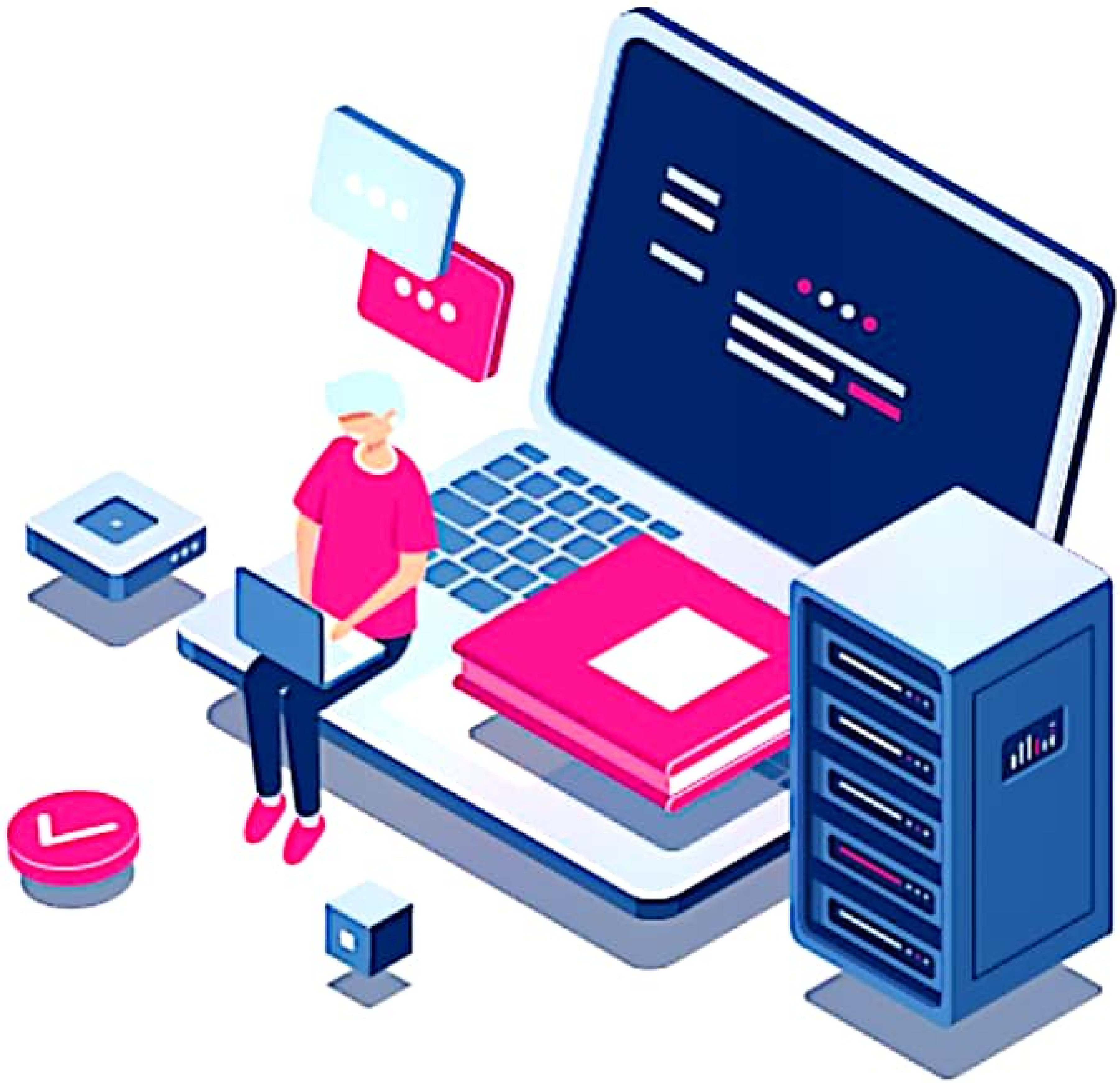
سلسلة
التجمع التعليمي

التجمع التعليمي



القناة الرئيسية: t.me/BAK111

بوت التواصل: @BAK1117_bot

Keys to Success

مفاتيح النجاح والتفوق في الفيزياء

Physics

أ. مؤيد بكر

2023

Keys to Success • الصف الثاني الثانوي العلمي • Physics

النواس المرن

جسمٌ صُلْبٌ معلّقٌ بنابضٍ مرنٍ مهمل الكتلة حلقاتُهُ متباعدةٌ يهتزُّ بحركةٍ اهتزازيّةٍ حولَ مركزِ الاهتزازِ

س1. اكتب العلاقة المعبرة عن التابع الزمني للحركة الجيبية الانسحابية التوافقية البسيطة مع ذكر دلالات الرموز

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

φ الطورُ الابتدائيُّ للحركة في اللحظة $t=0$ ويقدر بـ rad

$(\omega_0 t + \varphi)$ طورُ الحركة في اللحظة t ويقدر بـ rad

X_{max} سعةُ الحركة وتقدر بـ m

ω_0 النبضُ الخاصُّ للحركة : يقابل السرعة الزاوية ويقدر بـ $rad.s^{-1}$

x مطالُ الحركة في اللحظة t وهو متغير بتغير الزمن ويقدر بـ m

س2. برهن أن محصلة القوى المؤثرة في مركز عطالة الجسم الصلب في النواس المرن هي قوة إرجاع تُعطى بالعلاقة $F = -kx$

أولاً : ندرس **حالة سكون الجملة** : ⇦ **الجملة المدروسة (الجسم)** :

يستطيلُ النابضُ مسافةً x_0 (تسمى الاستطالةَ السكونيّةَ)

ويتوازنُ الجسمُ بتأثيرِ قوّتين : قوّة ثقلِه $\vec{w}$ وقوّة توتّر النابض $\vec{F}_{S_0}$

نطبق شرط التوازن **الانسحابي** $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{w} + \vec{F}_{S_0} = \vec{0}$

بالإسقاط على محورٍ شاقوليٍّ موجّهٍ نحوَ الأسفل

$$w - F_{S_0} = 0 \Rightarrow w = F_{S_0}$$

⇦ الجملة المدروسة **(النابض)** : تؤثّر في النابضِ القوّة $\vec{F}'_{S_0}$ التي تسبّبُ له الاستطالة x_0 ومنه

$$F'_{S_0} = F_{S_0} = kx_0 \Rightarrow w = kx_0$$

ثانياً : ندرس **حالة الحركة للجملة** : ⇦ **الجملة المدروسة (الجسم)** :

يتأثر بقوّتين : قوّة ثقلِه $\vec{w}$ وقوّة توتّر النابض $\vec{F}_S$

نطبق قانون **نيوتن الثاني** $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{w} + \vec{F}_S = m\vec{a}$

بالإسقاط على محورٍ شاقوليٍّ موجّهٍ نحوَ الأسفل

⇦ $w - F_S = ma$ الجملة المدروسة **(النابض)** ... تؤثّر في النابضِ القوّة $\vec{F}'_S$ التي تسبّبُ له الاستطالة $(\overline{x} + x_0)$

$$F'_S = F_S = k(x_0 + \overline{x}) \Rightarrow kx_0 - k(x_0 + \overline{x}) = m\overline{a}$$

$$-k\overline{x} = m\overline{a} = \overline{F} \Rightarrow \overline{F} = -k\overline{x}$$

س3. ادرس حركة نواس مرن مستنتجاً طبيعة حركته ، ثم استنتج علاقة الدور الخاص لهذا النواس

__خطوات الاستنتاج :__ ننطلق من أن محصلة القوى الخارجية التي يخضع لها مركز عطالة الجسم هي قوة إرجاع... فنصل إلى معادلة تفاضلية تقبل **حلاً جيبياً** .. **بالاشتقاق** مرتين .. **بالمقارنة** .. ولاستنتاج **الدور** $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ ثم نعوض w_0 ..

__الاستنتاج__ :

إن محصلة القوى الخارجية التي يخضع لها مركز عطالة الجسم هي قوة إرجاع تعطى بالعلاقة $\overline{F} = m\overline{a} = -k\overline{x} \Rightarrow \overline{a} = -\frac{k}{m}\overline{x}$

ومنه فإن $(x)''_t = -\frac{k}{m}x$ وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية

تقبلُ **حلاً جيبياً** من الشكل $\overline{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

محقق لأن m و k موجبان $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} > 0$

فحركةُ النوّاس المرن غير المتخامد هي حركة جيبيّة انسحابية توافقية بسيطة

استنتاج علاقة الدور الخاص $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

نلاحظ أن الدور الخاص ⇦ **لا يتعلّقُ** بسعةِ الاهتزاز X_{max}

⇦ يتناسبُ **طرداً** مع الجذرِ التربيعيّ **لكتلةِ الجسمِ المهتزّ** m

⇦ يتناسبُ **عكساً** مع الجذرِ التربيعيّ **لثابتِ صلابةِ النابض** k

س4. انطلاقاً من الشكل العام للتابع الزمني للمطال في النواس المرن استنتج الشكل المختزل له بفرض أن الجسم كان في مطاله الأعظمي الموجب في مبدأ الزمن ، ثم ارسم تغيرات تابع المطال بدلالة الزمن ، وحدد المواضع التي يأخذ فيها المطال : 1. قيمة عظمى ، 2. قيمة معدومة

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

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

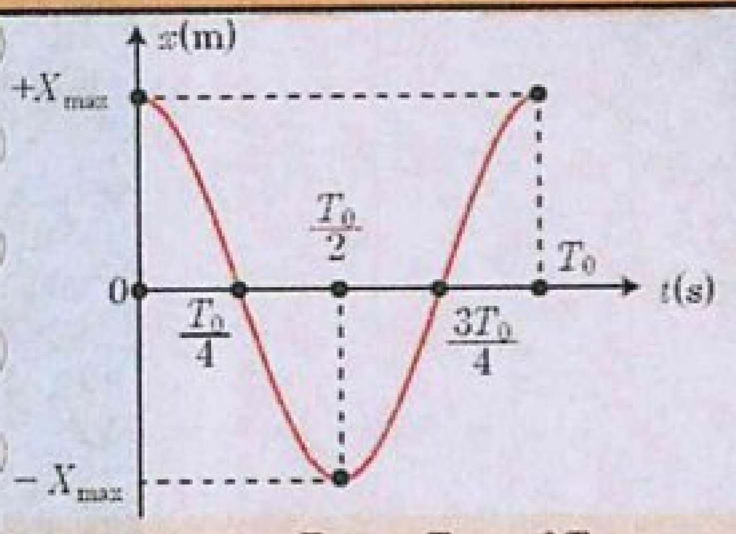
$X_{max} = X_{max}\cos(0 + \overline{\varphi})$

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

$\cos\overline{\varphi} = 1$

$\varphi = 0 \text{ rad}$

$x = X_{max}\cos w_0 t$



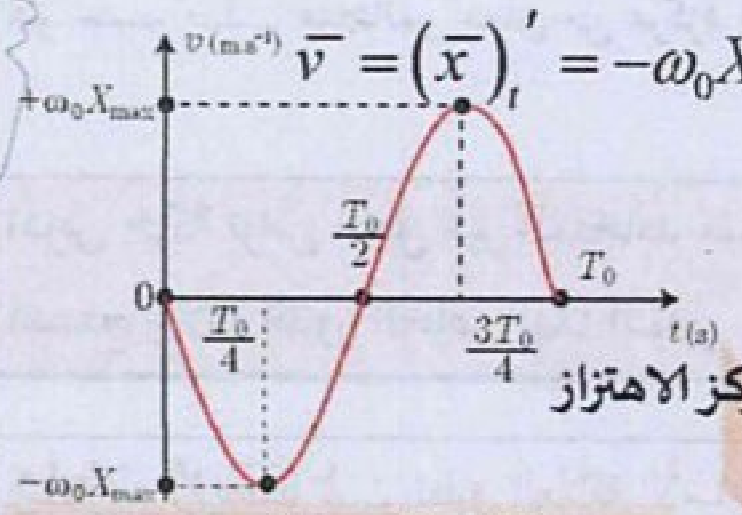
t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
x	$+X_{max}$	0	$-X_{max}$	0	$+X_{max}$

يكون *المطال* ⇦ **أعظمي** (طويلةً) : في الموضعين الطرفيين $x = |\pm X_{max}|$

⇦ **معدوماً** : في مركز الاهتزاز $x=0$ ..

س5. انطلاقاً من التابع الزمني للمطال في النواس المرن $x = X_{max} \cos w_0 t$ استنتج التابع الزمني لسرعة الجسم المعلق بالنابض ، ثم ارسم تغيرات تابع السرعة بدلالة الزمن ، ثم حدد المواضع التي تأخذ فيها سرعة الجسم : 1. قيمة عظمى (طويلةً) ، 2. قيمة معدومة

نشتق التابع المُعطى $\overline{v} = (\overline{x})'_t = -\omega_0 X_{max} \sin \omega_0 t$



تكون السرعة

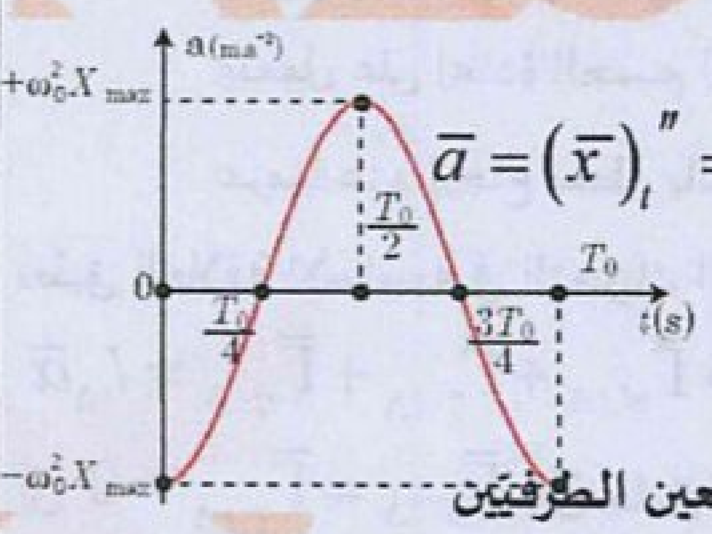
- عظمى عندما $\sin w_0 t = \pm 1$ أي $v_{max} = |\pm \omega_0 X_{max}|$ وذلك في مركز الاهتزاز
- معدومة عندما $\sin w_0 t = 0$ أي $v = 0$ وذلك في الموضعين الطرفيّين

t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
v	0	$-\omega_0 X_{max}$	0	$+\omega_0 X_{max}$	0

س6. انطلاقاً من التابع الزمني للمطال في النواس المرن $x = X_{max} \cos w_0 t$ استنتج التابع الزمني لتسارع الجسم المعلق بالنابض ، ثم ارسم تغيرات تابع السرعة بدلالة الزمن ، ثم حدد المواضع التي يأخذ فيها التسارع : 1. قيمة عظمى (طويلةً) ، 2. قيمة معدومة

نشتق التابع المُعطى مرتين

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



يكون التسارع

- أعظمي عندما $\overline{x} = \pm X_{max}$ أي $a_{max} = |\pm \omega_0^2 X_{max}|$ وذلك في الموضعين الطرفيّين
- معدوم عندما $x = 0$ أي $a = 0$ وذلك في مركز الاهتزاز

t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
a	$-\omega_0^2 X_{max}$	0	$+\omega_0^2 X_{max}$	0	$-\omega_0^2 X_{max}$

ملاحظة : قد يُعطينا تابع السرعة بدلاً من تابع المطال عندئذٍ نشتق مرة واحدة لإيجاد تابع التسارع

س7. استنتج علاقة الطاقة الميكانيكية في الحركة التوافقية البسيطة (النواس المرن غير المتخامد) ثم ارسم الخط البياني الممثل لتغيرات الطاقة بدلالة الزمن

<u>خطوات الاستنتاج :</u> ننطلق من $E = E_p + E_k$ نعوض E_p و E_k ثم نعوض x و v مع الأخذ بعين الاعتبار أن $m\omega_0^2 = k$ .. ثم نخرج عامل مشترك ونستفيد من أن $\sin^2 + \cos^2 = 1$

<u>الاستنتاج</u>: إن $E = E_p + E_k$ ولكن $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ و $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

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

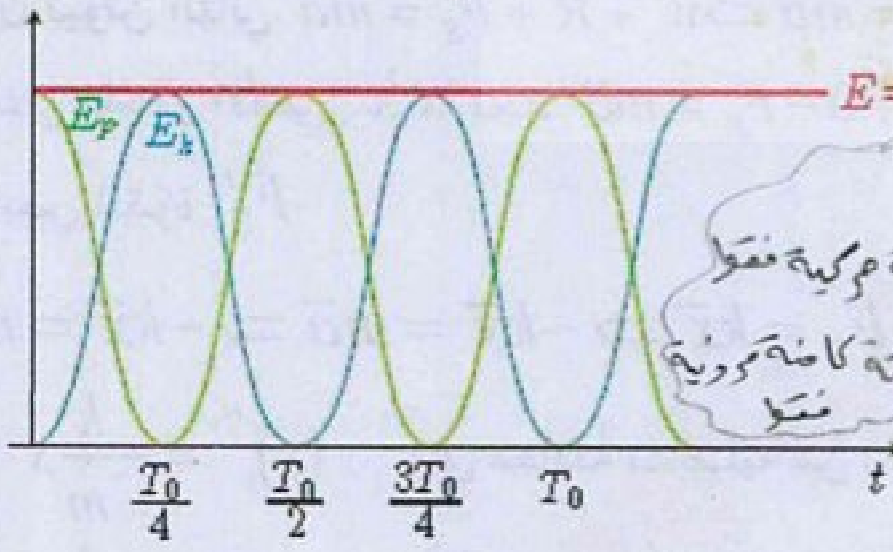
$$E_k = \frac{1}{2} m \omega_0^2 X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \overline{\varphi})$$

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

ولكن $m\omega_0^2 = k$

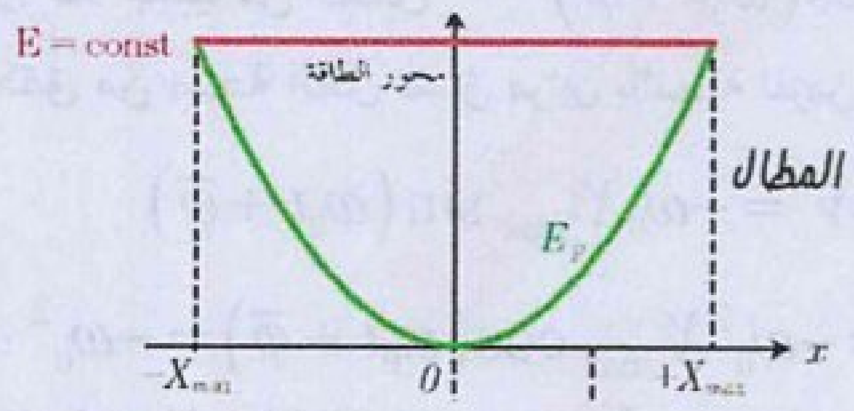
$$E_{tot} = \frac{1}{2} k X_{max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \overline{\varphi}) + \frac{1}{2} k X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \overline{\varphi})$$

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



س ٠ د
٥٥٠٩٧٤٤٥

ما هو شكل الطاقة :
- في وضع التوازن : طاقة حركية فقط
- في الوضعين الطرفيين : طاقة كامنة مرونية فقط



ملاحظة :
يمكن رسم تغيرات الطاقة بدلالة المطال

س8. أثبت صحةَ العلاقة $v = \omega_0 \sqrt{X_{max}^2 - x^2}$ في الحركة التوافقيّة البسيطة .

<u>خطوات الاستنتاج :</u> نكتب علاقة الطاقة الكلية .. نعوض قوانين الطاقات .. ثم نختصر ½ من جميع الحدود .. نخرج k عامل مشترك .. نعزل v^2 .. نجذر ..

$$E = E_p + E_k \Rightarrow \frac{1}{2}kX^2_{max} = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

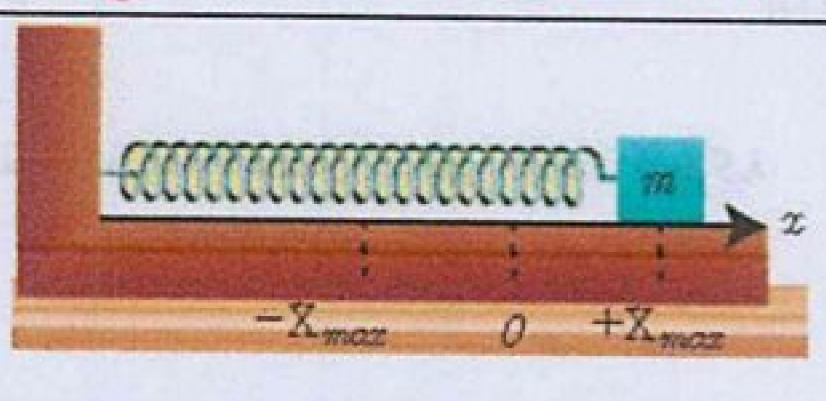
$$kX^2_{max} - kx^2 = mv^2 \Rightarrow k\left(X^2_{max} - x^2\right) = mv^2$$

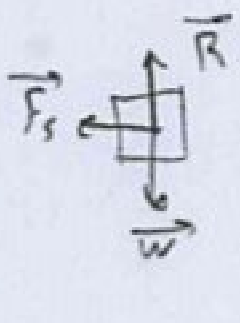
$$\frac{k}{m}\left(X^2_{max} - x^2\right) = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{X^2_{max} - x^2}$$

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

س9. نابضٌ مرنٌ مهملُ الكتلةِ حلقاتُهُ متباعدةٌ ثابتُ صلابتِه k مثبّتٌ من أحدِ طرفيه، ويُربط بطرفه الآخرِ جسمٌ صُلبٌ كتلتُه m يمكنُه أنْ يتحرّكَ على سطحٍ أفقيٍّ أملسٍ، كما في الشكل المجاور، نشدّ الجسمَ مسافةً أفقيّةً مناسبةً، ونتركُهُ دونَ سرعةٍ ابتدائيّة. والمطلوب: ادرسْ حركةَ الجسم، واستنتجِ التابعَ الزمنيَّ للمطال ، ثم استنتج علاقة الدور الخاص .

<u>خطوات الاستنتاج :</u> القوى المؤثرة .. قانون نيوتن الثاني .. بالإسقاط .. تؤثر في النابضِ القوّة $\vec{F}'_S$ نعزل $(\overline{x})''_t$ فنحصل على معادلة تفاضلية .. تقبل حلاً جيبياً من الشكل ... بالاشتقاق مرتين .. بالمطابقة .. استنتاج الدور ثم نعوض w_0





<u>الاستنتاج</u> : القوى الخارجية المؤثرة :

قوّة ثقل الجسم $\vec{w}$ وقوّة رد الفعل $\vec{R}$ وقوّة توتّر النابض $\vec{F_S}$

نطبق قانون **نيوتن** الثاني $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{w} + \vec{R} + \vec{F_S} = m\vec{a}$

بالإسقاط على المحور الأفقي $x'x$ نجد $0+0-F_S = m\bar{a}$

تؤثّر في النابض القوّة $\vec{F_S'}$

$$F_S' = F_S = k\bar{x} \Rightarrow -k\bar{x} = m\bar{a} \Rightarrow -k\bar{x} = m\left(\bar{x}\right)''_t$$

ومنه فإن $(x)''_t = -\frac{k}{m}x$ وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية

تقبلُ حلاً **جيبياً** من الشكل $\bar{x} = X_{\max}\cos\left(\omega_0 t + \bar{\varphi}\right)$

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن

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

استنتاج علاقة الدور الخاص $T_0 = 2\pi/\omega_0 = 2\pi \Big/ \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

س10. استنتجْ علاقةَ الطاقة الحركيّة لجسم معلق بنابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة بدلالة X_{max} في كلٍّ من الموضعين A و B حيث أن $x_A = \frac{X_{\max}}{2}, x_B = -\frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$ ، ماذا تستنتج ؟

للدلالة على الجهة

$$E = E_P + E_k \Rightarrow E_k = E - E_P$$

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

$$x_A = \frac{X_{\max}}{2} \Rightarrow E_{kA} = \frac{1}{2}k\left(X_{\max}^2 - x_A^2\right)$$

$$\Rightarrow E_{kA} = \frac{1}{2}k\left(X_{\max}^2 - \frac{X_{\max}^2}{4}\right) = \frac{1}{2}kX_{\max}^2\left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4}E$$

$$x_B = -\frac{X_{\max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow E_{kB} = \frac{1}{2}k\left(X_{\max}^2 - x_B^2\right)$$

$$\Rightarrow E_{kB} = \frac{1}{2}k\left(X_{\max}^2 - \frac{X_{\max}^2}{2}\right) = \frac{1}{2}kX_{\max}^2\left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2}E$$

$$\Rightarrow E_{kA} > E_{kB}$$

وبما أن $x_A < x_B$

نستنتج أنه **بزيادة** القيمة المطلقة **للمطال تتناقص الطاقة الحركية**

نواس الفتل

هو جسم صلب **متجانس** معلق من **مركزه** إلى **سلك فتل شاقولي** ثابت فتله k

ادرس حركة نواس الفتل غير المتخامد مستنتجاً أن حركته جيبية دورانية ثم استنتج علاقة الدور الخاص لهذا النواس .

<u>خطوات الاستنتاج :</u> نطبق العلاقة الأساسية في التحريك **الدوراني** ... فنصل إلى معادلة تفاضلية تقبل **حلاً جيبياً** ... **بالاشتقاق** مرتين ... **بالمقارنة** ... ولاستنتاج **الدور** $T_0 = 2\pi/\omega_0$ ثم نعوض w_0 ...

<u>الاستنتاج</u> : القوى الخارجية المؤثرة :

قوّة الثقل $\vec{w}$ وقوّة توتر السلك $\vec{T}$

ومزدوجة الفتل $\vec{\eta}$ التي تنشأ في السلك تقاوم عملية الفتل وتعمل على إعادة الجسم إلى وضع توازنه

عزمها عزم إرجاع يعطى بالعلاقة $\bar{\Gamma}_{\vec{\eta}/\Delta} = -k\bar{\theta}$

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني :

$$\sum \bar{\Gamma}_{\Delta} = I_{\Delta}\bar{\alpha} \Rightarrow \bar{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{T}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{\eta}/\Delta} = I_{\Delta}\bar{\alpha}$$

إن $\bar{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} = \bar{\Gamma}_{\vec{T}/\Delta} = 0$ لأنّ حامل كلٍّ منهما منطبقٌ على محور الدوران

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

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تقبلُ حلاً جيبيّاً من الشكل

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

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

فحركةُ نوّاس الفتل غير المتخامد هي حركة جيبيّة دورانيّة

استنتاج علاقة الدور الخاص $T_0 = 2\pi/\omega_0 = 2\pi \Big/ \sqrt{\frac{k}{I_{\Delta}}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$

نلاحظ أن الدور الخاص ⇦ لا يتعلّقُ بالسعة الزاوية θ_{max}

⇦ يتناسبُ طرداً مع الجذرِ التربيعيّ لعزم عطالة الجملة I_Δ

⇦ يتناسبُ عكساً مع الجذرِ التربيعيّ لثابتِ فتل السلك k

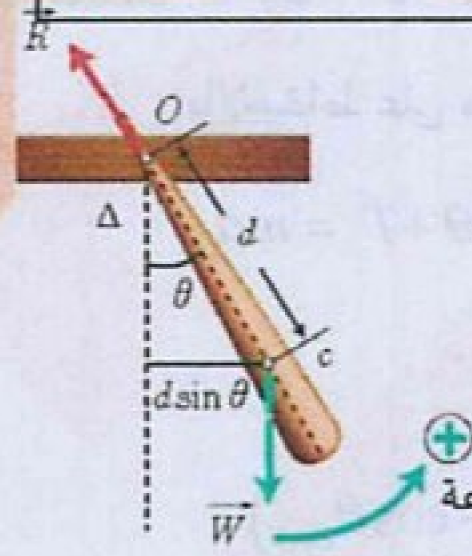
النواس الثقلي المركب

كلُّ جسمٍ صُلب يهتزّ بتأثير ثقله في مستوٍ شاقوليّ حول محور دوران أفقيّ لا يمرُّ من مركز عطالته وعموديّ على مستويه

ادرس حركة النواس الثقلي المركب غير المتخامد مستنتجاً أن حركته جيبية دورانية من أجل سعات زاوية صغيرة ثم استنتج علاقة الدور الخاص لهذا النواس المركب مبيناً دلالات الرموز

خطوات الاستنتاج : نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني ... حيث نأخذ بعين الاعتبار أن عزم قوة الثقل سالب .. فنصل إلى معادلة تفاضلية تحوي **sin** فحلها ليس جيبي .. ومن أجل سعات زاوية صغيرة .. نحصل على معادلة تفاضلية تقبل حلاً جيبياً ... بالاشتقاق مرتين ... بالمقارنة ...

ولاستنتاج الدور $T_0 = 2\pi/\omega_0$ ثم نعوض w_0 ...



الاستنتاج : القوى الخارجية المؤثرة :

قوّة الثقل $\vec{w}$ وقوّة رد الفعل $\vec{R}$

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني

$$\sum \overline{\Gamma}_\Delta = I_\Delta \overline{\alpha} \Rightarrow \overline{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = I_\Delta \overline{\alpha}$$

وباعتبار الجهة الموجبة للدوران عكس جهة دوران عقارب الساعة

وأن $\overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأنّ حاملَ القوّة يمرُّ من محور الدوران

$$-[OC]\sin\theta \cdot w + 0 = I_\Delta \overline{\alpha} \Rightarrow -mgd\sin\theta = I_\Delta (\overline{\theta})''_t$$

$$\Rightarrow (\overline{\theta})''_t = -\frac{mgd}{I_\Delta}\sin\overline{\theta}$$

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تحتوي $\sin\theta$ بدلاً من θ

فحلها ليس جيبياً ، ومن ذلك فإنّ حركة النوّاس الثقليّ هي حركةٌ اهتزازيّةٌ غير توافقيّة . ومن أجل السعات الزاوية الصغيرة $\theta \le 0.24 rad$

تكون $\sin\theta \simeq \theta$ فتصبح المعادلة التفاضلية $(\overline{\theta})''_t = -\frac{mgd}{I_\Delta}\overline{\theta}$

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تقبلُ حلاً جيبيّاً من الشكل

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

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

فحركةُ النوّاس الثقليّ المركب من أجل السّعات الزاويّة الصغيرة هي حركةٌ جيبيّةٌ دورانيّة

استنتاج علاقة الدور الخاص

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

النواس الثقلي البسيط

س1. عرف النواس الثقلي البسيط ثم استنتج عبارة الدور الخاص للنواس البسيط انطلاقاً من عبارة الدور الخاص للنواس المركب في حالة السعات الصغيرة

نظرياً : نقطة مادية تهتز بتأثير ثقلها على بعد ثابت ℓ من محور أفقي ثابت

عملياً : كرة صغيرة كتلتها m كثافتها النسبية كبيرة معلقة بخيط مهمل الكتلة لا يمتط طولُهُ كبير بالنسبة لنصف قطر الكرة

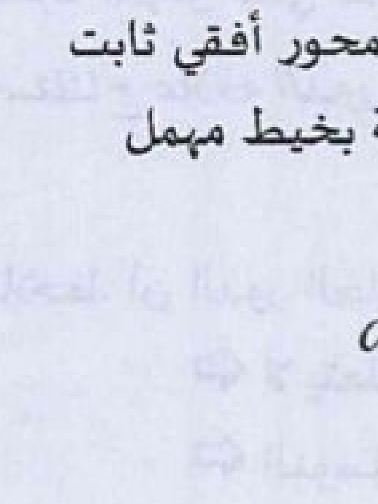
ولكن $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ و $d = \ell$ و $I_\Delta = m\ell^2$

$$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m\ell^2}{mg\ell}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

س2. ادرس حركة النواس الثقلي البسيط غير المتخامد مستنتجاً طبيعة حركته من أجل سعات زاوية صغيرة ثم استنتج علاقة الدور الخاص لهذا النواس

خطوات الاستنتاج : نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني ... حيث نأخذ بعين الاعتبار أن عزم قوة الثقل سالب .. فنصل إلى معادلة تفاضلية تحوي **sin** فحلها ليس جيبي .. ومن أجل سعات زاوية صغيرة .. نحصل على معادلة تفاضلية تقبل حلاً جيبياً من الشكل ... بالاشتقاق مرتين .. بالمقارنة ..

ولاستنتاج الدور $T_0 = 2\pi/\omega_0$ ثم نعوض w_0



الاستنتاج : القوى الخارجية المؤثرة :

قوّة ثقل الكرة $\vec{w}$ وقوّة توتر الخيط $\vec{T}$

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني

$$\sum \overline{\Gamma}_{\vec{F}} = I_\Delta \cdot \overline{\alpha} \Rightarrow \overline{\Gamma}_{\vec{w}} + \overline{\Gamma}_{\vec{T}} = I_\Delta \cdot \overline{\alpha}$$

وأن $\overline{\Gamma}_{\vec{T}/\Delta} = 0$ لأنّ حاملَ القوّة يمرُّ من محور الدوران

$$-(\ell \sin\theta)\cdot\omega + 0 = m\ell^2\cdot(\bar{\theta})''_t$$

$$-mg\sin\theta = m\ell(\bar{\theta})''_t \Rightarrow (\bar{\theta})''_t = -\frac{g}{\ell}\sin\bar{\theta}$$

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تحتوي $\sin\theta$ بدلاً من θ

فحلُها **ليس جيبيّاً** ، ومن أجل السعات الزاوية الصغيرة $\theta \le 0.24 rad$

تكون $\sin\theta \simeq \theta$ فتصبح المعادلة التفاضلية $(\bar{\theta})''_t = -\frac{g}{\ell}\bar{\theta}$

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تقبلُ حلاً جيبيّاً من الشكل

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

$$\omega_0^2 = \frac{g}{l} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} > 0$$

فحركةُ النوّاس الثقليّ البسيط من أجل السّعات الزاويّة الصغيرة هي حركةٌ جيبيّةٌ

استنتاج علاقة الدور الخاص $T_0 = 2\pi/\omega_0 = 2\pi/\sqrt{\frac{g}{\ell}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

نلاحظ أن الدور الخاص

⇦ **لا يتعلّقُ دورُ النوّاس البسيط بكتلته، ولا بنوعِ مادّة كرته**

⇦ النوسات صغيرة السّعة لها الدورُ نفسُه **(متواقتة فيما بينها)**

⇦ يتناسبُ طرداً مع الجذرِ التربيعيّ **لطول الخيط** ℓ

⇦ يتناسبُ عكساً مع الجذرِ التربيعيّ **لتسارع الجاذبية الأرضية** g

س3. نواس بسيط مكوّن من كرة معلّقةٌ بخيطٍ مهملِ الكتلة لا يمتط نزيح الكرة عن موضع توازنها الشاقوليّ بزاوية θ_{max} ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة ، استنتجْ العلاقة المحدّدة لسرعة كرة النوّاس وعلاقة توتر خيط التعليق في نقطة من مسار الكرة ، ثم بين إلى ماذا تؤول هذه العلاقات عند المرور بالشاقول ، موضحاً بالرسم .

استنتاج علاقة السرعة الخطية v :

خطوات الاستنتاج : نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين .. آخذين بعين الاعتبار أن $E_K = \frac{1}{2}mv^2$ ثم نوجد الانتقال h ونعوضه .. ثم نعزل v

الاستنتاج : القوى الخارجية المؤثرة :

قوّة ثقل الكرة $\vec{w}$ وقوّة توتر الخيط $\vec{T}$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين

الأوّل : حيث يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية θ_{max}

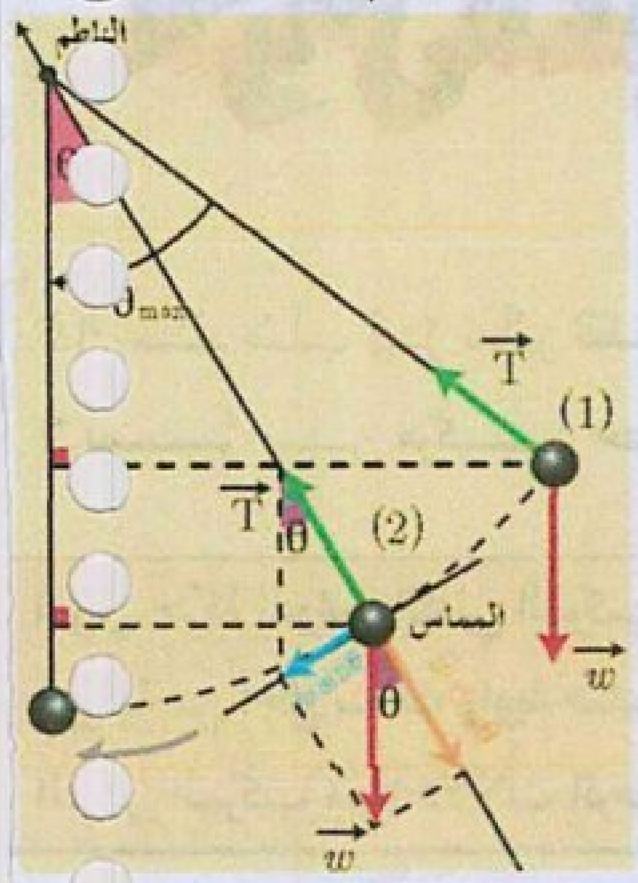
الثاني : حيث يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية θ

$$\sum \bar{w}_{\vec{F}} = \Delta\bar{E}_{k(1\to2)} \Rightarrow \bar{w}_{\vec{w}} + \bar{w}_{\vec{T}} = E_{k2} - E_{k1}$$

إن $\bar{w}_{\vec{T}} = 0$ لأنّ حاملَ القوّة يعامد الانتقال في كل لحظة

وإن $E_{k1} = 0$ لأنّ الكرة تُركت دون سرعة ابتدائية

$h = \ell(\cos\theta - \cos\theta_{max})$ ولكن $wh + 0 = \frac{1}{2}mv^2 - 0$



$$mg\ell(\cos\theta - \cos\theta_{max}) = \frac{1}{2}mv^2$$

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

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

حالة خاصة : عند المرور بالشاقول $\theta = 0$

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

لاستنتاج علاقة توتر الخيط T :

خطوات الاستنتاج : نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي .. حيث يكون الإسقاط على **الناظم وبجهة** T (فيكون التسارع بعد الإسقاط هو تسارع **ناظمي** a_c) ثم نستبدل التسارع الناظمي وفق العلاقة $a_c = \frac{v^2}{\ell}$ .. ثم نعزل T

الاستنتاج : نطبق قانون **نيوتن الثاني** $\sum\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{w} + \vec{T} = m\vec{a}$

بالإسقاط على محور ينطبق على حامل $\vec{T}$ **وبجهته (الناظم)**

$-w\cos\theta + T = ma_c$ ولكن $a_c = \frac{v^2}{\ell}$

$$T = mg\cos\theta + m\frac{v^2}{\ell}$$

$$= mg\cos\theta + m\frac{2g\ell(\cos\theta - \cos\theta_{max})}{\ell}$$

$$= mg\cos\theta + 2mg(\cos\theta - \cos\theta_{max})$$

$$= mg\cos\theta + 2mg\cos\theta - 2mg\cos\theta_{max}$$

$$= 3mg\cos\theta - 2mg\cos\theta_{max}$$

$$\Rightarrow T = mg(3\cos\theta - 2\cos\theta_{max})$$

حالة خاصة : عند المرور بالشاقول $\theta = 0$

فإن $T = mg(3 - 2\cos\theta_{max})$

ميكانيك السوائل المتحركة

س1. عرف الجريان المستقر ، ثم عدد أنواعه ؟

هو الجريانُ الذي تكونُ فيه سرعةُ جسيمات السائل ثابتةٌ مع مرور الزمن في النقطة نفسِها من خطِّ الانسياب .

- الجريان المستقر المنتظم : السرعةُ ثابتةٌ في جميع نقاط السائل بمرور الزمن
- الجريان المستقر غير المنتظم : السرعةُ متغيرة من نقطة إلى أخرى بمرور الزمن

س2. اكتب مع الشرح الميزات التي يتمتع بها السائل المثالي

- **غير قابل للانضغاط** : كتلته الحجمية **ثابتة** مع مرور الزمن
- **عديم اللزوجة** : قوى الاحتكاك الداخلي بين مكوناته مهملة وبالتالي لا يوجد ضياع للطاقة
- **جريانه مستقر** : حركة جسيماته لها **خطوط انسياب** محددة **وسرعة ثابتةٌ** بمرور الزمن
- **جريانه غير دوراني** : **لا تتحرك** جسيمات السائل **حركة دورانية**

س3. استنتج معادلة الاستمرارية لسائل يتحرك داخل أنبوب مساحةُ كلٍّ من مقطعي طرفِيهِ تختلفُ عن الأخرى ، ماذا تستنتج ؟

أنّ حجم كميّة السائل التي تعبر المقطع s_1 **تساوي** حجم كميّة السائل التي تعبر المقطع s_2 في المدّة الزمنيّة نفسِها $Q'_1 = Q'_2$

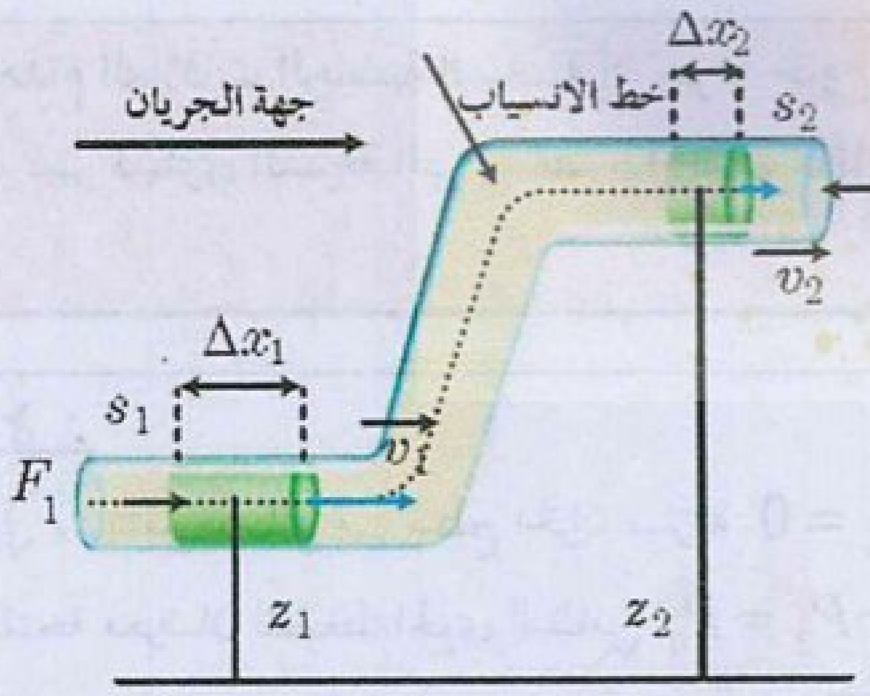
$$\Rightarrow \frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{s_1 x_1}{\Delta t} = \frac{s_2 x_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{s_1 v_1 \Delta t}{\Delta t} = \frac{s_2 v_2 \Delta t}{\Delta t}$$

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

نستنتج أنّ سرعة تدفّق السائل تتناسب **عكساً** مع **مساحة مقطع الأنبوب** الذي يتدفّق منه السائل.

س4. اكتب نص نظرية برنولي في الجريان المستقر لسائل من خلال أنبوب ، ثم استنتج باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة المعادلة المعبرة عنها ، وكيف تصبح هذه المعادلة إذا كان الأنبوب أفقياً ؟

النص : إن مجموعَ الضغط والطاقة الحركيّة لواحدة الحجوم والطاقة الكامنة الثقاليّة لواحدة الحجوم تساوي مقداراً ثابتاً عند أيّ نقطة من نقاط خطّ الانسياب لسائل جريانُهُ مستقرٌ



الاستنتاج : يتأثر سطح المقطع s_1 بقوة F_1 لها جهة الجريان تنتقل نقطةُ تأثيرها مسافةً Δx_1 فتقوم بعمل محرك

$$W_1 = F_1 \cdot \Delta x_1 = P_1 \cdot s_1 \cdot \Delta x_1 = P_1 \cdot \Delta V$$

ويتأثر سطح المقطع s_2 بقوة F_2 معيقة تعاكس جهة جريان السائل تنتقل نقطةُ تأثيرها مسافةً Δx_2 فتقوم بعمل مقاوم

$$W_2 = -F_2 \cdot \Delta x_2 = -P_2 \cdot s_2 \cdot \Delta x_2 = -P_2 \cdot \Delta V$$

وإن عمل قوة الثقل $W_w = -w \cdot h = -mg\left(z_2 - z_1\right)$

فيكون العمل الكلي $W_T = W_w + W_1 + W_2$

$$W_T = -mg(z_2 - z_1) + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية

$$W_T = E_{k_2} - E_{k_1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$-mg(z_2 - z_1) + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

نقسم الطرفين على ΔV ونبدل $\frac{m}{\Delta V} = \rho$ فنجد

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

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

حالة خاصة : إذا كان الأنبوب أفقياً فإن $z_1 = z_2$

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

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

س5. عدد ثلاث تطبيقات على معادلة برنولي في الجريان المستقر ، ثم استنتج باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة معادلة المانومتر في سائل ساكن

نظرية تورشيلي ، أنبوب فينتوري ، سكون السوائل ومعادلة المانومتر

استنتاج معادلةُ المانومتر (قانون الضغط في السوائل الساكنة) :

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

وبفرض أن السائل ساكن فإن $v_1 = v_2 = 0$ ومنه

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

س6. برهن باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة أن سرعة خروج سائل من فتحة أسفل خزان كبير تساوي السرعة التي يسقط بها جسم سائل سقوطاً حراً من ارتفاع h

خطوات الاستنتاج :

نكتب معادلة برنولي .. ينتقل السائل من سطح الخزان بسرعة $v_1 \simeq 0$ ..

وبما أن السطح والفتحة معرضان للضغط الجوي النظامي $P_1 = P_2 = P_0$ ..

بالاختصار .. نعزل v_2 .. نعتبر $z_2 - z_1 = h$ .. فنجد أن $v_2 = \sqrt{2gh}$

الاستنتاج :

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

ينتقل السائل من سطح الخزان بسرعة $v_1 \simeq 0$ ليخرجَ من الفتحة s_2 إلى الوسط الخارجيّ بسرعة v_2 وبما أن السطح والفتحتان معرضان للضغط الجوي النظامي $P_1 = P_2 = P_0$ فتصبح معادلة برنولي

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

$$\frac{1}{2}v_2{}^2 = g z_1 - g z_2 = g\left(z_1 - z_2\right)$$

نستنتج أن سرعةَ خروج السائل تساوي $\Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh}$

السرعةَ التي يسقطُ بها جسمٌ مائع سقوطاً حراً من ارتفاع h

س7. تتناقص مساحة مقطع الشرايين في منطقة ما نتيجة تراكم الدهون والشحوم وهذا يعيق جريان الدم في هذه الشرايين ويتناقص ضغط الدم في المقاطع المتضيّقة ، بيّن باستخدام أنبوب فينتوري أن الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجذع الرئيس للأنبوب

خطوات الاستنتاج : نكتب معادلة برنولي .. الأنبوب أفقي $z_1 = z_2$ ..

بالاختصار .. نعزل $P_1 - P_2$ .. ثم من معادلة الاستمرارية .. نعوض v_2 ..

الاستنتاج :

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

بما أن الأنبوب أفقي $z_1 = z_2$ فتصبح معادلة برنولي

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

ولكن من معادلة الاستمرارية $s_1 v_1 = s_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{s_1}{s_2} v_1$

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

وبالتالي فإن $s_1 > s_2 \Rightarrow P_1 > P_2$

أي أن الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجذع الرئيس للأنبوب نستنتج أنه يتناقص ضغط الدم في المقاطع المتضيّقة من الشرايين .

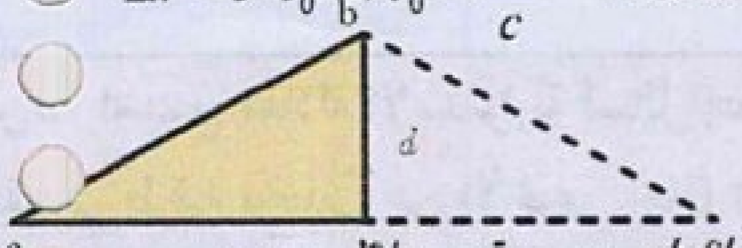
النسبية الخاصة

س1. ما هما فرضيتا أينشتاين ؟

- سرعةُ انتشارِ الضوء ثابتةٌ في الوسط نفسِه مهما اختلفتْ سرعةُ المنبع الضوئيّ أو سرعةُ المراقب وذلك في جميع جمل المقارنة
- القوانينُ الفيزيائيّة تبقى نفسَها في جميع جمل المقارنة العطاليّة

س2. بيّن باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة أن زمن ومضة ضوئية سرعتها c يتمدد عند المراقب الخارجي بالنسبة للزمن عند مراقب داخلي

- بالنسبة لمراقب داخلي : فإن الضوء يقطع مسافة $2d$ حتى يعود للمنبع بسرعة c خلال زمن t_0 $\quad 2d = c\cdot t_0 \Rightarrow t_0 = \frac{2d}{c}$



- بالنسبة لمراقب خارجي :

فإن الضوء يقطع المسافة $ab+bc$ بسرعة c خلال زمن t

$$ab + bc = c\cdot t \Rightarrow 2ab = c\cdot t \Rightarrow ab = \frac{c\cdot t}{2}$$

وإن المنبع يقطع المسافة ac بسرعة v خلال زمن t

$$ac = v\cdot t \Rightarrow 2ae = v\cdot t \Rightarrow ae = \frac{v\cdot t}{2}$$

وإن $be = d$ وحسب مبرهنة فيثاغورث $ab^2 = ae^2 + be^2$

$$\frac{c^2\cdot t^2}{4} = \frac{v^2\cdot t^2}{4} + d^2 \Rightarrow \frac{c^2\cdot t^2}{4} - \frac{v^2\cdot t^2}{4} = d^2$$

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

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

وهو معامل لورنتس ، أي أن الزمن تمدد .

س3. بيّن باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة أن المسافة التي يقطعها جسم يتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء تتقلص عندما يقيسها مراقب داخلي بالنسبة للمسافة التي يقيسها مراقب خارجي

إن المسافة المقطوعة بالنسبة لمراقب خارجي (في المحطة على الأرض) $L_0 = v \cdot t$

وإن المسافة المقطوعة بالنسبة لمراقب داخلي (رائد الفضاء) $L = v \cdot t_0$

$$\frac{L_0}{L} = \frac{v \cdot t}{v \cdot t_0} = \gamma \Rightarrow L = \frac{L_0}{\gamma}$$

ومنه نستنتج أن المسافة قد تقلصت $\gamma > 1 \Rightarrow L < L_0$ ولكن

ملاحظة : يُمكن أن يأتي السؤال بصيغة تقلص الطول بدلاً من المسافة ..

عندئذٍ نرمز لطول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي L

ونرمز لطول المركبة بالنسبة للمراقب داخلي L_0

وبالتالي يكون طول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي (الأرضي) أقصر مما هو عليه بالنسبة للمراقب الداخلي (في المركبة) $L < L_0$

س4. الكتلة هي مقدار ثابت في الميكانيك الكلاسيكيّ من أجل السّرعات الصغيرة أمامَ سرعة انتشار الضوء في الخلاء، أمّا وَفقَ الميكانيك النسبيّ فإنّ الكتلةَ تزدادُ بزيادة السّرعة ، والمطلوب : عرف الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي واكتب العلاقة المعبرة عنها مع ذكر دلالات الرموز ، ثم بيّن باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة من أين أتت الزيادة في الكتلة ؟

إن الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي هي مجموع الطاقة السكونية والطاقة الحركية

$$E = E_0 + E_k$$

حيث أن الطاقة السكونية $E_0 = m_0 \cdot c^2$ الطاقة الحركية $E_k = E - E_0$

الطاقة الكلية $E = m \cdot c^2$

إن الكتلة m_0 في حالة السكون تزداد بزيادة السرعة لتصبح عند الحركة $m = \gamma m_0$

ولاستنتاج من أين أتت هذه الزيادة :

$$E_k = mc^2 - m_0c^2 = (m - m_0)c^2 = \Delta m c^2$$

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

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

س5. انطلاقاً من الميكانيك النسبي استنتج العلاقة المحددة للطاقة الحركية في الميكانيك الكلاسيكي

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} ; \frac{v^2}{c^2} << 1 \Rightarrow \gamma \simeq 1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}$$

$$E_k = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2 = \gamma m_0c^2 - m_0c^2$$

$$= (\gamma - 1)m_0c^2 = \left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} - 1\right)m_0c^2 = \frac{1}{2}m_0v^2$$

المغناطيسية

س1. عرف الحقل المغناطيسي وكيف نمثله ؟ وما هي جهته ؟ وكيف يصبح بين قطبي مغناطيس نضوي ؟ وماذا يسمى عندئذٍ ؟ ثم حدد عناصر شعاع الحقلِ المغناطيسيّ في نقطةٍ من الحقل .

الحقل المغناطيسي هو المنطقة التي إذا وُضعَتْ فيها إبرةٌ مغناطيسيّةٌ حرّةُ الحركةِ فإنّها **تخضعُ لأفعالٍ مغناطيسيّةٍ** ، فتأخذ منحى واتّجاهاً معيّنين ، نمثله **بخطوط** وهمية ترسمها الإبر المغناطيسية حيث يمُس في كل نقطة من نقاطها شعاعَ الحقلِ المغناطيسيّ في تلك النقطة ، تتجه خارجَ المغناطيسِ من قطبهِ **الشماليِّ** إلى قطبهِ **الجنوبيِّ وداخلَ** المغناطيس من القُطبِ **الجنوبيّ** إلى القطبِ **الشماليّ** ، وتكون بين قطبي مغناطيس **نضوي متسايرة** فيما بينها على شكل خطوطٍ مستقيمةٍ **متوازيةٍ** ولها الجهةُ نفسُها ، حيث يكونُ الحقلُ المغناطيسيُّ **منتظماً** .

عناصر شعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ في نقطةٍ من الحقل :

الحامل : المستقيمُ الواصلُ بينَ قطبَي الإبرةِ المغناطيسيّة

الجهة : من القطب الجنوبيّ إلى القُطب الشماليّ للإبرةِ المغناطيسيّة

الشدة : تزدادُ بازديادِ سرعة اهتزازِ الإبرةِ المغناطيسيّةِ في تلك النقطةِ

س2. اشرح كيف يمكن زيادة شدة الحقل المغناطيسي بين قطبي مغناطيس نضوي ؟ ثم عرف عامل النفاذية المغناطيسي ، واكتب العلاقة المعبرة عنه مع ذكر دلالات الرموز ، ثم اذكر العاملين اللذين يتعلق بهما .

يمكن **زيادة** شدة الحقل المغناطيسي بوضع **نواة حديدية** بين قطبي مغناطيس نضوي ، حيث **تتمغنط** نواةُ الحديد ، ويتولّدُ منها حقلاً مغناطيسياً $\vec{B'}$ إضافياً **يُضافُ** إلى الحقلِ المغناطيسيّ الأصليّ المغنِط $\vec{B}$ **فيشكّلُ** حقلاً مغناطيسياً **كلياً** $\vec{B_T}$

عاملُ النفاذيةِ المغناطيسيّ : هو **النسبةُ** بينَ قيمةِ الحقلِ **الكلّيّ** $\vec{B_T}$ بوجودِ النواةِ الحديديّةِ بينَ قطبَي المغناطيسِ إلى قيمةِ **الحقلِ المغناطيسيّ الأصليّ** $\vec{B}$

$\mu = \dfrac{B_T}{B}$ حيث μ عاملُ النفاذيةِ المغناطيسيّ

B_T شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ الكليّ يقدر بالتسلا T

B شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ الأصليّ المُمغنط يقدر ب T

يتعلّقُ عاملُ النفاذيةِ المغناطيسيّ بعاملين :

- طبيعةُ المادّةِ من حيثُ قابليّتُها للمغنطة
- شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ المغنِط $\vec{B}$

س3. علل نشوء الحقل المغناطيسي للأرض (علل مغناطيسية الأرض) ثم عرف كلاً من زاويتي الميل والإنحراف .

ينشأ الحقل المغناطيسي للأرض من الشحناتِ المتحركةِ في جوفها فتولّدُ بحركتها تياراتٍ كهربائيةً داخلَ الأرضِ ينشأُ عنها حقولٌ مغناطيسيةٌ ، حيث تسلكُ الأرضُ سلوكَ مغناطيسٍ مستقيمٍ كبيرٍ قطبه الشمالي يقع بالقرب من القطب الجنوبي الجغرافي وقطبه الجنوبي يقع بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي ، حيث تتغير شدة الحقل المغناطيسي الأرضي من منطقة إلى أخرى على سطح الأرض

- زاوية الميل : هي الزاوية بين مستوي الأبرة وخط الأفق .
- زاوية الإنحراف : هي الزاوية بين مستوي الإبرة ومستوي الزوال الجغرافي

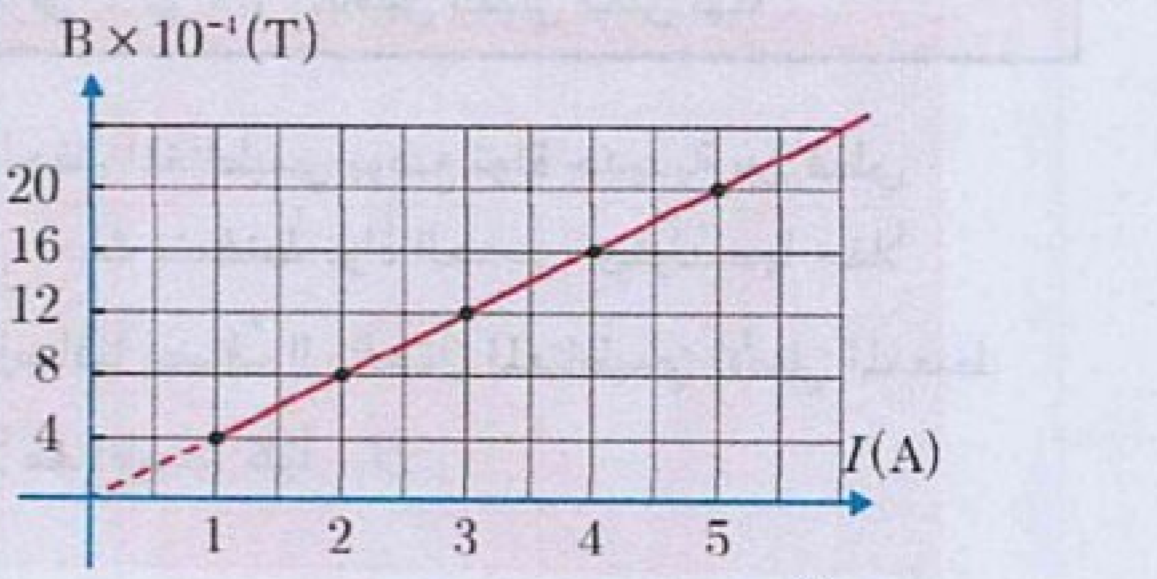
"مستويات الزوال : هي المستويات الواصلة بين الأقطاب المغناطيسية والجغرافية"

س4. يُبيّنُ الجدولُ الآتي النتائج التجريبيّةَ لقياس شدّةِ الحقلِ المغناطيسيّ المتولّدِ عن مرورِ تيارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ في سلكٍ مستقيمٍ في نقطةٍ تقعُ على بُعدٍ معيّنٍ من السلك

I(A)	1	2	3	4	5
B(T)	4×10^{-7}	8×10^{-7}	12×10^{-7}	16×10^{-7}	20×10^{-7}

a) أرسمُ الخطَّ البيانيَّ لتغيّرات B بدلالة I

b) أحسبُ مَيلَ الخطِّ البيانيِّ ، مستنتجاً العلاقات المعبرة عن شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عن التيّارِ الكهربائيِّ المار في سلك مستقيم ثم في ملف دائري ثم في ملف حلزوني (وشيعة) .



$k = \dfrac{B}{I} \Rightarrow B = kI$ حيث أن k ثابت يمثل ميل المستقيم

بينت الدراسات أنه يتعلق بعاملين ❶ الأوّلُ : الطبيعةُ الهندسيّةُ للدارة k' : شكلُ الدّارة ، وموضع النقطة المعتبرة بالنسبة للدارة

❷الثاني : عاملُ النفاذية المغناطيسيّ في الخلاء $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7} TmA^{-1}$

$$\Rightarrow B = 4\pi\times10^{-7} k'I$$

⇦ سلك مستقيم $k' = \dfrac{1}{2\pi d} \Rightarrow B = 2\times10^{-7}\dfrac{I}{d}$

⇦ ملف دائري $k' = \dfrac{N}{2r} \Rightarrow B = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{r}$

⇦ وشيعة $k' = \dfrac{N}{l} \Rightarrow B = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{l}$

س5. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي I مار في سلك ناقل مستقيم وذلك في نقطة تبعد عنه مسافة d عن محور السلك .

- الحامل : **عمودي على المُستوي المعيّن بالسلك والنقطةِ المعتبرة**
- الجهة : **عملياً : من S إلى N لإبرة مغناطيسية** نضعُها في النقطةِ المعتبرة بعد أنْ تستقرَّ

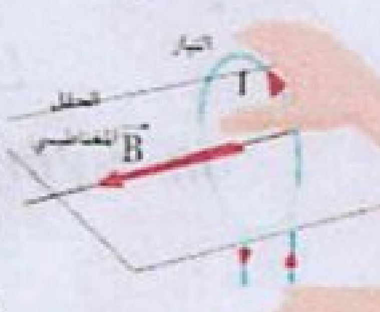
نظرياً : حسب قاعدةِ اليد اليمنى
(يكون ساعدها موازياً للسلك ، حيث يدخلُ التيّارُ من الساعدِ ويخرجُ من رؤوس الأصابع ، ونوجّهُ باطنَ الكفِّ نحو النقطة المدروسة ، فيشيرُ إبهامُها إلى جهةِ شعاع الحقلِ المغناطيسيّ)

- الشدة : $B = 2\cdot10^{-7}\dfrac{I}{d}$ حيث I شدّةُ التيّار الكهربائيّ (A)

B شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ (T) d بُعدُ النقطةِ عن السلكِ (m)

س6. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي I مار في ملف دائري نصف قطره الوسطي r وذلك في مركز الملف .

- الحامل : **عمودي على مستوي الملف**
- الجهة : **عملياً : من S إلى N لإبرة مغناطيسية** نضعُها في مركز الملف بعد أنْ تستقرَّ



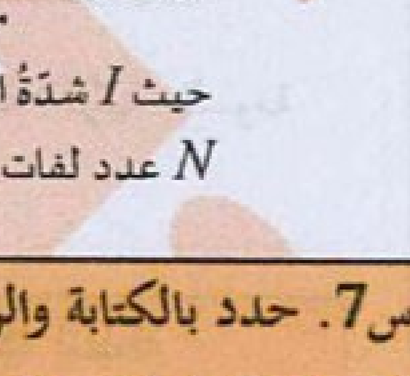
نظرياً : حسب قاعدةِ اليد اليمنى
(نضعُها فوقَ الملفِ ، حيث يدخلُ التيّارُ من الساعدِ ويخرجُ من رؤوس الأصابع ، ونوجّهُ باطنَ الكفِّ نحو مركز الملف ، فيشيرُ إبهامُها إلى جهةِ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ)

- الشدة : $B = 2\pi\cdot10^{-7}\dfrac{NI}{r}$

حيث I شدّةُ التيّار الكهربائيّ (A) B شدّةُ الحقل المغناطيسيّ (T)
N عدد لفات الملف (lap) r نصف قطر الملف الوسطي (m)

س7. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي I مار في ملف حلزوني (وشيعة) طولها l وذلك في مركز الوشيعة .

- الحامل : **محور الوشيعة**
- الجهة : **عملياً : من S إلى N لإبرة مغناطيسية** نضعُها في مركز الوشيعة بعد أنْ تستقرَّ



نظرياً : حسب قاعدةِ اليد اليمنى
(نضعها فوق الوشيعة ، بحيثُ توازي أصابعُها إحدى الحلقاتِ ، حيث يدخلُ التيّارُ من الساعدِ ويخرجُ من رؤوس الأصابع ، فيشيرُ إبهامُها إلى جهةِ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ)

- الشدة : $B = 4\pi\cdot10^{-7}\dfrac{NI}{\ell}$

حيث I شدّةُ التيّار الكهربائيّ (A) B شدّةُ الحقل المغناطيسيّ (T)
N عدد لفات الوشيعة (lap) l طول الوشيعة (m)

س8. اكتب العلاقة المُعبّرة عن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة كهربائية تحوي N لفة مع ذكر دلالات الرموز ، ثم بيّن متى يكون هذا التدفق أعظمياً ومتى يكون معدوماً ومتى يكون أصغرياً ؟

$\vec{\Phi} = \vec{B} \cdot \vec{s}$ $\Phi = N \cdot B \cdot s \cdot \cos\alpha$ حيث Φ التدفق المغناطيسي $(weber)$ ، B شدة الحقل المغناطيسي (T) N عدد لفات الملف (lap) ، s مساحة سطح الدارة (m^2) ، $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$		
أعظمي $\alpha = 0$ $\vec{B} // \vec{n}$ على حامل واحد وبجهة واحدة يعامد مستوي الدارة	**معدوم** $\alpha = \frac{\pi}{2}$ $\vec{B} \perp \vec{n}$ B يوازي مستوي الدارة	**أصغري** $\alpha = \pi$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين
التدفق **موجب** $\Phi > 0$ الزاوية **حادة** $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$	التدفق **سالب** $\Phi < 0$ الزاوية **منفرجة** $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$	

س9. علل المغناطيسية للمواد الحديدية الخاضعة لحقل مغناطيسي خارجي .

لأن المواد الحديدية العادية تتكوّن من **ثنائيّاتِ أقطابٍ مغناطيسيّةٍ** موزعة **عشوائيّاً** في غياب الحقل المغناطيسيّ الخارجيّ بحيثُ تكونُ محصّلةُ هذه الخصائصِ المغناطيسيّةِ **معدومةً** ، ولكن إذا وجدت قطعة الحديد في حقل مغناطيسي خارجي **تتوجّه** ثنائيّاتُ الأقطاب المغناطيسيّة داخلَ القطعة **باتّجاه الحقل المغناطيسيّ الخارجيّ** أي تكون أقطابُها **الشماليّة** المغناطيسيّة باتّجاه **الحقل المغناطيسيّ الخارجيّ**، وتصبحُ محصّلتُها **غيرَ معدومةٍ**، لذا تصبحُ قطعةُ الحديد **ممغنطةً**.

الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

س1. عرف القوة المغناطيسية ، ثم عدد العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية (قوة لورنز) ثم اكتب العلاقة الشعاعية لها ، ثم حدد بالكتابة عناصر شعاع هذه القوة ، ثم بين متى تكون عظمى ومتى تكون معدومة

القوة المغناطيسية : هي القوة التي يؤثّرُ بها الحقلُ المغناطيسيّ في الجُسيمات المشحونة المُتحرّكة ضمنَ المنطقة التي يسودُها الحقلُ بقوّةٍ مغناطيسيّة، حيثُ تُغيّرُ هذه القوّةُ من مسارِ حركة هذه الجُسيمات

العوامل : الشحنة المتحركة q ، شدة الحقل المغناطيسي B ، سرعة الشحنة v

$\sin\theta$ حيث أن $\hat{\theta} = (\vec{v} \wedge \vec{B})$

العلاقة الشعاعية $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

- نقطة التأثير : الشحنة المُتحرّكة.
- الحامل : **عمودي على المستوي المحدد** بشُعاعِ السّرعة وشُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ
- الجهة : **تُحدَّدُ بقاعدةِ اليد اليُمنى**

(يكون ساعدها موازياً شُعاعَ سرعةٍ، حيث تكون الأصابعُ بعكسِ جهةِ شُعاعِ السُّرعة للشّحنات السّالبة، وبجهةِ شُعاعِ السُّرعة للشّحنات المُوجبة ، ويخرجُ شُعاعُ الحقل المغناطيسيّ من راحةِ الكفّ ، فيشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ القوّةِ المغناطيسيّة)

- الشدة : $F = qvB\sin\theta$

تكون القوة المغناطيسية عظمى $\theta = (\vec{v}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ ، $\vec{v} \perp \vec{B}$

تكون القوة المغناطيسية معدومة $\theta = (\vec{v}, \vec{B}) = 0$ ، $\vec{v} // \vec{B}$

س2. في تجربة ملفّي هلمهولتز

a) بين كيف يتولد الحقل المغناطيسي وكيف يؤثر في حزمة إلكترونية

b) ادرس حركة الكترون يتحرك ضمن منطقةِ التي يسودُها حقل مغناطيسيّ مُنتظَم عمودي على شعاع سرعة الالكترون مُستنتجاً طبيعة حركة الالكترون ، ثم استنتج العلاقة المُعبّرة عن نصف قطر مسار هذا الالكترون ودور حركته

a) يتولَّد حقلَ مغناطيسيّ مُنتظم بينَ ملفّين دائريّين مُتوازيَين يمرُّ فيهما التيّارُ ذاته ، حيث يؤثّرُ هذا الحقلُ في الحزمة الإلكترونيّة بقوّة مغناطيسيّة، تكونُ دائماً عموديّةً على شُعاع سرعتِها، أي أنّها تكتسِبُ تسارُعاً ثابتاً يُعامِدُ شُعاعَ السّرعة وبالتّالي تكونُ حركتُها دائريّةً مُنتظَمة

خطوات الاستنتاج :

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك .. ثم نعزل التسارع بدون إسقاط ... ومن خواص الجداء الشعاعي نجد أن شعاع التسارع يعامد شعاع السرعة ... وبالتالي فهو ينطبق على الناظم أي أنه تسارع ناظمي ... وبالتّالي الحركةُ دائريّةٌ مُنتظَمة .. ثم نعزل r لإيجاد علاقة نصف قطر مسار الالكترون .. ثم نعوض r في العلاقة $T = 2\pi/\omega$ لإيجاد علاقة الدور

الاستنتاج :

b) يخضع الإلكترونُ لتأثيرِ القوّةِ المغناطيسيّة فقط بإهمالِ قوّةِ ثقله

$$\sum\vec{F} = m_e\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m_e\vec{a} \Rightarrow e\vec{v} \wedge \vec{B} = m_e\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v} \wedge \vec{B}$$

وبحسبِ خواص الجداء الشعاعي نجد أن شعاع التسارع $\vec{a} \perp \vec{v}$

وبالتّالي الحركة دائريّةٌ مُنتظَمة

$$F = F_C \Rightarrow evB = m_e a_c \Rightarrow evB = m_e \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m_e v}{eB}$$

ولإيجاد علاقة الدور $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{v}\frac{m_e v}{eB} \Rightarrow T = \frac{2\pi m_e}{eB}$

س3. عرف القوة الكهرطيسية ، ثم عدد العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس) ، ثم استنتج باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة العلاقة المُعبّرة عن القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس) ، ثم عدد العوامل المؤثرة فيها ، ثم اكتب العلاقة الشعاعية لها ، ثم حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع هذه القوة ، ثم بين متى تكون عظمى ومتى تكون معدومة

القوة الكهرطيسية : هي القوة التي يؤثّرُ بها الحقلُ المغناطيسيّ في السّلك النّاقل بقوّةٍ ثابتة ، تتعلّقُ جهتها بجهةِ التيّار، وجهةِ شُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ المُؤثّرة

الحقل المغناطيسي يؤثر في السِّلك الذي يمر فيه تيار كهربائي بقوة كهرطيسية تساوي مُحصّلة القوى المغناطيسية المؤثرة في الالكترونات المتحركة داخل السِّلك ..

$$F = N \cdot F = N \cdot evB \sin\theta = q\frac{L}{\Delta t} B \sin\theta = ILB \sin\theta$$

العوامل : شدّةِ التيّار المارّ بالسِّلك I ، شدة الحقل المغناطيسي B طول الجزء الخاضع للحقل L ، $\sin\theta$ حيث أن $\hat{\theta} = \left(\overrightarrow{IL} \wedge \vec{B}\right)$

العلاقة الشعاعية $\vec{F} = \overrightarrow{IL} \wedge \vec{B}$

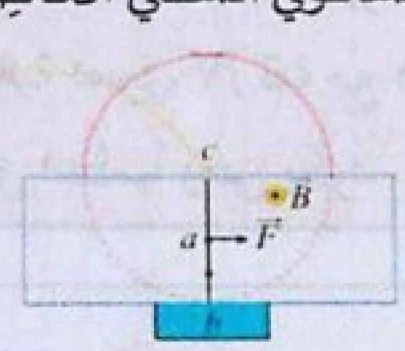
- نقطة التأثير : منتصف الجزء من الناقل المُستقيم الخاضِع للحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم
- الحامل : عمودي على المستوي المحدد بالنَاقل المُستقيم وشُعاعُ الحقلِ المغناطيسيّ
- الجهة : تحقِّقُ الأشعّة $\left(\overrightarrow{IL}, \vec{B}, \vec{F}\right)$ ثلاثيّةً مُباشَرةً وفق **قاعدةِ اليد اليُمنى** (نضع يدنا على الناقل بحيثُ يدخلُ التيّارُ من السّاعد ويخرجُ من رؤوس الأصابع ويخرجُ شُعاعُ الحقل المغناطيسيّ من راحةِ الكفّ ، فيشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ القوّة الكهرطيسية)
- الشدة : $F = ILB \sin\theta$

تكون القوة الكهرطيسية عظمى $\overrightarrow{IL} \perp \vec{B}$ ، $\theta = \left(\overrightarrow{IL}, \vec{B}\right) = \frac{\pi}{2}$

تكون القوة الكهرطيسية معدومة $\overrightarrow{IL} \,//\, \vec{B}$ ، $\theta = \left(\overrightarrow{IL}, \vec{B}\right) = 0$

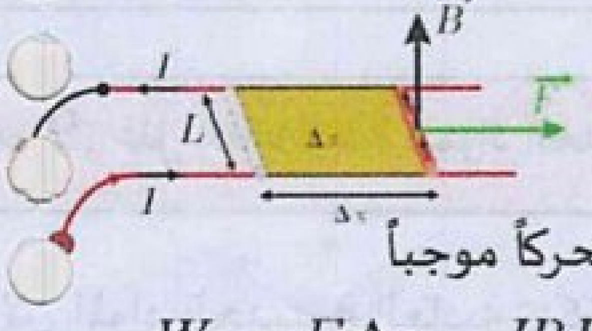
س4. دولاب بارلو نصف قطره r نمرر فيه تيار كهربائي I ويخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم B ، حدد بالكتابة والرسم عناصر القوة الكهرطيسية التي يخضع لها الدولاب .

- نقطة التأثير : منتصف نصف القطر الشّاقوليّ السّفليّ الخاضِع للحقلِ المغناطيسيّ المُنتظمَ.



- الحامل : عمودي على المستوي المحدد بنصفِ القطرِ الشّاقولي السّفليّ وشُعاع الحقل المغناطيسيّ المُنتظَم.
- الجهة : تحقِّقُ الأشعّة $\left(\overrightarrow{Ir}, \vec{B}, \vec{F}\right)$ ثلاثيّةً مُباشَرةً وفق **قاعدةِ اليد اليُمنى** (نضع يدنا على نصفِ القطرِ الشّاقوليّ السّفليّ بحيثُ يدخلُ التيّارُ من السّاعد ويخرجُ من رؤوس الأصابع. ويخرجُ شُعاعُ الحقل المغناطيسيّ من راحةِ الكفّ . فيشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ القوّة الكهرطيسية)
- الشدة : $F = IrB$ (حيث $\sin\theta = 1$ لأن $\theta = \left(\overrightarrow{Ir}, \vec{B}\right) = \frac{\pi}{2}$)

س5. استنتج مع الشرح عبارة عمل القوة الكهرطيسية في تجربة السكتين الكهرطيسية حيث يكون شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ عمودياً على المستوي الأفقي للسكتين ، ثم اكتب نص نظرية مكسويل



تنتقل الساق مسافة Δx ..

تمسح سطحاً $\Delta s = L\,\Delta x$ ...

فتنجز القوة الكهرطيسية **عملاً** محركاً موجباً

$$W = F\Delta x = IBL\,\Delta x = IB\,\Delta s = I\,\Delta\Phi > 0$$

النص "عندما **تنتقلُ** دارةٌ كهربائيّةٌ أو جزءٌ من دارةٍ كهربائيّةٍ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ، فإنّ **عملَ** القوّة الكهرطيسيّة المُسبِبة لذلكَ الانتقالِ يساوي جداءَ شدّةِ التيّار المارّ في الدّارة في تزايُد التّدفُّق المغناطيسيّ الذي يجتازُها"

س6. أجب عن السؤالين الآتيين :

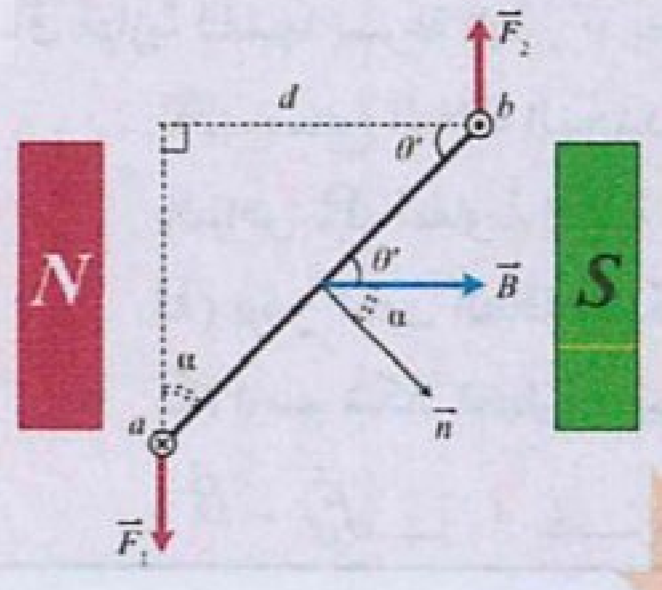
أ) فسر مايلي : عند إمرار تيّار كهربائيّ في إطار مُعلّق بسلكٍ عديمِ الفتل فإن الإطار يدورُ ويستقرُّ عندما تصبحُ خطوطُ الحقل المغناطيسيّ عموديّةً على مُستوي الإطارِ

ب) أذكر نص قاعدةُ التّدفّقِ الأعظميّ .

أ) يؤثّرُ الحقلُ المغناطيسيّ المُنتظَم في الإطارِ بمُزدوَجة كهرطيسيّة تنشأُ عن القوّتين الكهرطيسيّتَين المُؤثّرتَين في الضّلعَين الشّاقوليتَين، وتعملُ على تدويرِ الإطارِ حولَ محورِ دورانه من وضعه الأصليّ حيثُ التّدفّقُ المغناطيسيّ معدومٌ إلى وضع توازنِه المُستقرّ حيثُ يكونُ التّدفُّقُ المغناطيسيّ الذي يجتازُه أعظميّاً.

ب) *قاعدةُ التّدفّقِ الأعظميّ* "إذا أثّرَ حقلٌ مغناطيسيّ في دارةٍ كهربائيّةٍ مُغلَقةٍ حرّةِ الحركة، تحرّكَت بحيثُ يزدادُ التّدفُّقُ المغناطيسيّ الذي يجتازُها من وجهِها الجنوبيّ وتستقرُّ في وضعٍ يكونُ التّدفُّق المغناطيسيّ أعظميّاً"

س7. استنتج عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في إطار طول ضلعه الأفقي d والشاقولي L يمر فيه تيار كهربائي I ويخضع لتأثير حقل مغناطيسي منتظم ، ثم اكتب هذه العلاقة بدلالة العزم المغناطيسي M .



$$\Gamma_\Delta = d \cdot F$$
$$= [ab]\sin\alpha \cdot F$$
$$= [ab]\sin\alpha \cdot NILB \sin\theta$$
$$= NIsB \sin\alpha$$
$$= MB \sin\alpha$$

حيث أن $M = NIs$ هوالعزم المغناطيسي ويقدر ب $A \cdot m^2$

وتكتب شعاعياً بالعلاقة $\vec{M} = NI\vec{s} \Rightarrow \vec{\Gamma}_\Delta = \vec{M} \wedge \vec{B}$

وتحدد جهته بجهةِ إبهامِ يدٍ يُمنى تلتفُّ أصابعُها بجهةِ التيّار

س8. إنطلاقاً من شرط التوازن الدوراني $\overline{\Gamma}_\Delta + \overline{\Gamma}'_{\eta/\Delta} = 0$ في المقياس الغلفاني ذي الإطار المتحرك استنتج العلاقة بين زاوية دوران الإطار θ' وشدة التيار I المار في الإطار ، كيف نزيد حساسية المقياس من أجل التيار نفسه ؟

<u>خطوات الاستنتاج :</u>

ننطلق من الشرط المعطى .. ثم نعوض **عزم المزدوجة الكهرطيسية** .. ثم نعوض **عزم مزدوجة الفتل** $\overline{\Gamma}'_{\eta/\Delta} = -k\,\theta'$ .. وإن $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

حيث $\cos\theta' = 1$ .. نعوض ثم نعزل θ' ... **نزيد حساسية المقياس** باستخدام سلك **أرفع** من نفس المادة (لتصغير ثابتِ الفتلِ) ..

<u>الاستنتاج :</u>

$$\sum \overline{\Gamma}_\Delta = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma}_\Delta + \overline{\Gamma}_{\eta/\Delta} = 0$$
$$NIsB \sin\alpha - k\,\theta' = 0$$
$$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$$
$$\Rightarrow NIsB \cos\theta' - k\,\theta' = 0$$

وبما أن θ' زاوية صغيرة فإن $\cos\theta' \simeq 1$ وبالتالي

$$NIsB - k\theta' = 0 \Rightarrow \theta' = \frac{NsB}{k} I \Rightarrow \theta' = GI$$

نزيد حساسية المقياس باستخدام سلك أرفع من نفس المادة (لتصغير ثابتِ الفتل)

التحريض الكهرطيسي

س1. نقرّب (نبعّد) القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي وشيعة وفق محورها ، يتصل طرفاها بواسطة مقياس ميكرو آمبير فتنحرف إبرة المقياس دلالة مرور تيار متحرض فيها ، المطلوب :

a) فسر سبب نشوء هذا التيار ، ثم اكتب العلاقة الرياضية المُعبّرة عن القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ε مع ذكر العوامل المؤثرة فيها

b) اكتب نصّا قانوني فاراداي ولنز

a) يتولّد تيار متحرض بسبب **تغير التدفق المغناطيسي** في الوشيعة وذلك عند تقريب المغناطيس من الوشيعة أو إبعاده عنها ، حيث أن هذا التيار يولّد بدوره حقلاً مغناطيسياً متحرضاً ، جهته عند التقريب تكون بعكس جهة الحقل الناجم عن المغناطيس المحرض ، أما عند الإبعاد تكون جهته متفقة مع جهةالحقل الناجم عن المغناطيس المحرض ، وذلك لأن التيار المتحرض يُظهِر أفعالاً تُعاكس سبب حدوثه .

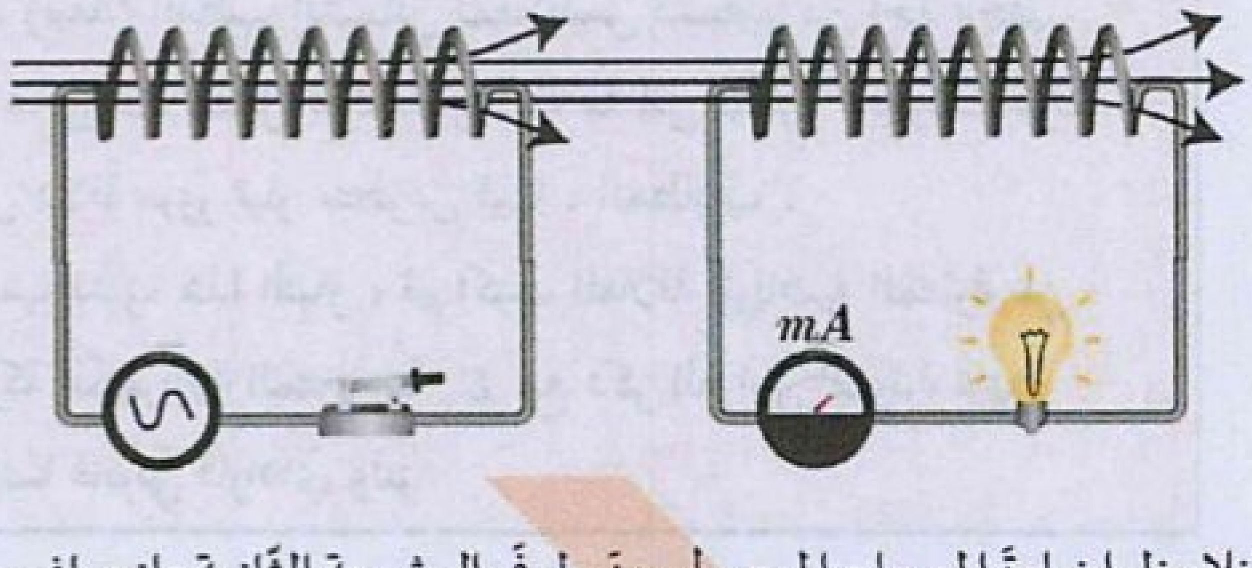
$\overline{\varepsilon} = -\dfrac{\partial\overline{\Phi}}{\partial t}$ حيث تتناسب القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة طرداً مع تغيّر التدفق المغناطيسيّ المُحرِّض ، وعكساً مع زمنِ تغيُّر التّدفُّق المغناطيسيّ المُحرِض ، وتنسجمُ الإشارة السّالبة مع قانونِ لنز

b) <u>فارادي</u>: يتولد تيار متحرض في دارة **مغلقة إذا تغير التدفق** المغناطيسي الذي يجتازُها ويدومُ هذا التيّارُ بدوامِ تغيُّرِ التّدفُّق لينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسيّ المحرّض.

<u>لنز</u> : إن جهة التيار المتحرض في دارة **مغلقة** تكون بحيث يُنتِج **أفعالاً تعاكس** السّببَ الذي أدّى إلى حدوثِه.

أ. مؤيد بكر 0988466306

س2. وشيعتان محوراهما منطبقان كما في الشكل المجاور ، نصل إحداهما بمأخذِ لمولّدِ تيّارٍ كهربائيٍّ مُتناوبٍ جيبي ونصل الأخرى إلى مِصباحٍ كهربائيّ ومقياسِ ميكرو أمبير .
ماذا تلاحظ عند إغلاق دارة الوشيعة الأولى ؟ فسر ذلك !

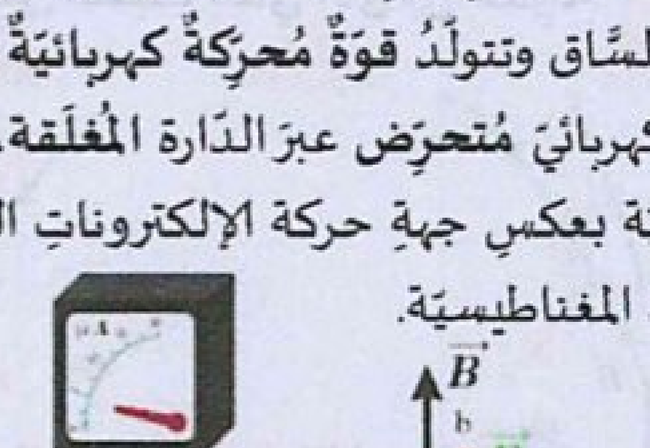


نلاحظ إضاءةَ المِصباحِ الموصولِ بينَ طرفَي الوشيعةِ الثّانية وانحرافَ مؤشّرِ مقياسِ الميكرو أمبير مما يدل على تولّدُ تيّارٌ كهربائيٌّ متحرض في الدّارة الثّانيةِ على الرّغمِ من عدمِ وجودِ مُولّدٍ فيها

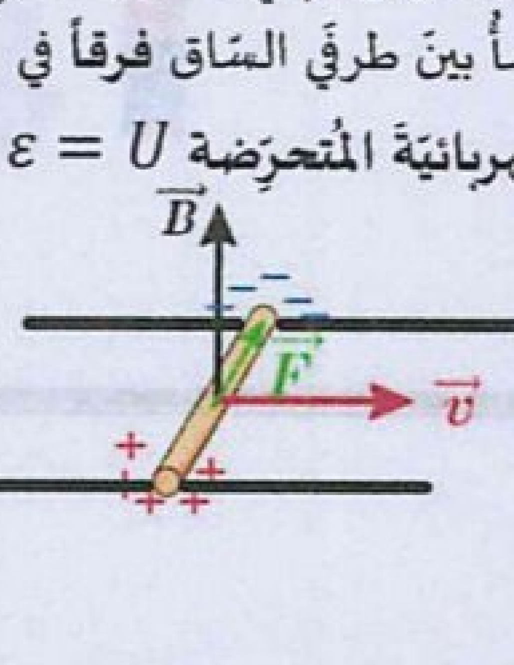
التفسير : أنَّ الوشيعةَ الأُولى تولّد حقلاً مغناطيسيّاً مُتناوباً جيبيّاً فيتغيّرُ التّدفُّقِ المغناطيسيّ الذي يجتازُ الوشيعةَ الثّانية، وتتولّدُ قوّةٌ محرّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرّضة تسبّبُ مرورَ التيّارِ الكهربائيّ المُتحرّض.

س3. ما هو التعليل الإلكتروني لنشوء التيار المتحرض والقوة المحركة الكهربائية المتحرضة في تجربة السكتين في كل من الحالتين :
A) الدارة مغلقة B) الدارة مفتوحة

A) الدارة مغلقة : عندَ **تحريكِ** السّاق بسرعةٍ **ثابتةٍ** عموديّاً على خطوطِ الحقل المغناطيسيّ، فإنّ **الإلكتروناتِ الحرّةَ** في السّاق **ستتحرّكُ** بهذه السّرعة وسطيّاً، ومعَ **خضوعها لتأثيرِ الحقل المغناطيسيّ** المُنتظَم فإنها **تخضعُ** لتأثيرِ **القوّةِ المغناطيسيّة** $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ وبتأثيرِ هذه القوّة **تتحرّكُ الإلكتروناتُ الحرّة** في السّاق وتتولّدُ **قوّةٌ مُحرّكةٌ كهربائيّةٌ تحريضيّةٌ** تسبّبُ مرورَ تيّارٍ كهربائيّ **مُتحرّض** عبرَ الدّارة **المُغلَقة**، جهتُه الاصطلاحيّة بعكسِ جهةِ حركة الإلكتروناتِ الحرّة؛ أيْ بعكسِ جهةِ القوّةِ المغناطيسيّة.



B) الدارة مفتوحة : عندَ **تحريكِ** السّاق على سكّتَين معزولتَين في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ **تنشأُ القوّةُ المغناطيسيّة** وبتأثيرِ هذهِ القوّةِ **تنتقلُ الإلكتروناتُ الحرّةُ** من أحدِ طرفَي السّاق الذي يكتسبُ شحنةً **موجبةً**، **وتتراكمُ** في الطّرَفِ الآخرِ الذي يكتسبُ شحنةً **سالبةً** فينشأُ بينَ طرفَي السّاق **فرقاً في الكمون** يمثّلُ **القوّةَ المُحرّكةَ الكهربائيّةَ المُتحرّضة** $\varepsilon = U$



س4. ساق نحاسية طولها L تستند إلى سكتين نحاسيتين أفقيتين متوازيتين ، نربط بين طرفي السكتين مقياس ميكرو آمبير ، نضع الجملة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ناظمي على مستوي السكتين ، نحرك الساق موازية لنفسها بسرعة ثابتة $\vec{v}$ بحيث تبقى على تماس مع السكتين ،
A) استنتج العلاقة المحددة لشدة التيار الكهربائي المتحرض بافتراض R المقاومة الكلية للدارة ثابتة ،
B) برهن تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية
C) ارسم شكلاً تخطيطياً يبين كلاً من
($\vec{B}$ ، $\vec{F}_{لورانز}$ ، $i_{متحرض}$)

A) إن تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ خلال زمن Δt

ينقلها مسافة $\Delta x = v\,\Delta t$

فتتغير مساحة السطح $\Delta s = L\,\Delta x = Lv\,\Delta t$

وبتغير التدفق $\Delta\Phi = B\,\Delta s = BLv\,\Delta t$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة $\overline{\varepsilon} = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = BLv$

فيمر التيار الكهربائي المتحرض يعطى بالعلاقة $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{BLv}{R}$

B) إن الاستطاعة الكهربائية الناتجة

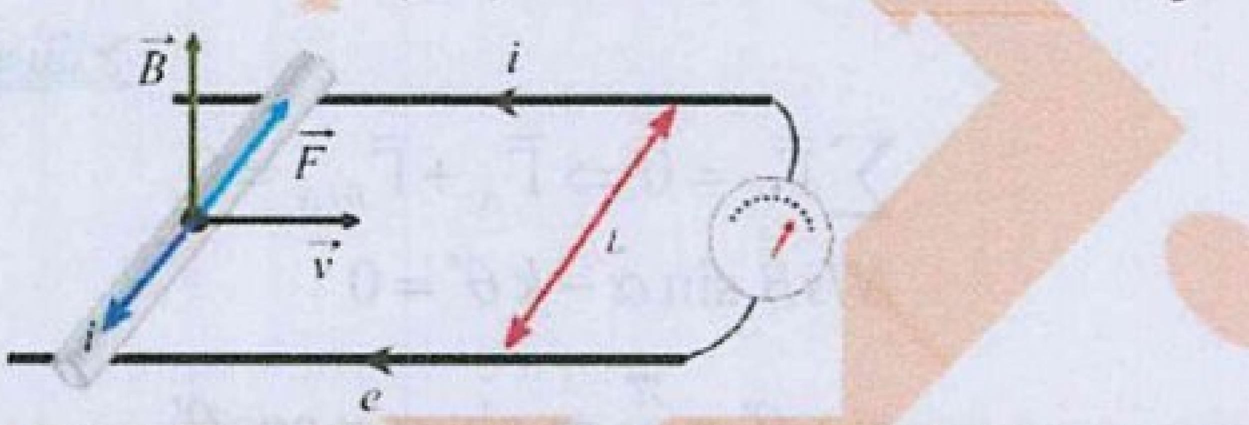
$$P = \varepsilon i = BLv \cdot \frac{BLv}{R} = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

ولكن عند تحريك السّاق تنشأ قوّةٌ كهرطيسيّة، جهتُها بعكسِ جهةِ حركة السّاق المُسبّبة لنشوء التيّار المُتحرّض، ولاستمرارِ تولّدِ التيّار يجبُ التغلّبَ على هذه القوّة الكهرطيسيّة بصرف استطاعةٍ ميكانيكيّة

$$P' = F \cdot v = i \cdot LB \sin\frac{\pi}{2} \cdot v = \frac{BLv}{R} \cdot LBv = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

أي أن الطّاقة الميكانيكيّة تحولت إلى طاقةٍ كهربائيّة .. $\Rightarrow P = P'$

C)



س5. يتكون مولد تيار متناوب جيبي من إطار مؤلف من N لفة استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة في المولد الكهربائي المتناوب بفرض أن السرعة الزاوية لدوران الإطار ثابتة

إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الإطار $\Phi = N \cdot B \cdot s \cdot \cos\alpha$

وأن السرعة الزاوية لدوران الإطار ثابتة فإن الزاوية التي يدورها الإطار

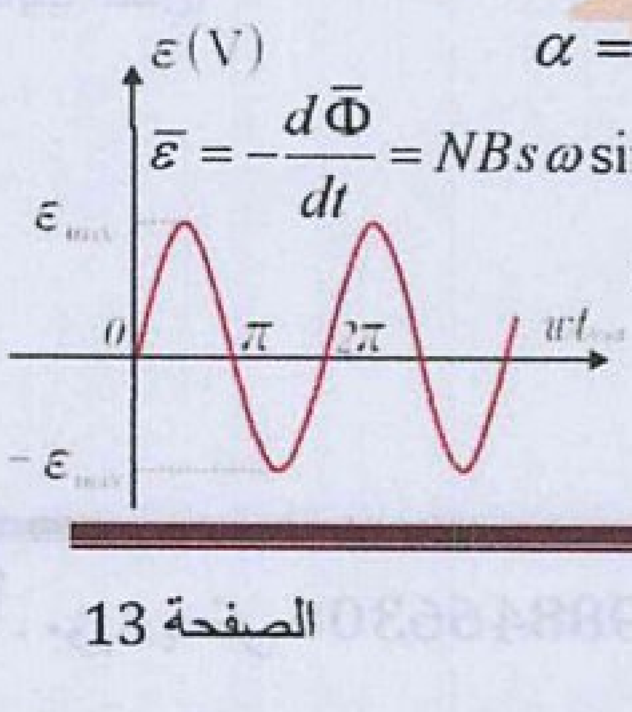
$$\alpha = \omega t \Rightarrow \Phi = NBs\cos\omega t$$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة $\overline{\varepsilon} = -\frac{d\overline{\Phi}}{dt} = NBs\,\omega\sin\omega t$

وتكون $\varepsilon = \varepsilon_{max}$ عظمى عندما $\sin\omega t = 1$

ومنه $\varepsilon_{max} = \omega NBs$

$$\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$$



س6. برهن تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في المحرك الكهربائي

عندَ مرورِ التيّارِ الكهربائيِّ في السّاقِ الخاضِعةِ لتأثيرِ الحقلِ المغناطيسيِّ المنتظَم فإنَّها تتأثَّرُ بقوّةٍ كهرطيسيّةٍ شدتُّها $F = ILB$ تعملُ هذه القوة على تحريكِ السّاقِ بسرعةٍ ثابتةٍ فتكونُ الاستطاعةُ الميكانيكيّةُ الناتجةُ

$$P' = F \cdot v = ILB \cdot v$$

لكن عندَ انتقال السّاق بسرعة $\vec{v}$ ينقلها مسافة $\Delta x = v\,\Delta t$

فتتغير مساحة السطح $\Delta s = L\,\Delta x = Lv\,\Delta t$

ويتغير التدفق $\Delta\Phi = B\,\Delta s = BLv\,\Delta t$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية تعاكِسُ مرورَ تيار $\overline{\varepsilon} = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = BLv$

ولاستمرارِ مرورِ تيّارِ المولّدِ يجبُ تقديمُ استطاعةٍ كهربائيّةٍ

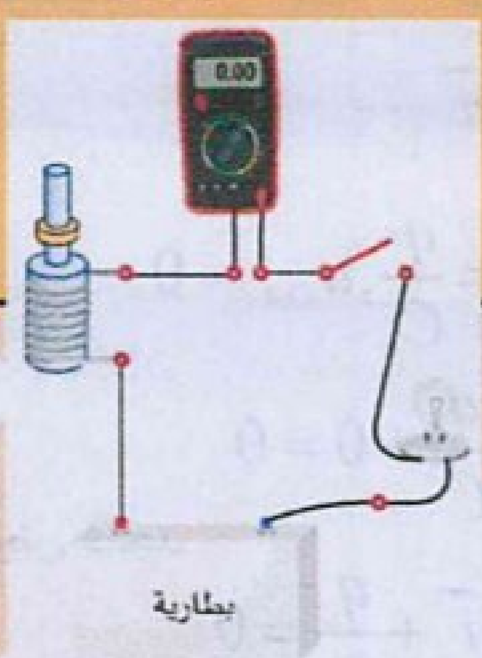
$$P = \varepsilon I = BLv \cdot I$$

أي أن الطّاقة الكهربائية تحولت إلى طاقةٍ ميكانيكية .. $\Rightarrow P = P'$

س7. في الشكل المرسوم جانباً صف مع التعليل ما يحدث عند إغلاق الدارة في كل من الحالتين :

A) منع المحرك من الدوران

B) السماح للمحرك بالدوران



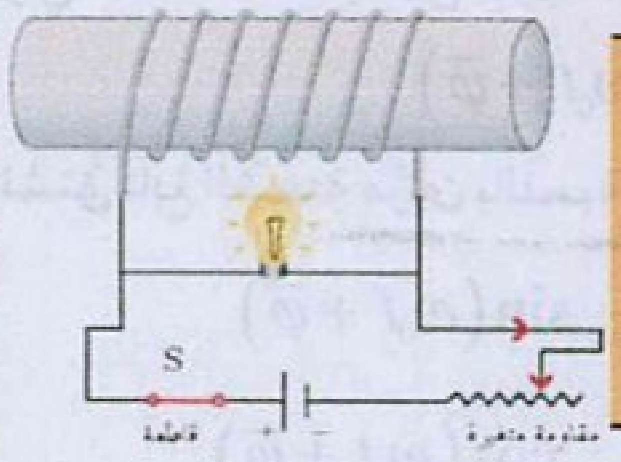
عندَ إغلاقِ القاطعةِ ومنعِ المُحرك من الدّوران يتوهّجُ المصباحُ ويدلُ المقياسُ على مرورِ تيّارٍ كهربائيٍّ له شدّةٌ معيّنة .

عندَ السّماحِ للمُحرِك بالدّوران تبدأُ سرعتُه بالازدياد فيقلُ توهُّجُ المصباح وتنقصُ دلالةُ المقياس ممّا يدلُ على مرورِ تيّارٍ كهربائيٍّ شدّتُه أصغرُ .

- **التعليل** : يوجدُ في المُحرِك وشيعةٌ، يمرُ فيها تيّارٌ كهربائيٌّ، تدورُ بتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيّ، وبسببِ هذا الدّورانِ **يتغيّرُ التدفّقُ المغناطيسيُّ** من خلالِ الوشيعةِ لذلك يتولد في المحرك **قوّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيةٌ تحريضيّةٌ عكسيّةٌ** مُضادّةٌ للقوّة المُحرّكة الكهربائيّة المُطبقة بينَ قطبَي المولّد تتوقّفُ على سرعة دورانِ المُحرك

س8. في الشكل المرسوم جانباً حيث إضاءة المصباح خافتة ، صف مع التعليل ما يحدث على إضاءة المصباح عند :

A) فتح القاطعة B) إغلاق القاطعة



⇦ عند فتح القاطعة : **يتوهج** المصباح بشدة .. قبل أن **ينطفئ**

- إن **فتح** القاطعة يؤدي إلى **تناقص** شدة التيار الذي يمر في الوشيعة
- فيتناقص تدفق الحقل المغناطيسي خلال الوشيعة والمتولد من قبل الوشيعة ذاتها
- فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة في الوشيعة
- وتكون قيمة $\frac{di}{dt}$ أعلى ما يمكن عند فتح القاطعة
- لذلك يتوهج المصباح بشدة ثم ينطفئ لأن زمن تناقص شدة التيار متناهي الصغر

⇦ عند إغلاق القاطعة : يتوهج المصباح بشدة .. ثم يعودُ إلى ضوئه الخافت ..

- عند إغلاق القاطعة تتزايدُ شدّةُ التيّار فيزداد تدفُّقُ الحقل المغناطيسيّ.
- فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة في الوشيعة تمانع مرور تيار المولد فيها
- فيمر هذا التيار في المصباح فيسبب التوهج الشديد
- ثم تخبو إضاءته بسبب تناقص قيمة $\frac{di}{dt}$ وازدياد مرور التيار تدريجياً في الوشيعة

س9. استنتج العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة L ، وكيف تصبح علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية عندئذٍ بدلالة شدة التيار المتغير الذي يجتازها ، ثم عرف الهنري .

$$\Phi = N \cdot B \cdot s = N \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{Ni}{\ell} \cdot s = 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell} \cdot i = L \cdot i$$

$$\boxed{L = \frac{\Phi}{i}} \quad \boxed{L = 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}}$$ واحدتها هنري H

$$\overline{\varepsilon} = -\frac{d\overline{\Phi}}{dt} = -\frac{d\left(Li\right)}{dt} = -L\frac{d\overline{i}}{dt}$$

الهنري : هو ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق مغناطيسي قدره ويبر واحد عندما يمر فيها تيار قدره أمبير واحد

س10. في دارة تحوي على التسلسل وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومقاومة R ومولد قوته المحركة الكهربائية E استنتج علاقة الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة

خطوات الاستنتاج : بحسبِ قانونِ **كيرشوف الثاني** $\sum E = Ri$ ...

نعزل E .. ثم **نضرب** الطرفين idt .. فنلاحظ **ثلاث** حدود ..

الأول **طاقة المولد** .. والثاني **الطاقة الحرارية** ..

والثالث يمثل **الطاقة المختزنة في الوشيعة** ... **نكامل هذا الحد** ...

الاستنتاج : بحسبِ قانونِ كيرشوف الثّاني

$$\sum \overline{E} = R\overline{i} \Rightarrow \overline{E} + \overline{\varepsilon} = R\overline{i}$$

$$\Rightarrow \overline{E} - L\frac{d\overline{i}}{dt} = R\overline{i} \Rightarrow \overline{E} = R\overline{i} + L\frac{d\overline{i}}{dt}$$

$$\Rightarrow Eidt = Ri^2dt + Lidi$$

إن المقدار $Eidt$ يمثّلُ الطّاقة الّتي يقدّمُها المولّد وهي تنقسمُ إلى قسمَين :

القسم الأول Ri^2dt يمثّلُ الطّاقة الضّائعة حرارياً بفعلِ جولٍ في المُقاومة

القسم الثاني $Lidi$ يمثّلُ الطّاقة الكهرطيسيّة المُختزنة في الوشيعةِ

حيث تختزن الوشيعةُ طاقةً كهرطيسيّة E_L عندما تزدادُ شدّةُ التيّار المارّة في الدّارة من الصّفر إلى قيمتِها النّهائيّة I ومنه فان

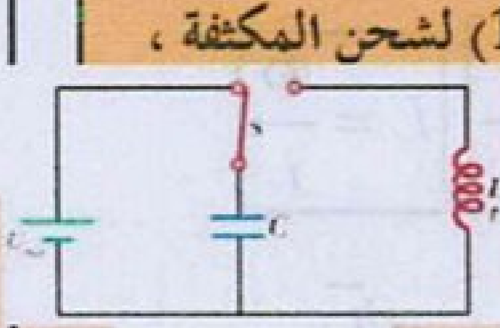
$$E_L = \int_0^I Lidi = \frac{1}{2}LI^2$$

وهي العلاقةُ المُحدَّدة للطّاقة الكهرطيسيّة المُختزَنة في الوشيعة

ويمكن أن تُكتبَ بالشَّكل $E_L = \frac{1}{2}LII = \frac{1}{2}\Phi I$

الدارة المهتزة

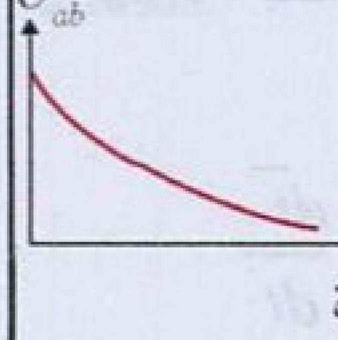
س1. دارة مؤلفة من مكثفة ووشيعة ذات مقاومة صغيرة ومولد موصولة على التسلسل كما في الشكل ، نغلق القاطعة في الوضع (1) لشحن المكثفة ، ثم نغلق القاطعة في الوضع (2) اشرح كيف يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة خلال دور واحد .



تبدأ المكثفة **بتفريغ** شحنتها في الوشيعة . **فيزداد** تيار الوشيعة ببطء حتى يصل إلى قيمة **عظمى** نهايةَ ربع الدَّور الأول من التَّفريغ عندما تفقدُ المكثِّفة كاملَ شحنتِها ، فتختزن الوشيعة طاقة **كهرطيسية** عظمى $E_L = \frac{1}{2}LI^2_{max}$ ثم يقوم تيار الوشيعة **بشحن** المكثفة حتّى يصبحَ تيّارُها معدوماً وتصبح شحنة المكثفة **عظمى** ، فتختزن المكثفة طاقة **كهربائية** عظمى $E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}$ وهذا يتحقَّقُ في نهايةِ نصفِ الدَّور الأوَّل

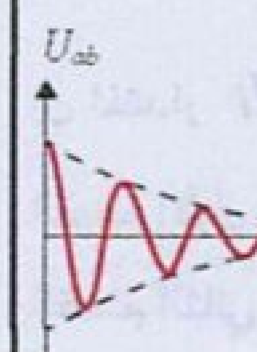
أما في **نصفِ الدَّور الثّاني**: **تتكرَّرُ** عمليتا **الشَّحن والتَّفريغ** في الاتّجاه **المُعاكِس** نظراً لتغيُّر شحنة اللَّبوسَين

س2. في دارة (R,L,C) بيّن مع الرسم نوع التفريغ في كل من حالات المقاومة الآتية : كبيرة ، صغيرة ، مهملة



⇦ R **كبيرة** يكونُ التَّفريغُ **لا دورياً باتّجاهٍ واحدٍ**

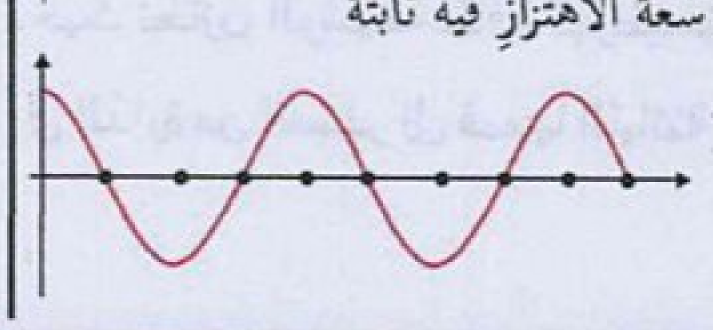
حيثُ أن طاقةُ المكثِّفةِ **تتبدَّدُ بالكامل دفعةً واحدةً** في أثناءِ تفريغِ شحنتِها الأولى عبرَ الوشيعةِ ومُقاوَمة الدّارة



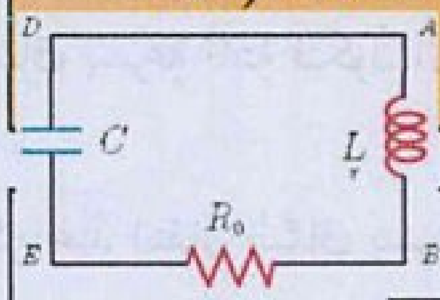
⇦ R **صغيرة** يكونُ التَّفريغ **دورياً مُتخامداً باتّجاهين** بشبهِ الدّور T_0

حيث أن الطّاقةَ تتبدَّدُ تدريجيّاً على شكلِ طاقةٍ حراريّة بفعلِ جولِ ممّا يؤدِّي إلى تخامُد الاهتزاز

⇦ R **مهملة** يكون التَّفريغُ **جيبياً باتّجاهَين** سعةُ الاهتزازِ فيه ثابتةٌ **(غير متخامد)** بدورِه الخاصِّ T_0



س3. تشكل دارة كهربائية تحتوي على التسلسل وشيعة L,r ومكثفة مشحونة سعتها C ومقاومة R_0 ، اكتب عبارة التوتر بين طرفي كل جزء في الدارة ، ثم استنتج المعادلة التي تصف اهتزاز الشحنة فيها ، ثم استنتج عبارة الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة غير المتخامدة (علاقة تومسون) في هذه الدارة .



خطوات الاستنتاج :

إن مجموع فروق الكمون في دارة مغلقة معدوم $\sum U = 0$ .. نعوض كل فرق للكمون بالعلاقة المناسبة ... ثم نُخرج I عامل مشترك .. ونعوض $r+R_0=R$ و $I = (q)'_t$ .. ثم نعتبر $R=0$ .. فنحصل على مُعادَلةٌ تفاضُليّةٌ من المرتبة الثّانية .. تقبل حلاً جيبياً من الشكل ... **بالاشتقاق** مرتين .. **بالمطابقة** ولاستنتاج **الدور** ثم نعوض ω_0 ... $T_0 = 2\pi/\omega_0$

الاستنتاج : $\overline{u}_{AB} + \overline{u}_{BE} + \overline{u}_{ED} + \overline{u}_{DA} = 0$

$$u_{AB} = L\left(\overline{i}\right)'_t + r\overline{i}$$

$$u_{BE} = R_0\overline{i}, u_{ED} = \frac{q}{C}, u_{DA} = 0$$

نعوض فنجد

$$L\left(\overline{i}\right)'_t + r\overline{i} + R_0\overline{i} + \frac{q}{C} + 0 = 0$$

$$\Rightarrow L\left(\overline{i}\right)'_t + (r+R_0)\overline{i} + \frac{q}{C} = 0$$

وباعتبار $r+R_0=R$ و $\overline{i} = (\overline{q})'_t$ فإن $L(\overline{q})''_t + R(\overline{q})'_t + \frac{1}{C}\overline{q} = 0$

وهي مُعادَلة تفاضُليّة من المرتبة الثّانية تصفُ اهتزازَ متخامد للشُّحنةِ الكهربائيّةِ في دارةٍ كهربائيّةٍ R,L,C

أما من أجل دارة اهتزاز غير متخامد بإهمال المقاومة $R=0$

نجد $L(\overline{q})''_t + \frac{1}{C}\overline{q} = 0 \Rightarrow (\overline{q})''_t = -\frac{1}{LC}\overline{q}$

وهي مُعادَلةٌ تفاضُليّةٌ من المرتبة الثّانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل

$$\overline{q} = q_{max}\cos\left(\omega_0 t + \overline{\varphi}\right)$$

نشتقُّ تابعَ الشُّحنةِ مرَّتين بالنِّسبة للزّمن نجدُ

$$(\overline{q})'_t = -\omega_0 q_{max}\sin\left(\omega_0 t + \overline{\varphi}\right)$$

$$(\overline{q})''_t = -\omega_0^2 q_{max}\cos\left(\omega_0 t + \overline{\varphi}\right)$$

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص

$$\omega_0^{\,2} = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} > 0$$

الدور الخاص (علاقة طومسون)

$$T_0 = 2\pi/\omega_0 = 2\pi\Big/\sqrt{\frac{1}{LC}} = 2\pi\sqrt{LC}$$

س4. تتألَّفُ دارةُ اهتزازٍ كهربائيّ من مُكثِّفةٍ مشحونة، ووشيعةٍ مُهمَلةِ المُقاوَمة، نغلقُ الدَّارة. المطلوبُ:
A) اكتب تابعَ الشُّحنة بشكلِه العام، وكيفَ يصبحُ تابعُ الشُّحنة، وتابعُ شدَّةِ التيّار المارّ في الدَّارة باعتبارِ مبدأ الزّمن لحظةَ إغلاقِ الدَّارة.
B) ارسم المُنحنيات البيانيّة لكلٍّ من الشُّحنة والشِّدَّة بدلالةِ الزّمن، ماذا تستنتج؟

A) $\overline{q} = q_{\max}\cos\left(\omega_0 t + \overline{\varphi}\right)$ بما أنَّ مبدأ الزَّمن لحظةَ إغلاقِ الدَّارة فإنَّ

$$\left(t=0, q=q_{\max}\right) \Rightarrow q_{\max} = q_{\max}\cos\varphi \Rightarrow \varphi = 0$$

$$\Rightarrow \overline{q} = q_{\max}\cos\omega_0 t$$

وهو تابعُ الشُّحنةِ بشكِله المُختزل .. باشتقاق تابع الشحنة بالنسبة للزمن

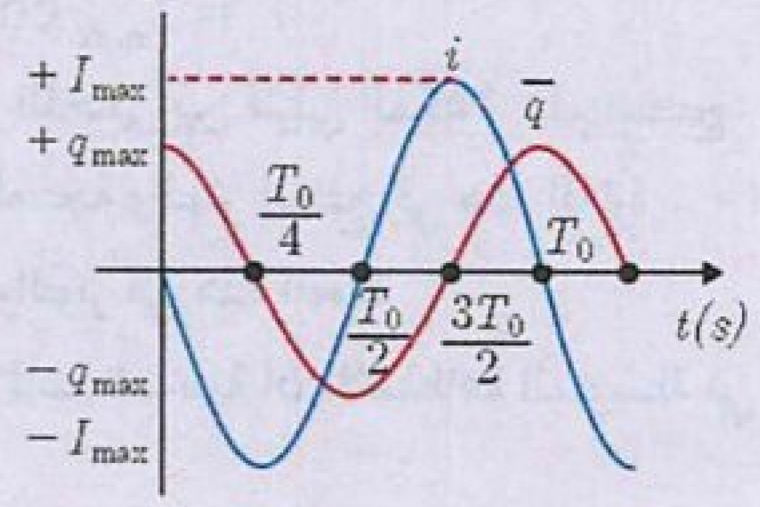
$$\overline{i} = (\overline{q})'_t \Longrightarrow \overline{i} = -\omega_0 q_{\max}\sin\omega_0 t$$

ولكن $-\sin\omega_0 t = \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$

$$\overline{i} = \omega_0 q_{\max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

$$\overline{i} = I_{\max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

(B



نستنتج أنه عندما تكونُ شحنةُ المكثّفة عُظمى تنعدمُ شدّةُ التيّار في الوشيعة وعندما تكونُ الشِّدَّةُ عُظمى في الوشيعة تنعدمُ شحنةُ المكثّفة وبالتالي يكون تابعُ الشِّدَّةِ على تراتُعٍ متقدّم بالطّور مع تابع الشُّحنة.

س5. دارة مهتزة تحوي على التسلسل مكثفة مشحونة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ، يعطى التابع الزمني للشحنة بشكله المختزل بالعلاقة : $\overline{q} = q_{\max}\cos\omega_0 t$
استنتج علاقة الطاقة الكلية في هذه الدارة
ثم ارسم الخط البياني الممثل لتغيرات الطاقة بدلالة الزمن

إن $E_L = \frac{1}{2}Li^2$ و $E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ ولكن $E = E_C + E_L$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$$

نعوض q و i فنجد

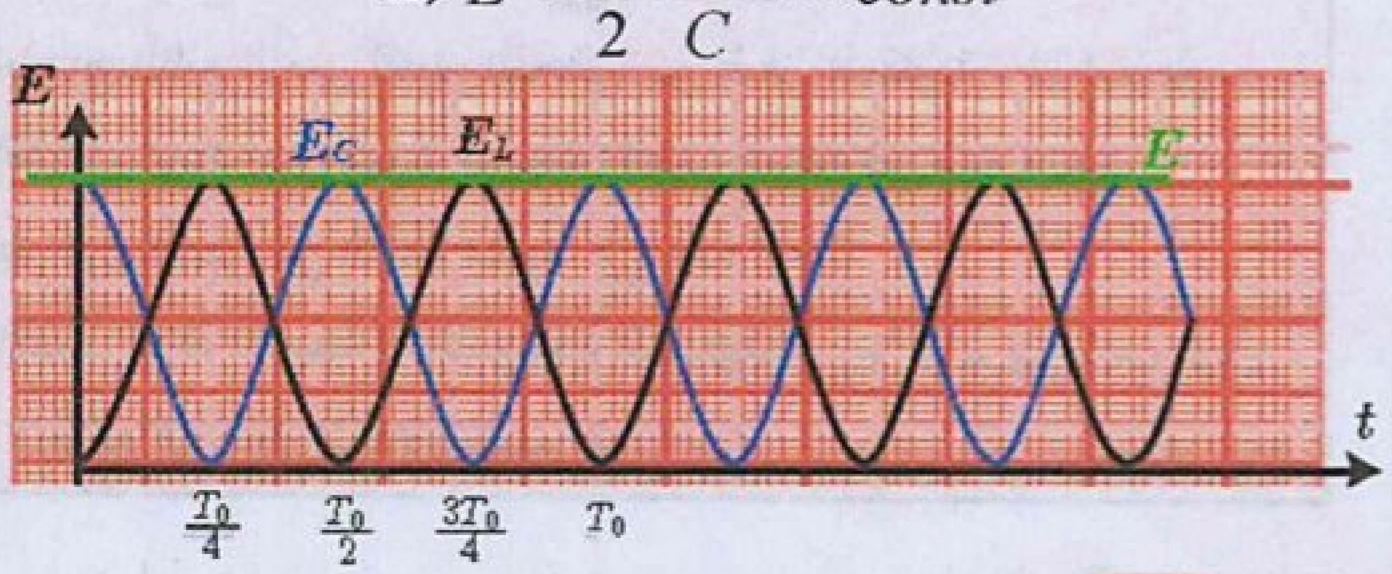
$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{\max}^2}{C}\sin^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2}L\,\omega_0^2\,q_{\max}^2\cos^2(\omega_0 t)$$

وبتعويض $L\omega_0^{\,2} = \frac{1}{C}$ وإخراج $\frac{1}{2}\frac{q_{\max}^{\ 2}}{C}$ عامل مشترك والاستفادة من $\sin^2 w_0 t + \cos^2 w_0 t = 1$ نجد أن

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{\max}^{\ 2}}{C}\cos^2\omega_0 t + \frac{1}{2}\frac{q_{\max}^{\ 2}}{C}\sin^2\omega_0 t$$

$$= \frac{1}{2}\frac{q_{\max}^{\ 2}}{C}\left[\cos^2\omega_0 t + \sin^2\omega_0 t\right]$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2}\frac{q_{\max}^{\ 2}}{C} = const$$



التيار المتناوب الجيبي

س1. فسر الكترونياً نشوء التيار المتواصل والمتناوب

- ينشأ التيار **المتواصل** من **حركة الالكترونات الحرة باتجاه** واحد من الكمون **المُنخفِض** إلى الكمون **المُرتفِع** بسبب وجود **حقل كهربائيّ** ناتج عن **التّوتُّر** المُطبّق
- ينشأ **التيار المتناوب** من **الحركة الاهتزازية** للإلكترونات الحرة حول مواضِعَ وسطيّةٍ بسعةٍ صغيرةٍ بتواتر مساوٍ لتواتُر التيّار وتنتج الحركة الاهتزازية للإلكترونات عن **الحقل الكهربائي المُتغيّر** بالقيمةِ والاتّجاه والذي ينتشرُ بسرعةِ الضّوء بجوار النّاقل وينتج هذا التغير في الحقل الكهربائي من **تغيُّر** قيمةِ وإشارةِ **التّوتُّر** بينَ قطبَي المنبعِ الكهربائيّ

س2. اكتب شرطي تطبيق قوانين أوم في التيار المتواصل على دارة التيار المتناوب في كل لحظة

الدارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة ، تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير

س3. عرف كل من الاستطاعة المتوسطة المستهلكة والاستطاعة الظاهرية في دارة تيار متناوب جيبي ثم استنتج العلاقة بينهما .

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة : هي مُعدَّلُ الطَّاقةِ الكهربائيّة المُقدَّمة نتيجةَ مرورِ التيّار المُتناوِب ، وتُعطى بالعلاقة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\varphi$

الاستطاعة الظاهرية : وهي تمثّلُ أكبر قيمةٍ للاستطاعةِ المُتوسّطة

$$\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow P_A = I_{eff} U_{eff}$$

وتسمى النسبة بينهما **عامل الاستطاعة**

$$\frac{P_{avg}}{P_A} = \frac{I_{eff} U_{eff} \cos\varphi}{I_{eff} U_{eff}} = \cos\varphi$$

س4. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية صرفة R
نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع $\bar{i} = I_{max} \cos\omega t$
a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة ، ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الدارة ، وما هو فرق الطور بين الشدة والتوتر في هذه الحالة
b) اكتب علاقة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة P_{avg} ثم بين كيف تؤول تلك العلاقة في حالة المقاومة الصرفة

إن تابع **التّوتّر** اللّحظيّ بينَ طرفَي المُقاومة $\bar{u} = R\bar{i} = RI_{max} \cos\omega t$

نسمي $X_R = R$ **ممانعة المُقاومة** $\bar{u} = X_R I_{max} \cos\omega t$

بالمقارنة مع الشكل العام لتابع التوتر $\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$

نجد أن $U_{max} = X_R I_{max}$ **نقسم الطرفين على** $\sqrt{2}$ فنجد

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_R \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = X_R I_{eff}$$

بالمُقارنة بينَ تابعَي الشِّدَّة والتَّوتُّر نجدُ أنَّ فرق الطور بينهما $\varphi_R = 0rad$

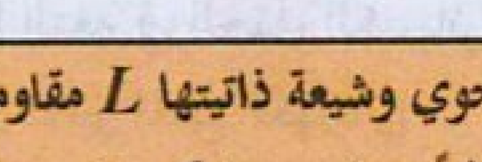
أي أنَّ المُقاومة تجعلُ التّوتّرَ المُطبّق بينَ طرفَيها على **توافُقٍ** بالطّور معَ الشِّدَّة

الاستطاعةُ المُتوسّطةُ المُستهلَكة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\bar{\varphi}$

في حالة المقاومة الصرفة $\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos\varphi_R = 1$

$$\Rightarrow P_{avg_R} = I_{eff} U_{eff} = I_{eff} R I_{eff} = R I^2_{eff}$$

حيث تُصرف الطاقة في المقاومة **حرارياً** بفعل جول



س5. دارة تيار متناوب تحوي وشيعة ذاتيتها L مقاومتها الأومية مهملة
نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع $\bar{i} = I_{max} \cos\omega t$
a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة ، ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الدارة ، وما هو فرق الطور بين الشدة والتوتر في هذه الحالة
b) فسر علمياً باستخدام العلاقات المناسبة أن الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة معدومة

إن تابعُ **التّوتّر** اللّحظيّ بينَ طرفَي الوشيعة $\bar{u} = L\frac{di}{dt} = L(-\omega I_{max} \sin\omega t)$

$$-\sin\omega t = \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \bar{u} = L\omega I_{max} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

نسمي $X_L = L\omega$ ممانعة الوشيعة مُهمَلةِ المُقاوَمة **(ردّية الوشيعة)**

$$\bar{u} = X_L I_{max} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

بالمقارنة مع الشكل العام لتابع التوتر $\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$

نجد أن $U_{max} = X_L I_{max}$ **نقسم الطرفين على** $\sqrt{2}$ فنجد

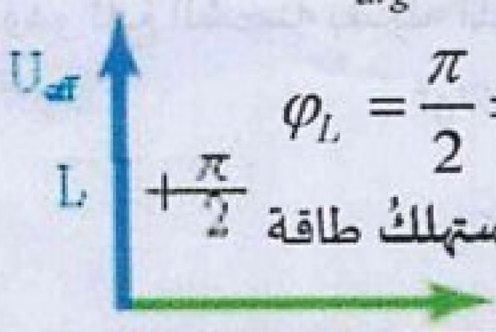
$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_L \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = X_L I_{eff}$$

بالمُقارنة بينَ تابعَي الشِّدَّة والتَّوتُّر نجدُ أنَّ الوشيعةَ مُهمَلةَ المُقاوَمة تجعلُ التَّوتُّرَ اللّحظيَّ **يتقدَّمُ** بالطَّور على الشِّدَّة اللّحظيّة بمقدارِ $\frac{\pi}{2} rad$

الاستطاعةُ المُتوسّطةُ المُستهلَكة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\bar{\varphi}$

في حالة الوشيعةِ مُهمَلةِ المُقاوَمة $\varphi_L = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi_L = 0$

أي أنَّ الوشيعةَ **لا تستهلكُ** طاقة $\Rightarrow P_{avg_L} = 0$



س6. دارة تيار متناوب تحوي مكثفة C
نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع $\bar{i} = I_{max} \cos\omega t$
a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المكثفة ، ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الدارة ، وما هو فرق الطور بين الشدة والتوتر في هذه الحالة
b) فسر علمياً باستخدام العلاقات المناسبة أن الاستطاعة المتوسطة في المكثفة معدومة

إن **التّوتّرُ** اللّحظيّ بينَ لبوسَي المكثِّفة $\bar{u} = \frac{q}{C} = \frac{\int i dt}{C} = \frac{\int I_{max} \cos(\omega t) dt}{C}$

$$\int \cos(\omega t) dt = \frac{1}{\omega} \sin\omega t \Rightarrow \bar{u} = \frac{1}{\omega C} I_{max} \sin\omega t$$

$$\sin\omega t = \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \bar{u} = \frac{1}{\omega C} I_{max} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

نسمي $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ممانعة المكثفة **(اتّساعيّة المكثِّفة)** ومنه فإن

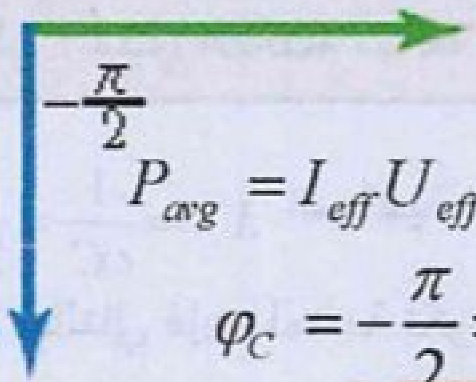
$$\bar{u} = X_C I_{max} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

بالمقارنة مع الشكل العام لتابع التوتر $\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$

نجد أن $U_{\max} = X_C I_{\max}$ نقسم الطرفين على $\sqrt{2}$ فنجد

$$\frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = X_C \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = X_C I_{eff}$$

بالمقارنة بين تابعي الشدّة والتوتّر نجد أنّ المكثفة تجعلُ التوتّر يتأخّرُ عن التيّار بمقدار $\frac{\pi}{2} rad$



الاستطاعةُ المُتوسّطةُ المُستهلَكة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\overline{\varphi}$

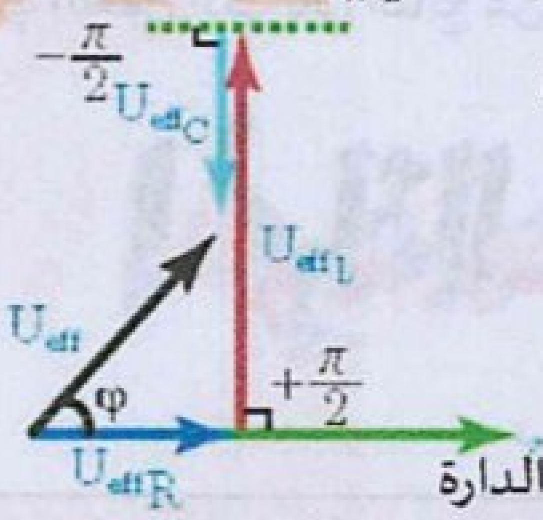
ولكن من أجل المكثفة $\varphi_C = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi_C = 0$

أي أنّ المكثفة لا تستهلكُ طاقة $\Rightarrow P_{avg_C} = 0$

س7. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية R ووشيعة L مقاومتها مهملة ومكثفة سعتها C موصولة على التسلسل
نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع $\bar{i} = I_{\max} \cos\omega t$
a) استنتج العلاقة المعبرة عن الممانعة الكلية للدارة باعتبار $X_L > X_C$
b) استنتج العلاقة المحددة لعامل استطاعة الدارة في هذه الحالة
c) ارسم إنشاء فرينل في كل من الحالات الثلاث الآتية وماذا يقال عن الدارة في كل حال $X_L = X_C \quad X_L < X_C \quad X_L > X_C$

✧ إن $\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{eff_R} + \vec{U}_{eff_L} + \vec{U}_{eff_C}$

من الرسم حسب فيثاغورث $U_{eff_L} > U_{eff_C}$



$$U^2_{eff} = U^2_{eff_R} + \left(U_{eff_L} - U_{eff_C}\right)^2$$

$$U^2_{eff} = R^2 I^2_{eff} + (X_L - X_C)^2 I^2_{eff}$$

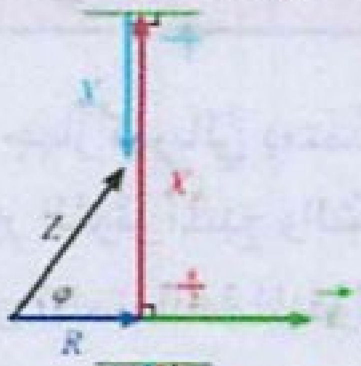
$$U_{eff} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}\, I_{eff}$$

$$U_{eff} = Z\, I_{eff}$$

ممانعة الدارة $Z = \sqrt{R^2 + \left(X_L - X_C\right)^2}$

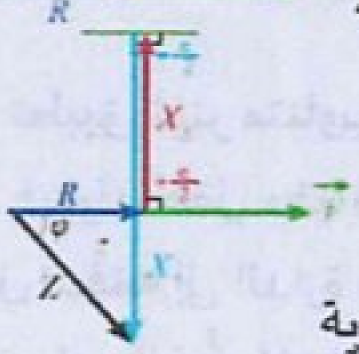
✧ من الشكل $\cos\overline{\varphi} = \frac{U_{eff_R}}{U_{eff}} = \frac{RI_{eff}}{ZI_{eff}} = \frac{R}{Z}$

✧ $X_L > X_C$



التوتّرُ مُتقدّم بالطورِ على الشدّةِ
ويقال عن الدارة أنها ذات ممانعة ذاتية

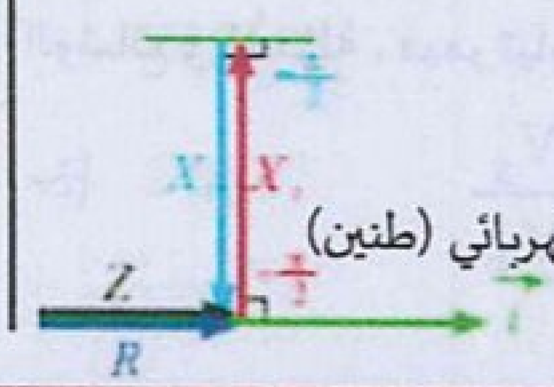
$X_L < X_C$



التوتّرُ مُتأخِراً بالطور عن الشدّة
ويقال عن الدارة أنها ذات ممانعة سعوية

$X_L = X_C$

التوتر على توافق بالطور مع التيار
ويقال عن الدارة أنها في حالة تجاوب كهربائي (طنين)



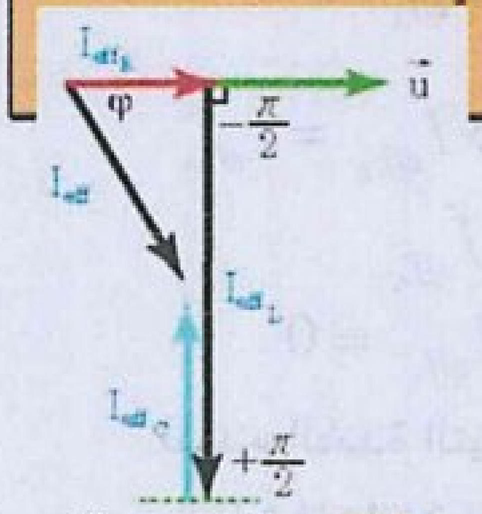
س8. متى تتحقق حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) ، وما قيمة فرق الطور بين التوتر والشدة ، ثم استنتج العلاقة المحددة لدور الطنين

تحدث حالة التجاوب في دارات الوصل على التسلسل
وتتحقق عندما تكون **الإتساعية = الردية** $X_L = X_C$
وتكون **ممانعة** الدارة **أصغر** ما يمكن $Z = R$
وتكون شدة **التيار** المنتجة **أكبر** ما يمكن $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$
التوتر على **توافق** في الطور مع الشدة (التيار) حيث $\varphi = 0$
عامل استطاعة الدارة $\cos\varphi = 1$
الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة **أكبر** ما يمكن
ولاستنتاج علاقة **دور الطنين** ننطلق من العلاقة

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \Rightarrow \omega_r^{\,2} = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow T_r = 2\pi\Big/\omega_r = 2\pi\Big/\frac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi\sqrt{LC}$$

س9. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية R ووشيعة L مقاومتها مهملة ومكثفة سعتها C موصولة على التفرع والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة هو $\bar{u} = U_{\max}\cos\omega t$ وباعتبار $X_L < X_C$
a) استنتج العلاقة المحددة للتيار الكلي المار في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل
b) استنتج العلاقة المحددة لعامل استطاعة الدارة في هذه الحالة وكيف نحسب فرق الطور φ $X_L < X_C$



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$$

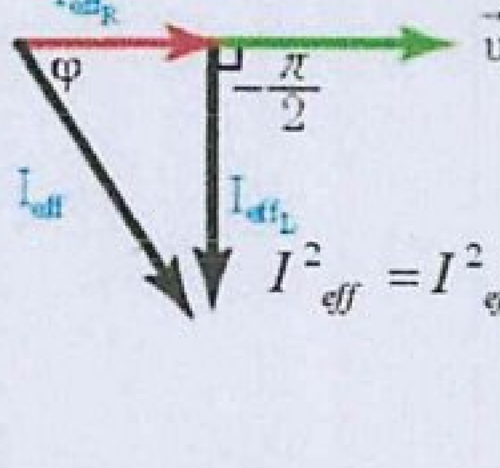
$$X_L < X_C \Rightarrow I_{eff_L} > I_{eff_C}$$

ومن الرسم حسب فيثاغورث

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_R} + \left(I_{eff_L} - I_{eff_C}\right)^2 \Rightarrow I_{eff} = \sqrt{I^2_{eff_R} + \left(I_{eff_L} - I_{eff_C}\right)^2}$$

ومن إنشاء فرينل نجد $\cos\overline{\varphi} = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff}}$

س10. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R ووشيعة مهملة المقاومة L موصولتين على التفرع
والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة هو $\bar{u} = U_{\max}\cos\omega t$
والمطلوب : استنتج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في الدارة

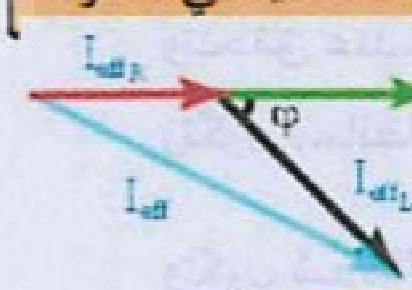


$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

ومن الرسم حسب فيثاغورث

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L} \Rightarrow I_{eff} = \sqrt{I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L}}$$

س11. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R ووشيعة L ذات مقاومة r موصولتين على التفرع
والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة هو $\bar{u} = U_{max} \cos \omega t$
والمطلوب : استنتج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في الدارة

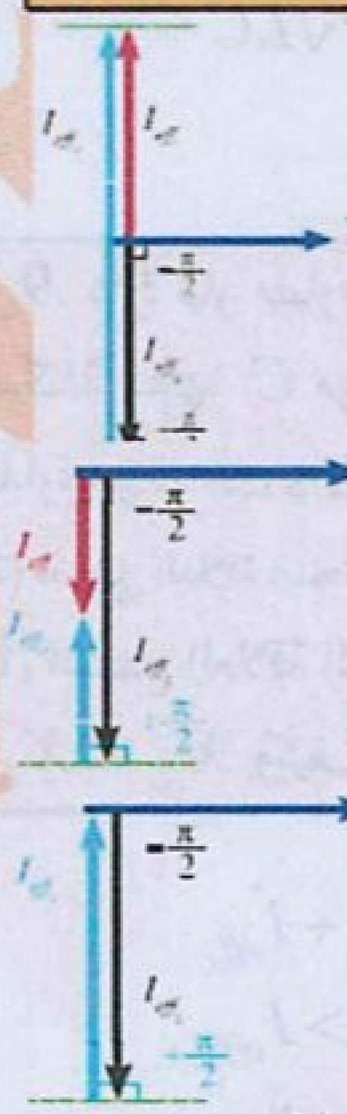


$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

بالتربيع نجد

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L} + 2 I_{eff_R} I_{eff_L} \cos(\varphi_L - \varphi_R)$$

س12. دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة المقاومة ومكثفة موصولتين على التفرع والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة هو $\bar{u} = U_{max} \cos \omega t$ والمطلوب : استنتج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في الدارة باستخدام إنشاء فرينل في كل من الحالات
$X_L = X_C \quad X_L < X_C \quad X_L > X_C$



$$X_L > X_C \Rightarrow I_{eff_L} < I_{eff_C}$$
$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$$
$$I_{eff} = I_{eff_C} - I_{eff_L}$$

$$X_L < X_C \Rightarrow I_{eff_L} > I_{eff_C}$$
$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$$
$$I_{eff} = I_{eff_L} - I_{eff_C}$$

$$X_L = X_C \Rightarrow I_{eff_L} = I_{eff_C}$$
$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$$
$$I_{eff} = I_{eff_L} - I_{eff_C} = 0$$

تنعدم الشدة التيار، وتسمى الدارة في هذه الحالة بالدارة **الخانقة** للتيار أو حالة **اختناق** التيار..

س13. استنتج العلاقة المحددة للتواتر في الدارة الخانقة للتيار

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \Rightarrow \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow f_r = \omega_r / 2\pi = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Big/ 2\pi = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$$

س14. علل : تُبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر

إن $X_L = \omega L = 2\pi f L$ ردية الوشيعة تتناسب **طرداً** مع **تواتر التيار** وبالتالي فإن الممانعة تكون **كبيرة** في التيارات **عالية** التواتر

س15. علل : تُبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر

إن $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ **اتساعية** المكثفة تتناسب **عكساً** مع **تواتر** التيار وبالتالي فإن الممانعة تكون **صغيرة** في التيارات **عالية** التواتر

س16. علل : لا تمرر المكثفة تياراً متواصلاً عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل ، في حين أنها تُمرر التيار المتناوب .

لا تسمحُ المكثِفةُ بمرورِ التيّارِ **المُتواصِل** بسببِ وجودِ **العازِلِ** بين لبوسَيها حيث أنه في التيار المتواصل يكون **التواتر** معدوماً $f = 0$ وبالتالي فإن **الممانعة** تكون لا نهائية $\Rightarrow X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \infty$

تسمحُ المكثِفةُ بمرورِ التيّارِ **المُتناوِب** لأنّ الالكتروناتِ الحرّة التي يسبّبُ مأخذَ التيّارِ المُتناوِبِ **اهتزازُها** تشحنُ لبوسَي المكثِفةِ خلال ربعِ دورٍ دون أن تخترقَ عازلَها ثمّ تتفرغانِ في ربعِ الدّورِ الثّاني ثم تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ في الربعين الثالث والرابع

حيث أنه في التيار المتناوب تُبدي المكثفة **ممانعة** $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ بسببِ **الحقل** الكهربائيّ الناتجِ عن شحنتِها

المحولة الكهربائية

س1. عرف المحولة الكهربائية ، وكيف تفسر عملها عند تطبيق توتر متناوب جيبي ؟ ثم اكتب العلاقة المعبرة عن نسبة التحويل .

هي **جهازٌ كهربائيٌ** يعتمدُ على حادثةِ **التّحريضِ الكهرطيسيّ** ، يعملُ على **تغييرِ التّوتُرِ** المُنتجِ **والشّدّةُ** المُنتِجةُ للتيّارِ المُتناوِبِ ، دونَ أن يغيّرَ **تقريباً** من **الاستطاعةِ** المنقولة ، أو من **تواترِ** التيّارِ ، أو **شكلِ اهتزازِ** التيّار.

عند **تطبيق توتر متناوب جيبي** بين طرفي الدارة **الأولية** يمر **تيار متناوب** ، فيتولد **حقل مغناطيسي متناوب** ، تعملُ **النّواةُ** الحديديّة على تمريرٍ كاملٍ **تدفُّقه** إلى الدارة الثانوية **تقريباً** ، فتتولد فيها **قوة محركة كهربائية** تساوي التوتُر المُتناوِب الجيبيّ بينَ طرفَيها **بإهمالِ** مُقاوَمة أسلاكِ الوشائع في المُحوِلة ، فيمر **تيار متناوب** له **تواترُ** التيّار المارّ في **الأوليّة**.

$$\mu = \frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_S}} = \frac{N_S}{N_P}$$

س2. عدد أشكال الاستطاعة الضائعة في المحولة الكهربائية ، وكيف يمكن تحسين كفاءة عمل المحولة ؟

- استطاعة كلّيّة ضائعة **حرارياً** $P_E = P'_P + P'_S$

حيث : الاستطاعة الضائعة حرارياً في الدّارة **الأوّلية** $P'_P = R_P \cdot I^2_{eff_P}$

الاستطاعة الضائعة حرارياً في الدّارة **الثانوية** $P'_S = R_S \cdot I^2_{eff_S}$

- استطاعة كهربائيّة ضائعة **مغناطيسياً** P_M

نتيجةَ هروبِ جزء من خطوط الحقل المغناطيسيّ خارجَ النواة الحديديّة

- ولتحسينِ كفاءةِ عملِ **المحوّلة** تُصنَعُ :

- **أسلاكُ الوشيعةِ من النُحاس ذي المقاوَمةِ النوعيّة الصّغيرة** لتقليلِ الطّاقةِ الكهربائيّة الضّائعة بفعلِ جول.
- النواةُ الحديديّة من **شرائحَ رقيقةٍ** من الحديدِ اللّين **معزولةٌ عن بعضِها** البعضِ لتقليلِ أثرِ التيّاراتِ التّحريضيّة .

س3. عرّف مردود المحولة الكهربائية ، ثم استنتج علاقة هذا المردود مع ذكر دلالات الرموز ، وكيف نجعل المردود يقترب من الواحد ؟

- هو نسبةُ الاستطاعةِ الكهربائيّةِ **المفيدةِ** التي نحصلُ عليها من الدّارةِ **الثّانويّة** إلى الاستطاعةِ الكهربائيّة **الدّاخلة** إلى الدّارة **الأوليّة**

$$\eta = \frac{P - P'}{P} = 1 - \frac{P'}{P} = 1 - \frac{RI^2_{eff}}{I_{eff}U_{eff}} = 1 - \frac{RI_{eff}}{U_{eff}}$$

وذلك باعتبارِ عامل الاستطاعة قريباً جداً من الواحِد

حيث أن P الاستطاعةُ المُتولّدة من منبع التيّارِ المُتناوِب

P' الاستطاعةُ الضّائعةُ حرارياً في أسلاكِ النّقل بفعلِ جول

U_{eff} التّوتّر المُنتج بينَ طرفَي المنبع

I_{eff} شدة التيار المنتجة　　R مُقاوَمة أسلاكِ النّقل

- ولكي يقتربَ المردودُ من الواحد ينبغي **تصغيرُ** مُقاوَمةِ أسلاك النّقل R أو **تكبيرُ** U_{eff} باستعمال مُحوّلاتٍ **رافعةٍ** للتوتُّر عندَ مركزِ توليد التيّار

الأمواج المستقرة العرضية

س1. استنتج معادلة المطال المحصّل لاهتزاز نقطة n من موجة جيبية متقدمة فاصلتها x تخضع لتأثير موجتين واردة ومُنعكسة معاً عن نهاية مقيدة ثم اكتب علاقة سعةُ الموجةِ المُستقرّة في النّقطة n

معادلة مطال الموجة الواردة $\bar{y}_{1(t)} = Y_{max}\cos\left(\omega t - \frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right)$

معادلة مطال الموجة المنعكسة $\bar{y}_{2(t)} = Y_{max}\cos\left(\omega t + \frac{2\pi\bar{x}}{\lambda} + \varphi'\right)$

معادلة المطال المحصل $\bar{y}_n(t) = \bar{y}_1(t) + \bar{y}_2(t)$

$$\bar{y}_n(t) = Y_{max}\left[\cos\left(\omega t - \frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right) + \cos\left(\omega t + \frac{2\pi\bar{x}}{\lambda} + \varphi'\right)\right]$$

وبما أن $\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)$ و $\cos(-\theta) = \cos\theta$

$$\alpha = \omega t - \frac{2\pi\bar{x}}{\lambda} \quad \text{و} \quad \beta = \omega t + \frac{2\pi\bar{x}}{\lambda} + \varphi'$$

$$\frac{\alpha-\beta}{2} = -\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda} - \frac{\varphi'}{2} \quad \text{و} \quad \frac{\alpha+\beta}{2} = \omega t + \frac{\varphi'}{2}$$

$$\Rightarrow \bar{y}_n(t) = 2Y_{max}\cos\left(\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda} + \frac{\varphi'}{2}\right)\cos\left(\omega t + \frac{\varphi'}{2}\right)$$

وبما أن الانعكاس على نهاية مقيدة فإن فرق الطور $\varphi' = \pi rad$

$$\Rightarrow \bar{y}_n(t) = 2Y_{max}\cos\left(\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

وبما أن $\cos\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right) = -\sin\theta$ فإن $\bar{y}_n(t) = 2Y_{max}\sin\left(\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right)\sin(\omega t)$

$$\Rightarrow \bar{y}_n(t) = Y_{max/n}\sin(\omega t)$$

وذلك باعتبار $Y_{max/n} = 2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right|$ سعةُ الموجة المُستقرّة في النّقطة n

س2. في جملة أمواج مستقرة عرضية تعطى سعة اهتزاز نقطة n من حبل مرن تبعد x عن نهايته المقيدة بالعلاقة : $Y_{max/n} = 2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right|$

استنتج العلاقة المحددة لكل من أبعاد عقد وبطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة .. ثم فسّر السكون الدائم للعقد ، والسعة الاهتزاز العظمى دوماً للبطون

عقد الاهتزاز N

$$Y_{max/n} = 0 \Rightarrow \sin\frac{2\pi x}{\lambda} = 0 = \sin\pi n$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = \pi n \Rightarrow x = n\frac{\lambda}{2} \quad ; \quad n = 0,1,2,...$$

بطون الاهتزاز A

$$Y_{max/n} = 2Y_{max} \Rightarrow \sin\frac{2\pi x}{\lambda} = 1 = \sin\left(\frac{\pi}{2} + \pi n\right)$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + \pi n \Rightarrow x = (2n+1)\frac{\lambda}{4} \quad ; \quad n = 0,1,2,...$$

وتكون **العقد** ساكنة دوماً لأنه يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على **تعاكس** دائم

وتكون سعة الاهتزاز في **البطون عظمى** دوماً : لأنه يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على **توافق** دائم

س3. استنتج تواتر اهتزاز وتر مُهتز على نهاية مقيدة

$$L = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2L} \quad ; \quad n = 1,2,3,...$$

س4. استنتج تواتر اهتزاز وتر مُهتز على نهاية طليقة

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{4L} \quad ; \quad n = 1,2,3,..$$

س5. عدد العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الاهتزاز العرضيّ في وتر مُهتز ثم استنتج علاقة تواتر الوتر مشدود بدلالة قوة الشد F_T مع ذكر دلالات الرموز

تتناسب سرعةُ انتشارِ الاهتزازِ العرضيّ في وتر مُهتز

- **طرداً معَ الجذرِ التّربيعيّ لقوّةِ الشّدّ** F_T
- **عكساً مع الجذر التّربيعيّ للكتلة الخطيّة** μ

$$v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$f=n\frac{v}{2L}=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$$

حيث أن f تواترُ الصّوت البسيط الصّادر عن الوتر، ويُقدّرُ بالهرتز Hz

F_T قوّةُ شدِّ الوتر، وتُقدّرُ بالنيوتن N ، L طولُ الوتر، وتُقدّرُ بالمتر m

μ الكتلةُ الخطيّة للوتر، وتُقدّرُ بـ $kg\cdot m^{-1}$

n عددٌ صحيحٌ يُمثّلُ عددَ المغازل المُتكوّنة في الوتر أو رتبة الصّوت الصّادر عنه (المدروج)

س6. مما تتألف الأمواج الكهرطيسية ؟ وكيف تتولد ؟ ثم بين كيف نحصل على الأمواج الكهرطيسية المستقرة ؟ ثم اشرح كيف يتم الكشف عن كل من الحقل الكهربائي E والحقل المغناطيسي B فيها

- تتألفُ الموجةُ الكهرطيسيّة المُستوية من **حقلَين مُتعامِدَين:**
  حقلٍ كهربائيّ $\vec{E}$ **وحقلٍ مغناطيسي** $\vec{B}$
- تتولّد بوساطة **هوائي مرسل** يُوضَعُ في محرّقِ عاكسٍ بشكلِ قطعٍ مُكافئٍ دوراني
- عندما تُلاقي الأمواج الكهرطيسيّة الواردة حاجز معدني ناقل مستوي عمودي على منحى الانتشار فإنها **تنعكسُ عنه وتتداخلُ الأمواجُ الكهرطيسيّةُ الواردة** معَ الأمواج الكهرطيسيّة **المُنعكِسة** لتُؤلّفَ أمواجاً كهرطيسيّة مُستقرّة .
- نكشف عن $\vec{E}$ بوساطة **هوائي مستقبل** نضعه **موازياً للهوائي المرسل** يُمكِنُ تغيير **طولِه** حيث يكون **أصغرُ** طولٍ للهوائيّ **المُستقبِل** يساوي $\lambda/2$
- نكشف عن $\vec{B}$ بوساطة **حلقة نحاسية عمودية** على $\vec{B}$ فيولد فيها **توتراً** نتيجة **تغير التدفق** المغناطيسي الذي يجتازها.
- حيث يكون الحاجزُ النّاقل المُستوي **عقدةٌ** للحقل **الكهربائيّ وبطنٌ** للحقل **المغناطيسيّ**

الأمواج المستقرة الطولية

س1. علل مايلي :
A) تكون عقد الاهتزاز عبارة عن حلقات ساكنة سعة الاهتزاز فيها معدومة في الأمواج المُستقِرّة الطوليّة في نابض.
B) تكون بطون الاهتزاز عبارة عن حلقات مهتزة سعة الاهتزاز فيها عظمى في الأمواج المُستقِرّة الطوليّة في نابض.

A) لأنه تصلها الموجة الطولية الواردة والموجة الطولية المنعكسة على **تعاكس دائم**

B) لأنه تصلها الموجة الطولية الواردة والموجة الطولية المنعكسة على **توافق دائم**

س2. علل مايلي :
A) بطونَ الاهتزازِ هي عقدٌ للضّغط في الأمواج المُستقِرّة الطوليّة في نابض.
B) عقدَ الاهتزازِ هي بطونٌ للضّغط في الأمواج المُستقِرّة الطوليّة في نابض.

A) لأنّ الحلقات المُجاوِرة **لبطون** الاهتزاز **تترافقُ** دوماً في الاهتزاز إلى إحدى الجهتَين حيث فتكادُ تبدو المسافات بينها **ثابتةً فلا نلاحظُ تضاغُطاً** بينَ حلقاتِ النّابض أو **تخلخُلاً** فيها أي يبقى **الضّغطُ ثابتاً**

B) لأنّ الحلقات المُجاوِرة **لعقدَ** الاهتزاز **تتحرّكُ** على الجانبَين بجهتَين **مُتعاكِستَين** دوماً فتتقارَبُ خلالَ نصفِ دورٍ ثمّ **تتباعدُ** خلالَ نصف الدّور الآخر وبذلك **نلاحظُ تضاغُطاً** يليه **تخلخلٌ** أي يحدث عندها **تغيراً** في الضغط

س3. علل : تشكل الأمواج المستقرة الطولية في هواء المزمار

وذلك لأنه عندما **تهتزُّ** طبقة الهواء **المُجاوِرة** للمنبع **ينتشرُ** هذا الاهتزاز طولياً في **هواءِ المزمار** كلّه **لينعكسَ** على **النهاية** ، **فتتداخلُ الأمواجُ الواردةُ** معَ الأمواج **المُنعكِسة** داخل الأنبوب لتؤلّفَ جملةَ **أمواجٍ مُستقِرّة طولية**

س4. علل : يتكون عندَ النّهاية المُغلَقة عقدةٌ للاهتزاز، أمّا عندَ النّهاية المفتوحة يتكوّنُ بطنٌ للاهتزاز

لأن **الانضغاط الوارد** إلى طبقة الهواء الأخيرة **يزيحُها** إلى الهواء الخارجيّ، فتُسبِّبُ **انضغاطاً** فيه، وتخلخُلاً وراءَها يستدعي تهافُتُ هواء المزمار ليملأَ **الفراغ**، وينتُجُ عن ذلك **تخلخلٌ** ينتشرُ من نهاية المزمار إلى بدايته، وهو **مُنعكِسُ** الانضغاط الوارد.

س5. استنتج تواتر الصوت البسيط الذي يصدره مزمار متشابه الطرفين

إن **طول المزمار** يساوي **عدداً صحيحاً** من **نصف** طول الموجة

$$L=n\frac{\lambda}{2}=n\frac{v}{2f}\Rightarrow f=n\frac{v}{2L}\quad;\quad n=1,2,3,...$$

س6. استنتج تواتر الصوت البسيط الذي يصدره مزمار مختلف الطرفين

إن **طول المزمار** يساوي **عدداً فردياً** من **ربع** طول الموجة

$$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}=(2n-1)\frac{v}{4f}\Rightarrow f=(2n-1)\frac{v}{4L}\quad;\quad n=1,2,...$$

س7. عدد العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الصوت في الغازات

✧ تتناسب **سرعة** انتشار الصوت في **غاز معين طرداً** مع الجذر التربيعي **لدرجة حرارته** المطلقة (كلفن)

$$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

✧ تتناسب **سرعتا** انتشار الصوت في **غازين** مختلفين **عكساً** مع الجذر التربيعي **لكثافتهما** بالنسبة للهواء وذلك في نفس درجة الحرارة

$$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{D_2}{D_1}}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

الإلكترونيات
النماذج الذرية والطيوف

س1. عدد المبادئ الرئيسية التي اعتمد عليها بور في شرح الطيوف الذرية

1. إنَّ تغيُّرَ طاقةِ الذَّرَّةِ مُكمَّم.
2. لا يُمكِنُ للذَّرَّةِ أنْ تتواجدَ إلّا في **حالاتٍ طاقيةٍ مُحدَّدة**، كلّ حالةٍ منها تتميَّزُ بسويّة طاقية محددة.
3. عندما ينتقلُ الإلكترون في ذرَّةٍ مُثارة من سويّة طاقية E_2 الى سويّة طاقية E_1 فإنَّ الذَّرَّة تُصدِرُ **فوتوناً** طاقته تساوي فرق **الطّاقة بينَ السَّويتين**، أي $E_2 - E_1 = hf$

س2. ما طبيعة حركة الإلكترون على مساره ؟ وما هي القوى التي يخضعُ لها الإلكترون ؟

إن حركة الإلكترون على مساره هي حركة **دائرية منتظمة يخضع** فيها الإلكترون **لقوتين** ← **قوة جذب كهربائي** محمولة على نصف قطر المسار

$$\boxed{F_E=k\frac{e^2}{r^2}}$$

قوة عطالة نابذة

$$\boxed{F_C=m_e a_C=m_e\frac{v^2}{r}}$$

س3. عدد فرضيات بور .

① حركة الالكترون على مساره **دائرية منتظمة** $F_E=F_C$

② للالكترون **عزم حركي** يعطى بالعلاقة $m_e v r=n\frac{h}{2\pi}$

③ **لا يصدر** الإلكترون طاقة طالما بقي متحركاً في أحد مداراته حول النواة ، ولكنه **يمتص** طاقة بكميات محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار **أبعد** عن النواة ، **ويصدر** طاقة عندما ينتقل من مداره إلى مدار **أقرب** إلى النواة .

س4. استناداً إلى فرضيات بور استنتج العلاقة المحددة لنصف قطر مسار الإلكترون في ذرة الهيدروجين والطاقة الكلية له ، وماذا تستنتج ؟

إن حركة الالكترون على مساره **دائرية منتظمة أي** $F_E=F_C$

$$k\frac{e^2}{r^2}=m_e\frac{v^2}{r}\Rightarrow v^2=\frac{ke^2}{m_e r}$$

الطاقة الحركية $E_k=\frac{1}{2}m_e v^2=\frac{1}{2}m_e\frac{ke^2}{m_e r}=\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}$

الطاقة الكامنة الكهربائية $E_P=-\frac{ke^2}{r}$

الطاقة الميكانيكية (الكلية) للإلكترون

$$E=E_k+E_P=\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}-\frac{ke^2}{r}=-\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}$$

للالكترون **عزم حركي** يعطى بالعلاقة $m_e v r=n\frac{h}{2\pi}$

$$v=\frac{nh}{2\pi m_e r}\Rightarrow E_k=\frac{1}{2}m_e v^2=\frac{1}{2}m_e\frac{n^2h^2}{4\pi^2 m_e^2 r^2}=\frac{n^2h^2}{8\pi^2 m_e r^2}$$

$$\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}=\frac{n^2h^2}{8\pi^2 m_e r^2}\Rightarrow r=\frac{n^2h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}\Rightarrow r_n=n^2 r_0$$

حيث أن $r_0=\frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}$ **هو نصف قطر بور**

$$E=-\frac{1}{2}\frac{ke^2}{\frac{n^2h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}}=-\frac{2\pi^2 m_e k^2 e^4}{n^2h^2}\Rightarrow E_n=\frac{E_0}{n^2}$$

حيث أن $E_0=-\frac{2\pi^2 m_e k^2 e^4}{h^2}=-13.6\ eV$

هي طاقةُ الحالةِ الأساسيَّة للهيدروجين .

نستنتج أنه لكي تتأينَ ذرَّةُ الهدروجين يجبُ إعطاؤُها طاقةً تكفي لنقلِ الإلكترون من حالة ارتباطه في السَّويّة الأساسيّة إلى حالة عدم الارتباط أي إلى طاقةٍ معدومةٍ، أي يلزمُ إعطاء طاقةٍ أكبرَ أو تُساوي $13.6\ eV$

س5. مما تتألف الطاقة الكلية للإلكترون في مداره في جملةِ (الكترون – نواة) ؟ وكيف تزداد ؟

① قسم سالب هو الطّاقةُ الكامنة نتيجة تأثُّره بالحقلِ الكهربائيِّ النّاتج عن النّواة

② قسم موجب هو الطّاقة **الحركيَّة** النّاتجة عن دورانه حولَ النواة

$$E=E_k+E_P=-13.6\ eV$$

الإشارة **السالبةُ** سببها أنها طاقة **ارتباطٍ** تُشكِّلُ طاقةَ **التّجاذُب** الكهربائيّة الجزء الأكبرَ منها .

تزدادُ طاقةُ الإلكترون **بازديادِ** رتبةِ المدارِ n أي مع **ابتعاد** الإلكترون عن النّواة .

س6. ما منشأُ الطَّيوف الذرية ؟ وما هي أنواعُها ؟

إن الطيف الذري مكوّن من عددٍ من الخطوط الطَّيفيّة بتواتُراتٍ مُختلفة كلٌّ من هذه الخطوط يُمثِّلُ انتقال الإلكترون بينَ سويتَين طاقيّتَين في الذرّة .

الطيوف نوعان :

① الطيوفُ **المُستمِرّة** : هي الطَّيوفُ التي تظهر فيها جميعُ ألوان الطَّيف على هيئةِ مناطق مُتجاوِرةٍ من **دونِ وجودِ فواصلَ بينَهَا** ، مثل طيوفُ إصدارات الأجسام **الصّلبة السّاخنة** .

② الطّيوفُ **المُتقطِّعة** : يتكوَّنُ طيفُ الإصدار لهذه المنابع من خطوطٍ طيفيّة **مُنفصِلة** ، مثل طيوفُ **المصابيح الغازيّة**

س7. عدّد سلاسل الطيف الخطي للهيدروجين .

① سلسلة **ليمان** : نحصلُ عليها عندَ عودة إلكترون ذرّة الهدروجين من السّويّات العليا أي ($n = 2,3,4,5,6$ ....) إلى **السّويّة الأولى** ، **وهي أكبر** سلاسل الطّيف طاقةً .

② سلسلة **بالمر** : نحصلُ عليها عندَ عودة إلكترون ذرّة الهدروجين من السّويّات العليا أي ($n = 3,4,5,6$ ....) إلى **السّويّة الثانية** .

③ سلسلة **باشن** : نحصلُ عليها عندَ عودة إلكترون ذرّة الهدروجين من السّويّات العليا أي ($n = 4,5,6$ ....) إلى **السّويّة الثالثة** .

س8. على ماذا تعتمد عملية التحليل الطيفي ؟

تعتمدُ تقاناتُ **التَّحليل الطَّيفيّ** للموادّ على **امتصاصِ أو إصدارِ** ذرّاتِها للطّاقة ، حيث تُشكِّلُ في مجموعِها **طيفاً** خطيّاً **مميّزاً** للمعدنِ المدروس على شكل **إشعاع** يمكن من خلاله **كشفِ** المادة التي يتم تحليلها ومعرفة تركيبِها الكيميائيّ ، وتُعَد **تواتُراتُ** هذه الإشعاعات أو **أطوالُها المَوجيّة مُميّزة** للعنصر فيُمكِنُ استخدامُها **للتّعرُّف عليه** .

انتزاع الإلكترونات وتسريعها

س1. عرف طاقة انتزاع الإلكترون E_s من سطح المعدن ، وبماذا تتعلق ؟ ثم استنتج باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة العلاقة المعبرة عنها مع ذكر دلالات الرموز ، ثم بيّن ماذا يحدُث للإلكترون في كل من الحالات الآتية : $E < E_s$ $\quad E = E_s$ $\quad E > E_s$

هي الطّاقة الدّنيا اللّازمة لانتزاع الإلكترونِ من سطحِ معدنٍ ، تتعلق بمُتحوّلات المعدن مثل العدد الذّرّيّ ، كثافة المعدن ، طبيعة الرّوابط

لانتزاع إلكترون حرّ من سطح معدنٍ ونقله مسافةً صغيرة dl خارجَ المعدن يجبُ تقديمُ طاقةٍ أكبرَ من عمل القوّة الكهربائيّة التي تجذبُ الإلكترون نحوَ داخلِ المعدن

$$E_s = W_s = F \cdot dl \quad ; \quad F = eE$$

$$\Rightarrow E_s = eE \cdot dl \quad ; \quad E \cdot dl = U_s$$

$$\Rightarrow E_s = eU_s$$

حيث أن : E_s طاقة الانتزاع و W_s عمل الانتزاع

U_s فرق كمون الانتزاع بينَ سطحِ المعدنِ والسّطحِ الخارجيّ

E الحقل الكهربائيّ المُتولّد عن الأيُوناتِ الموجبة عندَ سطحِ المعدن

$E < E_s$ لا ينتزعُ الإلكترون ويبقى مُنجذِباً نحوَ داخلِ الكتلة المعدنيّة

$E = E_s$ يتحرّرُ الإلكترون من سطح المعدن بسرعةٍ ابتدائيّةٍ معدومةٍ

$E > E_s$ يتحرّرُ الإلكترون من سطح المعدن ومعَه سرعةٌ ابتدائيّة v

$$E_K = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}}$$

حيث أن

$$E_K = E - E_s \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(E - E_s)}{m_e}}$$

س2. عدد طرقُ انتزاع إلكترون من سطحِ المعدن .

① الفعلُ **الكهرضوئيّ** : تُقدَّمُ الطّاقةُ اللّازمة لانتزاع الإلكترونِ من سطحِ المعدنِ على شكلِ طاقةٍ **ضوئيّة** $E = hf$

② الفعلُ **الكهرحراريّ** : تُقدِّمُ الطّاقةُ اللّازمة لانتزاع الإلكترون على شكلِ طاقةٍ **حراريّة**

③ مفعولُ **الحت** : تُقدِّمُ الطّاقةُ اللّازمة لانتزاع الإلكترون عن طريق **قذفُ** سطحُ المعدنِ **بحزمةٍ من الجُسيماتِ ذات الطّاقة الكافية**

س3. كيف يتم تسريع الإلكترونات ؟

عن طريق إخضاعِها لحقولٍ كهربائيّةٍ ساكنة أو حقول مغناطيسيّة ساكنة أو كليهما معاً

س4. أدرس حركة إلكترون ساكن من اللبوس السالب إلى اللبوس الموجب لمكثفة مُستنتجاً العلاقةَ المُحدَّدة لسرعةِ خروجِ الإلكترونِ من نافذةٍ مُقابلَة في اللّبوس المُوجب

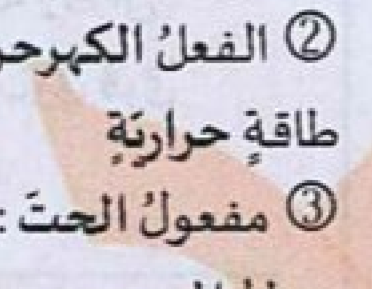
جملةُ المُقارنة : خارجيّة

الجملةُ المدروسة : الإلكترون داخلَ منطقة الحقل الكهربائيّ المنتظم

القوى الخارجيّة المؤثّرة : بإهمال قوة ثقل الإلكترون لا يؤثر عليه سوى القوة الكهربائية $\vec{F}$

نطبق قانون نيوتن الثاني $\sum \vec{F} = m_e \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m_e \vec{a}$

بالإسقاط على محور له منحى وجهة الحركة



$$F = m_e \cdot a \quad ; F = eE \quad \Rightarrow eE = m_e \cdot a$$

$$\Rightarrow eE = m_e \cdot a \Rightarrow a = \frac{eE}{m_e} \quad ; \quad E = \frac{U}{d}$$

$$\Rightarrow a = \frac{eE}{m_e} = \frac{eU}{m_e d} = const$$

والتَّحكُّم بعددِ الإلكترونات النافذة من ثقبها .

③ **مصعدان: لتسريع** الحزمة الإلكترونيّة بتطبيق توتر عالي .

الجملة الحارفة : يتألف من :

مُكثِّفة لبوساها **أفقيّان** و مُكثِّفة لبوساها **شاقوليّان**

تُستخدَمان **لحرف الحزمة الإلكترونيّة** شاقولياً وأفقياً.

الشاشة المتألِّقة : يتألف من ثلاث طبقات من :

الزجاج ، والغرافيت ، وكبريت الزنك.

س3. ما هو الدور المزدوج لشبكة وهلنت لضبطِ الحزمةِ الإلكترونيّة ؟

❶ **تجميع** الإلكترونات الصّادرة عن المهبط في نقطةٍ تقع على محورِ الأنبوب

❷ **التحكُّم** بعددِ الإلكتروناتِ النّافذة من ثقبها من خلال تغيير التّوتُّر السّالب المُطبّق على الشّبكة ممّا يغيّرُ من شدّة إضاءة الشّاشة .

نظرية الكم والفعل الكهرضوئي

س1. اذكر مع الشرح الفرضيتين اللتين قامت عليهما نظرية الكم .

- **فرضية بلانك** : افترضَ بلانك أنّ الضّوء والمادّة يُمكنُهما تبادُل الطّاقة من خلال كمّيات مُنفصِلة من الطّاقة سُمّيَت كمّات الطّاقة ، تُعطَى طاقةُ كلِّ كمّة بالعلاقة $E = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda}$
- **فرضية أينشتاين** : افترضَ أينشتاين أنّ الحزمة الضّوئيّة مُكوّنةٌ من فوتوناتٍ كمّات الطّاقة يحملُ كلٌّ منها طاقةً تُساوي $E=hf$ ويحصلُ تبادل للطّاقة مع المادّة من خلال امتصاص أو إصدار فوتونات

س2. عدد خواص الفوتون .

❶ جسيمٌ **يواكبُ موجة كهرطيسيّة** ، ❷ **شحنتُه الكهربائيّة معدومةٌ** ،
❸ يتحرّكُ **بسرعةِ انتشار الضّوء** ، ❹ **طاقته** $E = hf$ ،
❺ **يمتلكُ كمّية حركة** $P = m \cdot c = \frac{E}{c^2} \cdot c = \frac{hf}{c} = \frac{hc}{c\lambda} = \frac{h}{\lambda}$

س3. في تجربة هرتز صف ما يطرأ على انفراج ورقتي الكاشف المنفرجتين عند تعريض صفيحة التوتياء المشحونة بشحنة سالبة لضوء مصباح بخار الزئبق

تُنتزعُ الإلكتروناتِ من صفيحةِ التّوتياء بالفعل **الكهرضوئيّ** ممّا يؤدّي إلى **فقدانها** لشحنتِها السّالبة حتّى **تتعادل، فتنطبق** وريقتا الكاشف

عند وضع لوح **زجاجي لا يتغير** انفراج وريقتي الكاشف الكهربائي لأن اللّوحَ الزّجاجيَّ **يمتص** الأشعّة **فوق البنفسجيّة** المسؤولة عن انتزاع الإلكترونات، بينَما **يسمحُ** بمرور الأشعّة **المرئيّة** والأشعّة **تحتَ الحمراء** التي لا تمتلكُ الطّاقة الكافية لانتزاع الإلكترونات .

س4. اشرحْ الفعلَ الكهرضوئيّ بالاستنادِ إلى فرضيّة أينشتاين

اقترحَ أينشتاين أنّه عندَما يسقطُ فوتون على معدنٍ فإنَّ هذا الفوتون يتم امتصاصُه عن طريق تقديم طاقته للإلكترون ، وهنا نُميّز ثلاث حالات :

إذا كانَت طاقةُ الفوتون مُساويةً لعملِ الانتزاع فإنَّ ذلك يؤدّي إلى انتزاعِ الإلكترون، وخروجِه من المعدن، ولكن بطاقةٍ حركيّةٍ معدومة، وتواتُر الموجة عندئذٍ يمثِّلُ تواتُر العتبة اللازمة لانتزاع الإلكترون

$$E = E_s \Rightarrow f = f_s \Rightarrow \lambda = \lambda_s$$

إذا كانَت طاقةُ الفوتون أكبرَ من عمل الانتزاع فإنّه يجري انتزاعُ الإلكترون من المعدن باستهلاك جزءٍ من طاقةِ الفوتون يُساوي E_s والجزء الآخرُ يبقى مع الإلكترون على شكلِ طاقةٍ حركيّة $E_k = hf - E_s$

$$E > E_s \Rightarrow f > f_s \Rightarrow \lambda < \lambda_s$$

إذا كانَت طاقةُ الفوتون أصغرَ من طاقةِ الانتزاع يكتسبُ الإلكترونُ طاقةً حركيّةً، ويبقى مُرتبطاً بالمعدن

نستنتج أنه يجري **انتزاعُ** الإلكترونات من المعدن إذا كانَ طولُ **موجةِ** الحزمة **الضّوئيّة** الواردة على المعدن **أصغرَ أو مساوياً** لطول **موجة العتبة** اللازمة للانتزاع $\lambda \leq \lambda_s$

س5. قارن بين فرضيّة أينشتاين والنظرية الموجية الكلاسيكية

فرضيّة أينشتاين	النظرية الموجية الكلاسيكية
لا يحدثُ الفعلُ **الكهرضوئيّ** إذا كانَ تواترُ الضّوء الوارد **أقلّ** من تواتُر العتبة	**يحدثُ** الفعلُ **الكهرضوئيّ** عندَ جميع التّواتُراتِ بحسبِ شدّةِ الضّوء الوارد
لا تزدادُ الطّاقةُ **الحركيّة** للإلكترون المُنتزَع بزيادةِ شدّةِ الضّوء الوارد	**تزدادُ** الطّاقةُ **الحركيّة** للإلكترون المُنتزَع بزيادةِ شدّةِ الضّوء الوارد
تزدادُ الطّاقة الحركيّة العُظمَى للإلكترون المُنتزَع بزيادة تواتُر الضّوء الوارد	لا علاقةَ بينَ طاقةِ الإلكترونِ وتواتُرِ الضّوء الوارد
يحدثُ انتزاعٌ للإلكتروناتِ من سطحِ المعدنِ **آنياً**	**يحتاجُ** الإلكترونُ **لزمنٍ** امتصاصِ الفوتون الوارِد حتّى يُنتزَع

س6. مما تتألف الخليّةُ الكهرضوئيّة ؟ اشرح آلية عملها .

تتألَّف الخليّة الكهرضوئيّة من **حبابة زجاجيّة** من الكوارتز مُخلاّة من الهواء تحتوي مسرى **معدني** يغطي سطحه طبقة رقيقة من معدن قلوي تتلقّى الضّوء يسمى **المهبط** كما تحتوي على **مسرى** آخر يسمى **المصعد** .

عندَ **تعرُّض** المهبط للحزمة **الضّوئيّة تُنتزَعُ** بعضُ الإلكتروناتِ من الصّفيحة، وتنطلقُ **بسرعةٍ غير معدومة**

عندَما يكون كمونُ **المصعد أعلى** من كمون **المهبط** تعمل القوّة

الفيزياء الفلكية

مفاهيم :

- إشعاعُ **الكواكبِ أكثرُ ثباتاً** من إشعاعِ **النُّجوم**
- مواقعُ **الكواكبِ متغيّرة** أمّا **النُّجوم** فتبقى في تشكيلات **ثابتة**
- تتحرّكُ **الكواكبُ** في مجالٍ **مُعيّن** بالنّسبة لمُراقِبٍ على الأرضِ أمّا **النُّجومُ** فهي **تنتشرُ** على امتدادِ القبةِ السّماويّة
- باستخدامِ التّلسكوب تبدو **الكواكبُ** أكثرَ وضوحاً، أمّا **النُّجومُ** فتبقى نقاطاً **مُضيئةً**، حيث أنه يُمكِنُ التّمييزُ بين النُّجوم والمَجرّات باستخدامِ التّلسكوبات الدّقيقة
- في **النُّجوم** يندمجُ **الهدروجين** لبعطيَ **الهليوم**، ويتحوّلُ النّقصُ في **الكتلةِ** نتيجةَ ذلكَ إلى **طاقةٍ** وفقَ العلاقة $E = mc^2$
- **الإشعاعُ النّجمي** : يُمكِنُ تحديدُ كتلةِ النّجم، وعمره، وتركيبه الكيميائي، وعدّةِ خصائصَ أخرى بمُلاحظةِ ودراسةِ طيفه وشِدّةِ إضاءته وحركته
- **الانزياحُ نحوَ الأحمرِ** : لاحظ العالم "هابل" انزياحُ الطيف الصادر عن المجرات نحوَ اللون الأحمرِ
- **تأثيرُ دوبلر** : عندما يكون منبع الاهتزاز **ساكناً** فإن الموجة تشغل مسافة تساوي طول الموجة $\lambda = \frac{v}{f}$
  - عندما **يتحرك** المنبع بسرعة $\acute{v}$ فإن الموجة تشغل المسافة $\acute{\lambda} = \frac{v+\acute{v}}{f} = \frac{v+\acute{v}}{\frac{v}{\lambda}} = \left(1+\frac{\acute{v}}{v}\right)\lambda$
  - أي أن $\acute{\lambda} > \lambda$
  - نستنتج أنه عندما **يبتعدُ** منبعٌ موجيٌّ عن مُراقبٍ فإنّ الطولَ المَوجيّ **يزدادُ**، وبما أنّ الضّوءَ ذا الطّولِ المَوجيّ الأكبرِ **هو الأحمرُ**. فعندما يبتعدُ المنبعُ الضّوئيُّ عن المُراقبِ ينزاحُ الطّيفُ نحوَ الأحمر
- **ثابت هابل** : لاحظَ هابلُ انزياحَ طيفِ المَجرّاتِ الأكثرِ بُعداً عنّا نحوَ الأحمرِ: أي ازدياد في الطّول المَوجيّ، وهذا يعني وفقَ دوبلر زيادةً في سرعةِ الابتعادِ عنّا.
  - بدراسةِ زيادةِ سرعة المَجرّاتِ بدلالةِ بُعدِها عنّا توصّلَ هابل إلى أنّ المَجرّةَ كلّما كانت أبعدَ كانَت سرعةُ ابتعادِها أكبرَ
  - يمكن حساب هذه **السرعة** وفق العلاقة $v = H_0 \ d$
- **أنواع النجوم** : 1- **مفردة** (الشمس) 2- **ثنائية** (الإزار، السُّها)
- **نظريةُ الانفجار الأعظم** : تفترض هذه النظرية :
  - أن الكون كان عبارة عن **نقطة** منفردة **صغيرة** جداً ذات كثافة عالية جداً من المادّة و الحرارة التي تفوقُ الخيال. ثمّ حدث

س3. عدد خواص حزمةِ اللّيزر.

❶ وحيدةُ اللّون *(أي لها ذاتُ التّواتر)*.
❷ مُترابطةٌ بالطّور *(لها طورُ الفوتون الّذي حثّها نفسُه)*.
❸ انفراجُ حزمةِ اللّيزر صغيرٌ *(أي لا يتوسّعُ مَقطعُ الحزمة كثيراً عندَ الابتعاد عن منبعِ اللّيزر)*

س4. عدد مكونات جهاز اللّيزر .

① **الوسط الفعّال** : يحوي عدداً كبيراً من الذرات تكونُ بعضُ هذه الذّرّات في السّوية الأساسيّة نرمز لها N وبعضُها الآخرُ في السّويّة **المثارة** نرمز لها N^*

⇦ إذا كانت $N < N^*$ فإنّ عددَ **الفوتونات** النّاتجة عن طريقِ الإصدارِ **المحثوثِ** سيكونُ **أكبرَ** من عددِ **الفوتونات** الّتي تمّ **امتصاصُها**، وهذا يؤدّي إلى **زيادةِ** شِدّةِ الحزمة الضّوئيّة بعدَ عبورِها الوسطَ، فيكون الوسطِ عندئذٍ **مُضخّمٌ يصلحُ لتوليد اللّيزر**

⇦ إذا كانت $N > N^*$ فإنّ عددَ **الفوتونات** الناتجة عن طريقِ الإصدار **المحثوث** سيكونُ **أصغرَ** من عددِ **الفوتونات** التي جرى **امتصاصُها**، وهذا يؤدي إلى **نقصان** شِدّة الحزمة بعدَ عبورِها الوسطَ، **فلا يُمكِنُ** للوسط عندئذٍ أن يولّد اللّيزر

② **حجرةُ التّضخيم** : تتكوّنُ من مِرآتين توضعُ بينهما المادّة الفعّالة ، حيث أن توليدُ أشعّة اللّيزر يعتمدُ على **إعادةِ تمرير الحزمة الضّوئيّة** في الوسط المُضخّم مرّاتٍ عديدة ووفق المنحى نفسه، وكلّما ازدادَ عددُ الحزم الضّوئيّة المارّة في الوسط ازدادَ عددُ الإصدارات المحثوثة ممّا **يزيدُ** من **طاقةِ** الحزمة

③ **جملةُ الضّخ** : هي المؤثر أو المصدر الخارجي الذي يقومُ بتقديم الطاقةِ للوسَط المُضخّم فيعمل على إثارة الذّرّات للتّعويض عن انتقال الذّرّات إلى الحالة الأساسيّة نتيجة الإصدار المحثوث
وهناك ثلاث طرق للضخ : **الضوئي ، والكهربائي ، والكيميائي** .

س5. عدد أنواع واستخدامات الليزر

- اللّيزرات : **الغازية ، الصلبة ، الياقوتية ، السائلة** .
- يستخدم في : **طب العيون** ، **العمليات الجراحية** ، **إظهار الصّور** ثلاثيّة الأبعاد ، ماسحات **الباركود** ، عمليّات **لحام** وقصّ المعادن وثقبها .

الانفجارِ العظيمِ وبدأتِ المادّةُ تأخذُ أشكالَها، فتشكّلتْ في البدايةِ الجُسيماتُ الأوليّةُ، ثمّ الذرّاتُ والجُزيئاتُ والغبارُ الكونيُّ، فالنُّجومُ والمَجرّاتُ، واستمرَّ توسُّعُ الكونِ إلى يومِنا هذا

- أسُسها الفيزيائية:
  - **الانزياحُ** نحوَ الأحمرِ لطَيفِ المجرّاتِ
  - وجودُ **تشويشٍ** ضعيفٍ لموجاتٍ راديويّةٍ قادمةٍ بشكلٍ مُنتظِمٍ تماماً من جميعِ اتّجاهاتِ الكونِ
  - وجودُ **كمّيّاتٍ** هائلةٍ من الهيدروجين والهليوم في النُّجوم

المجرّة : هي نظامٌ كونيٌّ مُكوَّنٌ من تجمُّعٍ هائلٍ مِن النُّجومِ و الغبارِ والغازاتِ التي ترتبطُ معاً بقوى تجاذبٍ مُتبادَلة، وتدورُ حولَ مركزٍ مُشترَكٍ

الثقوبُ السّوداء : إنّ قوّةَ التّجاذبِ الكُتليّ بينَ جسمينِ تتناسبُ طرداً مع كتلتَيهما، وعكساً معَ مربَّعِ البُعدِ بينَهما، فتُصبحُ القوة لانهائيّة عندَما يتناهى البُعدُ بينَ الكتلتَين إلى الصّفر

لحساب **سرعة الإفلات** من جاذبية الأرض (السرعة الكونية **الثانية**) يجب إعطاؤه طاقةً حركيّةً أكبرَ من طاقةِ الجذبِ الكامنة له

$$E_k = E_P \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = F_c \cdot r$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2F_c \cdot r}{m}} = \sqrt{\frac{2G\dfrac{mM}{r^2}\cdot r}{m}}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

هي السرعة الكونية **الثانية**

G ثابتُ التّجاذبِ العالميّ M كتلة الأرض r نصف قطر الأرض

السّرعةُ الكونيّةُ **الأولى** هي السّرعةُ المداريّةُ التي تجعلُ الجسمَ يدورُ ضمنَ مدارٍ حولَ الجسمِ الجاذب

كلّما **نقُصَ** نصفُ قطرِ الجسمِ الجاذِبِ وزادَتْ كثافتُه، **ازدادَت** سرعةُ الإفلاتِ اللّازمة للتّحرُّر

وبما أنّه لا يُمكِنُ لأيِّ جسمٍ أن تتجاوزَ سرعتُه سرعةَ الضَّوءِ ، فحتى يكون الجسم الجاذب لا يمكن الإفلات منه حتى الضوء ، يجب أن يكون **نصف قطره :**

$$\Rightarrow c = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$$

فيسمى هذا الجسم عندئذٍ بالثقب الأسود

وتُسمّى الحدودُ التي لا يُمكِنُ بعدَها الإفلاتُ من الجاذبيّة **أفق الحدث**

الثّقبُ الأسود: حيّزٌ **كثافتُه** هائلةٌ بحيثُ لا يمكن لشيءٍ الإفلاتُ مِن جاذبيّته حتّى الضّوء حيث له قوّةٌ **جاذبيّةٌ** جبّارةٌ لذا تبدو هذه المنطقة **غيرَ مرئيّةٍ** في الفضاء.

تطبيق : احسبِ السّرعةَ الكونيّةَ الثّانيةَ للأرضِ، علماً أنّ نصفَ قطرِ الأرضِ يُعتبَرُ $6400\ kg$ و تسارُعَ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ على سطح الأرضِ يُعتبَرُ $g = 10ms^{-2}$

أ. مؤيد بكر 0988466306

النواس المرن

الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

★ **التابع الزمني للمطال** : $\boxed{\bar{x} = X_{max}\cos(w_0 t + \bar{\varphi})}$

★ **النبض الخاص** : $\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi f_0}$ واحدته $rad.s^{-1}$

★ **الدور الخاص** : $\boxed{T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{f_0} = \frac{t}{n}}$ واحدته s

- إن الدور **لا يتعلق** بسعة الاهتزاز X_{max}

ويتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لكتلة الجسم m

وعكساً مع الجذر التربيعي لثابت صلابة النابض k

- ويمكن حساب الدور إذا أعطانا الزمن اللازم للانتقال بين الوضعين الطرفيين عندئذٍ **نضرب** الزمن المعطى بـ 2 لإيجاد T_0

★ **ثابت صلابة النابض** : $\boxed{k = m \cdot w_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{T_0^2}}$ $N.m^{-1}$

★ **كتلة الجسم** : $\boxed{m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{kT_0^2}{4\pi^2}}$ واحدتها kg

★ لحساب **سعة الحركة** X_{max} :

- قد تُعطى صراحةً في نص المسألة **"بسعة اهتزاز"**
- إذا أعطانا طول القطعة المستقيمة التي يرسمها النواس أثناء حركته عندئذٍ **نقسم** الطول المعطى على 2 لإيجاد X_{max}
- ويمكن حسابها من **شروط البدء** عندما تكون $t=0$

نستدل على أن **المطال أعظمي** $x = X_{max}$ في اللحظة $t=0$:

- يقولها **صراحةً** "مبدأ الزمن لحظة المرور بالمطال الأعظمي"
- نزيح الجسم .. ونتركه **دون سرعة ابتدائية** في اللحظة t=0

★ لحساب **طور الحركة** الابتدائي φ :

نستخدم **شروط البدء** المذكورة في نص المسألة عندما تكون $t=0$ ..

★ **السرعة** : $\boxed{\bar{v} = -w_0 X_{max}\sin(w_0 t + \bar{\varphi})}$ $m.s^{-1}$

- **السرعة العظمى** (طويلة) $\boxed{v_{max} = w_0 \cdot X_{max}}$

- ويمكن حساب السرعة من العلاقة $\boxed{v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2}}$

★ **التسارع** : $\boxed{\bar{a} = -w_0^2 \cdot \bar{x}}$ واحدته $m.s^{-2}$

- **التسارع الأعظمي** (طويلة) $\boxed{a_{max} = w_0^2 \cdot X_{max}}$

★ **كمية الحركة** : $\boxed{P = m \cdot v}$ kg.m.s^{-1}

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$

★ **الطاقة الميكانيكية (الكلية)** = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة المرونية

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ $E = \frac{1}{2}kx^2_{max}$ $E = E_p + E_k$

★ لحساب **t لحظة المرور** الأول أو الثاني أو الثالث أو ... طريقتان :

⇦ **حسابية** : $x = 0 \Rightarrow \cos w_0 t = 0$

$$\cos w_0 t = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) \Rightarrow w_0 t = \frac{\pi}{2} + \pi k$$

ثم نختصر ونعزل t ثم نعوض $k = 0,1,2,3,....$

من أجل المرور : الرابع الثالث الثاني الأول

⇦ **ذهنية** : لحظات المرور تساوي أعداد فردية من ربع الدور ..

أي أن t يكون من أجل المرور : الأول $\frac{T_0}{4}$ الثاني $\frac{3T_0}{4}$ الثالث $\frac{5T_0}{4}$ ...

تنبيه لا يمكننا استخدام الطريقة الذهنية إلا إذا كان المطال أعظمياً $x=X_{max}$ في اللحظة $t=0$ أي عندما تكون $\varphi = 0$

★ **قوة الإرجاع** : $\boxed{\bar{F} = -k \cdot \bar{x}}$ واحدتها نيوتن N

إذا طُلبت شدة قوة الإرجاع عندئذٍ نحسب قوة الإرجاع ثم نأخذ الإجابة بالقيمة المطلقة

★ **الاستطالة السكونية** : واحدتها متر m

$\boxed{w = F_0 = k \cdot x_0 \Rightarrow m \cdot g = k \cdot x_0}$ ثم نعزل x_0 ...

إذا طُلب استنتاج الاستطالة السكونية عندئذٍ ننطلق من شرط التوازن الانسحابي ..

★ **قراءة التمثيل البياني** :

- نستدل أولاً على التابع المعطى بالرسم من المحور **الشاقولي** فنكتب القيم **العظمى** المناسبة ..

- نحسب قيمة **الدور** من المحور **الأفقي** حيث يكون معنا إما $\frac{T_0}{4}$ أو $\frac{T_0}{2}$ أو $\frac{3T_0}{4}$ أو T_0 ..
- نكتب **شروط البدء** من **القيم** الموافقة للحظة $t=0$ على الخط البياني ومن **اتجاه** الخط البياني .. حيث يهمنا معرفة قيمة x وإشارة v

✵ مسائل هامة :

المسألة الأولى جسم كتلته $0.1\ kg$ معلق بنابض مرن يهتز بحركة توافقية بسيطة بحيث ينطلق في مبدأ الزمن من نقطة مطالها $+X_{max}$ فيستغرق $1s$ حتى يصل إلى المطال المناظر $-X_{max}$ قاطعاً مسافة $20cm$ ، والمطلوب :

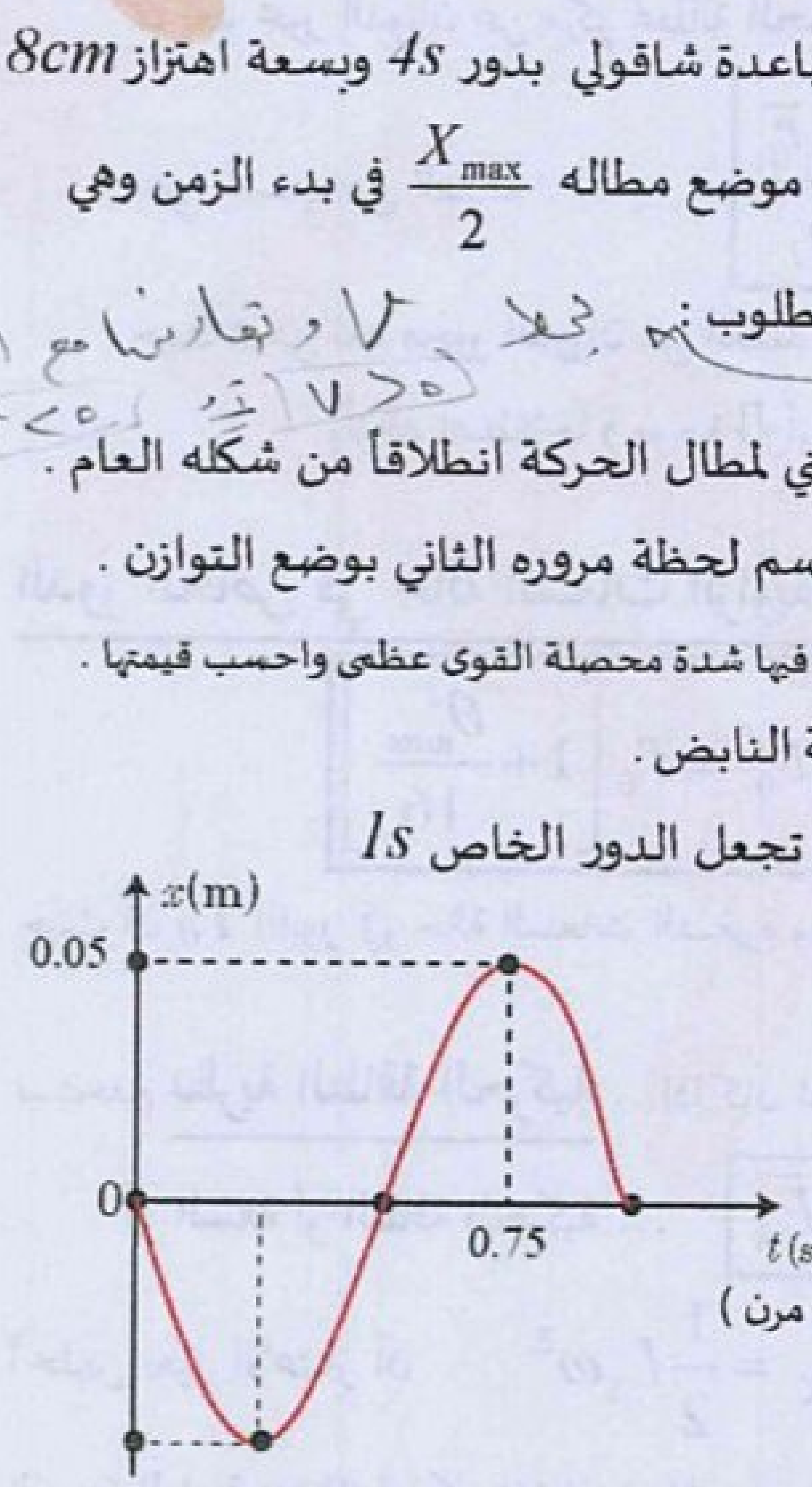
1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .
2- احسب قيمة الاستطالة السكونية لهذا النابض .
3- احسب سرعة الجسم لحظة المرور الثالث من مركز الاهتزاز.
4- احسب التسارع الأعظمي (طويلة)
5- احسب شدة قوة الإرجاع لحظة المرور بنقطة مطالها $5\ cm$
6- احسب الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطاله $x=-4\ cm$ واحسب الطاقة الحركية عندئذٍ .

المسألة الثانية جسم كتلة $500g$ يهتز بحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولي بدور $4s$ وبسعة اهتزاز $8cm$ فإذا علمت أن الجسم كان في موضع مطاله $\frac{X_{max}}{2}$ في بدء الزمن وهي متحركة بالاتجاه السالب ، المطلوب :

1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .
2- احسب سرعة الجسم لحظة مروره الثاني بوضع التوازن .
3- عيّن المواضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى واحسب قيمتها .
4- احسب ثابت صلابة النابض .
5- احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص $1s$

المسألة الثالثة

يمثل الشكل المجاور تغيرات المطال بدلالة الزمن لحركة لحركة توافقية بسيطة (نواس مرن) والمطلوب :



1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .
2- احسب سرعة الجسم لحظة مروره الأول بوضع التوازن .
3- احسب تسارع الجسم عند المرور بنقطة مطالها $2.5cm$
4- إذا علمت أن ثابت صلابة النابض $10\ N.m^{-1}$ احسب كتلة الجسم
5- احسب الطاقة الكامنة المرونية والطاقة الحركية للجسم في نقطة مطالها $3\ cm$

نواس الفتل

✍ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

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

★ **النبض الخاص** : $\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}} = 2\pi f_0}$

★ **الدور الخاص** : $\boxed{T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} = \frac{1}{f_0} = \frac{t}{n}}$

إن الدور **لا يتعلق** بالسعة الزاوية θ_{max}

ويتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لعزم عطالة الجملة I

وعكساً مع الجذر التربيعي لثابت فتل السلك k

★ **ثابت فتل السلك** : $\boxed{k = I_\Delta \cdot \omega_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2} = k'\frac{(2r)^4}{\ell}}$

حيث أن k' هو ثابت يتعلق بنوع السلك واحدته $m.N.rad^{-1}$

r نصف قطر السلك ℓ طول السلك

★ لحساب **السعة الزاوية** Θ_{max} :

- قد تُعطى صراحةً في نص المسألة "**بسعة اهتزاز**"
- ويمكن حسابها من **شروط البدء** عندما تكون $t=0$

نستدل على أن **المطال أعظمي** $\theta = \theta_{max}$ في اللحظة $t=0$:

- يقولها **صراحةً** "مبدأ الزمن لحظة المرور بالمطال الأعظمي"
- تدير الجسم .. ونتركه **دون سرعة ابتدائية** في اللحظة $t=0$

★ لحساب **طور الحركة** الابتدائي φ :

نستخدم **شروط البدء** المذكورة في نص المسألة عندما تكون $t=0$ ..

★ لحساب **طول الساق أو نصف قطر القرص** :

نستخدم الدور الخاص T_0 حيث يكون المطلوب موجوداً في عزم العطالة I

★ **السرعة الزاوية** : $\boxed{\overline{w} = -\omega_0\theta_{max}\sin\left(\omega_0 t + \overline{\varphi}\right)}$ $rad.s^{-1}$

↲ **السرعة الزاوية العظمى** (طويلةً) $\boxed{w_{max} = \omega_0\theta_{max}}$

★ **التسارع الزاوي** : $\boxed{\overline{\alpha} = -\omega_0^{2}\cdot\overline{\theta}}$ واحدته $rad.s^{-2}$

↲ **التسارع الزاوي الأعظمي** (طويلةً) $\boxed{\alpha_{max} = w_0^{2}\cdot\theta_{max}}$

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

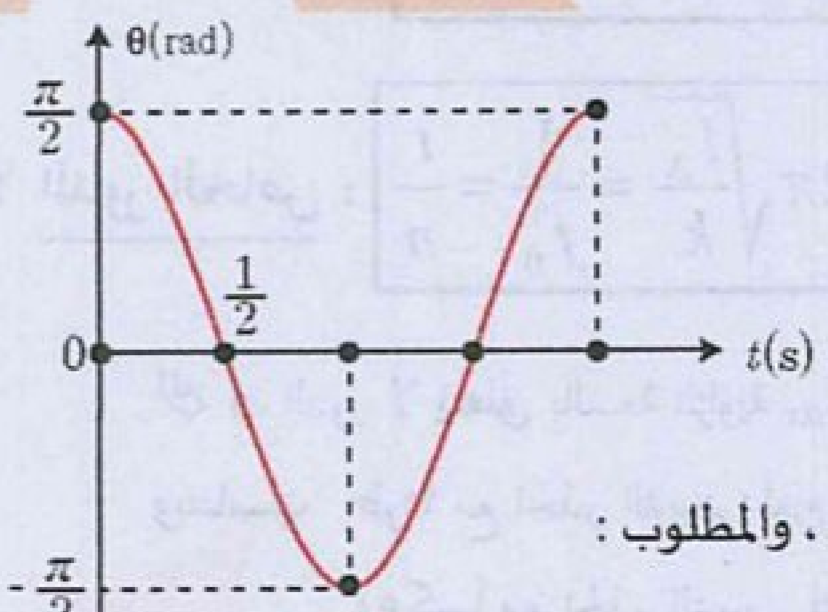
★ **الطاقة الميكانيكية (الكلية)** = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة المرونية

$$E_k = \frac{1}{2}I_\Delta w^2 \qquad E = \frac{1}{2}k\theta^2{}_{max} \qquad E = E_p + E_k$$

★ **عزم الإرجاع** : $\boxed{\overline{\Gamma}_\eta = -k\cdot\overline{\theta}}$ واحدته $m.N$

✸ **مسائل هامة :**

المسألة الأولى



يمثل الشكل المجاور تغيرات المطال الزاوي بدلالة الزمن لحركة نواس فتل غير متخامد ، والمطلوب :

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

2- احسب سرعة الجسم لحظة مروره الثاني من وضع التوازن .

3- احسب التسارع الزاوي عند المرور من وضع مطاله الزاوي $-\frac{\pi}{4}$

4- إذا علمت أن النواس عبارة عن ساق متجانسة مهملة الكتلة طولها ℓ مثبت في طرفيها كتلتين نقطيتين $m_1 = m_2 = 100g$ ومعلقة بسلك ثابت فتله $8\times10^{-2}\,mNrad^{-1}$ ، احسب طول الساق

5- احسب الطاقة الميكانيكية لحظة المرور في وضع التوازن .

متى لو عطانا شي قيمة لمطال ... لا تتغير

المسألة الثانية يتألف نواس فتل من قرص متجانس قطره $40cm$ معلق بسلك فتل شاقولي ، يهتز بدور خاص $1s$ وسعة زاوية مقدارها ثلث دورة فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول محور عمودي على مستويه ومار من مركز عطالته $0.01\ kg.m^2$ ، والمطلوب :

$\frac{2\pi}{3}$

1- احسب كتلة القرص .

2- احسب قيمة ثابت الفتل لسلك التعليق .

3- استنتج التابع الزمني لمطال حركته انطلاقاً من شكله العام باعتبار أنه في بدء الزمن كان القرص في وضع التوازن وهو متحرك بالاتجاه الموجب .

4- إذا جعلنا طول سلك الفتل ربع ما كان عليه ، فاحسب الدور الخاص الجديد

علماً أن (عزم عطالة القرص $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2}mr^2$) (الدورة = 2π)

النواس الثقلي المركب

✍ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :**

★ **التابع الزمني للمطال الزاوي** : $\boxed{\overline{\theta} = \theta_{max}\cos\left(\omega_0 t + \overline{\varphi}\right)}$

★ **النبض الخاص** : $$\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}} = 2\pi f_0}$$

★ **الدور الخاص من أجل السعات الصغيرة** :

$$\boxed{T_0 = \frac{2\pi}{w_0} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}} = \frac{1}{f_0}}$$

حيث أن I_Δ هو عزم عطالة **الجملة** حول محور الدوران

m هي **مجموع** كتل مكونات **الجملة**

d بُعد محور الدوران عن مركز عطالة **الجملة**

وهي تحسب من العلاقة $$\boxed{d = \frac{\sum m_i\overline{r_i}}{\sum m_i}}$$

حيث r هي بُعد **محور الدوران عن الكتلة أو عن مركز عطالة الجسم** وتُؤخذ اصطلاحاً (موجبة⇩ أو سالبة⇧)

★ **الدور الخاص في حالة السعات الزاوية الكبيرة :**

$$\boxed{T'_0 = T_0\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$$

⚐ حيث أن T_0 الدور في حالة السعات الصغيرة و θ_{max} حصراً بالراديان

★ نستخدم **نظرية الطاقة الحركية** .. إذا كان المطلوب هو **السرعة** أو **السعة أو الطاقة الحركية** ...

$$\boxed{\sum\overline{W} = \Delta\overline{E}_k}$$

⚐ آخذين بعين الاعتبار أن $E_K = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$

⚐ **السرعة الزاوية** w **ثابتة** لكل نقاط الجملة ، أما السرعة **الخطية** v **متغيرة** حسب البعد عن محور الدوران r ، والعلاقة التي تربط بينهما هي $v = r\cdot w$

✵ **مسائل هامة :**

المسألة الأولى يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته m نصف قطره $r = \frac{1}{6}m$ ، يمكن أن يهتز في مستوٍ شاقولي حول محور أفقي ثابت مار من نقطة على محيطه ، والمطلوب :

1- استنتج العلاقة المحددة للدور الخاص لهذا النوّاس في حالة السّعات الزاويّة الصغيرة بدلالة نصف قطره ، ثم احسب قيمته

2- احسب طول النوّاس البسيط الموافق لهذا النوّاس المركّب .

3- نزيح القرص عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية $\theta_{\max} > 0.24 rad$ ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون سرعته الزاوية لحظة المرور بالشاقول $\omega = 2\pi \ rad \cdot s^{-1}$ ، احسب قيمة السرعة الخطية لمركز عطالة القرص عندئذٍ ، ثم احسب قيمة $\theta_{\max}$.

$T_0 = T_0$ مركب بسيط

المسألة الثانية ساقٌ شاقوليّةٌ مهملةُ الكتلة، طولها $1\ m$ نثبّت في منتصفها كتلة نقطيّة $m_1=0.4kg$ ونثبّتُ في طرفها السفليّ كتلةً نقطيّة $m_2=0.2kg$ لتؤلّفَ الجملةُ نوّاساً ثقليّاً مركّباً يمكنُه أنْ ينوسَ في مستوٍ شاقوليّ حولَ محورٍ أفقيّ مارٍّ من الطرف العلويّ للساق، والمطلوب :

1- احسبْ دورَ نوساتِها صغيرةِ السّعة.

2- نزيحُ الجملة عن موضع توازنها بزاوية $\theta_{\max} = 60^{O}$ ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة .

a) استنتج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس لحظة مرورها بشاقول محور التعليق ، ثم احسب قيمتها

b) احسبِ السرعةَ الخطيّةَ للكتلة النقطيّة m_2

المسألة الثالثة يتألفُ نوّاسٌ ثقليٌّ من ساقٍ شاقوليّةٍ، مهملةِ الكتلة طولُها L تحملُ في كلٍّ من طرفيها كتلةً نقطيّة m' علّقُ الجملة بمحور دوران أفقيّ يبعد $L/4$ عن طرف الساق العلويّ، نزيحُ الجملة عن وضع توازنِها الشاقوليّ بزاوية $\frac{1}{4\pi} rad$ ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة في اللحظة t=0 فتهتزّ بدور خاصّ $T_0 = 2\ s$ ، والمطلوب :

1- استنتجِ التابعَ الزمنيّ للمطال الزاويّ لحركة هذا النوّاس انطلاقاً من شكله العامّ.

2- استنتجْ بالرموز العلاقة المحدّدة لطول الساق، ثمّ احسب قيمته

3- نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقوليّ بزاوية $\theta_{\max} = 90^{O}$ وتتركها دون سرعة ابتدائيّة ، احسب قيمة علاقة السرعة الخطية لمركز عطالة الجملة لحظة مرورها بشاقول محور التعليق .

(علماً أنه للساق $I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m\ell^2$ وللقرص $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2$)

النواس الثقلي البسيط

✍ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :**

★ **الدور الخاص في حالة السعات الزاوية الصغيرة :**

$$\boxed{T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = \frac{1}{f_0}}$$

إن الدور **لا يتعلق** بكتلة الكرة ولا بنوع المادة التي صنعت منها

وإن **النوسات الصغيرة السعة** لها الدور نفسه

ويتناسب الدور **طرداً** مع الجذر التربيعي لطول الخيط

وعكساً مع الجذر التربيعي لتسارع الجاذبية الأرضية

★ **الدور الخاص في حالة السعات الزاوية الكبيرة :**

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

حيث أن T_0 الدور في حالة السعات الصغيرة و θ_{max} حصراً بالراديان

★ نستخدم **نظرية الطاقة الحركية** .. إذا كان المطلوب هو **السرعة** أو **السعة** أو **الطاقة الحركية** ... $\boxed{\sum W = \Delta E_k}$

آخذين بعين الاعتبار أن $E_K = \frac{1}{2}mv^2$

★ لحساب طول النواس البسيط **الموافق** للنواس المركب ..

نستخدم العلاقة $\boxed{T_0 = T_0}$ مركب بسيط

★ لاستنتاج علاقة **توتر الخيط** T أو لاستنتاج **التسارع الناظمي** a_c

نطبق **العلاقة الأساسية في التحريك** الإنسحابي ..

ثم نسقط على المحور **الشاقولي** (الناظم) (محور له منحى وجهة T)

فيظهر عندئذٍ التسارع **الناظمي** التي يُعوّض بالقانون $\boxed{a_c = \frac{v^2}{\ell}}$

✸ مسائل هامة :

المسألة الأولى نواس ثقلي بسيط كتلة كرته $0.1kg$ وطول خيط التعليق $1m$ يزاح النواس عن وضع توازنه حتى يصنع الخيط مع الشاقول زاوية قدرها 60 ويترك دون سرعة ابتدائية ، والمطلوب :

1- استنتج بالرموز العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرورها بوضع توازنها الشاقولي ، ثم احسب قيمتها

2- استنتج بالرموز علاقة توتر الخيط لحظة مرور النواس بوضع توازنه الشاقولي ، ثم احسب قيمته .

المسألة الثانية نعلّقُ كرةً صغيرةً نعدُّها نقطةً ماديّةً، كتلتُها $0.5kg$ بخيطٍ مهملِ الكتلة، لا يمتطُّ، طولُه $1.6m$ لتؤلّفَ نوّاساً ثقليّاً بسيطاً، ثمّ نزيحُ الكرة إلى مستوٍ أفقيّ يرتفع $h=0.8m$ عن المستوي الأفقيّ المارّ منها وهي في موضع توازنها الشاقوليّ، ليصنعَ خيطُ النوّاس مع الشاقول زاوية θ_{max} ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة . والمطلوب :

1- استنتجْ بالرموز العلاقةَ المحدّدة لسرعة الكرة عند مرورها بالشاقول، ثمّ احسبْ قيمتها، موضّحاً بالرسم.

2- استنتجْ قيمةَ الزاوية θ_{max} ثمّ احسبْ قيمتها.

3- احسبْ دورَ هذا النوّاس.

4- استنتجْ بالرموز العلاقةَ المحدّدة لشدّة قوّة توتّر الخيط عند المرور بالشاقول، ثمّ احسبْ قيمتها.

ميكانيك السوائل المتحركة

✍ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

★ **المنسوب الكتلي** Q (معدل التدفق الكتلي) :

هو كمية السائل التي تعبر مقطع الأنبوب s خلال وحدة الزمن $\boxed{Q=\dfrac{m}{\Delta t}}$

★ **المنسوب الحجمي** Q' (التدفق الحجمي)(معدل الضخ) :

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

سرعة التدفق $\boxed{v=\dfrac{Q'}{s}}$ زمن التفريغ $\boxed{\Delta t=\dfrac{V}{Q'}=\dfrac{m}{Q}}$

★ **معادلة الاستمرارية** : تُستخدم لحساب **سرعة** دخول وخروج السائل ..

$$\boxed{Q'=s_1v_1=s_2v_2} \qquad \boxed{\frac{v_1}{v_2}=\frac{s_2}{s_1}}$$

سرعة التدفق عند فتحتي الدخول والخروج $\boxed{v_1=\dfrac{Q'}{s_1},v_2=\dfrac{Q'}{s_2}}$

★ **معادلة برنولي** : تُستخدم لحساب **ضغط** دخول وخروج السائل ..

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

وفي حالة كان الأنبوب **أفقياً** فإن $z_1=z_2$

★ **سرعة تدفق سائل** من **فتحة صغيرة أسفل خزان واسع** جداً :

$$\boxed{v_2=\sqrt{2gh}}$$

★ لحساب **العمل الميكانيكي** اللازم لضخ السائل :

$$W=W_1+W_2+W_3$$
$$=P_1\Delta V-P_2\Delta V-mg\left(z_2-z_1\right)$$

★ إذا كانت فتحة الخروج مثقبة (n ثقباً) فتصبح $s_2=ns_2$ في معادلة الاستمرارية

★ **الكتلة الحجمية** : $\boxed{\rho=\dfrac{m}{V}}$ وتقدر بـ $kg.m^{-3}$

ولحساب **كتلة الجسم** $\boxed{m=\rho V}$

للتحويل من $g.cm^{-3}$ إلى $kg.m^{-3}$ نضرب بـ 1000

للتحويل من L إلى m^3 نقسم على 1000 أي نضرب بـ 10^{-3}

✸ مسائل هامة :

المسألة الأولى لملء خزانٍ حجمُه $600L$ ببنزين كتلته $450\ kg$ استُعمِلَ خرطومٌ مساحةُ مقطعه $5cm^2$ فاستغرقت العملية $300s$ ، والمطلوب :

1- معدّلَي التدفّق الحجميّ والكتلي.

2- احسبْ سرعة تدفّق البنزين من فتحة الخرطوم.

3- كمْ تصبحُ سرعة تدفّق البنزين من فتحة الخرطوم إذا نَقَصَ مقطعُها ليصبحَ رُبعَ ما كان عليه؟

المسألة الثانية يُفرّغ خزان ماء حجمه $8m^3$ بمعدل ضخ $0.04m^3.s^{-1}$ والمطلوب حساب: 1- الزمن اللازم لتفريغ الخزان

2- سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه $100cm^2$

زاوية انحراف إبرة البوصلة	زاوية ميل إبرة البوصلة
$\boxed{\tan\theta = \dfrac{B}{B_H}}$	المركبة الأفقية $\cos i = \dfrac{B_H}{B}$
	المركبة العامودية $\sin i = \dfrac{B_v}{B}$

التدفق المغناطيسي		
$\boxed{\Phi = B \cdot s \cdot \cos\alpha}$ واحدته ويبر weber		
إذا كان لدينا N لفة $\boxed{\Phi = N \cdot B \cdot s \cdot \cos\alpha}$		
أعظمي $\alpha = 0$	معدوم $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$	أصغري $\alpha = \pi$
موجب		سالب

★ **الدورانات :**

- عندما يكون B يوازي سطح الإطار فإن $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$ (وتكون زاوية دوران الإطار θ' والزاوية α متتامتان أي $\alpha + \theta' = \dfrac{\pi}{2}$)
- عندما يكون B يعامد سطح الإطار فإن $\alpha = 0$ (وتكون زاوية دوران الإطار θ' والزاوية α متساويتان أي $\alpha = \theta'$)

✹ **مسائل هامة :**

المسألة الأولى سلكان طويلان ومتوازيان البعد بينهما $1m$ يمرّ فيهما تيّاران كهربائيّان بجهة واحدة ، فإذا كانت شدة التيّار المار في السلك الأوّل تساوي ثلث شدة التيّار المارّ في السلك الثاني ، والمطلوب :

1- أوجد بُعد النقطة عن السلك الأوّل التي تقع على الخط العمودي الواصل بين السلكين حين تكون محصّلة الحقل المغناطيسيّ عندها تساوي الصفر.

2- إذا علمت أن شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في السلك الأول هو $2\times10^{-6}T$ وذلك في منتصف المسافة بين السلكين ، فاحسب شدتي التيار في السلكين.

3- احسب الزاويةِ التي تنحرفُ فيها إبرةُ بوصلة موضوعة في منتصف المسافة بين السلكين عن منحاها الأصليّ بفرضِ أنّ قيمةَ المركبة الأفقيّة للحقل المغناطيسيّ الأرضيّ $B_H = 2\times10^{-5}T$

4- هل يمكنُ أنْ تنعدمَ شدّةُ محصّلةِ الحقلين في نقطةٍ واقعةٍ خارجَ السلكين؟ وضّح أجابتك . ثم اقترح طريقة لجعلها تنعدم في هذه النقطة

5- إذا جعلنا شدة التيار المار في السلك الأول ربع ما كانت عليها فاحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن هذا التيار في نقطة تقع على السلك الثاني .

المسألة الثانية ملفّ دائريّ قطره الوسطيّ $5cm$ وعدد لفّاته 100 لفّة نمرّر فيه تيّاراً كهربائياً شدّته $0.5A$ ، والمطلوب :

1- احسب التدفّق المغناطيسيّ الذي يجتاز لفّات الملفّ.

2- نقطعُ التيّارَ السابقَ عن الملفّ، احسبِ التغيّرَ الحاصلَ في قيمةِ التدفّقِ المغناطيسيّ الذي يجتازُ الملفَّ ذاته.

3- نضع الملف بعد ذلك في حقل مغناطيسي منتظم شدته $0.5T$ حيث تكون خطوط الحقل عمودية على مستوي الملف ، ثم ندير الملف في الاتّجاه الموجب بزاوية 60^o . فاحسب التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ .

4- احسب طول سلك الملف الدائري

المسألة الثالثة وشيعة طولها $40cm$ مؤلّفة من 400 لفة محورها الأفقيّ يعامد خطَّ الزوال المغناطيسيّ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة، ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $16mA$ ، والمطلوب :

1- احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة .

2- إذا علمت أن قطر سلك الوشيعة $2mm$ فاحسب عدد طبقات الوشيعة.

3- نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها $2cm^2$ بحيث يصنع النّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60^o . احسب التدفقَ المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

تأثير الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

✍ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :**

القوة المغناطيسية (لورنز)	
$\boxed{F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta}$	
العلاقة الشعاعية $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$	
أعظمي $\theta = (\vec{v}, \vec{B}) = \dfrac{\pi}{2}$	معدوم $\theta = (\vec{v}, \vec{B}) = 0$

القوة الكهرطيسية (لابلاس)	
$\boxed{F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta}$	
العلاقة الشعاعية $\vec{F} = \vec{IL} \wedge \vec{B}$	
دولاب بارلو $F = I \cdot r \cdot B$	
إذا كان لدينا N لفة $\boxed{F = N \cdot I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta}$	
أعظمي $\theta = (\vec{IL}, \vec{B}) = \dfrac{\pi}{2}$	معدوم $\theta = (\vec{IL}, \vec{B}) = 0$

★ نصف قطر المسار الدائري لإلكترون ضمن حقل مغناطيسي منتظم :

$\boxed{r = \dfrac{m_e v}{eB}}$ ودور حركته $\boxed{T = \dfrac{2\pi m_e}{eB}}$

لإثبات أن حركة الإلكترون في حقل مغناطيسي منتظم هي حركة دائرية منتظمة :

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك ثم نعزل التسارع بدون إسقاط ، ومن خواص الجداء الخارجي نجد أن شعاع التسارع يعامد شعاع السرعة وبالتالي فهو ينطبق على الناظم أي أنه تسارع ناظمي

★ عمل القوة الكهرطيسية (نظرية ماكسويل) :

$\boxed{W = F \cdot \Delta x}$ $\boxed{W = I \cdot \Delta\Phi}$

★ المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك :

هو جهاز يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربائية صغيرة جداً وقياس شدتها

- عزم المزدوجة الكهرطيسية $\boxed{\begin{aligned}\Gamma_\Delta &= N \cdot I \cdot s \cdot B \cdot \sin\alpha \\ &= M \cdot B \cdot \sin\alpha\end{aligned}}$
- العزم المغناطيسي $\boxed{M = N \cdot I \cdot s}$ ويقدر بـ $A.m^2$
- زاوية دوران الإطار $\boxed{\theta' = \dfrac{NsB}{k} I = G \cdot I}$
- ثابت حساسية المقياس الغلفاني $\boxed{G = \dfrac{NsB}{k} = \dfrac{\theta'}{I}}$ $rad.A^{-1}$
- التوازن المستقر يعني أن التدفق أعظمي أي $\alpha = 0$

مسائل هامة :

المسألة الأولى في تجربة السكتين الكهرطيسية يبلغ طول الساق النحاسية المستندة إلى السكتين الأفقيتين $8cm$ تخضع بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته $10^{-2}\ T$ ويمر فيها تيار كهربائي شدته $20A$

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية التي تخضع لها الساق

2- احسب عمل القوة الكهرطيسية إذا انتقلت الساق بسرعة ثابتة $0.2\ m.s^{-1}$ خلال $2s$ ، ثم احسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة .

المسألة الثانية ساق نحاسية متجانسة طولها $1.5\ m$ وكتلتها $100g$ معلقة من طرفها العلوي شاقولياً نغمس طرفها السفلي في حوض يحتوي الزئبق ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته $20A$ ونؤثر بحقل مغناطيسي منتظم أفقي على طول $ab=10cm$ منها بحيث يكون مركز عطالة الساق c منتصف القطعة ab فتنحرف بزاوية $\alpha=0.1rad$ ثم تتوازن ، والمطلوب استنتاج العلاقة المحددة لشدة الحقل المغناطيسي المؤثر ثم احسب قيمته موضحاً بالرسم .

المسألة الثالثة دولاب بارلو نصف قطر قرصه $10cm$ نمرر فيه تياراً كهربائياً شدته $5A$ ونُخضع نصف القطر الشاقولي السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم شدته $2\times10^{-2}T$ ، والمطلوب :

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية التي يخضع لها الدولاب موضحاً بالرسم

2- احسبْ عزمَ القوَّة الكهرطيسيَةِ المُؤثِّرة في الدُولاب.

3- احسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عندما يدور الدولاب بسرعة تقابل $\dfrac{5}{\pi} Hz$

4- احسب عمل القوة الكهرطيسية بعد مضي $4s$ من بدء حركة الدولاب ، وهو يدور بالسرعة الزاوية السابقة .

المسألة الرابعة إطار مربع الشكل طول ضلعه $4cm$ يحوي 100 لفة من سلك نحاسي معزول

A) نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $0.06T$ خطوطه توازي مستوى الإطار الشاقولي، نمرر في الإطار تياراً شدته $0.1A$ ، والمطلوب حساب:

1- عزم المزدوجة الكهرطيسية التي يخضع هذا الإطار لها لحظة إمرار التيار.

2- عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر.

B) نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله k بحيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق، نمرر في الإطار تياراً شدته $1mA$ فيدور الإطار بزاوية مقدارها $0.012rad$ ثم يتوازن ، والمطلوب حساب:

1- استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدةَ لثابت فتلِ سلكِ التّعليق انطلاقاً من شرطِ التَّوازُن الدَّوراني، ثمّ احسبْ قيمتَه ، ثمّ احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G

2- نزيد حساسية المقياس 10 مرات من أجل التيار نفسه، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد .

المسألة الخامسة نُخضِع إلكتروناً يتحرّك بسرعة $8\times10^3\ Km\cdot s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسيّ منتظم ناظميّ على شعاع سرعته شدته $5\times10^{-3}T$

1- وازن بالحساب بين شدّة ثقل الإلكترون وشدّة قوّة لورنز المؤثِّرة فيه. ماذا تستنتج؟

2- برهن أنَّ حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسيّ هي حركة دائريّة منتظمة، ثمّ استنتج العلاقة المحدِّدة لنصف قطر المسار الدائريّ، واحسب قيمته.

3- احسب دور الحركة.

حيث أن $m_e = 9\times10^{-31} Kg \ , \ e = 1.6\times10^{-19} C$

التحريض الكهرطيسي

الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

★ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة :

$$\boxed{\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\Phi}}{\Delta t} = -L\,\frac{\overline{di}}{dt}}$$ واحدتها volt

في تجربة السكتين $\boxed{\bar{\varepsilon} = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = BLv}$

حيث أن تغير التدفق المغناطيسي يحسب من إحدى العلاقات :

$$\Delta\bar{\Phi} = N\,(\Delta B)\,S\cos\alpha,\ \Delta\bar{\Phi} = NB\,(\Delta S)\cos\alpha,\ \Delta\bar{\Phi} = NBS\,(\Delta\cos\alpha)$$

★ شدة التيار المتحرض : $\boxed{\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = -\frac{\Delta\bar{\Phi}}{R\cdot\Delta t}}$ واحدته A

في تجربة السكتين $\boxed{i = \frac{BLv}{R}}$

★ تحديد جهة التيار المتحرض :

إذا كانت $\varepsilon > 0 \quad , \quad \Delta\Phi < 0$

فتكون جهة التيار المتحرض هي بجهة أصابع يد يمنى يشير إبهامها إلى جهة الحقل المتحرض **الموافق** لجهة الحقل المحرض لأنه **متناقص**

عندئذٍ يمكن كتابة :

" $\vec{B}_{\text{محرض}}$ و $\vec{B}'_{\text{متحرض}}$ على حامل واحد وبجهة واحدة"

إذا كانت $\varepsilon < 0 \quad , \quad \Delta\Phi > 0$

فتكون جهة التيار المتحرض هي بجهة أصابع يد يمنى يشير إبهامها إلى جهة الحقل المتحرض **المعاكس** لجهة الحقل المحرض لأنه **متزايد**

عندئذٍ يمكن كتابة :

" $\vec{B}_{\text{محرض}}$ و $\vec{B}'_{\text{متحرض}}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين"

★ التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة :

$\boxed{\varepsilon = \varepsilon_{\max}\sin\omega t}$ حيث أن $\varepsilon_{\max} = NBS\,\omega$

★ ذاتية الوشيعة :

$\boxed{L = \frac{\Phi}{i}}$ $\boxed{L = 4\pi\cdot10^{-7}\,\frac{N^2 s}{\ell}}$ واحدتها هنري H

★ الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة : $\boxed{E_L = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}\Phi I}$

★ الاستطاعة الكهربائية: $\boxed{P = \varepsilon\cdot i}$

★ الاستطاعة الحرارية : $\boxed{P' = R\cdot i^2}$

مسائل هامة :

المسألة الأولى وشيعةٌ طولُها $20cm$ وطولُ سلكِها $40m$ بطبقةٍ واحدةٍ، مقاومتُها الأومية مُهمَلةٌ. المطلوب:

1- احسبْ ذاتيةَ الوشيعة.
2- إذا كانَ نصفُ قطرِ اللَّفةِ الواحدة $4cm$ فاحسبْ عددَ لفّاتِ الوشيعة.
3- نمرِّرُ في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً تزدادُ شدّتُه بانتظامٍ من الصّفر إلى $10A$ خلال $0.5s$ احسب القوّةَ المُحرِّكةَ الكهربائيّةَ المُتولِّدة داخلَ الوشيعة مُحدِّداً جهةَ التيّار المُتحرِّض.
4- احسب الطّاقةَ الكهرطيسيّةَ المُختزَنة في الوشيعة.

المسألة الثانية إطارٌ مربَّعُ الشَّكلِ مساحة سطحه $16cm^2$ مؤلف من 100 لفة مُتماثِلة من سلكٍ نحاسيٍّ معزولٍ رفيع مقاومته 4Ω

A) نعلق الإطار من منتصف أحد أضلاعه بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم خطوطه توازي مستوي الإطار شدتُه $5\times10^{-2}T$ نمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته $0.5A$ والمطلوب :

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة على كل من الضلعين الشاقوليين للإطار.
2- احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار
3- احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار ليصبح في حالة توازن مستقر
4- نقطع التيار السابق عن الإطار وهو في حالة التوازن المستقر ونصل طرفيه بمقياس غلفاني ثم نديره حول محوره الشاقولي زاوية مقدارها $\frac{\pi}{2}rad$ خلال $0.5s$

فما دلالةُ المقياسِ عندئذٍ ؟

B) ندير الإطارَ حولَ محوَرٍ شاقوليٍّ مارٍّ من مركزه ومن ضلعَين أفقيَين مُتقابلَين بحركةٍ دائريّةٍ مُنتظمةٍ تقابلُ $\frac{10}{\pi}Hz$ ضمنَ الحقلِ المغناطيسيِّ السابق حيث تكون خطوطُه ناظميّة على سطحِ الإطارِ قبل الدَّوران ، والمطلوب:

1- اكتبِ التّابعَ الزمنيَّ للقوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرّضةِ الآنيّةِ الناشئةِ في الإطار.

2- عيّنِ اللّحظتَين الأولى والثّانية التي تكونُ فيها قيمةُ القوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرّضةِ الآنيةِ الناشئةِ معدومة.

3- اكتبِ التابع الزمني للتيار الكهربائيِّ المُتحرّضِ اللّحظيّ المارِّ في الإطار.

المسألة الثالثة وشيعة طولها $80cm$ ومساحة مقطعها $\frac{1}{50}m^2$ وذاتيتها $\frac{1}{10\pi}H$

1- احسب عدد لفّات الوشيعة.

2- نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائياً شدّته اللحظيّة مقدّرة بالأمبير $\bar{i}=2\pi t+3$ احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة الناشئة فيها.

المسألة الرابعة سكّتانِ نحاسيّتانِ مُتوازيّتان، تميلُ كلٌّ منهما على الأفقِ بزاوية 45 تستندُ إليهما ساقٌ نحاسيّة $40\ cm$ تخضعُ بكاملِها لتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظمٍ شاقولي شدّتُه $0.8T$ نُغلِقُ الدّارة ثمّ تُترك لِتنزلَقَ دونَ احتكاكٍ بسرعةٍ ثابتةٍ، قيمتُها $2\ ms^{-1}$ ، والمطلوب :

1- استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدةَ للمُقاومةِ الكليّةِ للدّارة، ثمّ احسبْ قيمتَها إذا كانَت شدّةُ التيّارِ المُتحرّضِ المُتولدِ فيها $\sqrt{2}A$

2- استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدة لكتلةِ السّاقِ، ثمّ احسب قيمتَها.

الدارة المهتزة

الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

★ في اللحظة t=0 تكون شحنة المكثفة عظمى $q=q_{max}$ ، $U=U_{max}$

★ **الدور الخاص في الدارة المهتزة** (علاقة طومسون) : $\boxed{T_0=2\pi\sqrt{LC}}$

q
$C \quad U$

$N=\frac{\ell'}{2\pi r}$ ، $s=\pi r^2$ ، $L=4\pi\cdot10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$

★ **النبض الخاص** $\boxed{\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}=2\pi f_0}$ ، **التواتر الخاص** $\boxed{f_0=\frac{1}{T_0}}$

★ **تابع الشحنة** : $\boxed{\bar{q}=q_{max}\cos\omega_0 t}$

★ **تابع شدة التيار** : $\boxed{\bar{i}=(\bar{q})'_t=-\omega_0 q_{max}\sin\omega_0 t}$

$$\boxed{\Rightarrow \bar{i}=\omega_0 q_{max}\cos\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right)}$$

تابع شدة التيار متقدم بالطور عن تابع الشحنة بمقدار $\frac{\pi}{2}$

★ **شدة التيار الأعظمي** : $\boxed{I_{max}=\omega_0 q_{max}}$ $E_L=\frac{1}{2}LI^2$

★ **الطاقة الكلية** = الطاقة الكهربائية + الطاقة الكهرطيسية

المختزنة في المكثفة ، المختزنة في الوشيعة

$E_L=\frac{1}{2}LI^2_{max}$

$E_L=\frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}$

$E=E_C+E_L$

$E_C=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

✸ مسألة هامة :

المسألة الأولى احسب طول موجة اهتزاز سرعة انتشاره $3\times10^{+8}ms^{-1}$ الذي تحققه دارة مهتزة مؤلفة من :

- وشيعة قطرها $2cm$ وقطر سلكها $2mm$ وعدد لفاتها 50
- ومكثفة شحنة كل من لبوسيها $5nC$ وفرق الكمون بين لبوسيها $50v$

المسألة الثانية

نشحنُ مُكثِفةً سعتُها $C=1\mu F$ تحتَ توتُّر كهربائيّ $U=100\ V$ ثمّ نصلُها في اللّحظة $t=0$ بين طرفي وشيعةٍ ذاتيتُها $L=10^{-3}H$ ومقاومتُها مُهمَلة. المطلوبُ حساب:

1- الشُّحنةِ الكهربائيّة لِلمُكثِّفة والطّاقة الكهربائيّة المُختزنة فيها عندَ اللّحظة $t=0$

2- تواتُرِ الاهتزازاتِ الكهربائيّة المارّة فيها.

3- شدّةِ التيّارِ الأعظميِّ المارِّ في الدّارة ، ثم اكتب التابع الزمني للشدة اللحظية فيها .

أ. مؤيد بكر 0988466306

التيار المتناوب الجيبي

✍ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

★ الممانعة الكلية في دارة :

ثانياً

تحوي (مقاومة صرفة R ، وشيعة L مقاومتها r ، مكثفة C)

$$Z=\sqrt{\left(R+r\right)^2+\left(X_L-X_C\right)^2}$$

يمكن حساب Z من إحدى قوانين الجذر ..

حسب محتويات الدارة .. وذلك بعد حذف الرموز الغير موجودة في الدارة

أولاً

يمكن استخدام **المثلث** للدارة بشكل عام ..

أو لأي جزء من أجزاء الدارة بشكل مستقل

U_{eff}

$Z \quad I_{eff}$

شدة التيار المنتجة I_{eff}	التوتر المنتج U_{eff}
$I_{eff}=\dfrac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	$U_{eff}=\dfrac{U_{max}}{\sqrt{2}}$
ويمكن حسابهما من المثلث	
$I_{max}=I_{eff}\sqrt{2}$	$U_{max}=U_{eff}\sqrt{2}$

التابع الزمني للتيار		التابع الزمني للتوتر	
$\bar{i}=I_{max}\cos\left(\omega t+\bar{\varphi}\right)$		$\bar{u}=U_{max}\cos\left(\omega t+\bar{\varphi}\right)$	
في الوصل على **التسلسل**		في الوصل على **التفرع**	
I ثابتة $(\varphi=0)$	U مجموع	U ثابتة $(\varphi=0)$	I مجموع

$$\vec{I}_{eff}=\vec{I}_{eff_1}+\vec{I}_{eff_2}$$

$$I^2_{eff}=I^2_{eff_1}+I^2_{eff_2}+2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos\left(\varphi_2-\varphi_1\right)$$

وشيعة ذات المقاومة		وشيعة مهملة المقاومة		المكثفة		المقاومة الصرفة	
الممانعة $Z_L=\sqrt{r^2+X_L^2}$		الردية $X_L=L\omega$		الإتساعية $X_C=\dfrac{1}{\omega C}$		الممانعة $X_R=R$	
تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل
حادة سالبة	حادة موجبة	$\varphi=-\frac{\pi}{2}$	$\varphi=+\frac{\pi}{2}$	$\varphi=+\frac{\pi}{2}$	$\varphi=-\frac{\pi}{2}$	$\varphi=0$	

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة

على التسلسل (وفي أجزاء الدارة)	على التفرع
$P_{avg}=I_{eff}U_{eff}\cos\bar{\varphi}$	$P_{avg}=P_{avg_1}+P_{avg_2}..$
حرارياً (للمقاومة) $P_{avg}=RI^2_{eff}$	

عامل الاستطاعة

على التسلسل (وفي أجزاء الدارة)	على التفرع
$\cos\bar{\varphi}=\dfrac{R}{Z}$	$\cos\bar{\varphi}=\dfrac{P_{avg}}{I_{eff}U_{eff}}$
	أو من المجموع الشعاعي لشدات التيار المنتجة

المقاومة الداخلية للوشيعة r

تيار متواصل	من قانون الجذر	من عامل الإستطاعة
$r=\dfrac{u}{i}$	$Z=\sqrt{\ }$	$\cos\varphi$

ذاتية الوشيعة L

	الوشيعة **مهملة** المقاومة	الوشيعة **ذات** مقاومة
$L=4\pi\cdot10^{-7}\dfrac{N^2s}{\ell}$	من $X_L=L\omega$	$Z_L=\sqrt{r^2+\omega^2L^2}$

خصائص **التجاوب الكهربائي (الطنين)** في الوصل على التسلسل

الممانعةُ **أصغرُ** ما يمكنُ	$Z=R$
شدّةُ التيّارِ المنتجةِ **أكبرُ** ما يمكنُ	$I_{eff}=\dfrac{U_{eff}}{R}$
الإتساعية = الردية	$X_L=X_C\Rightarrow\omega L=\dfrac{1}{\omega C}$ حيث C **السعة المكافئة** لجملة المكثفات
التوتُّرُ على **توافقٍ** بالطّور مع الشّدّة	$\varphi=0$
الاستطاعةُ المتوسِّطة المستهلَكة **أكبرُ** ما يمكنُ	$P_{avg}=I'_{eff}U_{eff}\cos\bar{\varphi}$
عامل الاستطاعة يساوي **الواحد**	$\cos\varphi=1$

✍ لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة بعد حدوث التجاوب

نأخذ بعين الاعتبار أن I_{eff} (تغيرت) وأن U_{eff} (لم تتغير) و $\cos\varphi=1$

- التجاوب الكهربائي يحدث عادةً بعد إضافة جهاز إلى الدارة الموصولة على التسلسل
- عند إضافة جهاز إذا بقيت الشدة المنتجة للتيار نفسها

عندئذٍ : نستخدم (بعد الإضافة) $Z = Z'$ (قبل الإضافة)

- في الوصل على التفرع إذا أصبحت شدة التيار على وفاق بالطور مع فرق الكمون عندئذٍ نستخدم **إنشاء فرينل** في إيجاد المطلوب ..
- "جهاز **ذاتيتُه مُهمَلة**" $\Longrightarrow$ "**مقاومة صرفة**"
- "جهاز **ذاتيتُه صرفة**" $\Longrightarrow$ "**وشيعة مقاومتها مهملة**"
- "الوصل **بين طرفي جهاز**" $\Longrightarrow$ "**الوصل على التفرع**"
- إذا غمسنا مقاومة في **مسعر** يحوي ماء .. أو إذا كان مردود التسخين 100%

نطبق مبدأ مصونية الطاقة :

كمية الحرارة التي يأخذها الماء = الطاقة الحرارية التي تقدمها المقاومة

$$P_{avg} \cdot t = m \cdot c_0 \cdot \Delta t \Rightarrow I_{eff} U_{eff} \cos\varphi \cdot t = m \cdot c_0 \cdot \Delta t$$

تذكرة **مكثفات**

نوع الضم	تسلسل	تفرع
السعة المكافئة	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} ...$	$C_{eq} = C_1 + C_2 ...$
المكثفات متماثلة	$C_{eq} = \frac{C_1}{n}$	$C_{eq} = nC_1$
لتحديد طريقة الضم	$C_{eq} < C_1$	$C_{eq} > C_1$
إذا كان البسط نفسه فالكسر صاحب المقام الأكبر هو الكسر الأصغر		

مسائل هامة :

المسألة الأولى يعطى تابع التوتر اللحظي بين طرفي مأخذ بالعلاقة $\overline{u} = 180\sqrt{2}\cos 100\pi t$ المطلوب :

1- احسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار.

2- نضع بين طرفي المأخذ مصباحاً كهربائيّاً ذاتيته مُهمَلة فيمرُ تيار شدته المنتجة $9A$ احسب قيمة المُقاومة أومية للمصباحِ ، واكتبْ تابع الشّدّة اللّحظيّة المارّة فيها.

3- نصل بين طرفي المصباح في الدارة السابقة وشيعة عامل استطاعتها $\frac{1}{2}$ فيمر في الوشيعة تيار شدّته المنتجة $15A$ احسب ممانعة الوشيعة والاستطاعة المستهلكة فيها، ثمّ اكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها.

4- احسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل.

5- احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين وعامل استطاعة الدارة.

6- احسبْ سعةَ المُكثّفة الواجبِ ربطُها على التّفرُّع بينَ طرفَي المأخذِ لتصبحَ شدّةُ التيّارِ الأصليّة الجديدة على وفاقٍ بالطّور معَ التّوتّرِ المُطبّق عندَما تعملُ الفروعُ الثلاثة معاً.

المسألة الثانية مأخذ لتيار متناوب جيبي التوتر اللحظي بين طرفيه

$$\overline{u} = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

A) نصل طرفي المأخذ بدارة تحوي على التسلسل مقاومة صرف 30Ω ووشيعة مقاومتها مهملة ذاتيتها $\frac{2}{5\pi}H$ ، والمطلوب حساب :

1- التوتر المنتج بين طرفي المأخذ
2- ردية الوشيعة
3- الممانعة الكلية للدارة
4- الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة
5- عامل استطاعة الدارة والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها

B) نضيف إلى الدارة السابقة مكثفة مناسبة سعتها C تجعل الشدة في الدارة على توافق مع التوتر المطبق ، والمطلوب حساب :

1- الشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة
2- حساب سعة المكثفة المُضافة
3- إذا كانت المكثفة السابقة مؤلفة من ضم مجموعة من المكثفات المتماثلة لكل منها سعة $\frac{1}{4\pi}\times 10^{-4}F$ حدد طريقة ضم هذه المكثفات ، ثم احسب عددها .

المسألة الثالثة مأخذ تيار متناوب جيبي التوتر المنتج بين طرفيه $50v$ وتواتره $50Hz$ نصل بين طرفي المأخذ بدارة كهربائية تحوي على التسلسل مقاومة صرف R ومكثفة اتساعيتها 20Ω فإذا علمت أن التوتر المنتج بين طرفي المقاومة $30v$ ، والمطلوب :

1- احسب التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام انشاء فرينل.
2- احسب الشدة المنتجة للتيار في الدارة.
3- احسب قيمة المقاومة R
4- احسب الاستطاعة الكهربائية المتوسطة المستهلكة في الدارة.
5- نضيف على التسلسل إلى الدارة السابقة وشيعة مناسبة مقاومتها مهملة فتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها ، احسب قيمة ذاتية هذه الوشيعة.

المسألة الرابعة يغذّي تيّار متناوب جيبي يعطى توتُره اللحظيُ بالعلاقة $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ الجهازين الآتيين المربوطين فيما بينهما على التفرُع

- جهاز تسخين كهربائيّ ذاتيّته مهملة يرفع درجة حرارة $1g$ من الماء من الدرجة $0C$ إلى الدرجة $72C$ خلال $7min$ بمردود تسخين 100%

- محرِك استطاعته $600\ watt$ وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيّار متأخِر بالطور عن التوتر ، المطلوب :

1- احسب الشدَّة المنتجة للتيّار في كلٍ من الفرعين، واكتب تابع الشدَّة اللحظيَّة في كلٍ منهما

2- احسب الشدَّة المنتجة الكليَّة باستخدام إنشاء فرينل، واحسب عامل استطاعة الدارة

3- احسب سعة المكثِّفة التي إذا ضمَّت أيضاً على التفرُع في الدارة جعلت الشدَّة الكلِّيَّة متفقة بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الأجهزة جميعاً، واحسب قيمة الشدَّة المنتجة في الدارة الأصليَّة عندئذ

4- نستعمل التوتّر السابق لتغذية دارة تتألَّف من فرعين يحوي أحدهما المكثِّفة السابقة ويحوي الآخر وشيعة مهملة المقاومة، احسب ردية الوشيعة التي تنعدم من أجلها شدَّة التيّار في الدارة الأصليّة باستخدام إنشاء فرينل .

علماً أن (الحرارة الكتلية للماء $C_0 = 4200 JKg^{-1}C^{-1}$)

المحولة الكهربائية

الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

★ **نسبة التحويل** :

$$\boxed{\mu = \frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_S}} = \frac{N_S}{N_P}}$$

رافعة للتوتر $N_S > N_P \Rightarrow U_{eff_S} > U_{eff_P}$

خافضة للشدة $\mu > 1 \qquad I_{eff_P} > I_{eff_S}$

خافضة للتوتر $N_S < N_P \Rightarrow U_{eff_S} < U_{eff_P}$

رافعة للشدة $\mu < 1 \qquad I_{eff_P} < I_{eff_S}$

(ليست أصغر من الصفر)

★ نحسب **الشدة المنتجة** أو **التوتر المنتج** : من إحدى الخطوات الآتية :

- من نسبة التحويل
- من الاستطاعة المتوسطة المستهلكة
- من إحدى القوانين المناسبة التي مرت معنا في درس التيار المتناوب

★ **الاستطاعة الضائعة حرارياً** $\boxed{P' = R I_{eff_S}^2}$

★ **المردود** : $\boxed{\eta = 1 - R\frac{I_{eff}}{U_{eff}}}$

✵ مسائل هامة :

المسألة الأولى

A) محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 2$ ، والشدة المنتجة في دارتها الثانوية $I_{eff_S} = 5A$ والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يُعطى وفق التابع : $\bar{u}_S = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ ، والمطلوب :

1- هل المحولة رافعةٌ للتوترِ أم خافضةٌ له ؟

2- احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي الدارة الثانوية وتواتر التيار

3- احسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأولية

B) نربط بين طرفي الدارة الثانوية فرعين الأول يحوي مقاومة R ويمر فيه تيار شدته المنتجة $I_{eff_R} = 4A$ والفرع الثاني يحوي مكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi} F$ ، والمطلوب حساب :

1- قيمة المقاومة في الفرع الأول ، والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها

2- قيمة اتساعية المكثفة .

3- قيمة الشدة المنتجة المارة في فرع المكثفة باستخدام إنشاء فرينل واكتب التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع .

المسألة الثانية

يبلغُ عددُ لفَاتٍ أوّليّة مُحوّلة 3750 لفة وعددُ لفات ثانويتِها 125 لفَة نطبّقُ بينَ طرفَي الأولية توتُراً مُنتِجاً $U_{eff_P} = 3000v$ ونربطُ بينَ طرفَي الثانويّة دارةً تحوي على التفرُع :

- مُقاومةٌ صرفٌ الاستطاعةُ المُستهلَكة فيها $P_{avg_1} = 1000w$

- وشيعةٌ لها مُقاومةٌ أومية، الاستطاعة المُستهلَكة فيها $P_{avg_2} = 1000w$ يمرّ فيها تيّارٌ يتأخَّرُ بالطَّور عن التوتُّرِ المُطبّق بمقدار $\frac{\pi}{3} rad$ ، احسب :

1- قيمةِ الشِّدَّة المُنتجة للتيّار المارّ في المُقاوَمة.

2- قيمة الشِّدَّة المُنتجة للتيّار المارّ في الوشيعة.

3- قيمةِ الشِّدَّة المُنتجة للتيّار المارّ في ثانوية المُحوِّلة.

4- الشِّدَّةِ المُنتجة للتيّار المار في الدّارة الأولية للمُحوِّلة.

المسألة الثالثة

يبلغُ عددُ لفات وشيعة أوليّة مُحوّلة 125 لفة وفي ثانويتها 375 لفة نطبقُ بين طرفَي الدّارة الأوّلية توتراً كهربائياً جيبياً تواتره $50\ Hz$ قيمتُه المنتجة $10v$ ونصلُ طرفَي الثّانوية بمُقاومةٍ صرفٍ $R = 10\Omega$ ، والمطلوب

1- هل المحولة رافعةٌ للشدة أم خافضةٌ لها ؟

2- احسب الشّدتَينِ المُنتجتَين في دارتَي المُحوّلة .

3- نصلُ على التفرّعِ بينَ طرفَي المُقاوَمةِ وشيعةً مُهمَلة المُقاوَمة فتصبحُ الشِّدَّةُ المُنتجة الكلّيّة في الدّارة الثانويّة $5A$ ، والمطلوب

a) احسب الشِّدَّةَ المُنتجةِ للتيّار في فرع الوشيعة باستخدام إنشاء فرينل، ثمّ اكتبْ تابعَ الشِّدَّةِ اللّحظيّة.

b) احسب ذاتيّةَ الوشيعة.

c) الاستطاعةِ المُتوسِّطةِ في جملة الفرعَين.

الأمواج المستقرة العرضية

الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

★ في الانعكاس على **نهاية مقيدة** تكون جهة الإشارة المنعكسة **تعاكس** جهة الإشارة الواردة فيكون **فرق الطور** $\boxed{\varphi' = \pi rad}$

★ معادلة مطال نقطة n من وتر خاضع لتأثير موجتين واردة ومنعكسة معاً

$$\bar{y}_n(t) = Y_{\max/n}\sin\omega t$$

حيث أن سعة اهتزاز النقطة n $\quad Y_{\max/n} = 2Y_{\max}\left|\sin\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right|$

★ معادلة أبعاد عقد الاهتزاز N : $n = 0,1,2,...$ $\quad \boxed{x = n\frac{\lambda}{2}}$

★ معادلة أبعاد بطون الاهتزاز A : $n=0,1,2,..$ $\quad \boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$

المسافة بين			
بطنين متتاليين	متشابهين	بطن وعقدة متتاليين	مختلفين
عقدين متتاليين		عقدة وبطن متتاليين	
نقطتين لهما نفس الحالة الاهتزازية		$\frac{\lambda}{4}$	
$\frac{\lambda}{2}$			

طول الوتر	$L = n\frac{\lambda}{2}$
عدد المغازل	$n = \frac{2L}{\lambda}$
طول الموجة	$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{v}{f}$

التواترات	$L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{nv}{2L}}$ حيث $n=1,2,3,...$ عدد المغازل وتسمى **المدروجات** (الأساسي $n=1$)

⚐ عدد أطوال الموجة = طول الوتر ÷ طول الموجة = $\frac{L}{\lambda}$

⚐ عند تغيير عدد المغازل n يتغير طول الموجة λ فنحسبه من جديد ..

سرعة الانتشار	
$\boxed{v = \lambda\cdot f}$	$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ حيث **الكتلة الخطية** $\boxed{\mu = \frac{m}{L} = \rho\pi r^2}$

⚐ لا تتغير الكتلة الخطية μ بتغيّر طول الوتر L ..

قوة الشد	
$\boxed{F_T = \mu v^2}$	$f = \frac{n}{2L}\cdot v = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ نربع ثم نعزل F_T

⚐ لحساب كتلة الوتر m من F_T بتعويض μ ثم عزل m ..

★ في الانعكاس على **نهاية طليقة** تكون جهة الإشارة المنعكسة **توافق** جهة الإشارة الواردة فيكون **فرق الطور** $\boxed{\varphi' = 0 rad}$

طول الوتر	$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$
طول الموجة	$\lambda = \frac{4L}{2n-1} = \frac{v}{f}$
التواترات الخاصة	$L = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow \boxed{f = (2n-1)\frac{v}{4L}}$ حيث $n=1,2,3,...$ عدد المغازل وتسمى **المدروجات** (الأساسي $n=1$)

✱ مسائل هامة :

المسألة الأولى وتر مشدود كتلته $16g$ يهتز بالتجاوب بوساطة رنانة كهربائية تواترها $50Hz$ بحيث يتشكل فيه أربعة مغازل ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر $20ms^{-1}$ المطلوب حساب :

1- طول موجة الاهتزاز
2- طول الوتر
3- مقدار قوة الشد المطبقة على الوتر

المسألة الثانية خيط مرن أفقيّ طوله $1m$ قطرُ مقطعِه $0.4mm$ وكتلته الحجمية $8gcm^{-3}$ نربط أحد طرفيه برنّانة كهربائيّة شعبتاها أفقيّتان تواترها $50Hz$ ونشدّ الخيط على محزّ بكرة بثقل مناسب لتكون نهايته مقيَّدة، فإذا علمت أنّ طول الموجة المتكوّنة $40cm$ ، والمطلوب :

1- ما عدد المغازل المتكوّنة على طول الخيط؟
2- احسب السعة بنقطة تبعد $20cm$ عن النهاية المقيّدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع $1cm$ ، ماذا تمثل هذه النقطة ؟
3- احسب الكتلة الخطِّيَّة للخيط، واحسب قوَّة شدّ هذا الخيط، وسرعة انتشار الاهتزاز فيه.
4- احسب قوَّة شدِّ الخيط التي تجعله يهتزُّ بمغزلين، وحدّد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيّدة في هذه الحالة.
5- نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه. هل تتغيّر كتلته الخطيّة باعتبار أنّه متجانس.

المسألة الثالثة احسُب تواترَ الصَّوت الأساسيّ لوترٍ مشدودٍ طولُه $0.7m$ وكتلته $7g$ شُدَّ بقوّةٍ قدرُها $49N$

الأمواج المستقرة الطولية

الأعمدة الهوائية والمزامير		
	عمود هوائي (أنبوب صوتي) **مفتوح** مزمار **متشابه** الطرفين	عمود هوائي (أنبوب صوتي) **مغلق** مزمار **مختلف** الطرفين
	ذو **فم** نهايته **مفتوحة**	ذو **فم** نهايته **مغلقة**
طول العمود / المزمار	$\boxed{L = n\frac{\lambda}{2}}$	$\boxed{L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}}$
التوترات	$L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow \boxed{f=\frac{nv}{2L}}$	$L=(2n-1)\frac{v}{4f}\Rightarrow$ $\boxed{f=(2n-1)\frac{v}{4L}}$
	حيث $n=1,2,3,...$ مدروجات الصوت (رتبة) (الرنين) (الأساسي $n=1$)	حيث $2n-1=1,3,5,...$ مدروجات الصوت (رتبة) (الرنين) (الأساسي $2n-1=1$)
	التواتر الأساسي $f_1=\frac{v}{2L}\Rightarrow f=n\cdot f_1$	التواتر الأساسي $f_1=\frac{v}{4L}\Rightarrow f=(2n-1)\cdot f_1$

- في الأعمدة الهوائية المغلقة والمزامير مختلفة الطرفين لا يوجد مدروجات زوجية بل فردية فقط حيث نضع رقم المدروج مباشرةً $2n-1$
- إن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط أما **عقد الاهتزاز** هي **بطون للضغط**

سرعة انتشار الصوت في الغازات	
$\boxed{\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{D_2}{D_1}}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}}$ حيث كثافة الغاز $D=\frac{M}{29}$ $M(H_2)=1\times2=2$ $M(O_2)=16\times2=32$	$\boxed{\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}}$ $T(K)=t(^{\circ}C)+273$

- تبقى **السرعة نفسها** إذا بقي **الغاز نفسه ودرجة الحرارة نفسها**
- عندما يكون الصوت **موافقاً** لصوت آخر فيكون لهما **نفس التواتر**
- عندما يطلب منا حساب طول مزمار آخر فهذا يعني أن نكتب قانون طول المزمار الجديد L' ثم نرى هل تغير كل من التواتر f والسرعة v ... ثم نعوض ..
- البُعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين مُتعاقبين) $L=\frac{\lambda}{2}$
- في المزمار **مختلف** الطرفين n هو عدد العقد الكلي فإذا كُتِب في نص المسألة **"يتشكل في داخله"** عندئذٍ **نزيد** على العدد المعطى **واحد** ..
- نجعل مزمار ذي **فم متشابه** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مفتوحة**
- نجعل مزمار ذي **فم مختلف** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مغلقة**
- نجعل مزمار ذي **لسان متشابه** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مغلقة**
- نجعل مزمار ذي **لسان مختلف** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مفتوحة**

مسائل هامة :

المسألة الأولى مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله $1m$ مملوء بالهواء يُصدر صوتاً أساسياً تواتره $150Hz$ في درجة حرارة مناسبة والمطلوب :

1- احسب عدد أطوالِ الموجةِ التي يحويها المزمار.
2- طول مزمار آخر مُختلف الطرفين تواتر صوته الأساسي مساوٍ لتواتر الصوت السابق في درجة الحرارة نفسها .

المسألة الثانية مزمار ذو فم نهايته مغلقة طوله L يحوي هواء في درجة حرارة معينة حيث سرعة انتشار الصوت $320ms^{-1}$ وتواتر صوته الأساسي $160Hz$ ، المطلوب حساب :

1- طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار
2- طول المزمار
3- طول مزمار آخر ذو فم نهايته مفتوحة تواتر صوته الأساسي مساوٍ لتواتر الصوت البسيط السابق في شروط التجربة نفسها

المسألة الثالثة مزمار ذو لسان نهايته مغلقة يحوي الهيدروجين يُصدر صوتاً أساسياً توتاتره $648Hz$ في درجة حرارة مناسبة حيث سرعة انتشار الصوت فيه $1296ms^{-1}$ ، المطلوب :

1- احسب طول الموجة المتكونة 2- احسب طول المزمار

3- نستبدل بغاز الهيدروجين في المزمار غاز الأكسجين في درجة الحرارة نفسها ، احسب سرعة انتشار الصوت في غاز الأكسجين ، ثم احسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة (علماً أن $H:1$ ، $O:16$)

المسألة الرابعة استُعمِلَت رنانةٌ تواترُها $445Hz$ فوق عمود هوائي مفتوح طوله $5m$ لتحديدِ سرعةِ انتشار الصَّوت في غاز الهيليوم فإذا كانَ البُعدُ بينَ صوتَين شديدَين مُتتاليَين (رنينَين مُتعاقبَين) $1m$

1- احسُب سرعةَ انتشار الصَّوت في غاز الهيليوم

2- إذا تكونت داخل العمود عقدة واحدة فقط في منتصفه في الدرجة نفسها من الحرارة، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ

الإلكترونيات

الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

- قوة الجذب الكهربائي $\boxed{F_E = k\frac{e^2}{r^2}}$ $\boxed{F_E = F_C}$
- قوة العطالة النابذة $\boxed{F_C = m_e a_c = m_e\frac{v^2}{r}}$
- قوة التجاذب الكتلي $\boxed{F = G\frac{m_e m_P}{d^2}}$

لحساب الطاقة (المتحررة / المقدمة) (فرق الطاقة بين سويتين) :

$$\boxed{\Delta E = E_2 - E_1 = h\cdot f} \; ; \; \boxed{eV \underset{\div 1.6\times10^{-19}}{\overset{\times 1.6\times10^{-19}}{\rightleftarrows}} J}$$

حيث أن
$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{c}{\lambda} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi r}$$
$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{c}{f}$$
(الواحدات دولية)

تسريع الإلكترونات بحقل كهربائي :

لحساب سرعة إلكترون يتحرك بدون سرعة إبتدائية من اللبوس السالب إلى اللبوس الموجب يوجد طريقتان : باستخدام العلاقة الأساسية في التحريك

باستخدام نظرية الطاقة الحركية

حيث أن $\boxed{U = E\cdot d}$ $\boxed{F = e\cdot E}$ $\boxed{v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}}$

تأثير الحقل الكهربائي في إلكترون له سرعة إبتدائية عمودية على خطوط الحقل

لإيجاد معادلة حامل مسار الالكترون ندرس الحركة باستخدام العلاقة الأساسية في التحريك

لحساب عدد الإلكترونات : $It = Ne \Rightarrow \boxed{N = \frac{It}{e}}$

لحساب الطاقة الحركية :
$$\boxed{E_k = E - E_S}$$
$$\boxed{E_k = \frac{1}{2}m_e v^2}$$
$$\boxed{E_k = eU}$$

لحساب (طاقة / تواتر / طول موجة) (الضوء / الفوتون) :
$$\boxed{E = h\cdot f = h\cdot\frac{c}{\lambda}}$$

لحساب (طاقة / تواتر / طول موجة) (الإنتزاع / العتبة) :
$$\boxed{E_s = h\cdot f_s = h\cdot\frac{c}{\lambda_s}}$$

لحساب كمية حركة الفوتون $\boxed{P = \frac{h}{\lambda}}$

لحساب استطاعة الموجة الكهرطيسية $\boxed{P = Nhf}$

لحساب سرعة الإلكترون : $E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}}$

$$F_E = F_C = m_e\frac{v^2}{r} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{r\cdot F_E}{m_e}}}$$

شرط انتزاع الإلكترونات / الحجيرة الكهرضوئية :
$$E \ge E_s \Rightarrow f \ge f_s \Rightarrow \lambda \le \lambda_s$$

شرط الفعل الكهرضوئي : $E > E_s \Rightarrow f > f_s \Rightarrow \lambda < \lambda_s$

لحساب أقصر طول موجة لفوتونات الأشعة السينية الصادرة :

نستخدم الطاقة العظمى لفوتونات = الطاقة الحركية للإلكترونات
$$E = E_k \Rightarrow hf_{\max} = eU$$
$$h\frac{C}{\lambda_{\min}} = eU \Rightarrow \boxed{\lambda_{\min} = \frac{hC}{eU} = \frac{hC}{E_k}}$$

مسائل هامة :

المسألة الأولى احسب الطّاقةَ المُتحرّرةَ وطولَ موجةِ الإشعاع الصّادر عندَما يهبطُ إلكترون من السّويّة الثّالثة ذات الطّاقة $E_3 = -1.5\ eV$ إلى السّويّة الثّانية ذات الطّاقة $E_2 = -3.4\ eV$

المسألة الثانية ينطلقُ إلكترون بسرعةٍ ابتدائيّةٍ معدومةٍ من فتحةٍ في اللّبوس السّالب لمكثّفة ليخرج من الفتحة المُقابلة في اللّبوس المُوجب فإذا علِمتَ أنَّ فرقَ الكمون بينَ لبوسَي المُكثّفة هو $1000\ v$ والمسافة بينهما $1\ cm$ فاحسب سرعةَ وتسارعَ هذا الإلكترون لحظةَ خروجِه من المُكثّفة ..

المسألة الثالثة تبلغُ الطّاقةُ الحركيّة لحزمةٍ من الإلكترونات المُنتزعة $9.6\times10^{-16}\ J$ وشدّتُها $10\ \mu A$

1- احسب سرعة الإلكترونات في هذه الحزمة

2- احسب عدد الإلكترونات التي تصِلُ الصّفيحة المعدنيّة في الثّانية الواحدة

المسألة الرابعة احسب الطّاقة الحركيّة لأحدِ الإلكترونات المُنتزعة في خليّة كهرضوئيّة لحظةَ وصولِها المصعد باعتبارِ أنّه تركَ المهبط دونَ سرعةٍ ابتدائيّة. وأنّ التوتُّر الكهربائيّ بينَ المصعد والمهبط $180\ V$

المسألة الخامسة يُضِيء منبعٌ ضوئيٌّ وحيدُ اللّون طولُ موجته $0.5\ \mu m$ حجيرة كهرضوئيّة، طاقةُ انتزاع الإلكترون فيها $33\times10^{-20}\ J$

1- احسب توتُّر العتبة 2- احسب طول موجةِ عتبةِ الإصدار

3- احسب الطّاقة الحركيّة العُظمى للإلكترونِ لحظةَ خروجِه من مَهبطِ الحجيرة وسرعته

المسألة السادسة إذا كانَ أكبرُ طولِ موجةٍ يلزمُ لانتزاع الإلكترونِ من سطحِ مهبطِ حُجَيرة كهرضوئيّة يُساوي $66\times10^{-8}\ m$

1- طاقة انتزاع الإلكترون من مادّة المهبط

2- كميّة حركة الفوتون الوارِد عندَما يُضاء سطحُ صفيحة المهبط بضوءٍ وحيدِ اللّون، طولُ موجته $44\times10^{-8}\ m$

3- الطّاقة الحركيّة للإلكترون لحظةَ خروجِه من مهبطِ الحجيرة الكهرضوئيّة

4- قيمة كمونِ الإيقاف

المسألة السابعة يعملُ أنبوبُ الأشعّة السّينيّة بتوتّر $8\times10^{+4}\ V$ حيثُ يصدرُ عن المهبط إلكترون، سرعتُه معدومةٌ عمليّاً ، احسبْ أقصرَ طولِ موجةٍ للأشعّة السّينيّة الصّادرة .

علماً أن $h = 6.6\times10^{-34}\ J\cdot s$, $c = 3\times10^{+8} m\cdot s^{-1}$

$m_e = 9\times10^{-31}\ Kg$, $e = 1.6\times10^{-19} C$

تم بعونه تعالى

كلمة أخيرة

إن نوطة (مفاتيح النجاح والتفوق) مكونة من قسمين قسم الأسئلة النظرية والذي يحوي على ما يقارب الـ 120 سؤال وقسم الأفكار والملاحظات والقوانين اللازمة لحل المسائل مع مجموعة من المسائل النموذجية الهامة ..

هذه النوطة يُمكن من خلالها الوصول إلى الـ 400 بإذن الله

- نبدأ أولاً بحفظ الأسئلة النظرية الواردة في النوطة
- نقرأ الأفكار والملاحظات الواردة في النوطة ونحفظ القوانين جيّداً لأنها مفاتيح لحل طلبات المسائل وقواعد علينا مراعاتها في الحل ..
- حل المسائل المذكورة في النوطة والتي تحتوي على جميع الطلبات التي يمكن أن تأتي في الامتحان حيث أنها مسائل شاملة لكل الأفكار وذلك بناءاً على الأفكار والملاحظات التي درسناها .. وهنا أكد أن لا حاجة لأية مسائل خارجية لأن مسائل الامتحان ستكون مُحاكية تماماً لمسائل الكتاب
- بعد الانهاء من حل مسائل النوطة يُمكن اختبار أنفسكم بمسائل الامتحانات السابقة

تمنياتي لكم بدراسة مُيَسّرة وأن يكون التوفيق مُرافقاً لكم في كل خطوة

أ. مؤيد بكر

ملحق بنك أسئلة اختيار من متعدد

1- هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن ثابت صلابته k معلق شاقولياً ويحمل في نهايته السفلية جسماً كتلته m دورها T_0 . إذا استبدلنا الكتلة m بكتلة أخرى $m' = 2m$ والنابض بنابض آخر ثابت صلابته $k' = \frac{k}{2}$ فيصبح الدور الخاص

a) $T_0' = T_0$ b) $T_0' = 2T_0$

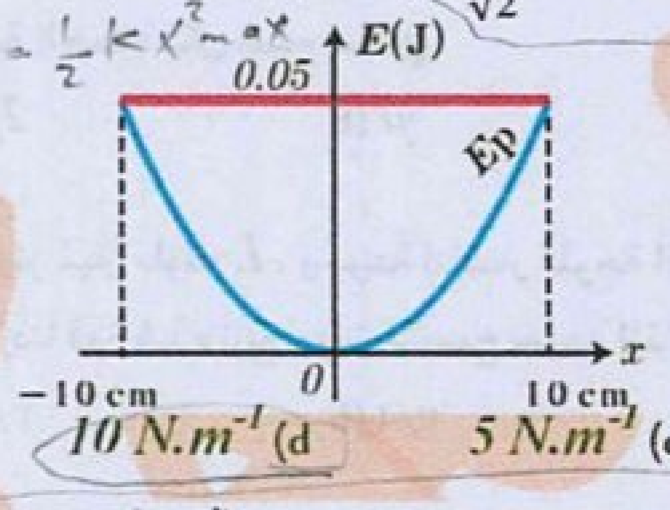
c) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ d) $T_0' = 4T_0$

2- نابض مرن نعلق فيه كتلة m فيهتز بحركة جيبية انسحابية توافقية بسيطة دورها T_0 نضاعف الكتلة المعلقة فيصبح دورها :

a) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ b) $T_0' = 2T_0$

c) $T_0' = \sqrt{2}T_0$ d) $T_0' = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$

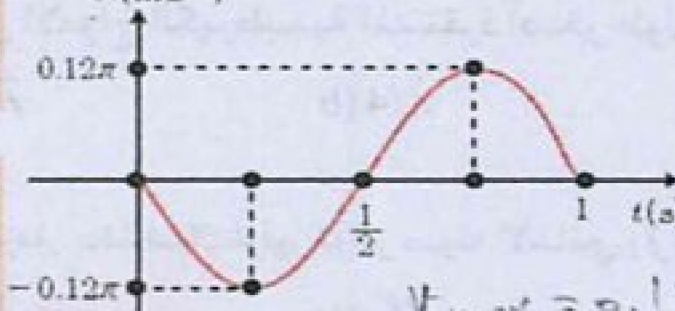
3- يمثل الخط البياني في الشكل المجاور تغيرات الطاقة الكامنة المرونية بتغير الموضع لهزازة توافقية بسيطة (نواس مرن)



فإن قيمة ثابت صلابة النابض K هي :

a) $0.5\ N.m^{-1}$ b) $1\ N.m^{-1}$ c) $5\ N.m^{-1}$ d) $10\ N.m^{-1}$

4- يمثل الخط البياني في الشكل المجاور تغيرات السرعة بدلالة الزمن لجسم مرتبط بنابض مرن يتحرك بحركة توافقية بسيطة فيكون التابع الزمني للسرعة هو :

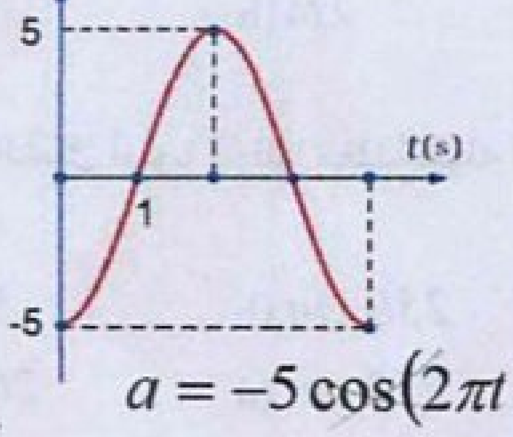


$V_{max} = 0.12\pi$

a) $\bar{v} = 0.06\pi \cos \pi t$ b) $\bar{v} = -0.06\pi \cos 2\pi t$

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

5- يمثل الخط البياني في الشكل المجاور تغيرات التسارع بدلالة الزمن لجسم مرتبط بنابض مرن يتحرك بحركة توافقية بسيطة فيكون التابع الزمني للتسارع هو :



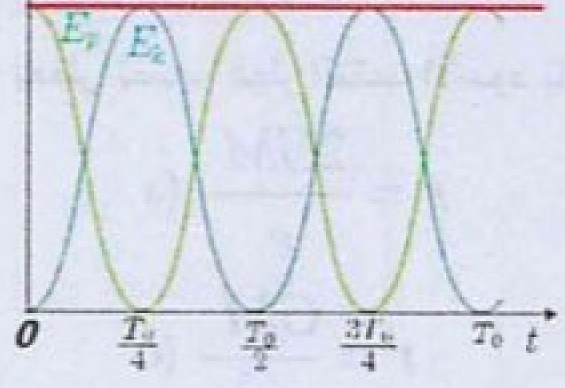
$\frac{T_0}{4} = 1$

$T_0 = 4$

a) $a = -5\cos 2\pi t$ b) $a = -5\cos(2\pi t + \pi)$

c) $a = -5\cos\frac{\pi}{2}t$ d) $a = -5\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \pi\right)$

6- يمثل الخط البياني في الشكل المجاور تغيرات الطاقة بدلالة الزمن لهزازة توافقية بسيطة



إن الطاقة بعد مرور نصف دور هي :

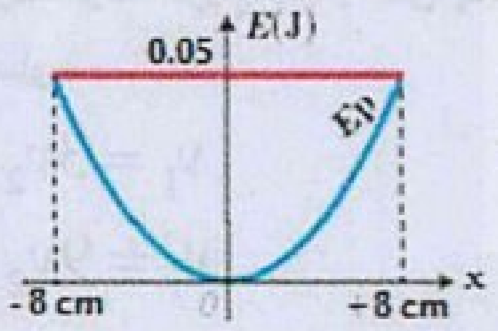
a) طاقة كامنة مرونية فقط

b) طاقة حركية فقط

c) طاقة كامنة وطاقة حركة بآن واحد

d) طاقة كامنة ثقالية   w.h

7- يمثل الخط البياني في الشكل المجاور تغيرات الطاقة الكامنة المرونية بتغير الموضع لهزازة توافقية بسيطة (نواس مرن)



إن الطاقة عند نقطة $0.08\ m$ هي :

a) طاقة كامنة مرونية فقط   b) طاقة حركية فقط

c) طاقة كامنة ثقالية   d) طاقة كامنة وطاقة حركة بآن واحد

8- إن الطاقة عند مركز الاهتزاز في الهزازة التوافقية البسيطة :

a) طاقة كامنة مرونية فقط   b) طاقة حركية فقط

c) طاقة كامنة ثقالية   d) طاقة كامنة وطاقة حركة بآن واحد

9- نواس فتل دوره الخاص T_0 لزيادة هذا الدور يجب :

a) زيادة طول سلك الفتل   b) إنقاص طول سلك الفتل

c) زيادة السعة الزاوية   d) إنقاص السعة الزاوية

10- نواس فتل يهتز بحركة جيبية دورانية سعتها الزاوية θ_{max} دورها T_0 نضاعف سعة الاهتزاز فيصبح دورها :

a) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ b) $T_0' = 2T_0$

c) $T_0' = T_0$ d) $T_0' = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$

11- نواس فتل نبضه الخاص ω_0 نجعل طول سلك الفتل فيه ربع ما كان عليه فيصبح نبضه :

a) $\omega_0' = \frac{\omega_0}{2}$ b) $\omega_0' = 2\omega_0$

c) $\omega_0' = \sqrt{2}\omega_0$ d) $\omega_0' = \frac{\omega_0}{\sqrt{2}}$

12- نواس فتل مكون من ساق معلقة بسلك فتل دوره الخاص T_0 نقسم سلك الفتل إلى قسمين متساويين . ثم نعلق الساق من منتصفها بنصفي سلك الفتل معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل . فيصبح دوره الخاص :

a) $T_0' = \frac{T_0}{2}$ b) $T_0' = 2T_0$

c) $T_0' = \sqrt{2}T_0$ d) $T_0' = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$

13- ميقاتيةٌ تعتمدُ في عملها على نوّاس فتل مؤلف من قرص متجانس معلق من مركزه إلى سلك فتل شاقولي . ولتصحيح التأخير الحاصل بالوقت فيها يجب :

a) زيادةُ طول سلك الفتل   b) إنقاص قطر القرص

c) زيادة كتلة القرص   d) إنقاص قطر سلك الفتل

$T_0 = 2(s)$

14- ميقاتية ذات نوّاس ثقلي (تدقّ الثانية) في مستوي سطح البحر. ننقلها إلى قمة جبل فإنّها :

a) تبقى تدقّ الثانية   b) تقدم

c) تؤخر   d) تقف الميقاتية عن الاهتزاز

15- إن مُعدّل التدفق الكتلي لكمية من السائل كتلتها $500g$ تعبر مقطع أنبوب خلال زمن قدره $0.5\ s$ هو :

a) $1\ kg \cdot s^{-1}$ b) $5\ kg \cdot s^{-1}$

c) $10\ kg \cdot s^{-1}$ d) $0.1\ kg \cdot s^{-1}$

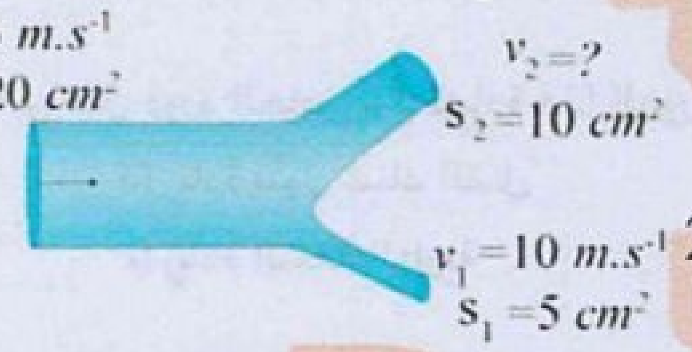
16- خرطومُ مساحةُ مقطعه عند فوّهة دخول الماء فيه s_1 وسرعةُ جريان الماء عند تلك الفوّهة v_1 فتكون سرعةُ خروج الماء v_2 من نهاية الخرطوم حيثُ مساحةُ المقطع $s_2=1/9\ s_1$ مساوية :

a) $v_1 = 3v_2$ b) $v_2 = 3v_1$
c) $v_1 = 9v_2$ d) $v_2 = 9v_1$

17- خرطوم مساحة مقطع فوهته $25cm^2$ ومعدل التدفق عنده $5\times10^{-3} m^3 \cdot s^{-1}$ فتكون سرعة تدفق السائل منه مساوية :

a) $0.5\ ms^{-1}$ b) $2\ ms^{-1}$ c) $5\ ms^{-1}$ d) $10\ ms^{-1}$

18- في الشكل المجاور يدخل السائل عبر المقطع s ليتفرع إلى فرعين فتكون سرعة جريان السائل عبر مقطع الفرع الثاني :



a) $1.5\ ms^{-1}$ b) $6\ ms^{-1}$
c) $1\ ms^{-1}$ d) $20\ ms^{-1}$

19- إذا كانت سرعة تدفق الماء $50\ cm.s^{-1}$ عبر أنبوب مساحة مقطعه $20\ cm^2$ ينتهي إلى رشاش استحمام فيه 25 ثقب مساحة كل ثقب $0.1\ cm^2$ فتكون سرعة تدفق الماء من كل ثقب :

a) $1\ ms^{-1}$ b) $2\ ms^{-1}$ c) $3\ ms^{-1}$ d) $4\ ms^{-1}$

20- إن العلاقة المعبرة عن سرعة خروج سائل من فتحة أسفل خزان كبير هي :

a) $v = \frac{z}{t}$ b) $v = 2gh$ c) $v = \sqrt{2gz}$ d) $v = \sqrt{2gh}$

21- إن معامل التمدد γ يعطى بالعلاقة :

a) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v}{c}}}$ b) $\gamma = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ c) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ d) $\gamma = \sqrt{1-\frac{v}{c}}$

22- إن معامل التمدد γ :

a) $\gamma > 0$ b) $\gamma > 1$ c) $\gamma < 0$ d) $\gamma < 1$

23- تسير سيارة بسرعة v نحو مراقب وينطلق ضوء مصابيحها بسرعة c بالنسبة للسيارة فتكون سرعة ضوء مصابيح السيارة بالنسبة للمراقب :

a) $c+v$ b) $c-v$ c) c d) v

24- توأمين أحدهما رائد فضاء طار بسرعة $v = \frac{\sqrt{99}}{10}c$ وبقي في رحلته سنة واحدة فيكون الزمن الذي انتظره فيه أخوه التوأم على الأرض ليعود من رحلته هو :

a) $10\ year$ b) $20\ year$ c) $30\ year$ d) $40\ year$

25- مركبة فضائية طولها L_0 بالنسبة لمراقب داخل المركبة الفضائية وعندما تتحرك هذه المركبة بسرعة ثابتة قريبة من سرعةالضوء بالنسبة لمراقب أرضي فإن طول المركبة L الذي يقيسه المراقب الأرضي بالنسبة للميكانيك النسبي يصبح :

a) $L > L_0$ b) $L < L_0$ c) $L = L_0$ d) $L = 2L_0$

26- وفق النظرية النسبية الخاصة فإن كتلة الجسم أثناء الحركة الدائمة :

a) أكبر منها عند السكون b) أصغر منها عند السكون
c) مساوية لها عند السكون d) لا نهائية

27- الطاقة الحركية في الميكانيك النسبي تعطى بالعلاقة :

a) $E_k = \frac{1}{2}m_0 v^2$ b) $E_k = E - E_0$
c) $E_k = \frac{1}{2}I_\Delta \omega^2$ d) $E_k = E - E_P$

28- ينشأ بانعكاس إشارة على نهاية طليقة فرق في الطور بين الموجة المنعكسة والموجة الواردة هو :

a) $0\ rad$ b) $\frac{\pi}{2} rad$ c) $\pi\ rad$ d) $\frac{3\pi}{2} rad$

29- في تجربة ملد مع نهاية طليقة يُصدرُ وتراً طوله L صوتاً أساسياً، طول موجته λ تساوي:

a) $4L$ b) $2L$ c) L d) $L/2$

30- وترٌ مُهتزٌ طولُه L وكتلته m وكتلتُه الخطيّة μ نقسمُه إلى قسمَين مُتساويَين. فإنَّ الكتلة الخطيّة لكلِّ قسمٍ تساوي:

a) 2μ b) μ c) $\mu/2$ d) 4μ

31- وترٌ مُهتزٌ طولُه L . وسرعة انتشار الموجة العرضيّة على طوله v . وقوّةُ شدّه F_T فإذا زدنا قوّةَ شدّه أربعَ مرّاتٍ لتصبحَ سرعةُ انتشاره :

a) $v/2$ b) $v/4$ c) $4v$ d) $2v$

32- في الأمواج الكهرطيسية المستقرة أصغرُ طولٍ للهوائيّ المُستقبِل يساوي :

a) $\lambda/2$ b) $\lambda/4$ c) λ d) 2λ

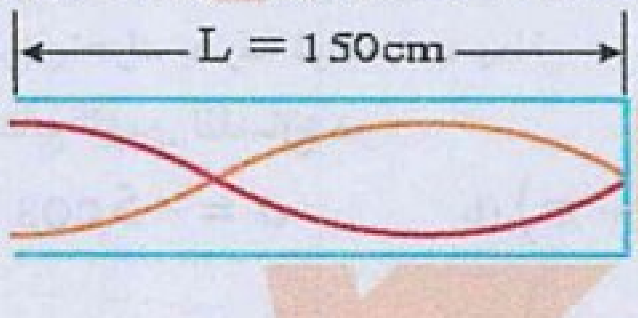
33- مزمار مختلف الطرفين تواتر صوته الأساسي f_1 فيكون تواتر الصوت الذي يليه مباشرة :

a) $2f_1$ b) $3f_1$ c) $4f_1$ d) $5f_1$

34- طولُ العمودِ الهوائيِّ المُغلَقِ الذي يُصدرُ نغمتَه الأساسيّةَ يُعطى بالعلاقة:

a) $\lambda/2$ b) $\lambda/4$ c) λ d) 2λ

35- يُمثّلُ الشّكلُ أنبوباً هوائياً مُغلقاً طولُه $L=150cm$ فإنَّ طولَ الموجةِ الصّوتيّة λ تساوي:



a) $50\ cm$ b) $250\ cm$
c) $200\ cm$ d) $150\ cm$

36- يُعطى ثابت هابل بالعلاقة :

a) $H_0 = v \cdot d$ b) $H_0 = \frac{v}{d}$ c) $H_0 = \frac{d}{v}$ d) $H_0 = v \cdot t$

37- يعطى نصف قطر الثقب الأسود بالعلاقة :

a) $r = \frac{2GM}{c}$ b) $r = \frac{2GM}{c^2}$
c) $r = \frac{GM}{c^2}$ d) $r = \sqrt{\frac{2GM}{c}}$

38- التدفق المغناطيسي Φ الذي يجتاز دارة كهربائية مستوية يكون أعظمياً عندما تكون الزاوية α تساوي :

a) $0\ rad$ b) $\frac{\pi}{2} rad$ c) $\pi\ rad$ d) $\frac{3\pi}{2} rad$

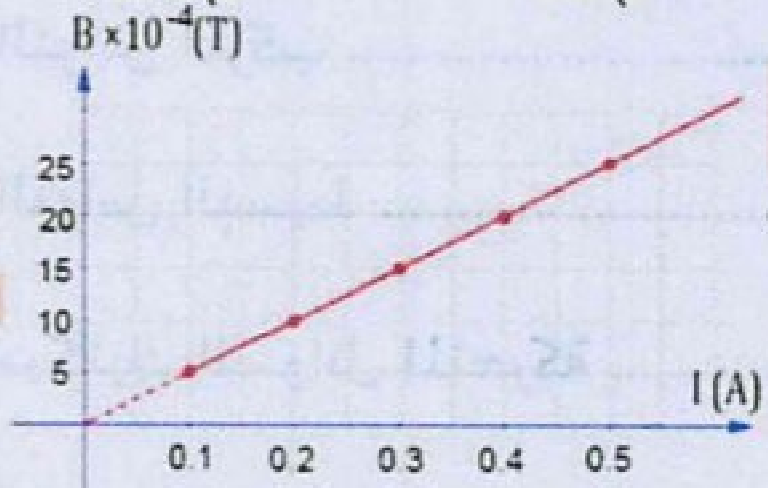
39- يكون التدفق المغناطيسي Φ في ملف دائري معدوماً عندما يكون :

a) شعاع الحقل المغناطيسي يوازي مستوي الملف
b) شعاع الحقل المغناطيسي يعامد مستوي الملف
c) شعاع الحقل المغناطيسي ينطبق على الناظم على مستوي الملف
d) ليس مما سبق

40- نمررُ تياراً كهربائياً متواصلاً في سلكٍ مستقيم، فيتولدُ حقلٌ مغناطيسيٌ شدّتهُ B في نقطةٍ تبعدُ d عن محورِ السلكِ . وفي نقطةٍ ثانيةٍ تبعدُ $2d$ عن محورِ السلكِ. وبعدَ أنْ نجعلَ شدّةَ التيارِ ربعَ ما كانت عليه تصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ:

a) $2B$ b) $4B$ c) $8B$ d) $B/8$

41- يمثل الخط البياني المجاور تغيرات الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي بدلالة شدة التيار الكهربائي . فإن شدة الحقل المغناطيسي في هذه التجربة عندما تكون شدة التيار الكهربائي $2A$ هي :



a) $10^{-2}T$ b) $2\times10^{-2}T$ c) $10^{-4}T$ d) $2\times10^{-4}T$

42- عندما يدخل الإلكترون في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم . فإن حركة الإلكترون داخل الحقل هي :

a) دائرية متغيرة بانتظام b) دائرية منتظمة
c) مستقيمة منتظمة d) مستقيمة متغيرة بانتظام

43- لحساب زاوية ميل الإبرة المغناطيسية نستخدم العلاقة :

a) $\cos i = \frac{B}{B_H}$ b) $\sin i = \frac{B_H}{B}$
c) $\sin i = \frac{B}{B_H}$ d) $\sin i = \frac{B_v}{B}$

44- ملفٌ دائريٌ قطرهُ $10\ cm$ يولدُ عندَ مركزهِ حقلاً مغناطيسياً. قيمتُهُ تساوي قيمةَ الحقلِ المغناطيسيِّ الذي تولّدُهُ وشيعةٌ عندَ مركزِها عندما يمرُّ بهما التيّارُ نفسهُ فإذا علمت أنّ عددَ لفّاتِ الوشيعةِ 150 لفة وطولها $10\ cm$ فيكون عدد لفات الملف :

a) 50 b) 100 c) 150 d) 200

45- نزيد حساسية مقياس غلفاني 10 مرات من أجل التيار نفسه. فيصبح ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد :

a) $\frac{k}{10}$ b) $\sqrt{10}k$ c) $10k$ d) $\frac{k}{\sqrt{10}}$

46- تكون شدة القوة المغناطيسية عظمى عندما:

a) $\vec{v} // \vec{B}$ b) $\vec{v} \perp \vec{B}$ c) $q > 0$ d) $q < 0$

47- تنعدم شدة القوة الكهرطيسية عندما:

a) $IL // B$ b) IL يصنع زاوية حادة مع B
c) $IL \perp B$ d) IL يصنع زاوية منفرجة مع B

48- يعطى عزم المزدوجة الكهرطيسية شعاعياً بالعلاقة :

a) $\vec{\Gamma}_{\Delta} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$ b) $\vec{\Gamma}_{\Delta} = \vec{M} \wedge \vec{B}$
c) $\vec{\Gamma}_{\Delta} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ d) $\vec{\Gamma}_{\Delta} = \vec{B} \wedge \vec{s}$

49- وشيعة طولها $10\ cm$ وطول سلكها $10\ m$ فقيمة ذاتيتها :

a) $10^{-4}H$ b) $10^{-5}H$ c) $10^{-3}H$ d) $10^{-7}H$

50- دارة مهتزة زادت سعة مكثفتها إلى مثلي ما كانت عليه ونقصت ذاتيتها ⅛ ما كانت عليه فإن تواتر الاهتزاز مقدراً بالهرتز :

a) يقل إلى النصف b) يزداد إلى مثلين
c) يصبح ربع ما كان عليه d) يصبح أربعة أمثال ما كان عليه

51- محولة كهربائية عدد لفات أوليتها 200 لفة وعدد لفات ثانويتها 100 لفة فتكون نسبة تحويلها :

a) $\mu = 100$ b) $\mu = 2$ c) $\mu = 300$ d) $\mu = 0.5$

52- تكون المحولة الكهربائية خافضة للتوتر رافعة للتيار عندما تكون :

a) $\mu > 1$ b) $\mu < 1$ c) $\mu > 0$ d) $\mu < 0$

53- عندما ينتقل الإلكترون من سوية طاقية أقرب للنواة إلى سوية طاقية أبعد عن النواة فإنه:

a) يمتصُّ طاقة b) يُصدرُ طاقة
c) يحافظ على طاقته d) تنعدم طاقته

54- تنشأ الطيوف الذرية نتيجة انتقال الإلكترون من السوية الطاقية التي يوجد فيها إلى :

a) سوية طاقية أخفض b) سوية طاقية أعلى
c) خارج الذرة d) النواة

55- طبيعة الأشعة المهبطية هي :

a) أمواج كهرطيسية b) إلكترونات c) بروتونات d) نيوترونات

56- طبيعة الأشعة السينية هي :

a) أمواج كهرطيسية b) إلكترونات c) بروتونات d) نيوترونات

57- ينتج الفعل الكهرضوئي عن :

a) الفوتونات b) الإلكترونات c) البروتونات d) النيوترونات

58- مهمّة شبكة وهلنت هي:

a) ضبط الحزمة الإلكترونية b) تسخين السّلك
c) اصدار الإلكترونات d) حرف الحزمة الإلكترونيّة

59- كمية حركة الفوتون :

a) $P = \lambda \cdot f$ b) $P = \frac{\lambda}{h}$ c) $P = \frac{h}{\lambda}$ d) $P = Nhf$

60- يحدث انتزاع الإلكترونات من المعدن إذا كان :

a) $\lambda \le \lambda_s$ b) $\lambda < \lambda_s$ c) $\lambda \ge \lambda_s$ d) $\lambda > \lambda_s$

61- يحدثُ الفعلُ الكهرضوئيّ بإشعاعٍ ضوئيّ وحيدِ اللّون تواتره:

a) $f = 0$ b) $f < f_s$ c) $f = f_s$ d) $f > f_s$

62- في الخلية الكهرضوئية يصل التيار إلى حالة الإشباع عندما تكون :

a) $I = 0$ b) $I < I_s$ c) $I = I_s$ d) $I > I_s$

63- يزدادُ امتصاصُ المادّة للأشعّة السّينيّة:

a) بزيادة طاقة الأشعّة السّينيّة b) بزيادة كثافة المادّة

c) بنقصان كثافة المادّة d) بنقصان ثخانة المادّة

64- إن الأشعة المسؤولة عن انتزاع الإلكترونات في الفعل الكهرضوئي هي :

a) الأشعة المرئية b) الأشعة تحت الحمراء

c) الأشعة فوق البنفسجية d) الأشعة المهبطية

65- يكون الوسط الفعال يصلح لتوليد الليزر :

a) $N < N^*$ b) $N > N^*$ c) $N = N^*$ d) $N \geq N^*$

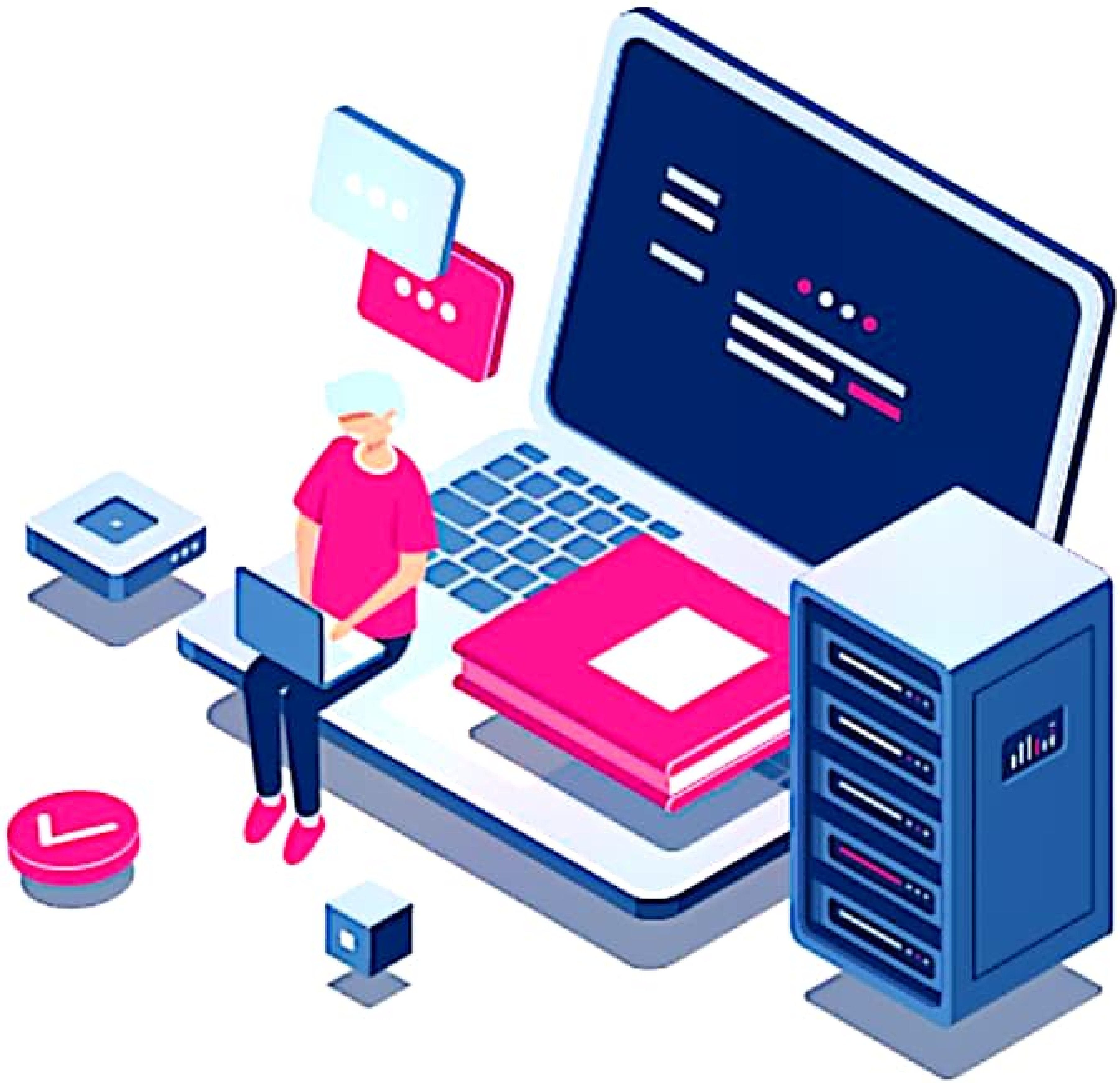
قسم النظري

قسم المسائل

مع كل محبتي و تمنياتي لكم بالنجاح والتفوق

أ. مؤيد بكر

سلسلة
التجمع التعليمي



التجمع التعليمي

القناة الرئيسية :t.me/BAK111

بوت التواصل: @BAK1117_bot