على الحجيرة وعلى تيار الحجيرة ثم ارسم المنحنى للتيار وعلاقته بالتوتر.**

نسلط حزمة ضوئية ذات طول موجي وحيد اللون وتواترها مناسب مع تثبيت شدة الحزمة الضوئية ، ونبدأ بتغيير قيم التوتر المطبق ، فنلاحظ أن التيار يمر عندما كان التوتر المطبق بين المهبط والمصعد سالباً ابتداءً من $U_0 = 0$ حيث U_0 : كمون الإيقاف:

✓ عندما يكون كمون المهبط (موجياً) أعلى من كمون المصعد تخضع i لقوة حركة كهربائية تعاكس جهة الحقل الكهربائي و تعمل هذه القوة على إعادة الإلكترونات إلى المهبط ولا يمر تيار

✓ عندما يصل التوتر إلى $U = 0$ توتر إيقاف تبدأ بعض الإلكترونات بالوصول إلى المصعد فتمر تيار وكلما صغر التوتر بقيمة مطلقة ازداد عدد الإلكترونات التي تصل إلى المصعد فتزداد شدة التيار.

✓ عندما يكون كمون المصعد أعلى من كمون المهبط تعمل القوة الكهربائية على تسريع الإلكترونات المتجهة نحو المصعد ويزداد بذلك عددها فتزداد بذلك شدة التيار عظمى. $i = i_0$ تيار الإشباع وتصل جميع الإلكترونات إلى المصعد.

» **شرح تأثير الاستطاعة الضوئية على تيار الحجيرة؟**

تعطى الاستطاعة الكهربائية بالعلاقة: $P = Nhf$ حيث N عدد الفوتونات فكلما زاد احتمال تصادم الفوتونات مع الإلكترونات زاد ذلك من تيار الإشباع ، إذاً تزداد شدة تيار الإشباع بازدياد عدد الفوتونات المتصادمة مع الإلكترونات أي بزيادة الاستطاعة.

اختباري

حل اسئلة الدرس ص 237:

أولاً: أختر 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 $f > f_s$

-5 أكتر من طاقة الانزاع.

ملاحظة: إذا كانت طاقة الفوتون مساوية لعمل الانزاع فإن ذلك يؤدي إلى انزاع الإلكترون وخروجة من المعدن ولكن بطاقة حركية معدومة.**ثانياً:** يسقط فوتون طاقته (E) على معدن، ويصادف الإلكترون طاقة انزاعه (E_s) ويقدم له كامل طاقته.

-1 اشرح ما يحدث للإلكترون إذا كانت:

(a) طاقة الفوتون أقل من طاقة الانزاع $E < E_s$
(طاقة الفوتون) \geq (انزاع)

يكسب الإلكترون طاقة حركية ويبقى مرتبطاً بالمعدن.

(b) طاقة الفوتون أكبر من طاقة الانزاع $E > E_s$

يجري انزاع 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 $E_k = hf - E_s$ ما الشرط الذي يجب أن يتحققه طول موجة الضوء الوارد لتعمل الحجارة الكهرومغناطيسية:

$$\left[\frac{E}{E_s} \geq 1 \Rightarrow f \geq f_s \right] \Rightarrow \lambda \leq \lambda_s$$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:**المسألة الأولى ص238:**

المعطيات:

$$f = 7.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E_s = 3.2 \times 10^{-19} \text{ J}$$

-1 بين بالحساب هل يتم انزاع الإلكترون من سطح المعدن أم لا؟

الفكرة: نحسب طاقة الفوتون للضوء الوارد ونقارنها مع طاقة الانزاع.**الحل:**

$$E = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 7.3 \times 10^{14} = 4.818 \times 10^{-19} \text{ J}$$

نلاحظ أن طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة الانزاع إذاً يتم انزاع الإلكترونات من سطح المعدن.

$$E_k = ? \quad \text{حساب} \quad -2$$

$$E_k = E - E_s$$

$$E_k = 4.818 \times 10^{-19} - 3.2 \times 10^{-19} = 1.618010^{-19} \text{ J}$$

المسألة الثانية: ص238 (تشبه دورة 2000)

$$\lambda = 0.5 \mu\text{m} = 0.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$E_s = 33 \times 10^{-20} \text{ J}$$

- احسب f_s (تواتر العتبة)

$$E_s = hf_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{33 \times 10^{-20}}{6.6 \times 10^{-34}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

- حساب λ_s (طول موجة عتبة الإصدار)

$$C = f_s \lambda_s \Rightarrow$$

$$\lambda_s = \frac{c}{f_s} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}} = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

طريقة ثانية: لحساب λ_s إذا كان f_s غير معلوم

الحل:

$$E_s = hf_s \\ c = f_s \lambda_s \\ \lambda_s = \frac{h \times c}{E_s} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{33 \times 10^{-20}} = 0.6 \times 10^{-6} m$$

- 3 حساب **E_k** = ? **v** = ? (عزمي)

$$E_k = E - E_s$$

نحسب طاقة الفوتون:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \\ = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\frac{1}{2} \times 10^{-6}} \\ = 39.6 \times 10^{-20} J$$

نوع

$$E_k = 39.6 \times 10^{-20} - 33 \times 10^{-20}$$

$$E_k = 6.6 \times 10^{-20} = 66 \times 10^{-21} J$$

لحساب **v** = ? (عزمي)

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}} \\ v = \sqrt{\frac{2 \times 66 \times 10^{-21}}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 33}{9}} \times 10^5 \\ v = \frac{2}{3} \sqrt{33} \times 10^5 m.s^{-1} \\ v \approx 3.82 \times 10^5 m.s^{-1}$$

المشأة الثالثة: ص 238

$$\lambda_s = 66 \times 10^{-8} m = 6.6 \times 10^{-7} m$$

،

أكبر طول موجة لازم لانزاع $\lambda_s \Leftarrow$

الحل:

(طاقة الازمة لانزاع الكترون) **E_s** = ? - 1

$$E_s = hf_s \\ c = f_s \lambda_s \Rightarrow E_s = h \frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_s = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{6.6 \times 10^{-7}} = 3 \times 10^{-19} J$$

(كمية حركة الفوتون) **P** = ? - 2

$$\lambda = 4400 \text{ Å} = 4400 \times 10^{-10} m = 4.4 \times 10^{-7} m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P = mc \\ E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} \\ P = \frac{E}{c^2} \times c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} \Rightarrow \\ \boxed{P = \frac{hf}{\lambda}} \end{array} \right\}$$

لـ طلب استنتاج
علاقة كمية
حركة الفوتون

$$P = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow P = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{4.4 \times 10^{-7}} = \frac{3}{2} \times 10^{-27}$$

$$P = 1.5 \times 10^{-27} kg.m.s^{-1}$$

(طاقة حركية عزمي) **E_k** = ? - 3

$$E_k = E - E_s$$

نحسب **E** = ? (طاقة الفوتون الوارد) ونوع:

$$E = hf \\ c = f \lambda \Rightarrow E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{4.4 \times 10^{-7}}$$

$$E = 4.5 \times 10^{-19} J$$

$$E_k = 4.5 \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19}$$

$$E_k = 1.5 \times 10^{-19} J$$

4- حساب قيمة كمون الإيقاف $U_0 = ?$

تطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

- الأول: لحظة خروجه من المهبط (سرعة عظمى)
- الثاني: لحظة وصوله إلى المصعد بسرعة معدومة (توقف)

$$\Delta E_k = \sum \bar{W}_{\vec{F}(c \rightarrow A)}$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \bar{W}_{\vec{F}}$$

$$0 - E_{k_C} = -eU_0$$

$$U_0 = \frac{E_{k_C}}{e} = \frac{1.5 \times 10^{-19}}{1.5 \times 10^{-19}} \Rightarrow U_0 \approx 0.94 \text{ Volt}$$

طلب إضافي (دورة 2003) (تدريب أكثر)

يستبّد الضوء السماقي بضوء وحيد اللون توازير مساوياً توازير عتبة الإصدار لمعدن السيرزيوم. احسب سرعة الإلكترون لحظة وصوله إلى مصعد الحجيرة إذا كان فرق الكمون المطبق بين المسربيين 45V.

$$f = f_s$$

(سرعة الإلكترون لحظة وصوله إلى المصعد)

$$U_{AC} = 45 \text{ V}$$

الحل:

تطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: عند المهبط ($v_C = 0$)

الثاني: عند المصعد ($v_A = ?$)

بما أن:

$$\Delta E_k = \sum \bar{W}_{\vec{F}(c \rightarrow A)}$$

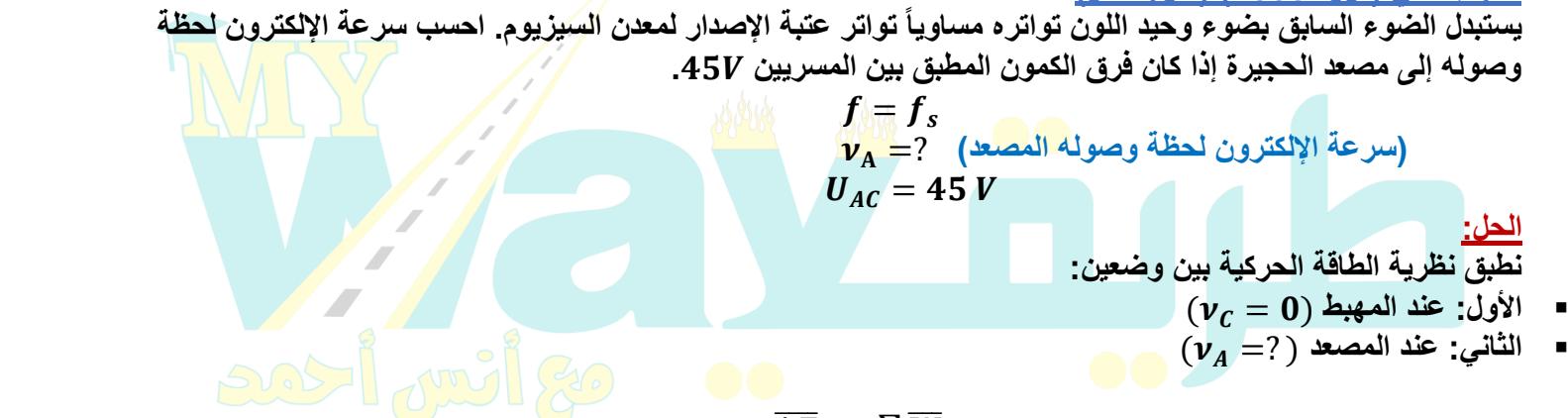
$$E_{k_A} - E_{k_C} = \bar{W}_{\vec{F}}$$

$$f = f_s \Rightarrow E = E_s \Rightarrow E_{k_C} = 0$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 - 0 = e U_{AC}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AC}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 45}{9 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 4 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$$



المسألة الرابعة ص 239:

مطلوب حساب:

$$\lambda = 5 \times 10^{-7} m \quad , \quad E_s = 3 \times 10^{-19} J \quad , \quad f_s = ? \quad , \quad E_k = ? \quad , \quad \nu = ?$$

$$E_s = hf_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{3 \times 10^{19}}{6.6 \times 10^{-34}} \approx 4.5 \times 10^{16} \text{ Hz}$$

$$\left. \begin{array}{l} E = hf \\ c = f\lambda \end{array} \right] \Rightarrow E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E_{\text{طاقة الفوتون}} = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{-7}} = 3.96 \times 10^{-19} J$$

$$E_k = E - E_s = 3.96 \times 10^{-19} - 3 \times 10^{-19} = 0.96 \times 10^{-19} J$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 0.96 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} = 0.46 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$$

الأشعة السينية x-ray

» م م يتألف أنبوب توليد الأشعة السينية (أنبوب كوليديج)؟

أنبوب زجاجي مخلى من الهواء بشدة $mmHg^6 - 10$ يحوي سلك تنفستين ، يسخن لدرجة التوهج بتيار كهربائي ، و يحيط بالسلك مهبط معدني مقرن الشكل يعمل على عكس حزمة الالكترونات المنبعثة من السلك وتجميعها على الهدف الموصول بالمصد (مقابل المهبط) و الهدف هو معدن ثقيل درجة انصهاره مرتفعة ويثبت على اسطوانة نحاسية متصلة بمبرد .

» اشرح آلية توليد الأشعة السينية ؟

عند تسخين سلك التنفستين تنبعث منه إلكترونات يتم تسريعها بتوتر متواصل كبير 10^5 فولط بين المهبط والمصد تصطدم بـ المسربة بذرات الهدف وجزءاً منها يؤدي إلى انتزاع إلكترون من إلكترونات الطبقات الداخلية في ذرات الهدف، ويبقى مكانه شاغراً فينتقل أحد الالكترونات من طبقات أعلى لذرات المادة والهدف ليحل مكانه ويتراافق ذلك بإصدار فوتونات ذات طاقة عالية هي الأشعة السينية وتتحول الطاقة الحركية للجزء الآخر من الالكترونات المسرعة بعد اصطدامها إلى طاقة حرارية كبيرة في مادة الهدف لذلك يجب تبریده.

» استنتاج عبارة طول الموجة الأصغرى للأشعة السينية؟

إن طاقة فوتونات الأشعة السينية تساوى الطاقة الحركية للإلكترونات المسرعة التي هي سبب إصدارها :

$$E = E_k \Rightarrow hf_{max} = eU \Rightarrow h \frac{c}{\lambda_{min}} = eU$$

▪ $\lambda_{min} = \frac{hc}{eU}$: أقصر طول موجة للأشعة السينية و يتوقف λ_{min} على فرق الكمون المطبق U.

» ما هي طبيعة الأشعة السينية ؟ أمواج كهرومغناطيسية أطوال موجاتها أقصر بكثير من أطوال أمواج الضوء المرئي: $0.001nm \rightarrow 13.6nm$ وتحمل طاقة عالية جداً وسرعتها بسرعة انتشار الضوء

» اذكر مع الشرح خواص الأشعة السينية؟

1- تصدر عن ذرات العناصر الثقيلة (ذات العدد الذري Z الكبير نسبياً) بعد إثاراتها.

2- ذات قدرة عالية على النفود بسبب قصر طول موجتها

3- تشبه الضوء المرئي من حيث الانتشار المستقيم والانعكاس والتدخل والانتعراج . والانتشار بسرعة الضوء

4- أمواج كهرومغناطيسية غير مشحونة دليل ذلك أنها لا تتأثر بالحقليين الكهربائي والمغناطيسي .

5- تسبب التأثير لبعض المواد بسبب قدرتها على إثارة ذرات هذه المواد.

6- توزين الغازات: (يأتي تعليل أو شرح دوره 2005-2017 الثانية)

التعليق: تحمل فوتونات الأشعة السينية طاقة كبيرة تكفي لتأمين الغاز الذي تخترقه

7- تؤثر في الأنسجة الحية: تتحرب الخلايا إذا استمرت تعرضاً للأشعة السينية لذا تستعمل الألبسة التي يدخل الرصاص بها للوقاية من حروق الأشعة السينية.

» توقف قابلية امتصاصها ونفوذها على ثخن المادة وكثافتها وطاقة الأشعة المستخدمة اشرح ذلك؟: (دوره 2017 الثانية)

1) ثخن المادة: تزداد نسبة الأشعة الممتصصة وتقل نسبة نفاذها بازدياد ثخن المادة .

2) كثافة المادة: تزداد نسبة الأشعة الممتصصة بازدياد كثافة المادة وتتنقص بنقصانها مثل الرصاص والذهب جيدة الامتصاص لكثافتها العالية أما الخشب والبلاستيك ضعيفة الامتصاص لقلة كثافتها .

3) طاقة الأشعة المستخدمة : يزداد امتصاصها بنقصان طاقتها ، ونميز نوعين من حيث الطاقة (قد يأتي ما هو الفرق)

✓ الأشعة اللينة : أطوال موجاتها $13.6nm > \lambda > 1nm$ طاقتها منخفضة وامتصاصها كبير ونفوذها قليل

✓ الأشعة القاسية : أطوال موجاتها $1nm > \lambda > 0.001nm$ طاقتها عالية وامتصاصها قليل ونفوذها كبير

اختر نفسك

حل أسئلة الدرس ص244: أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- c- بزيادة التوتر المطبق بين المصد و المهبـط.

2- b- بزيادة كثافة المادة.

3- b- أطوال موجاتها قصيرة و طاقتها كبيرة.

4- D- العناصر الثقيلة.

ثانياً: فسر: الأشعة السينية ذات قدرة عالية على النفاذ؟

الحل:

لأنها أمواج كهرومغناطيسية أطوال موجاتها قصيرة جداً وبذلك تكون طاقتها عالية جداً لذلك هي ذات قدرة عالية على النفاذ.

ثالثاً: اكتب ثلاثة من خواص الأشعة السينية:

الحل: من الكتاب ص 242.

رابعاً: حل المسألة الآتية:

المسألة: ص 245.

$$U_{AC} = 8 \times 10^4 \text{ V}$$

(خروج من المهبط بسرعة معروفة عملياً) $v_c = 0$

الطاقة الحركية للإلكترون

عند اصطدامه بمقابل المهبط

1- استنتاج بالرموز? $E_k = ?$

طبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

• الأول: المهبط.

• الثاني: وصوله إلى الهدف (وصول بالمصدع مقابل المهبط)

$$\Delta E_k = \sum \vec{W}_F$$

$$E_{k_A} - E_{k_C} = \vec{W}_F$$

$$E_{k_A} - 0 = eU_{AC}$$

لأن $v_c = 0$ خروج الإلكترون من المهبط بسرعة معروفة عملياً. $E_{k_C} = 0$

$$E_{k_A} = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4 \Rightarrow E_{k_A} = 128 \times 10^{-16} \text{ J}$$

(اصطدامه بالهدف): $v = ?$ - 2

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 128 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{256 \times 10 \times 10^{-17}}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow$$

$$v = \frac{16}{3} \sqrt{10} \times 10^7 \text{ m.s}^{-1} \Rightarrow$$

$$v = 16.8 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1} \approx 17 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

- 3- احسب: $\lambda_{min} = ?$

طاقة الفوتون المتحرر

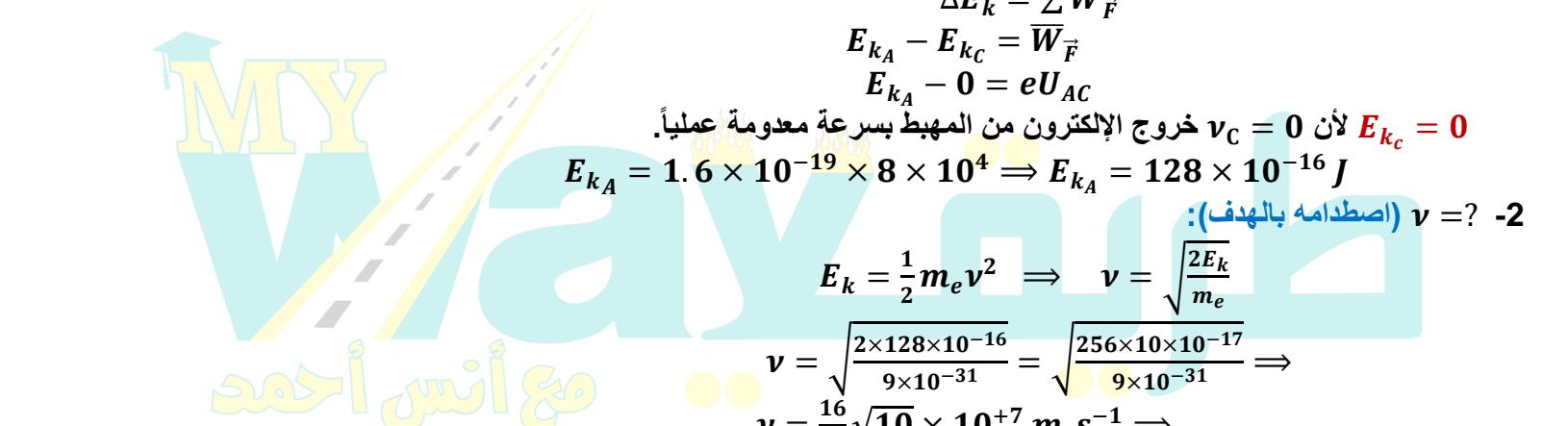
$$E = E_k$$

طاقة حركية للإلكترون الساقط

$$h f_{max} = E_k$$

$$h \frac{c}{\lambda_{min}} = E_k \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{E_k}$$

$$\lambda_{min} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{128 \times 10^{-16}} = 0.155 \times 10^{-10} \text{ m}$$



الليزر

تضفيض الضوء بالاصدار المعنوثر للأشعة

◀ اشرح كل من الليزر و امتصاص الضوء و الاصدار التقانى و الاصدار المعنوثر ؟

✓ **الليزر :** عبارة عن إشعاع كهربائي (فوتونات عالية الطاقة و متساوية في التواتر و متفقة في الطور والاتجاه) يرسل كميات متساوية من الضوء من حيث التواتر والطور . تندمج مع بعضها البعض لتصبح على هيئة حزمة ضوئية تتسم بالطاقة العالية و ذات تماسك شديد .

✓ **امتصاص الضوء :** تستطيع المادة امتصاص فوتون فينتقل إلكترون من سوية E_1 إلى سوية أعلى E_2 . بحيث يكون فرق الطاقة بين السويتين $(E_2 - E_1) = \Delta E$ يساوي طاقة الفوتون الوارد من الحزمة الضوئية hf

✓ **الإصدار التقانى:** إذا كانت الذرة مثارة يمكن أن ينتقل إلكترون عفويًا من سوية طاقة مثارة إلى سوية طاقة أدنى يؤدي ذلك إلى إصدار فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين السويتين $(E_1 - E_2) = \Delta E$ والفوتوны الصادرة غير مترابطة وعشوانية .

✓ **الإصدار المعنوثر:** تعرض الذرة المثارة لحزمة ضوئية يحقق تواترها f شرط الامتصاص $hf = \Delta E$ حيث ΔE هو فرق الطاقة بين السوية المثارة والسوية الأساسية فيؤدي مرور الفوتون بجوار الذرة المثارة إلى انتقال إلكترون إلى السوية الأساسية **فيصدر فوتون:**

1) طاقته تساوي طاقة الفوتون الوارد ونفس تواترها

2) جهته بجهة الفوتون الوارد

3) بطور يطابق طور الفوتون الوارد

◀ ما هو الفرق بين الإصدارين التقانى والمحنوث ؟

✓ **الإصدار التقانى** يحدث سواد أكأن هناك حزمة ضوئية واردة على الذرات أم لا **بينما في الإصدار المعنوثر** لا يحدث إلا بحزمة ضوئية واردة تواترها يحقق شرط الامتصاص $\Delta E = hf$

✓ **الإصدار التقانى** يحدث في جميع الإتجاهات وطور الفوتون الصادر يأخذ أي قيمة **بينما في الإصدار المعنوثر** جهة وطور الفوتون الصادر محددة تطابق جهة وطور الفوتون الوارد .

◀ اشرح آلية عمل الليزر ؟

الوسط المضخم: بفرض N عدد الذرات في السوية الأساسية و N^* عدد الذرات في الحالة المثارة فإذا عبرت حزمة ضوئية تواترها f بحيث $\Delta E = hf$ فإن امتصاص الفوتونات يتناسب طرداً مع N و الإصدار المعنوثر للفوتونات يتناسب طرداً مع N^* فإذا كان $N < N^*$ فإن عدد الفوتونات الناتجة عن المعنوثر أكبر من عدد الفوتونات التي جرى امتصاصها وتزداد شدة الحزمة الضوئية بعد عبورها الوسط ونقول عن الوسط أنه مضخم ويصلح لتوليد ليزر . (شرط أن يكون الوسط مضخم $N < N^*$) فإذا كان $N > N^*$ فإن عدد الفوتونات الناتجة عن المعنوثر أصغر من عدد الفوتونات التي جرى امتصاصها وتنقص شدة الحزمة الضوئية بعد عبورها الوسط ونقول عن الوسط أنه غير مضخم ولا يمكن للوسيط أن يولد ليزر .

حجة التضخيم: وهي الوسط المضخم ومراتين إدراهما عاكسة جزئياً والأخرى كلية تقوم بإعادة تمرير الحزمة في الوسط المضخم فتساهم إصدارات محوثة جديدة تتفق مع الحزمة بالاتجاه ومع الفوتونات بالتواء والطور الإبتدائي مما يزيد من طاقة الحزمة أي يضخمها، وتسمح المرأة العاكسة جزئياً بتمرير جزء من الحزمة الضوئية إلى الوسط الخارجي .

الضخ: لما كان الإصدار المعنوثر يُعيد الذرات إلى السوية الأساسية فإنه لضمان تحقق الشرط $N < N^*$ لابد من مؤثر خارجي على الوسط المضخم يقوم ب تقديم الطاقة إلى الوسط المضخم مما يؤدي إلى إثارة الذرات ويعوض عن انتقال الذرات إلى حالة الطاقة الأساسية . ويتم الضخ بطرق:

✓ **الضخ الكهربائي:** عن طريق التفريغ الكهربائي للغاز داخل الأنبوب كما في الليزرات الغازية والنصف الناقلة .

✓ **الضخ الضوئي:** منع ضوئي مثل لمبة الكريبيون أو ليزر آخر للحصول على ليزرات تعمل ضمن الطيف المرئي أو طيف تحت الحمراء القريب منه مثل الليزر البليافوتي .

✓ **الضخ الكيميائي:** يكون التفاعل الكيميائي بين مكونات الوسط الفعال أساس توليد الطاقة لتوليد الليزر ولاحتاج لمصدر طاقة خارجية .

- ◀ اشرح خواص حزمة الليزر
- ✓ **وحيدة اللون** أي تتمتع بتوافر نفسه .
 - ✓ **متراقبة بالتطور** إن الفوتونات الناتجة عن الإصدار المحتوى تتمتع بطور الفوتون الذي حثّها ،
 - ✓ **انفراج حزمة الليزر صغير** أي لا يتسع مقطع الحزمة كثيراً عند الابتعاد عن منبع الليزر .
 - لدينا مادة ذات نظام ذري مستويين للطاقة والمطلوب :

1. ما شروط توليد الليزر ؟
تضخم الضوء بالإصدار المحتوى للأشعة في وسط مضخم يصلح لتوليد الليزر ومضخة طاقة الليزر وحجرة تضخم.
(المادة الفعالة - جملة التضخم الضوئي - جملة الضخ الضوئي)

2. ما الانتقالات التي تحصل عند امتصاص أو إصدار الضوء ؟
عند امتصاص الضوء تنتقل الإلكترونات من سوية أدنى إلى سوية أعلى .
عند إصدار الضوء تنتقل الإلكترونات من سوية أعلى إلى سوية أدنى .

3. ما الانتقالات التي تعمل على توليد الليزر وتحت أيّة شروط ؟
انتقال الإلكترونات من سوية أعلى إلى سوية أدنى نتيجة حثّها بفوتونات واردة في وسط مضخم .

◀ اشرح أنواع الليزر:

✓ **الليزرات الغازية**: يكون الوسط المضخم غازياً مثل : ليزر هيليوم نيون (He-Ne) : يستخدم في المخابر طول موجته (20.638 m) ويستخدم هذا الليزر الانفراج الكهربائي لنقل الذرات إلى الحالة المثارة

✓ **الليزر البالستي** : هو ليزر يكون فيه الوسط مادة البالست .
✓ **الليزرات الصلبة** : ليزر نصف ناقل: يكون فيه الوسط المضخم من مادة نصف ناقلة ويستخدم بكثرة في الاتصالات
✓ **الليزرات السائلة** : يستخدم فيه كلوريد الألمنيوم المذاب في الكحول الإتيلي كوسط فعال

◀ ما هي أهم استخدامات الليزر؟

✓ **صناعية**: لحام، قص معدن .
✓ **طبية**: طب العيون ، وبعض الأمراض الجلدية ، والجراحة ، وبعض أنواع السرطانات وإزالة الشعر والوشوم.
✓ **بيئية**: مراقبة تلوث الجو
✓ **عسكرية**: توجيه الصواريخ
✓ **في الاتصالات اللاسلكية** بين المحطات الأرضية وسفن الفضاء .وماسحات الباركود وإظهار الصور ثلاثة الأبعاد

اخذير نفسك

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما يأتي:

1. تتمتع حزمة الليزر بإحدى الخواص الآتية:

- a. **متراقبة بالتطور**.
- b. انفراج حزمة الليزر يضيق عند الابتعاد عن منبع الليزر.
- c. لها اطوار مختلفة.
- d. طول موجتها أكبر من طول موجة الضوء الوارد.

2. الإصدار التلقائي:

- a. لا يحدث إلا بوجود حزمة ضوئية واردة.
- b. يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة على الذرة المثارة أم لم يكن هناك حزمة.
- c. يحدث باتجاه محدد.
- d. فوتوناته تطبق قانون الأشعة الواردة على الذرة.

3. إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواتر مناسبة الوسط المضخم فإن امتصاص الفوتونات يتتناسب طرداً مع:

- a. **عدد الذرات في السوية غير المثارة**.
- b. عدد الفوتونات.
- c. درجة الحرارة.
- d. عدد الذرات في السوية المثارة.

4. إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواءز مناسب الوسط المضخم فإن إصدار الفوتونات بالإصدار المحتوى يتاسب طرداً مع:

- a. عدد الذرات في السوية غير المثارة.
- b. عدد الفوتونات.
- c. درجة الحرارة.
- d. عدد الذرات في السوية المثارة.

ثانياً: فسر ما يأتي:

1. لا يمكن الحصول على وسط مضخم من دون استخدام مؤثر خارجي؟

لأن الإصدار المحتوى يُعيد الذرات إلى السوية الأساسية وهذا يسبب عدم بقاء $N^* < N$ لذا لابد من مؤثر خارجي يقدم الطاقة إلى الوسط المضخم مما يؤدي إلى إثارة الذرات ويعوض عن انتقال الذرات إلى حالة الطاقة الأساسية.

2. لا تتحلل حزمة الليزر عند إمرارها عبر موشور زجاجي؟

لأن حزمة الليزر وحيدة اللون

ثالثاً: اكتب خواص حزمة الليزر.

• خواص أشعة الليزر:

- 1. وحيدة اللون، أي لها التواتر ذاته.
- 2. مترابطة بالطور.
- 3. انفراج حزمة الليزر صغير.

حل أسلمة 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 المحتوى 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 ويعوض عن انتقال الذرات إلى حالة الطاقة الأساسية.

2- لا تتحلل حزمة الليزر عند إمرارها عبر موشور زجاجي؟

التفسير: لأن حزمة الليزر وحيدة اللون.

ثالثاً: اكتب خواص حزمة الليزر:

الحل: من الكتاب 248



6 أسئلة نظرية لشرح الفيزياء الفلكية

تم شرح هذه الأسئلة بشكل بسيط مفهوم على قناة اليوتيوب

السؤال الأول: انظر إلى السماء في ليلة غير غائمة في مكان لا يوجد فيه تلوث ضوئي ، فترى أجرام ونقاط مضيئة في السماء ، والمطلوب :

1. ذكر ثلاثة فروق بين الكواكب والنجوم .
2. كواكب المجموعة الشمسية ثمانية أربعة منها صخرية والباقي غازية، حدد كل منها مع ترتيب الموقع بالنسبة للشمس .
3. ما مصدر الطاقة التي تعطيها الشمس ، مفسراً النقصان في كتلتها .
4. فسر العلماء والفلكيون أن النظام الشمسي نشأ وفق نظرية السديم، اشرح هذه النظرية .
5. كيف يتم تحديد كتلة وعمر النجم وتركيبه الكيميائي ؟

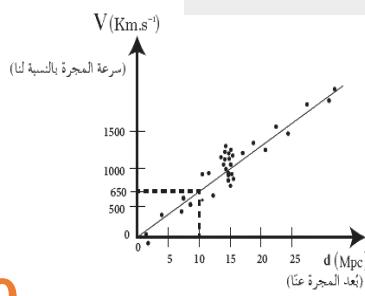
الحل :

.1

الكتاب	النجم	المقارنة من حيث :
تعكس ضوء وحرارة الشمس ويكون إشعاعها أكثر ثباتاً من إشعاع النجوم	تبث الضوء والحرارة من داخلها ويكون إشعاعها أقل ثباتاً من إشعاع الكواكب	الإشعاع الصادر
تحرك في مجال معين بالنسبة لمراقب على الأرض	لا تتغير أوضاعها بشكل ملحوظ ، أي مواقعها تبقى في تشكيلات ثابتة	الموضع والحركة
باردة وتستمد حرارتها من الشمس	درجة حرارتها عالية ويسبح الملايين منها في الفضاء على امتداد القبة السماوية	درجة الحرارة

2. تحيط بالشمس أربعة كواكب صخرية وترتيبها حسب الأقرب من الشمس (عطارد - الزهرة - الأرض - المريخ) ويليها أربعة كواكب غازية (المشتري - زحل - أورانيوس - نبتون)
3. مصدرها الاندماج النووي وهو اندماج الهدروجين لتكوين الهليوم ومع مرور الزمن تزداد كمية الهليوم وتقل كمية الهدروجين . وتنطلق كمية كبيرة جداً من الطاقة ناتج عن نقص في كتلة الشمس وتحول هذا النقص إلى طاقة وفق علاقة أينشتاين في النسبة الخاصة $c^2 = \Delta E / \Delta m$
4. نظرية السديم : تنص على أنه يبدأ التفاعل النووي داخل النجم عندما تنهار سحابة مكونة من الغاز والجسيمات (وهي السديم) تحت تأثير الضغط الناتج عن جاذبيتها فيولد هذا الانهيار كررة كبيرة من الضوء ويببدأ الاندماج بين الذرات تحت تأثير الضغط والحرارة المرتفعين ، فيندمج الهدروجين الذي يشكل النسبة الأكبر من النجم ليتحول إلى هيليوم ، وتتصدر الطاقة نتيجة النقص في الكتلة وفق علاقة أينشتاين .
5. يمكن تحديد كتلة النجم ، وعمره ، وتركيبه الكيميائي ، وعدة خصائص أخرى بمشاهدة ودراسة طيفه وشدة إضاءاته وحركته .

السؤال الثاني: يعبر التمثيل البياني المجاور عن سرعة المجرات بدلالة بعدها عنا وفق العالم هابل، المطلوب :



1. أيهما أكبر سرعة ابتعاد المجرات القريبة أم البعيدة عنا ؟
2. هل وجد هابل انتزاعاً لطيف المجرات نحو اللون الأزرق أم نحو الأحمر وماذا يعني ذلك ؟
3. أرمز لثابت التناسب (الميل) التقريري بـ H_0 و أوجد العلاقة بين v ، d ، H_0 .

الحل :

1. وجد هابل كلما كانت المجرة أبعد كانت سرعتها أكبر .
2. طيف المجرات ينزاح نحو اللون الأحمر لأن المجرات تبتعد ويزداد الطول الموجي مع ابتعادها وفق المعادلة: $v = H_0 \cdot d$ حيث v سرعة المجرة بالنسبة لنا، H_0 ثابت هابل، d بعد المجرة عنا .

السؤال الثالث: عندما يكون المنشع الموجي ساكناً بالنسبة للمراقب فإن $\frac{v}{f} = \lambda$ ، وعندما يتحرك المنشع الموجي بالنسبة للمراقب بسرعة v تشغل الموجة المسافة λ' ، أوجد العلاقة بين λ' و λ ، لكل من الحالتين وماذا تسمى هذه الظاهرة في الطيف المرئي في كلتا الحالتين

a. عندما يبتعد المنشع الموجي عن المراقب

b. عندما يقترب المنشع الموجي من المراقب

صيغة أخرى للسؤال فسر:

a. عندما يبتعد المنشع الضوئي عن المراقب ينمازح الطيف الموجي نحو الأحمر واستنتج العلاقة بين λ' و λ

b. عندما يقترب المنشع الضوئي عن المراقب ينمازح الطيف الموجي نحو الأزرق واستنتاج العلاقة بين λ' و λ

الحل :

1. عندما يبتعد منشع موجي عن مراقب فإن الطول الموجي يزداد، وبما أن الضوء ذات الطول الموجي الأكبر هو الأحمر، فعندما يبتعد المنشع الضوئي عن المراقب ينمازح الطيف الموجي نحو الأحمر.

عندما يكون المنشع ساكناً بالنسبة للمراقب تشغل الموجة مسافة λ :

عندما يتحرك المنشع مبتعداً عن المراقب بسرعة v ، تشغل الموجة مسافة λ' ويكون الزيادة في طول الموجة: $\Delta\lambda = \frac{v}{f}$

$$\lambda' = \lambda + \Delta\lambda \Rightarrow \lambda' = \frac{v}{f} + \frac{v}{f} \Rightarrow$$

$$\lambda' = \frac{v+v}{f} \Rightarrow \lambda' = \frac{v+v}{\frac{v}{\lambda}} \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{v+v}{v}\right) \lambda$$

$$\boxed{\lambda' = \left(1 + \frac{v}{v}\right) \lambda}$$

λ' أكبر من λ أي ظاهرة انزياح نحو اللون الأحمر

2. عندما يقترب منشع موجي من مراقب فإن الطول الموجي ينقص، وبما أن الضوء ذات الطول الموجي الأقصر هو الأزرق، فعندما يقترب المنشع الضوئي من المراقب ينمازح الطيف الموجي نحو الأزرق.

عندما يكون المنشع ساكناً بالنسبة للمراقب تشغل الموجة مسافة λ :

عندما يتحرك المنشع مقترباً من المراقب بسرعة v ، تشغل الموجة مسافة λ' ويكون النقصان في طول الموجة: $\Delta\lambda = \frac{v}{f}$

$$\lambda' = \lambda - \Delta\lambda \Rightarrow \lambda' = \frac{v}{f} - \frac{v}{f} \Rightarrow$$

$$\lambda' = \frac{v-v}{f} \Rightarrow \lambda' = \frac{v-v}{\frac{v}{\lambda}} \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{v-v}{v}\right) \lambda$$

$$\boxed{\lambda' = \left(1 - \frac{v}{v}\right) \lambda}$$

λ' أصغر من λ أي ظاهرة انزياح نحو اللون الأزرق

السؤال الرابع: في الفيزياء الفلكية إن من أكثر النظريات قبولاً حول نشأة الكون نظرية الانفجار الأعظم والمطلوب :

1. اشرح ماذا تقول نظرية الانفجار العظيم

2. اشرح الأسس الفيزيائية التي تقوم عليها هذه النظرية

الحل :

1. إن الكون نشأن قبل حوالي 13.8 مليار سنة. في تلك اللحظة، كان الكون عبارة عن نقطة منفردة صغيرة جداً، ذات كثافة عالية جداً من المادة والحرارة التي تفوق الخيال. ثم حدث الانفجار العظيم. وبدأت المادة تأخذ أشكالها، فتشكلت في البداية الجسيمات الأولية، ثم الذرات والجزيئات و الغبار الكوني، فالنجوم وال مجرات، واستمر توسيع الكون إلى يومنا هذا.

2. الانزياح نحو الأحمر لطيف المجرات.
- وجود تشويش ضعيف لموجات راديوية قادمة بشكل منتظم تماماً من جميع اتجاهات الكون، و بالشدة نفسها المتوقعة في وقتنا الحاضر لإشعاع الانفجار الأعظم.
- وجود كميات هائلة من الهيدروجين والهليوم في النجوم، فمثلاً تبين أن كمية الهليوم التي تحويها شمسنا أكبر بثلاث أضعاف من الكمية التي يمكن أن تولد نتيجة اندماج الهيدروجين في قلب الشمس، وهذا يستدعي وجود مصدر هائل آخر درجة حرارته أعلى بكثير من درجة حرارة الشمس، إنها الدلائل الأولى من بدء الانفجار الأعظم.

السؤال الخامس:

في الفيزياء الفلكية أفترض أني على سطح الأرض، وأريد إلقاء جسم للأعلى حتى يفلت من جذب الأرض وينطلق في الفضاء
المطلوب:

1. عرف السرعة الكونية الأولى واستنتج العلاقة المعبر عنها
2. عرف السرعة الكونية الثانية (سرعة الإفلات) واستنتج العلاقة المعبرة عنها
3. استنتج العلاقة بين السرعة الكونية الأولى والسرعة الكونية الثانية .

الحل:

1. السرعة الكونية الأولى هي السرعة المدارية (مماسية للمسار الدائري حول الأرض) التي تجعل قوة العطالة النابذة للجسم تساوي قوة جذب الأرض له.

قوة جذب الأرض $F_g = F_c$ = القوة الجاذبة المركزية

$$m \cdot a_c = G \frac{mM}{r^2}$$

$$m \frac{v^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{r}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

2. السرعة الكونية الثانية هي السرعة التي تجعل الطاقة الحركية للجسم المبتعد عن الأرض تساوي طاقة الجذب الكامنة
- الطاقة الحركية للجسم المبتعد: $E_k = E_p = \frac{1}{2}mv^2$ طاقة الجذب الكامنة (عمل قوة التجاذب)

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_g \cdot r$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = G \frac{mM}{r^2} r$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

حيث:

v : سرعة الإفلات من الأرض (السرعة الكونية الثانية).

G : ثابت التجاذب العالمي.

M : كتلة الأرض (الجسم الجاذب).

r : نصف قطر الأرض.

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

، السرعة الكونية الثانية (سرعة الإفلات) :

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

3. السرعة الكونية الأولى :

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{2GM}{r}}}{\sqrt{\frac{GM}{r}}} = \sqrt{2} \xrightarrow{\text{العلاقة بين السرعتين}} v_2 = \sqrt{2} \cdot v_1$$

السؤال السادس: الثقب الأسود هو حيز ذو كثافة هائلة لا يمكن لشيء الهروب من جاذبيته يعطى نصف قطره بالعلاقة: $r =$

$$\frac{2GM}{c^2}$$

1. أكتب دلالات الرموز في العلاقة السابقة

2. ماهي الطرق الممكنة لرصد الثقوب السوداء على الرغم من أنه لا يمكن رؤيتها فهي تبتلع الضوء؟

3. كيف يمكن للثقب الأسود أن يجذب الضوء؟ هل للضوء كتلة؟

4. لو ضغط كوكب ليصبح ثقب أسود، استنتج نصف قطر الكوكب عندئذ.

الحل:

1. c : سرعة الضوء G : ثابت التجاذب العالمي. M : كتلة الجسم الأسود (الجسم الجاذب). r : نصف قطر الجسم الأسود.

2.

- سلوك الأجسام المجاورة للثقوب السوداء من خلال دراسة الحركات غير المتوقعة للنجوم أو الغبار أو الغازات المحيطة بالأماكن غير المرئية.

3. الانبعاث الإشعاعي: الناتج عن حرارة وسرعة الأجسام التي تدور حول الثقب الأسود والتي تبعث بأشعة سينية يتم استقبالها على الأرض

4. تأثير عدسة الجاذبية: وفق النظرية النسبية العامة تحدث الجاذبية انحناء في الفضاء، فضوء النجوم أو المجرات الذي يمر بجوار ثقب أسود ينحني فتبعد تلك النجوم أو المجرات في غير أماكنها بالنسبة للتسكوبات لأرضية، تعرف هذه الظاهرة باسم عدسة الجاذبية

5. ليس للضوء كتلة سكونية لكن له طاقة تكافى كتلة تعطى بالعلاقة: $E = m \cdot c^2$ يعمل الثقب الأسود على جذبها.

6. نستنتج أولاً السرعة الكونية الثانية:

طاقة الحركة للجسم المبتعد $E_k = E_p$ طاقة الجذب الكامنة (عمل قوة التجاذب)

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_g \cdot r \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = G \frac{mM}{r^2} r$$

$$\sqrt{\frac{2GM}{r}} = v \text{ السرعة الكونية الثانية (سرعة الإفلات) :}$$

وبما أنه لا يمكن لأي جسم أن تتجاوز سرعته سرعة الضوء في الخلاء فيكون:

$$v = c \Leftrightarrow c = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \text{ فيكون الجسم الجاذب ليكون جسم أسود أن يكون نصف قطره يعطى بالعلاقة:}$$

حل أسئلة الدرس ص 265:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

-1- c - أقل من 70%

الشرح: لأن النجم هو كتلة من غاز الهيدروجين والهيليوم يحدث تفاعل اندماج نووي يتم فيه استهلاك الهيدروجين في النجم.

-2- c - 3 سنة أرضية.

الشرح: لأن السرعة الخطية للكوكب ثلث الخطى المدارية للأرض.

-3- b - بنزاح نحو الأزرق

الشرح: عند الاقتراب فإن تواتر الضوء يزداد.

-4- b - معدل تغير سرعة تمدد الكون مع المسافة.

-5- 0.1- c - ذات كثافة هائلة.

الشرح: حسب الخط البياني الموضح بالصفحة (258) من الكتاب.

-6- b - ذات كثافة هائلة.

- ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:
- الجواب:** كوكب المشتري هو خامس كوكب في المجموعة الشمسية وأكبر كواكب المجموعة الشمسية وهو كوكب غازي يتكون بشكل أساسى من 90% هيدروجين 10% هيليوم، أما أقماره فهي صخرية.
 - الجواب:** عندما يقترب المنبع من المراقب فإن التواتر يزداد وطول الموجة ينقص.

$$\Delta\lambda = \frac{v'}{f} - \lambda$$

$$\lambda' = \lambda - \Delta\lambda$$

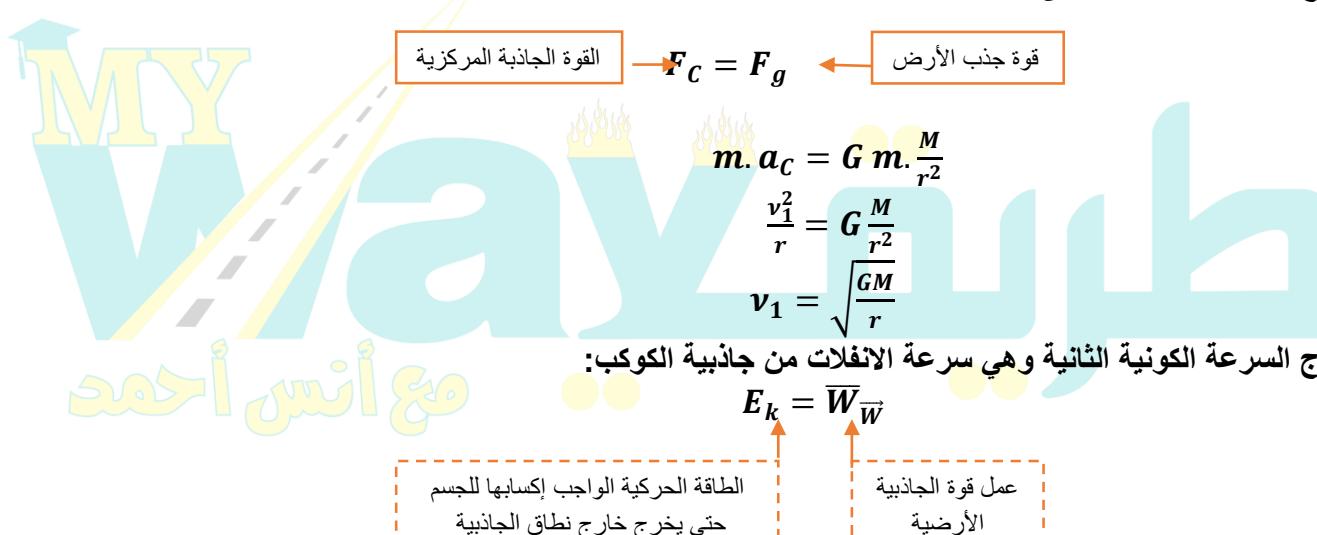
طول الموجة المنبع مقدار نقصان طول الموجة

$$\begin{aligned}\lambda' &= \frac{v}{f} - \frac{v'}{f} \Rightarrow \lambda' = \frac{v-v'}{f} \\ \lambda' &= \frac{v-v'}{\frac{v}{f}} \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{v-v'}{v}\right)\lambda \\ \lambda' &= \left(1 - \frac{v'}{v}\right)\lambda\end{aligned}$$

وبالتالي فإن طول الموجة الواصل إلى المراقب ينقص والتواتر يزداد فينزاح اللون باتجاه الأزرق.

- الجواب:**

- استنتاج السرعة الكونية الأولى:



$$\begin{aligned}\frac{1}{2}mv_2^2 &= F_g r \\ \frac{1}{2}m v_2^2 &= G \frac{mM}{r^2} r \\ v_2^2 &= \frac{2GM}{r} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \\ v_2 &= \sqrt{2} \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2}v_1\end{aligned}$$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:
المسألة الأولى: ص266:

$$R_{\frac{1}{2}} = 6400 \text{ Km} = 64 \times 10^5 \text{ m} \quad , \quad g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

نصف قطر الأرض

- مطلوب حساب $r = ?$ (نصف قطر الأرض عندما تصبح ثقب أسود)

$$\frac{1}{2}mv^2 = Fr$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = G \frac{mM}{r^2} r \Rightarrow v^2 = 2G \frac{M}{r}$$

عندما تصبح الأرض ثقب أسود يصبح $v = c$

$$c^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2} *$$

نصف قطر شفارتز شيلد

لكن: حقل الجاذبية الأرضية يعطى بالعلاقة:

$$g = G \frac{M}{R^2} \Rightarrow gR^2 = GM$$

نعرض في *

$$r = \frac{2gR^2}{c^2} \Rightarrow r = \frac{2 \times 10 \times (64 \times 10^5)^2}{9 \times 10^{16}}$$

$$r = \frac{2 \times 10 \times (64)^2 \times 10^{10}}{9 \times 10^{16}} = 9 \times 10^{-3}$$

- لن تبلغ الأرض القمر لأن كتلة الأرض لن تتغير وكتلة القمر لن تتغير وبعد بينهما لم يتغير وبالتالي قوة التجاذب الكتلي بين الأرض والقمر لا تتغير.

المسألة الثانية ص266:

مطلوب حساب $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = ?$

وحساب $\lambda' = ?$ (طول الموجة بعد الانزياح)

سنة ضوئية $10^6 \text{ m} = 932 \times 10^6 \text{ m}$ (بعد المجرة)
 $\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \times 10^{-9} \text{ m} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$ (طول الموجة الأصلي)

$$H_0 = 68 \text{ km.s}^{-1}/\text{Mpc}$$

ثابت هابل

10^6 ميغا الفرسخ الفلكي

الحل:

$$\text{light year} = 3 \times 10^8 \times 3600 \times 24 \times 365.5$$

$$= 9.46728 \times 10^{15} \text{ m}$$

- الفرسخ الفلكي (PC) يعادل 3.26 سنة ضوئية.

$$PC = 3.26 \times 9.46728 \times 10^{15} \approx 3 \times 10^{16} \text{ m}$$

- نحسب ثابت هابل (H_0) بالواحد الدولي (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) مقدرة 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:

$$H_0 = \frac{v'}{d} \Rightarrow \frac{68}{3} \times 10^{-19} = \frac{v'}{88.23 \times 10^{23}}$$

$$\Rightarrow v' = \frac{68}{3} \times 88.23 \times 10^4 \text{ m.s}^{-1} = 2 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

- حساب طول الموجة بعد الانزياح $\lambda' = ?$

$$\lambda' = \left[1 + \frac{v^2}{c} \right] \lambda \Rightarrow$$

$$\lambda' = \left[1 + \frac{2 \times 10^7}{3 \times 10^8} \right] \times 5 \times 10^{-7}$$

$$\lambda' = \left[1 + \frac{2}{3} \times 10^{-1} \right] \times 5 \times 10^{-7}$$

$$\lambda' = 1.06 \times 5 \times 10^{-7} = 5.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$$

$$\Delta\lambda = 5.33 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-7} = 0.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

- حساب نسبة انزياح الطول الموجي إلى الطول الأصلي $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = ?$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{0.33 \times 10^{-7}}{5 \times 10^{-7}} = \frac{33 \times 10^{-2}}{5} = 66 \times 10^{-3} \approx \frac{1}{15}$$

المسألة الثالثة ص: 266

$$r = 1.52 \text{ AU}$$

- مقدار النقصان في كتلة الشمس خلال دقيقة:

$$\Delta m = 4.22 \times 10^{11} \text{ kg.s}^{-1}$$

$$\Delta m = 4.22 \times 10^{11} \times 60 = 4.22 \times 6 \times 10^{12} \text{ kg.min}^{-1}$$

4. 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:

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

$$\Delta E = 4.22 \times 6 \times 10^{12} \times 9 \times 10^{16}$$

$$\Delta E = 4.22 \times 9 \times 6 \times 10^{28} \text{ J.min}^{-1}$$

- بعد المريخ عن الشمس مقدارة بـ 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

$$\Delta E' = \frac{4.22 \times 9 \times 6 \times 10^{28}}{4\pi (1.52 \times 15 \times 10^7)^2}$$

$$\Delta E' = 0.055 \times 10^{14} \text{ J/km}^2$$

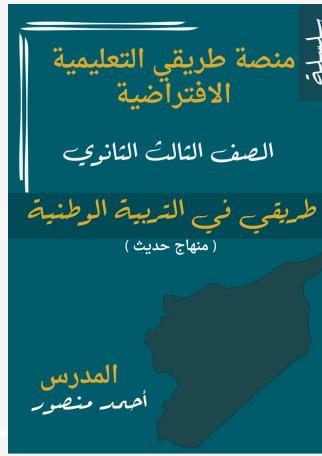


مع أنس أحمد

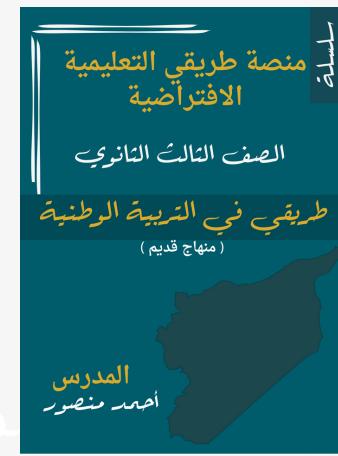
منصة طريقي التعليمية الافتراضية المستقبل بيبدأ بطريقي ..



www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592



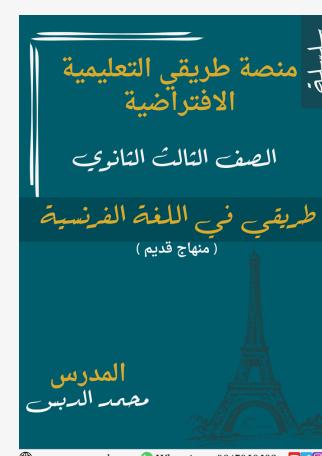
www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592



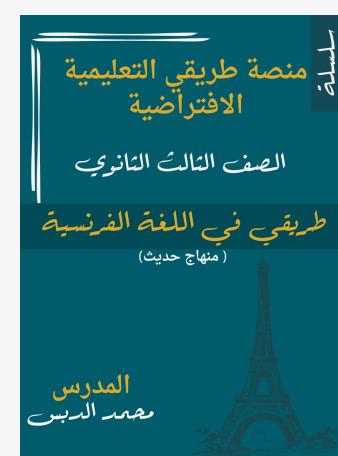
www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592



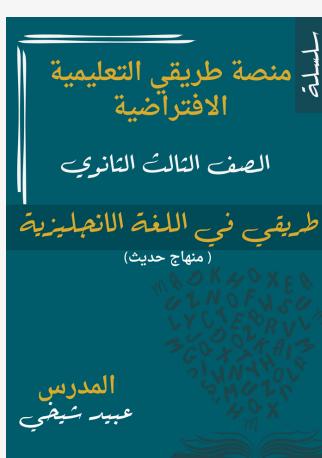
www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592



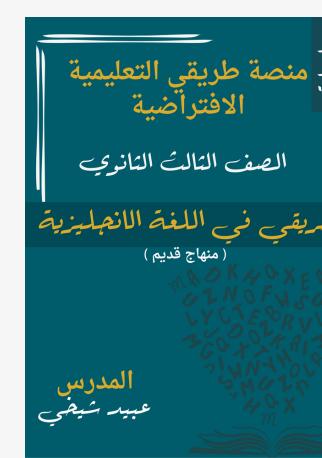
www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592



www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592



www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592



www.myway.edu.sy WhatsApp : 0947050592

طلب هذه النوط عن طريق مركز منصة طريقي التعليمية
أو وكياناً مكتبة نوح في دمشق ساحة عرقوب.

واتس أب : 0947050592
إمكانية الشحن للمحافظات

