# أوراق الدورة المكثفة في

# الفيزياء

## (قسم النظري)

إعداد المدرس :
أنس أحمد - سعد محمد

**يأتي السؤال انطلاقاً من العلاقة الرياضية المظللة الأولى أو انطلاقاً من العلاقة الرياضية المظللة الزرقاء (1)... من كل فقرة ( استنتج طبيعة الحركة والدور الخاص )**

## دور النواس المرن

**انطلاقاً من :** $m\bar{a} = -k\bar{x}$

لكن: $\bar{\alpha} = (\bar{x})''_t$

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

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

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

**نشتق مرتين:**

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

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

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

بمطابقة ١ مع ٢ نجد:

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

**طبيعة الحركة جيبية انسحابية بشرط**

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

**استنتاج الدور:** $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow$

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

## دور النواس الفتل

**انطلاقاً من :** $-k\theta = I_\Delta\bar{\alpha}$

$\bar{\alpha} = (\bar{\theta})''_t$

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

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً من الشكل:

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

**نشتق مرتين:**

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

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

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

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

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

**طبيعة الحركة جيبية دورانية بشرط**

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

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

أي أن الدور الخاص للنواس الفتل

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

## دور النواس الثقلي المركب

**انطلاقاً من :** $(\bar{\theta})''_t = -\frac{mgd}{I_\Delta}\sin\theta$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية حلها ليس جيبياً

لوجود ( $\sin\theta$ ) بدل من $\theta$

الفرض $\sin\theta = \theta$ زوايا صغيرة

$\theta \le 14°,\ \theta \le 0.24rad \Leftarrow$

**انطلاقاً من :** $(\bar{\theta})''_t = -\frac{mgd}{I_\Delta}\bar{\theta}$ ...(1)

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل :

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

**بالاشتقاق مرتين :**

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

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

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

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

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

**طبيعة الحركة جيبية دورانية بشرط** $\omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}} > 0$

**استنتاج علاقة الدور :** $\Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}}}$

**علاقة الدور :** $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$

## دور النواس البسيط

**عرف النواس الثقلي البسيط نظرياً وعملياً:**

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

عملياً: كرة صغيرة كتلتها m كثافتها النسبية كبيرة معلقة بخيطٍ مهمل الكتلة لا يمتط طوله l كبير بالنسبة لنصف قطر الكرة.

**انطلاقاً من :** $(\bar{\theta})''_t = -\frac{g}{L}\sin\theta$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية حلها ليس جيبياً لوجود ( $\sin\theta$ ) بدل من $\theta$

وفي حالة السعات الزاوية الصغيرة

$\sin\theta \approx \theta \Leftarrow \theta \le 0.24$ rad

**انطلاقاً من :** $(\bar{\theta})''_t = -\frac{g}{L}.\bar{\theta}$ ... (1)

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

باشتقاق تابع المطال مرتين بالنسبة للزمن

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

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

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

بالمطابقة بين (١) و (٢) نجد: $\omega_0^2 = \frac{g}{L}$

النبض الخاص : $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}}} > 0$

**طبيعة الحركة** جيبية دورانية: $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}} > 0}$

**استنتاج علاقة الدور**

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

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

علاقة الدور الخاص

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

**أو يأتي السؤال كالآتي : انطلاقاً من العلاقة العامة للدور الخاص للنواس الثقلي المركب في حالة السعات الزاوية الصغيرة ، استنتج الدور الخاص للنواس البسيط**

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

وذلك بتعويض كل من: $d = L$ ، $I_\Delta = m.L^2$

في علاقة الدور:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m\,L^2}{m\,g.L}}$$

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

## دور الدارة المهتزة

**انطلاقاً من :** $(\bar{q})''_t = -\frac{q}{Lc}$ ... (1)

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل

$$\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

**نشتق مرتين بالنسبة للزمن**

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

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

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

$-\omega_0^2 q = -\frac{q}{Lc} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{Lc}$ بالجذر التربيعي:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{Lc}}$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow = \frac{2\pi}{\frac{1}{\sqrt{Lc}}}$$

**الدور الخاص للدارة المهتزة:** $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{Lc}}$

**قد يأتي السؤال انطلاقاً من** $\overline{U}_L + \overline{U}_C = 0$ استنتج دور التفريغ

## أسئلة الطاقة في الكتاب ( ميكانيك + كهرباء )

### استنتج الطاقة الميكانيكية في الهزازة التوافقية البسيطة (النواس المرن) وناقشها مع الرسم البياني.

$E_{tot} = E_p + E_k$ ميكانيكية = كامنة + حركية

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ طاقة حركية ، $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ طاقة كامنة

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

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

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

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

ولكن: $k = m\omega_0^2$ نعوض :

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

ونخرج عامل مشترك

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

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

$$\boxed{\Rightarrow E_{tot} = \frac{1}{2}kx_{max}^2 = const}$$

نلاحظ أن الطاقة الميكانيكية ثابتة وتتناسب طرداً مع مربع سعة الاهتزاز

**مناقشة الطاقة :**

<u>في الوضعين الطرفين</u> : $x = \pm x_{max} \to v = 0$

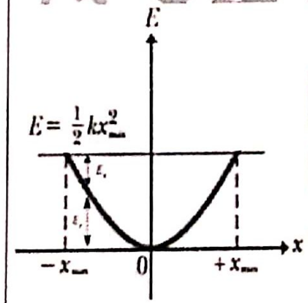
$\to E_k = 0 \to E_{tot} = E_p$

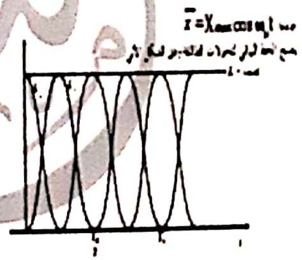
<u>عند مرور المتحرك في وضع التوازن</u>

$x = 0 \to E_p = 0 \to E_{tot} = E_k$

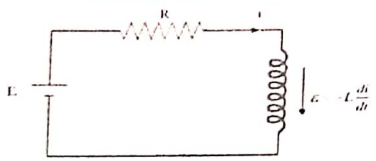
<u>باقتراب المتحرك من مركز التوازن</u> تزداد $v$ .فتزداد $E_k$ وتنقص $E_p$ وتبقى $E_{tot}$ ثابت

<u>بابتعاد الجسم عن مركز التوازن</u> تتناقص $v$ فتنقص $E_k$ وتزداد $E_p$ وتبقى $E_{tot}$ ثابت



### استنتج الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة يجتازها تيار i كما هو موضح بالشكل




$$E + \varepsilon = Ri$$

$$E - L\frac{di}{dt} = Ri \xrightarrow{\text{نضرب الطرفين } idt}$$

$$E\,idt - L\frac{di}{dt}\,idt = Ri\,idt \xrightarrow{\text{نختصر ونرتب}}$$

$$Eidt - Lidi = Ri^2dt$$

$$\underset{\text{طاقة مقدمة}}{Eidt} = \underset{\text{طاقة مستهلكة حرارياً}}{Ri^2dt} + \underset{\text{طاقة مختزنة كهرطيسية}}{Lidi}$$

<u>**الطرف الأول**</u> $Eidt$ يمثل الطاقة التي يقدمها المولد خلال $\Delta t$.

<u>**الطرف الثاني**</u> $Ri^2dt$: الطاقة الضائعة حرارياً بفعل جول خلال $\Delta t$..

<u>**الطرف الثالث**</u> $Lidi$: الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة (نكامل)

$$E_L = \int_0^I Lidi = \frac{1}{2}LI^2 \xrightarrow{\text{ولكن } \phi = LI} \boxed{E_L = \frac{1}{2}\phi.I}$$

### استنتج الطاقة الكلية في الدارة الكهربائية المهتزة مع رسم الخط البياني لها موضحاً تغيرات $E_L, E_C$ مع الزمن .

<u>الطاقة الكلية</u> هي مجموع طاقتي المكثفة والوشيعة $E = E_c + E_L$

<u>الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة</u>: $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{c}$

<u>الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة</u>: $E_L = \frac{1}{2}Li^2$

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

$$\bar{q} = q_{max}\cos\omega_0 t \Rightarrow \bar{i} = (\bar{q})'_t = -q_{max}\omega_0\sin\omega_0 t$$

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

لكن: $\omega_0^2 = \frac{1}{Lc}$ :

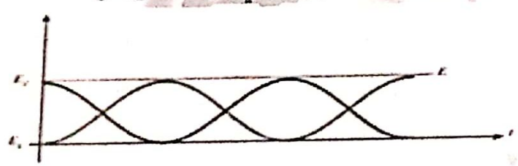
$$\Rightarrow E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{c}\cos^2\omega_0 t + \frac{1}{2}Lq_{max}^2\frac{1}{Lc}\sin^2\omega_0 t$$

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

حيث : $[\cos^2\omega_0 t + \sin^2\omega_0 t] = 1$

$$\Rightarrow \boxed{E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{c} = const} \overset{\text{أو}}{\Rightarrow} \boxed{E = \frac{1}{2}Li_{max}^2 = const}$$

نستنتج: الطاقة الكلية لدارة $(L,c)$ مقدار ثابت في كل لحظة وتمثل



**عرف الطاقة الكلية للإلكترون في مداره واكتب عبارتها وكيف تتغير عند انتقال الالكترون إلى مدار أبعد ؟ ( دورة ٢٠٠٦-٢٠١٧ الأولى)**

## الطاقة الكلية في جملة (إلكترون - نواة) هي مجموع طاقتين :

الطاقة الكلية: $E_n = E_k + E_p$

١- طاقة كامنة كهربائية (طاقة تجاذب كهربائي) ناتجة عن تأثر الالكترون بالحقل الكهربائي الناتج عن النواة وهي القسم السالب.

$$E_p = -k\frac{e^2}{r}$$

٢- طاقة حركية ناتجة عن دوران الإلكترون حول النواة وهي القسم الموجب $E_k = \frac{1}{2}k\frac{e^2}{r}$

تعطى بالعلاقة (تقدّر بـ $eV$) $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$

✓ سالبة لأنها طاقة ارتباط، وتمثّل طاقة التجاذب الكهربائي القسم الأكبر منها

✓ القيمة المطلقة لها تتناسب عكساً مع مربع رقم المدار $n$ الذي يدور فيه الإلكترون

تزداد طاقة الإلكترون بزيادة رتبة المدار $n$ أي مع ابتعاد الإلكترون عن النواة

**استنتج مع الشرح طاقة انتزاع الكترون من سطح معدن؟ وناقش حالات الطاقة المقدمة للإلكترون ؟ (دورة ٢٠١٦ الثانية)**

يتحرك الإلكترون الحر داخل المعدن بسرعة وسطية تتعلق بدرجة الحرارة وتكون الإلكترونات هذه خاضعة لقوى جذب كهربائية محصلتها أكبر من الصفر وتتجه نحو داخل المعدن ولانتزاع الإلكترون الحر من سطح معدن ونقله مسافة صغيرة جداً $dl$ خارج سطح المعدن يجب تقديم طاقة $W_s$ أكبر أو تساوي عمل القوى الكهربائية التي تشد الالكترون نحو داخل المعدن.

$$W = F dl_{\text{مسافة صغيرة ينتقلها } e \text{ خارج المعدن}} \xrightarrow{\text{حيث } F \text{ القوة الكهربائية}} F = e.E$$

$E$: شدة الحقل الكهربائي المتولد عن الشوارد الموجبة على السطح

$$W = e.E.dl$$

$U_d = U_s$ : فرق الكمون بين سطح المعدن والوسط الخارجي $U_s = E.dl$

(حقل كهربائي ضرب مسافة يعطي كمون)

قيمة العمل اللازم لانتزاع تساوي طاقة الانتزاع لإخراج $\bar{e}$ من سطح المعدن

طاقة الانتزاع : $\boxed{E_d = E_s = W_s = e.U_s}$

**برهن في النواس المرن أن محصلة القوى المؤثرة في الجسم المعلق إلى النابض هي قوة ارجاع تتناسب شدتها طرداً مع المطال؟**

جملة المقارنة : خارجية الجملة المدروسة: ( جسم-نابض )

القوى الخارجية المؤثرة : قوة ثقل الجسم $\vec{w}$

$\overrightarrow{F_{s_0}}$ : قوة توتر النابض وتسبب له استطالة سكونية $x_0$

<u>الجسم ساكن</u>: $\sum\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{w} + \overrightarrow{F_{s_0}} = \vec{0}$

نسقط على محور نحو الأسفل $w - F_{s_0} = 0 \Rightarrow w = F_{s_0}$

ولكن : $w = mg$ و $F_{s_0} = k x_0$

$$mg = kx_0$$

<u>الجسم متحرك</u>: فيخضع الجسم لتأثير قوتين

قوة ثقل الجسم $\vec{w}$ ، قوة توتر الناض $F_s = k(x_0 + \bar{x})$

ويؤثر في نهاية النابض قوة $F_s' = F_s$

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

بالإسقاط على محور موجه نحو الأسفل $w - F_s = m\bar{a}$

$$mg - k(x_0 + \bar{x}) = m\bar{a}$$
$$kx_0 - kx_0 - k\bar{x} = m\bar{a}$$
$$-k\bar{x} = m\bar{a}$$
$$\boxed{\bar{F} = -k\bar{x}}$$

قوة ارجاع تحاول ارجاع الجسم إلى (0) وتتناسب شدتها طرداً مع المطال ، وتعاكسه بالإشارة

## سؤال عن التوابع

**اكتب الشكل العام لتابع المطال موضحاً دلالات الرموز ، وفي شروط بدء $t=0$ نفرض $\bar{x} = +X_{max}$ استنتج الشكل المختزل لتابع المطال ، ثم بيّن متى يكون المطال أعظمي ومتى يكون معدوم موضحاً بالرسم البياني للمطال: وحدد مطال الجسم في اللحظة $\left(t = \frac{3T_0}{2}\right)$**

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

$\bar{x}$ : المطال أو (موضع الجسم) في اللحظة ويقدر بالمتر

$X_{max}$ : سعة الحركة أو (المطال الأعظمي) وتقدر بالمتر

$\omega_0$ : النبض الخاص للحركة ويقدر $rad.s^{-1}$

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

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

ندعو كال من $\bar{\varphi}$ ، $\omega_0$ ، $X_{max}$ ثوابت الحركة

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

نعوض الشروط في الشكل العام لتابع المطال:

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

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

**الشكل المختزل لتابع المطال:** $\boxed{\bar{x} = x_{max}\cos\omega_0 t}$

**المطال أعظمي (طويلة) في الوضعين الطرفيين** $x = |\pm x_{max}|$

**ومعدوم في مركز الاهتزاز (وضع التوازن)** $x = 0$

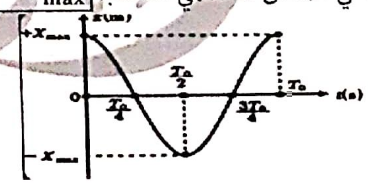
$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow \boxed{\bar{x} = x_{max}\cos\frac{2\pi}{T_0}t}$$

لتحديد مطال الجسم في اللحظة $\left(t = \frac{3T_0}{2}\right)$ نعوض :

$$\bar{x} = x_{max}\cos\frac{2\pi}{T_0}\left(\frac{3T_0}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \bar{x} = x_{max}\cos 3\pi \Rightarrow \bar{x} = x_{max}(-1) \Rightarrow$$

الجسم في المطال الأعظمي السالب $\boxed{\bar{x} = -x_{max}}$



**انطلاقاً من تابع المطال $\bar{x} = x_{max}\cos\omega_0 t$ استنتج تابع السرعة ، وبيّن متى تكون السرعة أعظمية ومتى تكون معدومة موضحاً بالرسم البياني للسرعة وحدد سرعة وجهة حركة الجسم في اللحظات التالية : $\left(t = 0\ ,\ ,\ t = \frac{T_0}{4}\ ,\ t = \frac{3T_0}{4}\right)$**

تابع السرعة : هو المشتق الأول لتابع المطال بالنسبة للزمن ، نشتق فنجد :

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

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

**السرعة عظمى :**

$$\sin\omega_0 t = \pm 1 \Rightarrow \cos\omega_0 t = 0 \Rightarrow \bar{x} = 0$$

$v_{max} = |\pm\omega_0 x_{max}|$ عظمى طويلة

تكون السرعة عظمى عند المرور بوضع التوازن (0)

**السرعة معدومة :**

$$\bar{v} = 0 \Rightarrow \sin\omega_0 t = 0 \Rightarrow \cos\omega_0 t = \pm 1$$

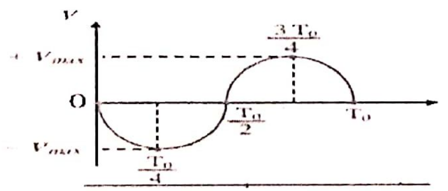
$$x = \pm x_{max}$$

أي تنعدم السرعة في الوضعين الطرفيين

**تحديد سرعة وجهة حركة الجسم في اللحظات التالية :** $\left(t = 0\ ,\ ,\ t = \frac{T_0}{4}\ ,\ t = \frac{3T_0}{4}\right)$

نعوض t في : $\boxed{\bar{v} = -\omega_0 x_{max}\sin\frac{2\pi}{T_0}t}$

| اللحظة t | $t=0$ | $t=\frac{T_0}{4}$ | $t=\frac{3T_0}{4}$ |
|---|---|---|---|
| السرعة $\bar{v}$ | . | $-\omega_0 x_{max}$ | $+\omega_0 x_{max}$ |
| اتجاه لحركة | معدومة | سالب | موجب |



**انطلاقاً من $\bar{x} = x_{max}\cos\omega_0 t$ استنتج تابع التسارع ، وبيّن متى تكون التسارع أعظمي ومتى ينعدم ، موضحاً بالرسم البياني لتابع التسارع تسارع الجسم في اللحظات التالية : $\left(t = 0\ ,\ ,\ t = \frac{T_0}{4}\right)$**

• **تابع التسارع**: هو المشتق الأول لتابع السرعة أو المشتق الثاني لتابع المطال

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

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

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

$$\boxed{\bar{a} = -\omega_0^2 x_{max}\cos\frac{2\pi}{T_0}t}$$

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

**التسارع غير ثابت فالحركة متغيرة فقط.**

أي يتناسب التسارع طرداً مع المطال $\bar{x}$ ويعاكسه اشارة ويتجه دوماً نحو مركز الاهتزاز

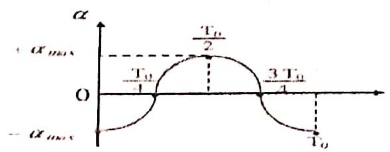
**يكون التسارع أعظمي** : في الوضعين الطرفيين $\bar{x} = \pm x_{max} \Rightarrow a = \pm\omega_0^2 x_{max}$

**يكون التسارع معدوم** : في وضع التوازن $\bar{x} = 0$

**تحديد تسارع الجسم في اللحظات التالية :** $\left(t = 0\ ,\ ,\ t = \frac{T_0}{4}\right)$

نعوض t في : $\boxed{\bar{a} = -\omega_0^2 x_{max}\cos\frac{2\pi}{T_0}t}$

| اللحظة t | $t=0$ | $t=\frac{T_0}{4}$ |
|---|---|---|
| السرعة $\bar{v}$ | $-\omega_0^2 x_{max}$ | 0 |



**انطلاقاً من عبارة الشحنة استنتج عبارة تابع الشدة اللحظية مع اعتبار $\bar{\varphi} = 0$ وماهو فرق الطور بين تابع الشدة وتابع الشحنة ؟**

$\xrightarrow{\text{تابع الشحنة}} \bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t)$

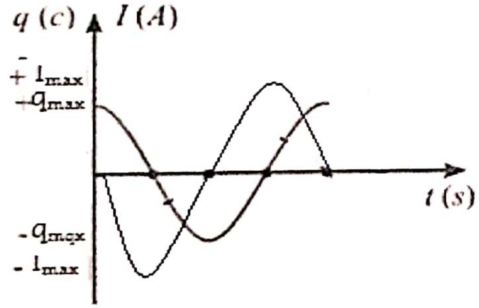
$\xrightarrow{\text{التيار هو المشتق الأول للشحنة}}$

$$\bar{I} = (\bar{q})'_t = -q_{max}\omega_0\sin(\omega_0 t)$$

$\xrightarrow{\text{حفظ دستور الإرجاع إلى الربع الأول}} -\sin(\omega_0 t) = \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$\xrightarrow{\text{ويصبح التيار}} \boxed{\bar{I} = q_{max}\omega_0\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})}$

• نلاحظ أن تابع الشدة متقدم على تابع الشحنة بمقدار $\frac{\pi}{2}$ وهما على ترابع أي: عندما تكون شحنة المكثفة عظمى تنعدم شدة التيار في الوشيعة (ترابع) و عندما تكون الشدة عظمى في الوشيعة تنعدم شحنة المكثفة (ترابع)



## برهن في النواسات والموائع

**برهن صحة العلاقة: $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2}$ في الحركة التوافقية البسيطة.**

**طريقة أولى :**

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

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

نجمع المعادلتين كل طرف إلى طرف نجد:

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

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

$$\frac{x^2}{X_{max}^2} + \frac{v^2}{\omega_0^2 X_{max}^2} = 1 \xrightarrow{\text{نوحد المقامات}}$$

$$\frac{\omega_0^2 x^2}{\omega_0^2 X_{max}^2} + \frac{v^2}{\omega_0^2 X_{max}^2} = 1 \xrightarrow{\text{المقام مشترك}} \frac{\omega_0^2 x^2 + v^2}{\omega_0^2 X_{max}^2} = 1$$

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

$$\xrightarrow{\text{نعزل } v^2} v^2 = \omega_0^2 X_{max}^2 - \omega_0^2 x^2 \xrightarrow{\text{نخرج عامل مشترك}}$$

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

**طريقة ثانية : باستخدام مبدأ مصونية الطاقة**

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

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

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

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

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

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

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

**برهن في النواس الفتل أن العزم الحاصل هو عزم إرجاع .**

**جملة المقارنة :** خارجية **القوى الموثرة المؤثرة:**

$\vec{W}$ ثقل الساق (الجسم) ، $\vec{T}$ توتر سلك التعليق

وعندما ندير الساق حول سلك الفتل تتولد مزدوجة فتل (عزم إرجاع) $\overline{\Gamma}_{\vec{\eta}} = -k\bar{\theta}$

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

$$\Rightarrow \overline{\Gamma}_{\vec{\eta}} + \overline{\Gamma}_{\vec{T}} + \overline{\Gamma}_{\vec{W}} = I_\Delta \bar{\alpha}$$

عزم كل من قوة الثقل $\Gamma_{\vec{W}} = 0$ وعزم قوة توتر السلك $\Gamma_{\vec{T}} = 0$ معدومين لأن حامل كل من القوتين منطبق على محور الدوران ( سلك الفتل).

$$-k\bar{\theta} + 0 + 0 = I_\Delta \bar{\alpha} \Rightarrow \boxed{\sum \overline{\Gamma}_\Delta = \overline{\Gamma}_{\vec{\eta}}}$$

نجد أن المجموع الجبري للعزوم هو عزم إرجاع

**انطلاقاً من معادلة برنولي برهن أن سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة أسفل خزان واسع جداً أو في جداره $v_2 = \sqrt{2\,g\,h}$**

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

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

الضغط $P_1 = P_0$ والضغط $P_2 = P_0$

(نختصر كل من $P_1$ و $P_2$ لأنهما متساويان للضغط الجوي $P_0$ ، ونختصر الكتلة الحجمية $\rho$ لأنها ثابتة )

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

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

$$g\,z_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + g z_2 \Leftarrow v_1 = 0$$

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

$$v_2^2 = 2g\,(z_1 - z_2) \xrightarrow{\text{فرق الارتفاع بين المقطعين } h=(z_2-z_1)}$$

$$v_2^2 = 2g\,h \xRightarrow{\text{نجذر}} \boxed{v_2 = \sqrt{2\,g\,h}}$$ معادلة تورشيللي

**انطلاقاً من معادلة برنولي برهن في أنبوب فنتوري أن الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجذع الرئيس للأنبوب**

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

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

(نختصر الحد الذي يحتوي Z بسبب تساويه في كلا الطرفين

ويبقى لدينا :) $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

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

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

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

نعوض $v_2$ نجد : $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(\left(\frac{s_1 v_1}{s_2}\right)^2 - v_1^2\right) \xrightarrow{\text{عامل مشترك } v_1^2}$

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

لدينا $s_1 > s_2$ إذن $P_1 > P_2$ أي أن الضغط ومساحة المقطع تناسب طردي أي أن الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجذع الرئيس للأنبوب.

## أسئلة استنتاجية في النواسات

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

a) ادرس حركة الجسم، و استنتج التابع الزمني للمطال.

b) استنتج علاقة الطاقة الحركية للجسم بدلالة $X_{max}$ في كلا الموضعين: A و B $\left(x_A = -\frac{X_{max}}{2}\right)$ و $\left(x_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}\right)$، ماذا تستنتج؟

a) دراسة حركة الجسم واستنتاج التابع الزمني للمطال :

**جملة المقارنة:** خارجية. **الجملة المدروسة:** النواس المرن

- **يؤثر في مركز عطالة الجسم:**

قوة توتر النابض: $\vec{F_s}$ ، قوة الثقل: $\vec{W}$ ، قوة رد فعل السطح: $\vec{R}$

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

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

- **تؤثر على النابض :** القوة $\vec{F_s'}$ التي تسبّب له الاستطالة $x$

حيث: $F_s' = F_s = k\bar{x}$

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

بما أن حركة الجسم مستقيمة فالتسارع الناظمي معدوم و التسارع الكلي هو : تسارع مماسي $\bar{a} = \bar{a_t} = (\bar{x})_t''$

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

$\boxed{(\bar{x})_t'' = -\left(\frac{k}{m}\right)\bar{x} \dots\dots (1)}$ معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل: $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

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

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

بالمقارنة بين (١) و (٢) نجد ان: $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ ومنه: $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} > 0$ وهذا محقق لأنّ $k, m$ موجبان.

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

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

$$E_{tot} = E_P + E_k \Longrightarrow E_k = E_{tot} - E_p$$

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

$$\bar{x}_A = -\frac{X_{max}}{2} \Longrightarrow E_{k_A} = \frac{1}{2}k(X_{max}^2 - x^2)$$

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

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

$$\bar{x}_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}} \Longrightarrow E_{k_B} = \frac{1}{2}k(X_{max}^2 - x^2)$$

$$E_{k_B} = \frac{1}{2}k\left(X_{max}^2 - \frac{X_{max}^2}{2}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}k X_{max}^2\right) = \frac{1}{2}E_{tot}$$

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

أي أن المطال الذي تتساوى عنده الطاقتين الكامنة المرونية والحركية هو

$$\bar{x} = \frac{X_{max}}{\sqrt{2}} \xrightarrow{\text{عند هذا المطال}} E_P = E_k$$

**النتيجة:** تنقص الطاقة الحركية للجسم بازدياد مطاله و بالتالي تزداد طاقته الكامنة

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

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

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

نشتق طرفي العلاقة (*) بالنسبة للزمن نجد :

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

$$0 = \frac{1}{2}k\,2(\bar{\theta}\bar{\omega}) + \frac{1}{2}I_\Delta 2(\bar{\omega}\bar{\alpha})$$

$$0 = \bar{\omega}.[k(\bar{\theta}) + I_\Delta(\bar{\alpha})] \overset{\bar{\omega}\neq 0}{\Longrightarrow}$$

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

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

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

للتحقق من صحة الحل: نشتق التابع (2) مرتين بالنسبة للزمن نجد:

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

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

ومنه $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}} > 0$ وهذا محقق لأنّ $k, I_\Delta$ موجبان

**و بالتالي حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية.**

تابعها الزمني للمطال الزاوي :

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

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

a. مركز الاهتزاز، وهو يتحرك بالاتجاه السالب؟

b. المطال الأعظمي الموجب؟

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

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

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

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

## أسئلة استنتاجية في الميكانيك

**استنتج العلاقة المحددة لسرعة كرة النواس البسيط وعلاقة توتر الخيط في نقطة من مسارها عندما نزيح كرة النواس عن موضع توازنها الشاقولي بزاوية $\theta_{max}$ ونتركها دون سرعة ابتدائية**

- لإيجاد العلاقة المحددة لسرعة الكرة في الوضع (٢)

القوى الخارجية المؤثرة: ثقل الكرة $\vec{W}$ ، توتر الخيط $\vec{T}$

نطبّق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

الثاني: حيث يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية $\theta$

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

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

$$\bar{W}_{\vec{W}} = m\,g\,h$$

$\bar{W}_{\vec{T}} = 0$ لأن حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة

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

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

نعوض: $\frac{1}{2}mv^2 = m\,gL\,(\cos\theta - \cos\theta_{max})$

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

علاقة سرعة الكرة عند أي زاوية $\theta$ من مسارها

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

**حالة خاصة:** عند المرور بالشاقول: $\theta = 0$ تصبح العلاقة بالشكل:

$$v = \sqrt{2\,gL\,(1 - \cos\theta_{max})}$$

- لإيجاد العلاقة المحددة لقوة توتر الخيط في الوضع (٢):

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

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

$$-W\cos\theta + T = m.a_c \Rightarrow T = m.a_c + W\cos\theta \Rightarrow$$

$$\xrightarrow{\text{تسارع ناظمي } a_c = \frac{v^2}{L}} T = m\frac{v^2}{L} + m\,g\cos\theta$$

$$v = \sqrt{2\,g\,L\,(\cos\theta - \cos\theta_{max})} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين}}$$

$$v^2 = 2g\,L\,(\cos\theta - \cos\theta_{max}) \xrightarrow{\text{نعوض في } T}$$

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

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

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

علاقة توتر الخيط عند أي زاوية $\theta$ من مسار الكرة

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

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

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

**نعلق ساقين متماثلتين بسلكي فتل متماثلين طول الأول $l_1$ وطول الثاني $l_2$ فإذا علمت أن $T_{0_1} = 2T_{0_2}$ أوجد العلاقة بين طولي السلكين.**

الحل إن كل ساق معلقة من منتصفها بسلك فتل تشكل لنا نواس فتل أي لدينا نواسي فتل

نكتب علاقة الدور الخاص للنواس الفتل ونعوض قانون ثابت فتل السلك فيها ونوجد علاقة الدور الخاص بطول سلك الفتل

نحن نعلم أن علاقة ثابت فتل السلك $k = k'\frac{(2r)^4}{l}$ ،

نعوض هذه العلاقة بقانون الدور نجد :

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

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

علاقة الدور الخاص بطول سلك الفتل ( تناسب طردي )

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

للنواس الأول : $T_{01} = const\sqrt{l_1}$

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

بأخذ النسبة لدوري النواسين نجد : $\frac{T_{01}}{T_{02}} = \frac{const\sqrt{l_1}}{const\sqrt{l_2}}$

$$\xrightarrow{\text{من الفرض } T_{0_1} = 2T_{0_2}} \frac{2T_{0_2}}{T_{0_2}} = \frac{\sqrt{l_1}}{\sqrt{l_2}}$$

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

**نص نظرية برنولي :** مجموع الطاقة الحركية والضغط لوحدة الحجوم والطاقة الكامنة الثقالية لوحدة الحجوم في أي نقطة من خط الانسياب لسائل مقداراً ثابتاً ولا تتغير عند أية نقطة أخرى من هذا الخط.

**استنتج العمل الكلي للجسيمات ثم استنتج معادلة برنولي؟**

**الاستنتاج:** العمل الكلي مجموع عمل قوة الثقل و عمل قوة ضغط السائل

عمل قوة الثقل : $W_w = -w.h$

$$\xrightarrow{\text{فرق الارتفاع بين المقطعين } h=(z_2-z_1)} W_w = -mg.(z_2 - z_1)$$

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

$F_1$ : قوة تؤثر على المقطع $S1$ لها جهة الجريان أي تقوم بعمل موجب

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

حيث $\Delta V_1 = \Delta V$ : حجم السائل الذي يعبر المقطع $S1$ وذلك لأن السائل غير قابل للانضغاط فيكون : $\boxed{W_1 = P_1.\Delta V}$

$F_2$: قوة تؤثر على المقطع $S2$ لها جهة تعاكس جريان السائل تقوم بعمل سالب ( معيقة لجريان الماء ).

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

حيث $\Delta V_2 = \Delta V$ : حجم السائل الذي يعبر المقطع $S2$ وذلك لأن السائل غير قابل للانضغاط فيكون : $\boxed{W_2 = -P_2.\Delta V}$

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

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

وهذا العمل يسبب تغيراً في الطاقة الميكانيكية : فبتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين $\sum_{1\to2}\bar{W}_{\vec{F}} = \overline{\Delta E_k} = E_{k_2} - E_{k_1}$

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

نقسم المعادلة على (وحدة الحجوم $\Delta V$) وإن الكتلة الحجمية $(\rho = \frac{m}{\Delta V})$

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

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

$$-\rho gz_2 + \rho gz_1 + P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

بترتيب العلاقة (الحدود التي تحوي على (١) إلى طرف والحدود التي تحوي على (٢) إلى الطرف الآخر )

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gZ_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gZ_2$$

معادلة برنولي : $\boxed{P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gz = const}$

## أسئلة استنتاجية في الميكانيك

**اشرح ميزات المائع المثالي**

١- **غير قابل للانضغاط:** كتلته الحجمية ثابتة مع مرور الزمن.

٢- **عديم اللزوجة:** تهمل قوى الاحتكاك الداخلي بين طبقاته عندما تتحرك بالنسبة لبعضها فلا يوجد ضياع في الطاقة.

٣- **جريانه مستقر:** أي سرعة الجسيمات عند نقطة معينة ثابتة بمرور الزمن ولها خطوط انسياب محددة.

٤- **جريانه غير دوراني:** لا تتحرك جسيمات السائل حركة دورانية حول أي نقطة في مجرى الجريان.

**عرف كلاً من المنسوب الكتلي و التدفق الحجمي وأكتب العلاقة بينهما :**

**المنسوب الحجمي** (معدل التدفق الحجمي أو معدل الضخ)

حجم السائل الذي يعبر المقطع s خلال وحدة الزمن

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} \ (m^3.s^{-1})$$

**المنسوب الكتلي** : كمية السائل التي تعبر المقطع s خلال وحدة الزمن $Q = \frac{m}{\Delta t} (kg.s^{-1})$

**العلاقة بينهما** $\frac{Q}{Q'} = \frac{\frac{m}{\Delta t}}{\frac{V}{\Delta t}} = \frac{m}{V} = \rho \rightarrow \boxed{Q = \rho.Q'}$

**يتحرك مائع داخل أنبوب ويملأه وجريانه فيه مستمراً وله مقطعان مختلفان $S_1, S_2$ استنتج معادلة الاستمرارية.**

التدفق الحجمي (معدل الضخ): $Q' = \frac{V}{\Delta t}$

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

حجم السائل التي تعبر مقطع الأنبوب S خلال زمن $V = s.x$

$$\Rightarrow S_1 x_1 = S_2 x_2 \xRightarrow{x=v.t} S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t$$

$$\boxed{Q' = S_1 v_{1_{\text{دخول}}} = S_2 v_{2_{\text{خروج}}} = const}$$

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

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

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

(نختصر الحد الذي يحتوي Z بسبب تساويه في كلا الطرفين ويبقى لدينا:) $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

$\boxed{P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)}$ ضغط السائل يقل بزيادة السرعة

**انطلاقاً من معادلة برنولي استنتج معادلة المانومتر لمائع ساكن في أنبوب**

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

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

المائع ساكن $v_1 = v_2 = 0 \Rightarrow P_1 + \rho g z_1 = P_2 + \rho g z_2$

نعوض في معادلة برنولي فنجد:

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

$$\boxed{P_1 - P_2 = \rho g h}$$

وهذه معادلة المانومتر (قانون الضغط في الموائع الساكنة)

**بفرض أن قطاراً يسير بسرعة ثابتة $v$، مثبت على سقف إحدى عرباته مرآة مستوية ترتفع مسافة $d$ عن منبع ضوئي بيد مراقب يقف ساكناً في العربة ذاتها، يرسل المراقب الداخلي ومضة ضوئية باتجاه المرآة، ويسجل الزمن الذي تستغرقه الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع هو $t_0$ أما بالنسبة لمراقب خارجي يقف ساكناً خارج القطار على استقامة واحدة من المنبع الضوئي لحظة إصدار الومضة الضوئية فإن الزمن الذي تستغرقه الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع هو $t$. المطلوب : برهن أن الزمن يتمدد بالنسبة للمراقب الخارجي أي أن $t > t_0$ الحل :**

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

قطع الضوء مسافة $2d$ خلال زمن $t_0$ بسرعة الضوء $c$

$$\Rightarrow \text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$c = \frac{2d}{t_0} \Rightarrow \boxed{t_0 = \frac{2d}{c}} \ldots\ldots (1)$$

**بالنسبة للمراقب الخارجي** : والذي يسجل الزمن $t$ الذي تستغرقه الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع الضوئي

- قطع الضوء مسافة من $(a \to b$ ثم $b \to c)$ بالسرعة الثابتة (سرعة الضوء $c$)

أي إن المسافة التي تقطعها الومضة الضوئية للعودة إلى المنبع بالنسبة للمراقب الخارجي هي $(ab + bc)$ أثناء حركة العربة خلال زمن t

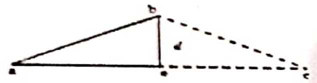
$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \Rightarrow c = \frac{(ab+bc)}{t}$$

$$\xRightarrow[\text{المثلث}]{(\widehat{abc} \text{ متساوي الساقين}) \Rightarrow (ab=bc)} c = \frac{2ab}{t} \Rightarrow \boxed{ab = \frac{ct}{2}}$$

- المنبع انتقل من النقطة $a$ إلى النقطة $c$ بسرعة العربة $v$ خلال الزمن $t$

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \Rightarrow v = \frac{ac}{t} \xRightarrow{ac=ae+ec} v = \frac{ae+ec}{t} \xRightarrow{ae=ec}$$

$$v = \frac{2ae}{t} \Rightarrow \boxed{ae = \frac{vt}{2}}$$



بتطبيق نظرية فيثاغورث في $\widehat{abe}$ المثلث القائم نجد:

نعوض العلاقات السابقة : $\boxed{(ab)^2 = (ae)^2 + (be)^2}$

$$\Rightarrow \frac{c^2t^2}{4} = \frac{v^2t^2}{4} + d^2 \xRightarrow{\text{نعزل } t}$$

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

$$t^2 = \frac{4d^2}{(c^2-v^2)} \xRightarrow{\text{بجذر الطرفين}} \boxed{t = \frac{2d}{\sqrt{c^2-v^2}}} \ldots\ldots (2)$$

بقسمة العلاقة (٢) على (١) نجد:

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

$$\Rightarrow \frac{t}{t_0} = \frac{c}{\sqrt{c^2-v^2}} \xRightarrow{\text{انخرج في المقام } c^2 \text{ عامل مشترك}}$$

$$\frac{t}{t_0} = \frac{c}{\sqrt{c^2\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}} \Rightarrow \frac{t}{t_0} = \frac{1}{\sqrt{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}} \xRightarrow{\text{معامل لورنز } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}} \frac{t}{t_0} = \gamma$$

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

أي الزمن الذي يقيسه المراقب الخارجي أكبر من الذي يقيسه المراقب الداخلي

أي تمدد الزمن وتباطئ بالنسبة للمراقب الخارجي $\gamma > 1 \Rightarrow \boxed{t > t_0}$

## برهن في النسبية

**انطلقت مركبة فضاء من الأرض نحو الشمس بسرعة ثابتة بالنسبة لمراقب على سطح الأرض تسجل العدادات في المحطة على الأرض (المراقب الخارجي) الآتي: المسافة المقطوعة $L'_0$ وزمن الرحلة $t$ وتسجل عدادات مركبة الفضاء (المراقب الداخلي) المعطيات الآتية: المسافة المقطوعة $L'$ وزمن الرحلة $t_0$ والمطلوب:**

**١. برهن أنه تتقلص المسافة $L'$ بالنسبة للمراقب الداخلي وتكون أقل من المسافة $L'_0$ التي يقيسها المراقب الخارجي**

**٢. برهن أنه طول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي على الأرض $L$ أقصر مما هو عليه $L_0$ بالنسبة للمراقب الداخلي في المركبة**

**الحل:**

١. تسجل العدادات في المحطة على الأرض (المراقب الخارجي) الآتي:

المسافة $L'_0$ والزمن $t$ فيكون: $L'_0 = v\,t$

وتسجل عدادات مركبة الفضاء (المراقب الداخلي) المعطيات الآتية:

المسافة $L'$ والزمن $t_0$ فيكون: $L' = v\,t_0$

بقسمة العلاقتين بعضهما على بعض فنجد:

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

لكن الزمن الذي استغرقته رحلة المركبة الفضائية يتمدد، أي: $t = \gamma t_0$

$$\frac{L'_0}{L'} = \frac{\gamma t_0}{t_0}$$

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

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

$$L'_0 = \gamma L' \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow \boxed{L'_0 > L'}$$

٢. طول الركبة الفضائية بالنسبة للمراقب الأرضي (الخارجي) هو: $L$ الموجود في المحطة لأن المركبة الفضائية متحركة بالنسبة له

طول الركبة الفضائية بالنسبة للمراقب (الداخلي) الموجود في المركبة الفضائية هو $L_0$

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

$$L_0 = \gamma L \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow \boxed{L_0 > L}$$

**اكتب فرضيتا اينشتاين في النسبية الخاصة**

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

٢. القوانين الفيزيائية تبقى نفسها في جميع جمل المقارنة العطالية

**يقف جسم ساكن عند مستو مرجعي (سطح الأرض مثلاً)، ما قيمة طاقته الحركية عندئذ؟ وما قيمة طاقته الكامنة الثقالية بالنسبة للمستوي المرجعي؟ هل طاقته الكلية النسبية معدومة؟ ولماذا؟**

طاقته الحركية معدومة لإنعدام سرعته، طاقته الكامنة الثقالية معدومة بالنسبة للمستوى المرجعي لأن ارتفاع الجسم عنه معدوم، طاقته الكلية النسبية غير معدومة لأنها مجموع الطاقة الحركية و الطاقة السكونية، صحيح أن طاقته الحركية معدومة إلا أن طاقته السكونية موجودة مازال يمتلك كتلة سكونية.

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

$$E = m_0c^2 \neq 0$$

**انطلاقاً من العلاقة $m = \gamma m_0$ برهن أن الكتلة تكافئ الطاقة وفق الميكانيك النسبي**

الحل: $\Delta m = m - m_0$

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

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} \xrightarrow{\text{نعوض في } \Delta m}$$

$$m = m_0\left[\frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} - 1\right] = m_0\left[\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1\right]$$

ووفق دستور التقريب: $(1+\bar{\varepsilon})^n \approx 1 + n\bar{\varepsilon}$،

بعدّ $1 \gg \varepsilon$ من اجل السرعات الصغيرة يكون:

$$\Rightarrow \Delta m = m_0\left(1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1\right)$$

$$\Rightarrow \Delta m = m_0\left(\frac{v^2}{2c^2}\right) \Rightarrow \Delta m = \frac{\frac{1}{2}m_0.v^2}{c^2}$$

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

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

الحل: $\Delta m = \frac{E_k}{c^2}$

إن $\Delta m = m - m_0$

$m$ الكتلة عند الحركة، $m_0$ الكتلة عند السكون،

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

نضرب طرفي العلاقة بالثابت (مربع سرعة الضوء) $c^2$ نجد: $m.c^2 - m_0.c^2 = E_k$

$$E = E_0 + E_k$$

الطاقة الكلية $E$ في الميكانيك النسبي مجموع الطاقة السكونية $E_0$ والطاقة الحركية $E_k$:

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

**تعطى علاقة الطاقة الكلية في التحريك النسبي بالعلاقة $E = \gamma m_0.c^2$ استنتج منها عبارة الطاقة الحركية في التحريك الكلاسيكي $E_k = \frac{1}{2}m_0.v^2$**

**صيغة أخرى للسؤال: انطلاقاً من علاقات الميكانيك النسبي استنتج العلاقة المحددة للطاقة الحركية في الميكانيك الكلاسيكي من أجل السرعات الصغيرة أمام سرعة الضوء في الخلاء أي $v \ll c$ فإن $\frac{v^2}{c^2} \ll 1$**

الحل: $E = \gamma m_0.c^2$

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

نعوض: $E = E_0 + E_k$

$$E_0 + E_k = \gamma m_0.c^2$$

$$\Rightarrow E_k = \gamma m_0.c^2 - E_0 \xrightarrow{E_0 = m_0.c^2}$$

$$E_k = \gamma m_0.c^2 - m_0.c^2$$

$$\Rightarrow E_k = m_0.c^2[\gamma - 1]$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} \xrightarrow{\text{نعوض في } E_k}$$

$$E_k = m_0.c^2\left[\frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} - 1\right]$$

$$\Rightarrow E_k = m_0.c^2\left[\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1\right]$$

ووفق دستور التقريب: $(1+\bar{\varepsilon})^n \approx 1 + n\bar{\varepsilon}$،

بعدّ $1 \gg \varepsilon$ من اجل السرعات الصغيرة يكون:

$$\Rightarrow E_k = m_0.c^2\left(1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1\right) \Rightarrow$$

$$E_k = m_0.c^2\left(\frac{v^2}{2c^2}\right) \Rightarrow E_k = c^2\frac{\frac{1}{2}m_0.v^2}{c^2}$$

الطاقة الحركية في الميكانيك الكلاسيكي:

$$\boxed{E_k = \frac{1}{2}m_0.v^2}$$

**فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة**

**١. اختلاف سرعة جريان الماء عبر مقاطع مختلفة المساحة في مجرى نهر جريانه أفقي.**

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

**٢. عدم تقاطع خطوط الانسياب لسائل.**

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

**٣. ينقص مقطع عمود الماء المتدفق من الخرطوم عندما توجّه فوهته للأسفل، ويزداد مقطعه عندما تُوجّه فوهته رأسياً للأعلى.**

حسب معادلة الاستمرارية :

$S_a . v_a = S_b . v_b$ .

- عندما توجه فوهته للأسفل: سرعة جريان الماء تزداد كلما اقترب من سطح الأرض:

$v_b > v_a$

فينقص مقطع الماء المتدفق: $S_b < S_a$

- عندما توجه فوهته للأعلى: سرعة جريان الماء تنقص كلما ابتعد عن سطح الأرض:

$v_b < v_a$.

فينقص مقطع الماء المتدفق: $S_b > S_a$

**٤. يندفع الماء بسرعة كبيرة من ثقب صغير حدث في جدار خرطوم ينقل الماء.**

حسب معادلة الاستمرارية:

$S_a . v_a = S_b . v_b$

$S_b < S_a \Longrightarrow v_b > v_a$

**٥. تستطيع خراطيم سيارات الإطفاء إيصال الماء لارتفاعات ومسافات كبيرة.**

حسب معادلة الاستمرارية $S_1 v_1 = S_2 v_2$

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

**٦. لجعل الماء المتدفق من فتحة خرطوم يصل إلى مسافات أبعد نغلق جزءاً من فتحة الخرطوم.**

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

**٧. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة مقارنة فإن زمنه يتمدد وفق قياس جملة المقارنة تلك**

$t = \gamma\, t_0$

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

**٨. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة مقارنة فإن طوله يتقلص وفق قياس جملة المقارنة تلك**

$L = \frac{L_0}{\gamma}$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow \boxed{L < L_0}$

**٩. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة مقارنة فإن المسافة التي يقطعها تتقلص وفقاً لقياساته**

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

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow \boxed{L'_0 < L'}$

**١٠. وفق الميكانيك النسبي عندما يكون الجسم متحركاً بالنسبة لجملة مقارنة فإن كتلته تزداد وفق قياس جملة المقارنة تلك**

$m = \gamma m_0$ حيث $m$ الكتلة عند الحركة، $m_0$ الكتلة عند السكون.

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow \boxed{m > m_0}$

**١١. في الميكانيك النسبي لا تنعدم الطاقة الكلية النسبية لجسم يقف عند مستوي مرجعي**

إن الطاقة الكلية $E$ مجموع الطاقة السكونية $E_0$ و الطاقة الحركية $E_k$ :عندما يقف الجسم تنعدم طاقته الحركية $E_k = 0$ ولاتنعدم طاقته السكونية $E_0 = m_0 . c^2 \neq 0$ لأن الجسم يملك كتلة سكونية أي لا تنعدم الطاقة الكلية النسبية

$E = E_0 \neq 0$

**اختر الإجابة الصحيحة :**

**١. تزداد شدة قوة الإرجاع بالنواس المرن بازدياد**

a) مطاله   b) سرعته   c) دوره

**٢. حركة توافقية بسيطة سعة اهتزازها $X_{max}$ ،دورها الخاص $T_0$، نضاعف سعة الاهتزاز فيصبح دورها الخاص $T'_0$ يساوي :**

$T'_0 = 2T_0$ (a   $T'_0 = \frac{1}{2}T_0$ (b   $T'_0 = T_0$ (c

**٣. يتألف نواس مرن من جسم $m$ صلب كتلته معلق بنابض مرن مهمل الكتلة ثابت صلابته $k$ والنبض الخاص لحركته $\omega_0$ ؛ نستبدل الجسم بجسم آخر كتلته $m' = 2m$ ونابض آخر ثابت صلابته $k' = \frac{1}{2}k$ فيصبح النبض الخاص الجديد $\omega'_0$ مساوياً:**

$\frac{\omega_0}{2}$ (a   $\frac{\omega_0}{4}$ (b   $2\omega_0$ (c

**٤. عزم الإرجاع في نواس الفتل يعطى بالعلاقة**

$\bar{\Gamma} = k^2\bar{\theta}$ (a   $\bar{\Gamma} = -k\,\bar{\theta}$ (b   $\Gamma = k\ \theta^2$ (c

**٥. نواس فتل دوره الخاص 2s نجعل طول سلك الفتل فيه ربع ماكان عليه فيصبح دوره الخاص الجديد يساوي :**

1 s (a   4 s (b   0.5 s (c

**٦. نواس فتل دوره الخاص $T_0$ نزيد عزم عطالته حتى أربعة أمثال فيصبح دوره الخاص الجديد $T'_0$**

$T'_0 = 0.5T_0$ (a   $T'_0 = 4T_0$ (b   $T'_0 = 2T_0$ (c

**٧. يتصف السائل المثالي بأنه:**

a- قابل للانضغاط وعديم اللزوجة

b- غير قابل للانضغاط ولزوجته غير مهملة.

c- غير قابل للانضغاط وعديم اللزوجة.

**٨. خرطوم مساحة مقطعه عند فوهة دخول الماء فيه $s_1$ وسرعة جريان الماء عند تلك الفوهة $v_1$ ، فتكون سرعة خروج الماء $v_2$ من نهاية الخرطوم حيث مساحة المقطع $s_2 = \frac{1}{4}s_1$ مساوية:**

A- $v_1$   b- $\frac{1}{4}v_1$   c- $4\,v_1$

**٩. خزان وقود حجمه $0.5m^3$ يملأ بزمن قدره 500s فيكون معدل الضخ مقدراً ب $m^3.s^{-1}$ :**

$10^3$ (a   $10^{-3}$ (b   250 (c

**١٠. خزان ماء يحوي $12\ m^3$ ماء يفرغ بمعدل ضخ $0.03m^3.s^{-1}$ فيلزم لتفريغه زمن قدره :**

0.36s (a   400s (b   12.03s (c

**١١. في النسبية الخاصة عند حركة جسم بالنسبة لجملة مقارنة فإن زمنه يتمدد بالنسبة لجملة المقارنة وفق المعادلة التالية**

$t = \frac{1}{\gamma}\, t_0$ (a   $t = \gamma\, t_0$ (b   $t = -\gamma\, t_0$ (c

**١٢. في النسبية الخاصة عند حركة جسم بالنسبة لجملة مقارنة فإن زمنه يتمدد بالنسبة لجملة المقارنة وفق المعادلة $t = \gamma\, t_0$ إذا كانت**

$\gamma > 1$ (a   $\gamma < 1$ (b   $\gamma = 1$ (c

**١٣. في النسبية الخاصة عند حركة جسم بالنسبة لجملة مقارنة فإن كتلته تزداد بالنسبة لجملة المقارنة وفق المعادلة التالية**

$m = \frac{1}{\gamma}\, m_0$ (a   $m = \gamma\, m_0$ (b   $m = \sqrt{\gamma}\, m_0$ (c

**١٤. الطاقة الكلية في الميكانيك النسبي $E$ تساوي**

$m_0 . c^2$ (a   $m . c^2$ (b   $m . c^{-2}$ (c

**١٥. الطاقة السكونية في الميكانيك النسبي $E_0$ تساوي**

$m_0 . c^2$ (a   $m_0 . c^{-2}$ (b   $m . c^2$ (c

أكتب عناصر شعاع في الكهرباء

عند إمرار تيار متواصل في سلك مستقيم ينشأ حقل مغناطيسي حول محور هذا السلك والمطلوب :

١. أكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي في نقطة $n$ تبعد مسافة $d$ عن محور سلك مستقيم يمر فيه تيار متواصل موضحاً بالرسم

٢. اقترح طرق لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

١. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار مستقيم :

نقطة التأثير : النقطة المعتبرة $n$

الحامل: عمودي على المستوي المعين بالسلك والنقطة المعتبرة.

الجهة: تحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها $\overrightarrow{SN}$. بعد استقرارها ..

تحدد نظرياً فإنها تُحدد بقاعدة اليد اليمنى: نضع الساعد يوازي السلك. يدخل التيار من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع. يتجه باطن الكف نحو النقطة المدروسة. يشير إبهام اليد اليمنى إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

الشدة $\boxed{B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}}$

$B$ شدة الحقل المغناطيسي $(T)$ . $I$ شدة التيار $(A)$ .

$d$ البعد العمودي للنقطة المعتبرة عن محور السلك $(m)$ .

٢. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي نزيد من شدة التيار المار لأن $I$ تتناسب طرداً مع $B$ أو ننقص $d$ لأن $d$ تتناسب عكساً مع $B$

---

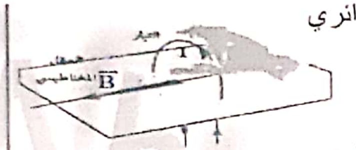
عند إمرار تيار متواصل في ملف دائري ينشأ حقل مغناطيسي في مركز هذا الملف والمطلوب :

١. أكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن ملف دائري يمر فيه تيار متواصل موضحاً بالرسم

٢. اقترح طريقة لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

١. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار دائري :

نقطة التأثير : مركز الملف الدائري



الحامل: العمود على مستوي الملف.

الجهة: تحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها $\overrightarrow{SN}$. بعد استقرارها ...

نظرياً حسب قاعدة اليد اليمنى: نضعها فوق الملف حيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع ويتجه باطن الكف نحو مركز الملف فيشير الإبهام إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

الشدة: $\boxed{B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N\,I}{r}}$

٢. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي نزيد من شدة التيار المار لأن $I$ تتناسب طرداً مع $B$

---

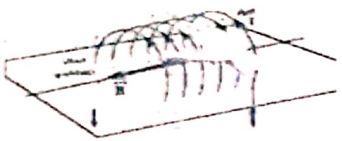
عند إمرار تيار متواصل في وشيعة ينشأ حقل مغناطيسي في مركزها والمطلوب :

١. أكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن وشيعة يمر فيه تيار متواصل موضحاً بالرسم

٢. اقترح طريقة لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

١. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار حلزوني :

نقطة التأثير : مركز الوشيعة



الحامل: محور الوشيعة.

الجهة: تحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها $\overrightarrow{SN}$. بعد استقرارها ...

نظرياً تُحدد بقاعدة اليد اليمنى نضعها فوق الوشيعة بحيث توازي أصابعها إحدى الحلقات ونتخيل أن التيار يدخل من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع فيشير الإبهام الذي يعامد الأصابع إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

الشدة: $\boxed{B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N\,I}{l}}$

٢. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي نزيد من شدة التيار المار لأن $I$ تتناسب طرداً مع $B$

---

قمت بدراسة تأثير الحقل المغناطيسي على حزمة إلكترونية متحركة كما في تجربة الأشعة المهبطية

١. ما شكل مسار الحزمة الالكترونية ، وكيف يصبح شكل هذا المسار عند تقريب قطب شمالي ومن ثم قطب جنوبي لمغناطيس مستقيم منها ؟

٢. ما العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية

٣. أكتب العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية ؟

٤. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة المغناطيسية ، ثم بيّن متى تكون عظمى ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها ؟

٥. استنتج عبارة الحقل المغناطيسي المؤثر في شحنة متحركة بسرعة تعامد الحقل وعرف التسلا

١. شكل مسار الحزمة الإلكترونية : مستقيم

- عند تقريب قطب شمالي لمغناطيس مستقيم ينحرف مسار الحزمة نحو الأسفل
- عند تقريب قطب جنوبي لمغناطيس مستقيم ينحرف مسار الحزمة نحو الأعلى

٢. شدة القوة المغناطيسية تتناسب طرداً مع :

q مقدار الشحنة بالقيمة المطلقة وواحدتها الكولوم

v سرعة الشحنة المتحركة وواحدتها متر في الثانية

B شدة الحقل المغناطيسي وواحدته التسلا

٣. العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية

$\boxed{\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}}$

٤. عناصر شعاع القوة المغناطيسية :

نقطة التأثير: الشحنة المتحركة.

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالشعاعين : $\vec{B}, \vec{v}$

الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى :نجعل أصابع اليد اليمنى منطبقاً على حامل وبجهة $\vec{v}$ إذا كانت الشحنة موجبة وبعكس جهة $\vec{v}$ إذا كانت سالبة ويخرج $\vec{B}$ من راحة الكف فيشير الابهام إلى جهة $\vec{F}$ المغناطيسية.

الشدة : $\boxed{F = qvB\sin(\vec{v}, \vec{B})}$

تكون القوة المغناطيسية :

- عظمى: $\vec{v} \perp \vec{B}$ او $\theta = \frac{\pi}{2} rad$
- معدومة: $\vec{v} \,//\, \vec{B}$ او $\theta = 0$
- تأخذ نصف قيمتها: $\theta = \frac{\pi}{6} rad$

٥. شدة القوة المغناطيسية $F = qvB\sin\theta$

$\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \sin\theta = 1$

شدة الحقل المغناطيسي : $\boxed{B = \frac{F}{qv}}$

التسلا : هو شدة حقل مغناطيسي منتظم يؤثر بشحنة مقدارها ١ كولوم متحركة بسرعة $1ms^{-1}$ تعامد الحقل فتتأثر بقوة مغناطيسية مقدارها واحد نيوتن

أكتب عناصر شعاع في الكهرباء

قمت بدراسة تجريبية لتأثير الحقل المغناطيسي المعامد لساق نحاسية (سلك ثخين) طولها (L) مستندة عمودياً على سكتين معدنيتين أفقيتين يمر فيها تيار متواصل والمطلوب :

١. انطلاقاً من العلاقة المعبرة عن شدة القوة المغناطيسية استنتج العلاقة المعبرة عن شدة القوة الكهرطيسية .
٢. ما العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية
٣. أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية .
٤. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية ثم بيّن متى تكون عظمى ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها ؟
٥. استنتج العلاقة المعبرة عن عمل القوة الكهرطيسية واكتب نص نظرية مكسويل .
٦. اقترح طريقة لزيادة سرعة تدحرج الساق
٧. ماذا تتوقع أن يحدث عند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في الساق أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي ؟
٨. ماذا تتوقع أن يحدث عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة شعاع الحقل المغناطيسي ؟

١. بفرض أن طول السلك $L$، ومساحة مقطعه $s$، و الكثافة الحجمية للإلكترونات الحرة فيه $n$، يكون عدد الإلكترونات الحرة $N=nsL$

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N}{s.L} \Rightarrow N = nsL$$

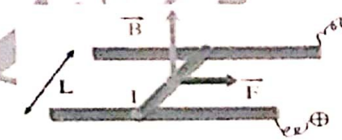
$$F_{كهرطيسية} = N_{عدد الإلكترونات الحرة في السلك} \times F_{مغناطيسية}$$

$$F_{مغناطيسية} = e\,v\,B\sin\theta \Rightarrow F_{كهرطيسية} = N e\,v\,B\sin\theta$$

ولكن : $\left(v = \frac{L}{\Delta t}\right)$ …… $(Ne = q)$

$$F_{كهرطيسية} = q\,\frac{L}{\Delta t}\,B\sin\theta \xRightarrow{(I=\frac{q}{\Delta t})}$$

$$\boxed{F_{كهرطيسية} = IL\,B\sin\theta}$$




٢. العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية
تتناسب شدة القوة الكهرطيسية طرداً مع $I$ شدة التيار
تتناسب شدة القوة الكهرطيسية طردا مع $B$ شدة الحقل المغناطيسي
تتناسب شدة القوة الكهرطيسية طرداً مع طول الجزء من الناقل المستقيم $L$ المار فيه التيار والخاضع للحقل المغناطيسي.
تتناسب القوة الكهرطيسية طرداً مع $\sin\theta$

٣. العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية

$$\boxed{\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}}$$

٤. عناصر القوة الكهرطيسية :
نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.
الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي المنتظم
الجهة: تحقق الأشعة $\vec{B}$، $I\vec{L}$، $\vec{F}$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى يدخل التيار من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع
شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف . جهة القوة الكهرطيسية يشير إليها الإبهام.

الشدة: $\boxed{F = I.L.B.\sin\theta \quad \theta: (I\vec{L},\vec{B})}$

- تكون شدة القوة الكهرطيسية

عظمى : $I\vec{L} \perp \vec{B}$ ، $\theta = \frac{\pi}{2} rad$

معدومة: $I\vec{L} \,//\, \vec{B}$ ، $\theta = 0$

تأخذ نصف قيمتها: $\theta = \frac{\pi}{6} rad$

٥. استنتاج عمل القوة الكهرطيسية :
تنتقل نقطة تأثير القوة الكهرطيسية وفق حاملها وجهتها مسافة $\Delta X$
فتنجز عملاً محركاً (موجباً) $W = F.\Delta x$

$$W = ILB\sin\theta.\Delta x$$

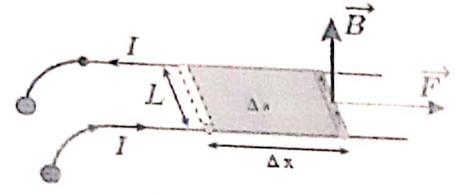
ولكن : $\sin\theta = \sin\frac{\pi}{2} = 1$

$\Delta s$: السطح الذي تمسحه الساق : $\Delta s = L.\Delta x$

فيصبح العمل : $W = IB.\Delta s$

فيتغير التدفق أي أنه يزداد : $\Delta\phi = B.\Delta s > 0$

(عمل مكسويل) $\boxed{W = I.\Delta\phi}$




- نص نظرية مكسويل: عندما تنتقل دارة كهربائية أو جزء من دارة كهربائية مغلقة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم فإن عمل القوة الكهرطيسية المسببة لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار في الدارة في تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

٦. نستطيع زيادة سرعة تدحرج الساق بزيادة شدة التيار الكهربائي أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي .
٧. أتوقع زيادة سرعة تدحرج الساق لأنه بزيادة شدة التيار أو شدة الحقل المغناطيسي سوف تزداد شدة القوة الكهرطيسية فتزداد الاستطاعة الانسحابية للساق أي زيادة في سرعتها
٨. أتوقع انعكاس جهة دحرجة الساق لأنه عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة الحقل المغناطيسي سوف تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فنلاحظ تدحرج الساق النحاسية باتجاه معاكس للجهة الأصلية

**قمت بدراسة تجريبية لتأثير الحقل المغناطيسي المعامد لدولاب بارلو والذي يمر فيه تيار متواصل والمطلوب :**

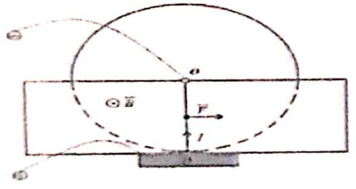
١. أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية .
٢. حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب .
٣. ماسبب دوران الدولاب، اقترح طريقة لزيادة سرعة الدوران
٤. ماذا تتوقع أن يحدث عند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في الدولاب أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي ؟
٥. ماذا تتوقع أن يحدث عند عكس جهة التيار الكهربائي أو جهة المغناطيسي ؟

١. العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية

$$\boxed{\vec{F} = I\vec{r} \wedge \vec{B}}$$

٢. العناصر :
نقطة التأثير: منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم
الحامل: عمودي على المستوي المحدد بنصف القطر السفلي الشاقولي وشعاع الحقل المغناطيسي
الجهة: وفق قاعدة اليد اليمنى نضع اليد اليمنى بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع وباطن الكف مقابل $\vec{B}$ فيشير الإبهام إلى جهة $\vec{F}$ بحيث الأشعة الثلاثة ثلاثية قائمة.
الشدة $F = IrB.\sin\theta$ لكن: $L = r$:

٣. سبب دوران الدولاب هو عزم القوة الكهرطيسية ، نستطيع زيادة سرعة الدوران بزيادة شدة التيار الكهربائي أو زيادة شدة الحقل المغناطيسي
٤. أتوقع انعكاس جهة دوران الدولاب لأنه عند عكس جهة التيار الكهربائي أو عكس جهة الحقل المغناطيسي سوف تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فنلاحظ دوران الدولاب باتجاه معاكس للجهة الأصلية
٥. أتوقع زيادة سرعة دولاب الدولاب لأنه بزيادة شدة التيار أو شدة الحقل المغناطيسي سوف تزداد شدة القوة الكهرطيسية ويزداد عزمها فتزداد الاستطاعة الدورانية للدولاب أي زيادة في سرعته



**مغناطيس كهربائي على شكل ملف دائري يحوي عدة لفات أكتب العبارة الشعاعية لعزمه المغناطيسي ثم أكتب عناصره**

العبارة الشعاعية : $\boxed{\vec{M} = NI\vec{s}}$
نقطة التأثير : مركز الملف
الحامل : ناظم الملف الجهة : بجهة إبهام يد يمنى تلتف أصابعها بجهة التيار
الشدة : $\boxed{M = NIs}$

في تجربة هلمهولتز لدينا ملفين دائريين متوازيين لهما المحور نفسه، نمرر فيهما تيارين متساويين وبنفس الجهة والمطلوب :

١. ماذا تلاحظ عند إمرار التيارين في الملفين ؟
٢. عند تمرير حزمة الكترونية مستقيمة مسرّعة ناظمية على شعاع الحقل المغناطيسي بين الملفين ماذا تلاحظ معللاً إجابتك ؟

١. يتولد حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ بين الملفين.
٢. نلاحظ أن الحزمة الإلكترونية انحرفت عن مسارها المستقيم ليصبح مسارها دائري . لأن الحقل المغناطيسي يؤثر في الحزمة الإلكترونية بقوة مغناطيسية تكون دائماً عمودية على شعاع سرعتها أي أنها تكتسب تسارع ثابت يعامد شعاع السرعة $\vec{v}$ وبالتالي تكون حركتها دائرية منتظمة لأنها خضعت لتسارع جاذب مركزي أي حدث تغيير في حامل وجهة شعاع سرعة الحزمة لا في قيمته .

في تجربة نضع (نواة حديدية) قطعة من الحديد بين قطبي مغناطيس نضوي ، المطلوب :

١. علل تقارب خطوط الحقل المغناطيسي داخل قطعة الحديد
٢. ماذا يستفاد من وضع قطعة الحديد بين قطبي المغناطيس
٣. أكتب علاقة عامل الانفاذ المغناطيسي
٤. بيّن بمَ يتعلق عامل الإنفاذ

١. تتمغنط نواة الحديد ويتولد منها حقلاً مغناطيسياً $\vec{B}$ إضافياً يُضاف إلى الحقل المغناطيسي الأصلي الممغنط $\vec{B}$ فيشكل حقلاً مغناطيسياً كلياً $\vec{B_t}$
٢. يُستفاد عند وضعها في زيادة شدة الحقل المغناطيسي.
٣. علاقة عامل الإنفاذ : $\mu = \frac{B_t}{B}$

$\mu$ عامل النفاذية المغناطيسي، لا واحدة قياس له.
$B_t$ شدة الحقل المغناطيسي الكلي، تقدر بالتسلا
$B$ شدة الحقل المغناطيسي الممغنط، تقدر بالتسلا
٤. يتعلق عامل النفاذية المغناطيسي بعاملين:
- طبيعة المادة من حيث قابليتها للمغنطة.
- شدة الحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$

في مشكلة عملية نضع إبرة مغناطيسية محورها شاقولي على طاولة أفقية لتستقر ، أبيّن كيف يجب وضع سلك مستقيم أفقياً فوق البوصلة بحيث لاتنحرف الإبرة عند إمرار تيار كهربائي في السلك

لا تنحرف الإبرة عند إمرار تيار كهربائي في السلك إذا كان الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار الكهربائي منطبقاً على استقامة الإبرة أي يجب وضع السلك المستقيم عمودي على المستوي الحاوي للإبرة

في تجربة يدخل الكترون بسرعة $\vec{v}$ إلى منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ناظمي على شعاع السرعة $\vec{v}$ فيصبح مسار الالكترون دائري في منطقة الحقل ، المطلوب :

١. برهن أن حركة الإلكترون ضمن منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم دائرية منتظمة ؟
٢. استنتج نصف قطر المسار الدائري لحركة الإلكترون ؟
٣. استنتج دور حركة هذا الإلكترون ؟
٤. ماذا تتوقع أن تكون حركة الإلكترون بعد خروجه من منطقة الحقل $\vec{B}$ ؟

١. الجملة المدروسة: الإلكترون يتحرك سرعته $\vec{B} \perp \vec{v}$

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$

ثقل الإلكترون $W$ ومهمل لصغره امام قوة لورنز

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{\text{المغناطيسية}} = m.\vec{a}$$

$$e\vec{v} \wedge \vec{B} = m.\vec{a} \Rightarrow \boxed{\vec{a} = \frac{e\vec{v}\wedge\vec{B}}{m}}$$

من خواص الجداء الشعاعي نجد أن $\vec{a} \perp \vec{B}$ ... $\vec{a} \perp \vec{v}$

$\vec{a}$ يعامد المماس أي أنه محمول على الناظم أي أنه تسارع ناظمي أي أن الحركة دائرية منتظمة .

٢. استنتاج نصف قطر المسار الدائري لحركة الإلكترون

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{\text{المغناطيسية}} = m.\vec{a}$$

بالاسقاط على الناظم:

$$F_{\text{مغناطيسية}} = m.a_c \Rightarrow e.v.B.Sin\frac{\pi}{2} = m\frac{v^2}{r} \xrightarrow{\text{نختصر}}$$

$$\Rightarrow e.B = m\frac{v}{r} \xrightarrow{\text{نعزل } r}$$

علاقة نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الإلكترون ضمن منطقة الحقل المغناطيسي : $\boxed{r = \frac{mv}{eB}}$

٣. استنتاج دور حركة الإلكترون: من العلاقة : $T_{\text{الدور}} = \frac{2\pi}{\omega_{\text{السرعة الزاوية}}}$

ولكن : $v = \omega.r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} \xrightarrow{\text{نعوض في علاقة الدور}} T = \frac{2\pi}{\frac{v}{r}}$

علاقة الدور : $\boxed{T = \frac{2\pi r}{v}}$

٤. أتوقع أن تصبح حركة الإلكترون مستقيمة منتظمة لأن : بعد خروج الإلكترون من منطقة الحقل يكون $B = 0 \Rightarrow F_{\text{مغناطيسية}} = 0$

أي أن : $F_{\text{مغناطيسية}} = m.a = 0 \Rightarrow a = 0$

تسارع الإلكترون معدوم أي حركته عندئذ مستقيمة منتظمة .

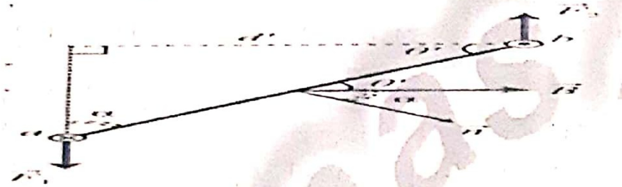
في تجربة المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك المطلوب :

١. استنتج العلاقة المعبرة عن عزم المزدوجة الكهرطيسية
٢. انطلاقاً من العلاقة $0 = \bar{\Gamma}'_{\text{مزدوجة فتل}} + \bar{\Gamma}_{\Delta\,\text{مزدوجةكهرطيسية}}$ استنتج زاوية دوران إطار $\theta'$ للمقياس الغلفاني بدلالة التيار الكهربائي $I$ ،
٣. كيف يتم قياس شدة التيار في المقياس الغلفاني وكيف تزيد حساسية المقياس

١. استنتاج عزم المزدوجة الكهرطيسية:

$\Gamma_{\Delta\,\text{عزم المزدوجة الكهرطيسية}} = d'_{\text{ذراع المزدوجة}} \cdot F_{\text{إحدى القوتين}}$

$d'$: ذراع المزدوجة (البعد العمودي بين حاملي القوتين)



ولكن من المثلث المجاور: $sin\,\alpha = \frac{d'(\text{المقابل ذراع المزدوجة})}{ab(d \text{ الوتر نفسه عرض الإطار})}$

$$d' = ab\,sin\,\alpha$$

وأيضاً : $F = NILB\,sin\frac{\pi}{2}$

نعوّض الذراع والقوة فنجد : $\bar{\Gamma}_{\Delta} = d.sin\,\alpha\,NILB$

$$\Rightarrow \bar{\Gamma}_{\Delta} = NILBd\,sin\,\alpha$$

ولكن مساحة الإطار $S$ تساوي الطول $L$ ضرب العرض $d$ : $S = L.d$

عزم المزدوجة الكهرطيسية : $\alpha = (\overrightarrow{B}, \vec{n})$ : $\boxed{\bar{\Gamma}_{\Delta} = NISB\,sin\,\alpha}$

٢. **استنتاج زاوية دوران الإطار**

شرط التوازن الدوراني : $\sum \bar{\Gamma}_{\vec{F}} = 0$ المجموع الجبري لعزوم القوى معدوم

$$0 = \bar{\Gamma}'_{\text{مزوجة فتل}} + \bar{\Gamma}_{\Delta\,\text{مزدوجةكهرطيسية}}$$

ولكن : $\bar{\Gamma}' = -k\theta'$ عزم مزدوجة الفتل

نعوض العزوم فنجد : $NISB\,sin\,\alpha - k\theta' = 0$

$$NISB\,sin\,\alpha = k\theta'$$

ولكن: $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}$ متتامتان أي $sin\,\alpha = cos\,\theta'$

بفرض $\theta'$ صغيرة بالتالي: $cos\theta' \approx 1$

$$NISB = k\theta' \Rightarrow \boxed{\theta' = \frac{NSB}{k}I} \xrightarrow{G=\frac{NSB}{k}} \boxed{\theta' = GI}$$

٣. يمكننا قيسا شدة التيار بقياس زاوية الدوران $\theta'$ وعرفة قيمة $G$ نزيد حساسية المقياس باستخدام سلك رفيع من نفس مادة سلك الفتل

سؤال في تجربة في التحريض الكهرطيسي

**عرف التدفق المغناطيسي واكتب العلاقة المعرفة له وبيّن متى يكون أعظمي، أصغري، معدوم.**

**التدفق المغناطيسي:** هو اجتياز خطوط الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ لسطح دارة $S$ كهربائية مغلقة

$$\Phi = BS\cos\alpha \ : \ \alpha = (\widehat{\vec{B},\vec{n}})$$

من أجل $N$ لفة $\boxed{\Phi = NBS\cos\alpha}$

**أعظمي:** $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1 \Rightarrow \Phi = B.s$

**معدوم:** $\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha = 0 \Rightarrow \Phi = 0$

**أصغري** $\alpha = \pi \Rightarrow \cos\alpha = -1 \Rightarrow \Phi = -B.s$

**يأخذ نصف قيمته** $\alpha = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \Phi = \frac{Bs}{2}$

**في تجربة نشكل دارة مؤلفة من وشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور كل منهما على الآخر، نصل طرفي الوشيعة الأولى بمأخذ (مولد) تيار متناوب (متغير)، ونصل طرفي الوشيعة الثانية بمصباح، المطلوب:**

1. **ماذا تتوقع أن يحدث عند إغلاق دارة المولد في الوشيعة الأولى معللاً إجابتك.**
2. **ماذا تتوقع لو استبدلنا مولد التيار المتناوب في الوشيعة الأولى بمولد متواصل معللاً إجابتك**
3. **اقترح حلول لإضاءة المصباح في الوشيعة الثانية في حال تم وصل الوشيعة الأولى بتيار متواصل**

1. إضاءة المصباح في الوشيعة الثانية بالرغم أنها ليست موصولة إلى مولد (منبع تيار) دليل تولّد تيار متحرض فيها تفسير ذلك: لأن الوشيعة الأولى يمر فيها تيار متناوب (متغير) يعطي حقلاً مغناطيسياً متناوباً (متغيراً) فإن تدفقه المغناطيسي الذي سيجتاز الوشيعة الثانية متناوباً أيضاً، وإن تغير التدفق المغناطيسي يؤدي إلى نشوء تيار متحرض فيضيء المصباح.
2. أتوقع أن لا يضيء المصباح لأن التيار المتواصل ثابت الشدة فحقله المغناطيسي ثابت أيضاً أي تدفقه المغناطيسي عبر الوشيعة الثانية ثابت أيضاً أي لاينشأ تيار متحرض في الوشيعة الثانية فلا يضيء المصباح
3. يجب تغيير التدفق المغناطيسي من الوشيعة ١ للوشيعة ٢

a. تركيب قاطعة في الوشيعة الأولى والعمل على فتحها وإغلاقها

b. تقريب أو إبعاد إحدى الوشيعتين عن الأخرى.

c. تغيير المقاومة الكهربائية في الوشيعة الأولى.

**في تجربة نقرب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي وشيعة وفق محورها ويتصل طرفاها بواسطة مقياس ميكرو أمبير فتنحرف إبرة المقياس دالة على مرور تيار كهربائي فيها. والمطلوب:**

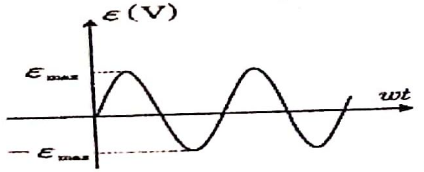
1. فسر سبب نشوء هذا التيار، ثم أكتب نص قانون فاراداي في التحريض الكهرطيسي
2. أكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة الكهربائية المتحرضة مع شرح دلالات الرموز وناقش العلاقة في حال (تزايد التدفق – تناقص التدفق)
3. أكتب نص قانون لنز في تحديد جهة التيار المتحرض
4. ماذا تتوقع أن يكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس
5. ماذا تتوقع أن يحدث في حال إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس عن أحد وجهي الوشيعة وكيف يكون الوجه المقابل للوشيعة
6. ماذا تتوقع أن يحدث في حال تثبيت المغناطيس عند أحد وجهي الوشيعة ولماذا؟

1. زيادة التدفق المغناطيسي اللذي يجتاز الوشيعة.
نص قانون فاراداي في التحريض: يتولد تيار متحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم التيار بدوام تغير هذا التدفق وينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسي المحرّض.
2. $\bar{\varepsilon} = -\frac{d\phi}{dt}$ حيث $d\phi$ تغيّر التدفق، زمن تغيّر التدفق $dt$
عند تزايد التدفق المغناطيسي $d\phi > 0 \Rightarrow \bar{\varepsilon} < 0$ جهة الحقل المتحرض عكس المحرّض
عند تناقص التدفق المغناطيسي $d\phi < 0 \Rightarrow \bar{\varepsilon} > 0$ جهة الحقل المتحرض مع المحرّض
3. قانون لنز: إن جهة التيار المتحرض في دارة مغلقة تكون بحيث يبدي أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه.
4. وجه شمالي.
5. أتوقع أن يتناقص التدفق المغناطيسي فيتولد تيار كهربائي متحرض ويكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس وجه جنوبي
6. أتوقع لا يتغير التدفق ولا ينشأ تيار كهربائي
$$d\phi = 0 \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 0 \Rightarrow i = 0$$

**في تجربة يتكون إطار من سلك نحاسي معزول من N لفة مساحة كل منها S يدور حول محور في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ يصنع زاوية $\alpha$ مع ناظم الإطار في لحظة ما t أثناء الدوران**

1. استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الآنية في مولد التيار المتناوب الجيبي
2. ارسم المنحني البياني لتغيرات $\epsilon$ بدلالة $\omega t$ خلال دورة كاملة
3. ماذا يدعى التيار الحاصل ولماذا؟ أكتب تابعه الزمني
4. بيّن متى تكون القوة المحركة الكهربائية المتناوبة
a. موجبة وسالبة b. عظمى وصغرى c. معدومة

1. التدفق المغناطيسي $\Phi$ الذي يجتاز الإطار وهو في هذه الحالة:
$$\Phi = N\,B s\ \cos\alpha$$
السرعة الزاوية للدوران $\omega$ ثابتة فإن الزاوية $\alpha$ التي يدورها الملف في زمن قدره $t$:
$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega\, t$$
نعوض في علاقة التدفق المغناطيسي: $\Phi = N\,S\,B\cos\omega\, t$
فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة: $\bar{\varepsilon} = -\frac{d\Phi}{dt}$
أي نشتق $\Phi$: $\bar{\varepsilon} = N\,S\,B\,\omega\sin\omega t$
تكون $\varepsilon$ عظمى عندما: $\sin\omega t = 1 \Rightarrow \varepsilon_{max} = N\,S\,B\,\omega$
نعوض في علاقة $\bar{\varepsilon}$: نجد علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية المتناوبة
$$\boxed{\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin\omega t}$$
2. المنحني البياني:




3. يدعى بالتيار المتناوب الجيبي لأن القوة المحركة الكهربائية المتحركة $\bar{\varepsilon}$ متناوبة جيبية
تابع التيار: $\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{i} = \frac{\varepsilon_{max}\sin\omega t}{R}$
4. موجبة في النصف الأول للدور **وسالبة** في النصف الثاني للدور
عظمى في نهاية الربع الأول للدور وصغرى في نهاية ثلاثة أرباع الدور معدومة في بداية ومنتصف ونهاية الدور

سؤال في تجربة في التحريض الكهرطيسي

في تجربة السكتين التحريضية ( المولد الكهربائي)

١. فسر إلكترونياً نشوء التيار المتحرض والقوة المحركة الكهربائية المتحرضة موضحاً ذلك بالرسم في كل من الحالتين الاتيتين

a. في حالة دارة مغلقة b. في حالة دارة مفتوحة

٢. استنتج العلاقة المعبرة عن كل من :

( القوة المحركة الكهربائية المتحرضة - التيار المتحرض - الاستطاعة الكهربائية الناتجة)

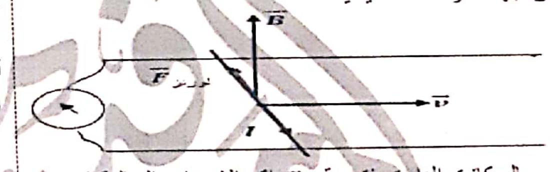
٣. برهن تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في المولد الكهربائي

١. في الدارة المغلقة : ينشأ تيار كهربائي متحرض

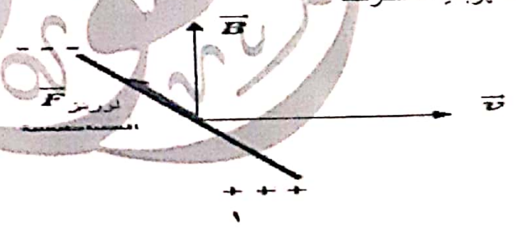
في الدارة المفتوحة لا ينشأ تيار متحرض بل ينشأ فرق في الكمون على طرفي الساق وتفسير ذلك :

a. في دارة مغلقة : عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ فإن الإلكترونات الحرّة داخل الساق تتحرك بالسرعة الوسطية نفسها و هي خاضعة بالأصل للحقل المغناطيسي

فتخضع هذه الإلكترونات لقوة مغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ وهي قوة داخلية منطبقة على الساق تعمل على تحريك الإلكترونات وفق حاملها وجهتها داخل الساق وتتولد قوة محركة كهربائية تحريضية تسبب مرور تيار كهربائي متحرض عبر الدارة المغلقة جهته الاصطلاحية بعكس جهة حركة الإلكترونات أي بعكس جهة القوة المغناطيسية



b. في حال كانت الدارة مفتوحة : تتراكم الشحنات السالبة في أحد طرفي الساق وتتراكم الشحنات الموجبة في الطرف الآخر فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الساق يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة



٢. عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودية على شعاع الحقل $\vec{B}$ خلال فاصل زمني $\Delta t$ ، تنتقل الساق مسافة: $\Delta x = v\,\Delta t$

يتغير السطح بمقدار: $\Delta s = L\Delta x = Lv\Delta t$

يتغير التدفق بمقدار: $\Delta\emptyset = B\,\Delta s = BLv\Delta t$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة: $\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow \varepsilon = \frac{BLv\Delta t}{\Delta t}$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة :

$$\boxed{\varepsilon = BLv}$$

وبما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متحرض شدته: $i = \frac{\varepsilon}{R}$ التيار المتحرض : $\boxed{i = \frac{BLv}{R}}$

فتكون الاستطاعة الكهربائية الناتجة: $P = \varepsilon i$

$$P = (BLv) \times \left(\frac{BLv}{R}\right)$$

الإستطاعة الكهربائية الناتجة : $\boxed{P = \frac{B^2L^2v^2}{R}}$

٣. الإستطاعة الكهربائية: $\boxed{P = \frac{B^2L^2v^2}{R}}$

ولكن عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ تنشأ قوة كهرطيسية، جهتها بعكس جهة حركة الساق المسببة لنشوء التيار المتحرض، ولاستمرار تولد التيار يجب التغلب على هذه القوة الكهرطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية $P'$.

$$P' = Fv$$

شدة القوة الكهرطيسية : $F = iLBsin\frac{\pi}{2}$

$$F = iLB \xRightarrow{i=\frac{BLv}{R}} F = \left(\frac{BLv}{R}\right)LB \Rightarrow F = \frac{B^2L^2v}{R}$$

نعوض: $P' = Fv = \frac{B^2L^2v}{R}v$

الاستطاعة الميكانيكية : $\boxed{P' = \frac{B^2L^2v^2}{R}}$

وبموازنة الاستطاعتين نجد أن: $\boxed{P' = P}$

تحولت الطاقة الميكانيكية إلى كهربائية، وهو المبدأ الذي يعتمد عليه الكثير من المولدات الكهربائية.

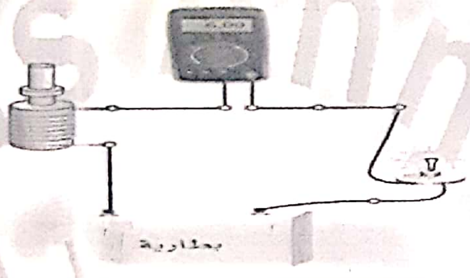
في الدارة الموضحة جانبا والتي تعبر عن مبدأ المحرك

١. عند إغلاق القاطعة ومنع المحرك عن الدوران نلاحظ توهج المصباح فسّر ذلك

٢. ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند السماح للمحرك بالدوران مفسرا ذلك ؟

٣. في المحرك الكهربائي برهن نظرياً تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية

صيغة أخرى للسؤال : في تجربة السكتين الكهرطيسية برهن $P'_{\text{ميكانيكية}} = P_{\text{كهربائية}}$



١. بسبب مرور تيار كهربائي له شدة معينة ويدل عليه المقياس .

٢. عند السماح للمحرك بالدوران : تبدأ سرعة دورانه بالازدياد فنلاحظ تناقص توهج المصباح ونقصان دلالة المقياس مما يدل على مرور تيار كهربائي أقل

التعليل : يوجد في المحرك وشيعة يمر فيها تيار كهربائي وخاضعة لحقل مغناطيسي يعمل على تدويرها ، فيتغير التدفق المغناطيسي عبرها فيتولد فيها قوة محركة كهربائية تحريضية عكسية تتوقف على سرعة دوران المحرك ، هذه القوة مضادة (معاكسة) للقوة المحركة الكهربائية المطبقة بين قطبي المولد (فرق الكمون) فتقلل من تأثيرها ، فيقل التيار الكهربائي عبر المصباح فتخبو إضاءته .

٣. عند مرور التيار الكهربائي في الساق الخاضعة لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم $\vec{B}$ ، فإنها تتأثر بقوة كهرطيسية شدتها:

$$F = ILBsin\left(\frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow F = ILB$$

تعمل القوة الكهرطيسية على تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$،

وتكون الاستطاعة الميكانيكية الناتجة:

$$P' = Fv \Rightarrow \boxed{P' = ILBv}$$

لكن عند انتقال الساق مسافة $\Delta x = v\,\Delta t$

يتغير السطح بمقدار: $\Delta s = L\Delta x = Lv\Delta t$

يتغير التدفق بمقدار: $\Delta\emptyset = B\,\Delta s = BLv\Delta t$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية تعاكس مرور التيار(حسب لنز)قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow \varepsilon = \frac{BLv\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = BLv$$

ولاستمرار مرور تيار المولد يجب تقديم استطاعة كهربائية: $P = \varepsilon.I$

الاستطاعة الكهربائية : $\boxed{P = BLvI}$

بالموازنة بين الاستطاعتين نجد: $\boxed{P' = P}$

أي تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

عرف مايلي :

**زاوية الميل :** هي الزاوية المحصورة بين مستوي الإبرة وخط الأفق

**زاوية الانحراف :** هي الزاوية بين محور الإبرة المغناطيسية والمحور الجغرافي الأرضي

**خط الزوال المغناطيسي :** هو خط تستقر عنده ابرة بوصلة محورها شاقولي بعيدة عن أي تأثير مغناطيسي وتستقر موازية لهذا الخط

**قاعدة التدفق الأعظمي :** إذا أثر حقل مغناطيسي في دارة كهربائية مغلقة حرة الحركة ، تحركت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع يكون التدفق المغناطيسي أعظمياً

**مبدأ المولد:** يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

**مبدأ المحرك:** يحول الطاقة الكهربائية إلى الطاقة الميكانيكية

وشيعة طولها $l$ مؤلفة من $N$ لفة يمر فيها تيار متغيّر المطلوب:

١. اكتب عبارة شدة الحقل المغناطيسي المتولد داخلها نتيجة مرور التيار
٢. اكتب علاقة التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي
٣. استنتج العلاقة المعبرة عن كل من ذاتية الوشيعة وعرّف الهنري و القوة المحركة التحريضية الذاتية الآتية
٤. أكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريضية الذاتية ثم ناقشها عند: (تزايد شدة التيار – تناقص شدة التيار – ثبات شدة التيار)
٥. أكتب العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة ثم كيف تؤول تلك العلاقة من أجل وشيعة طولها $l$ وطول سلكها $l'$

١. الحقل المغناطيسي للوشيعة: $\Leftarrow B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{Ni}{l}$

٢. ويكون تدفق حقله المغناطيسي $\phi = N.B.S.\cos\alpha$

٣. نعوض قانون $B_{\text{الوشيعة}}$ في علاقة التدفق فنجد (حيث $\cos\alpha = 1$)

$$\phi = N.(4\pi \times 10^{-7}\frac{Ni}{l}).S \xRightarrow{\text{نرتب العلاقة ونعزل الثوابت}} \phi = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2 s}{l} i$$

$$\xRightarrow{\text{ذاتية الدارة (ثوابت الدارة)}} \boxed{L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2 s}{l}}$$

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

التدفق الذاتي: $\boxed{\phi = L.i}$

القوة المحركة المتحرضة الذاتية: $\boxed{\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -L\frac{di}{dt}}$

٤. القوة المحركة المتحرضة الذاتية: $\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$

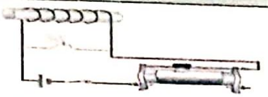
تزايد شدة التيار $\varepsilon < 0 \Leftarrow di > 0$
جهة التيار المتحرض عكس جهة التيار المحرّض
تناقص شدة التيار $\varepsilon > 0 \Leftarrow di < 0$
جهة التيار المتحرض مع جهة التيار المحرّض
ثبات شدة التيار $\varepsilon = 0 \Leftarrow di = 0$ تنعدم هذه القوة

٥. ذاتية الوشيعة: $L = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 s}{l}$

ولكن: $s = \pi r^2$ عدد اللفات: $N = \frac{l'}{2\pi r} \xRightarrow{\text{نربع}} N^2 = \frac{l'^2}{4\pi^2 r^2}$

$$L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{l'^2}{4\pi^2 r^2}.\frac{\pi r^2}{l} \Rightarrow \boxed{L = 10^{-7} \times \frac{l'^2}{l}}$$

في تجربة الموضحة في الدارة:



١. فسر كل مما يلي:
- عند فتح القاطعة
يتوهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ
- عند إغلاق القاطعة يتوهج المصباح ثم تخبو اضاءته

٢. ماذا ندعو الدارة، والحادثة في هذه الحالة ولماذا؟

١. - عند فتح القاطعة أي عند قطع التيار تتناقص شدة التيار المار في الوشيعة فيتناقص الحقل المغناطيسي المتولد عنه في الوشيعة فيتناقص التدفق المغناطيسي فيها فيتولد فيها قوة محركة كهربائية متحرضة وتكون $\frac{di}{dt}$ أعلى ما يمكن لحظة فصل القاطعة فيتوهج المصباح حيث $dt$ صغير ثم ينطفئ.

- عند اغلاق القاطعة تزداد شدة التيار المار في الوشيعة فيزداد الحقل المغناطيسي المتولد عنه في الوشيعة فيزداد التدفق المغناطيسي فيها فيتولد فيها قوة محركة كهربائية ε تمانع تيار المولد من المرور فيها فيمر هذا التيار في المصباح فيسبب التوهج الشديد وبسبب تناقص $\frac{di}{dt}$ تخبو اضاءة المصباح ويزداد التيار تدريجياً. عبر الوشيعة حتى ثبات الشدة فتنعدم القوة المحركة الكهربائية المتحرضة في الوشيعة

٢. ندعو الدارة بالدارة المتحرضة الذاتية، وتسمى الحادثة بالتحريض الذاتي، لأن الوشيعة قامت بدور محرّض ومتحرض بآن واحد.

أسئلة ماذا تتوقع

في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مفتوحة عند توقف الساق عن الحركة؟

الحدث: تتعدل شحنة الساق

التعليل: حال توقف الساق عن الحركة أن تنعدم القوة المغناطيسية فتعود الشحنات الكهربائية من طرفي الساق إلى مكانها الأصلي وتتعدل شحنة الساق.

في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مغلقة، نزيد سرعة تدحرج الساق على السكتين.

الحدث: تزداد شدة التيار المتحرض.

التعليل: كونها تتناسب طرداً مع سرعة التدحرج $v$

حسب العلاقة: $i = \frac{B\,L\,v}{R}$

في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مغلقة، نزيد المقاومة الكلية للدارة

الحدث: تنقص شدة التيار المتحرض.

التعليل: كونها تتناسب عكساً مع المقاومة الكهربائية $R$

حسب العلاقة: $i = \frac{B\,L\,v}{R}$

تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من أحد وجهي وشيعة يتصل طرفاها ببعضهما البعض.

الحدث: يتولد تيار متحرض في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً.

التعليل: تقريب القطب الشمالي للمغناطيس يسبب تزايد التدفق المغناطيسي (المُحرض) الذي يجتاز حلقات الوشيعة فحسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض بحيث تنتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه وكما نعلم الوجه الشمالي يتنافر مع القطب الشمالي ليمنع التقريب.

تقريب القطب الشمالي لمغناطيسي من احد وجهي حلقة نحاسية دارتها مفتوحة.

الحدث: يتولد قوة محركة كهربائية متحرضة مساوية لفرق الكمون بين طرفي الحلقة.

التعليل: تتأثر الإلكترونات الحرة بقوة لورنز (المغناطيسية) فتنتقل فتتراكم شحنات سالبة عند أحد طرفي الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقة.

فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية ان لزم

١. تتقارب خطوط الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس.

لأن شدة الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس تكون اكبر منها في النقاط الأبعد عن القطبين

٢. لا يمكن لخطوط الحقل المغناطيسي أن تتقاطع.

نعلم أن خطوط الحقل المغناطيسي تمس في كل نقطة من نقاطها شعاع الحقل المغناطيسي في تلك النقطة إن تقاطع خطين يعني $\vec{B}$ يمس كل من الخطين وهذا غير صحيح

٣. في تعليل المغناطيسية لا تولد الأجسام المشحونة الساكنة أي حقل مغناطيسي. بينما تولد الأجسام المشحونة المتحركة حقل مغناطيسي.

لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد تيار كهربائي فلا تولد حقلاً مغناطيسياً

الأجسام المشحونة المتحركة تولد تياراً كهربائياً وبالتالي تولد حقل مغناطيسي

- إذا انفرد أحد الكترونات الذرة بدورانه حول النواة اكسبها صفة مغناطيسية جاعلاً من الذرة مغناطيساً صغيراً ثنائي القطب.
- إذا انفرد الالكترون بدورانه حول نفسه أكسب الذرة صفة مغناطيسية.
- حركة بعض الشحنات داخل النواة تولد خصيصة مغناطيسية صغيرة

٤. تمغنط قطعة الحديد عند وضعها في مجال مغناطيسي خارجي

قطعة الحديد تتكون من ثنائيات أقطاب مغناطيسية متوازية عشوائياً في غياب المجال المغناطيسي الخارجي بحيث تكون محصلة هذه الخصائص المغناطيسية معدومة، ولكن إذا وجدت قطعة الحديد في مجال مغناطيسي خارجي تتوجه ثنائيات الأقطاب المغناطيسية داخل القطعة باتجاه المجال المغناطيسي الخارجي، أي تكون أقطابها الشمالية باتجاه المجال المغناطيسي الخارجي وتصبح محصلتها غير معدومة لذا تصبح قطعة الحديد ممغنطة.

٥. تزداد شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك.

شدة الحقل المغناطيسي لتيار مستقيم طويل تُعطى بالعلاقة: $B = 2 \times 10^{-7}\frac{I}{d}$

$(B$ و $d)$ تناسب عكسي كلما تنقص $d$ سوف تزداد B

٦. شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة تزداد بازدياد التوتر المطبق بين طرفيها وتنقص بزيادة مقاومة سلكها

شدة الحقل المغناطيسي لتيار الوشيعة تُعطى بالعلاقة:

$B = 4\pi \times 20^{-7}\frac{NI}{l}$ $(B$ و $I)$ تناسب طردي

$I = \frac{U}{R}$ : $(I$ و $U)$ تناسب طردي بزيادة $U$ سوف تزداد $I$ ويزداد $B$

$I = \frac{U}{R}$ : $(I$ و $R)$ تناسب عكسي بزيادة $\acute{R}$ سوف تنقص $I$ وينقص $B$

٧. عند إمرار تيار كهربائي في إطار معلق بسلك عديم الفتل يدور ويستقر عندما تصبح خطوط الحقل المغناطيسي عمودية على مستوي الإطار (تدفق أعظمي) فسر ذلك

عند إمرار التيار يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الإطار بمزدوجة كهرطيسية المتولدة عن القوتين الكهرطيسيتين المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين تعمل هذه المزدوجة على تدوير الإطار من وضعه الأصلي حيث التدفق المغناطيسي معدوم إلى وضع توازنه المستقر حيث التدفق المغناطيسي أعظمياً.

٨. في تجربة السكتين التحريضية وعندما تكون الدارة مفتوحة تتراكم الشحنات الموجبة في أحد طرفي الساق يقابله تراكم للشحنة السالبة في الطرف الآخر ويستمر هذا التراكم إلى أن يصل لقيمة حدية يتوقف عندها فسر ذلك

تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق يؤدي إلى نشوء فرق في الكمون بين طرفيها وبالتالي نشوء حقل كهربائي يتجه من الطرف الحاوي على شحنات موجبة إلى الطرف الحاوي شحنات سالبة ويؤثر هذا الحقل على الالكترونات الحرة بقوة كهربائية معاكسة للقوة المغناطيسية ومع استمرار انتقال الشحنات الكهربائية إلى طرفي الساق سوف تزداد شدة القوة الكهربائية لتصبح مساوية للقوة المغناطيسية وبذلك تنعدم محصلة القوتين ويتوقف انتقال وتراكم الشحنات

**اختر الإجابة الصحيحة**

١. إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة مستوية في الخلاء يكون مساوياً نصف قيمته العظمى عندما:

$a. \alpha = \frac{\pi}{2} rad$ b- $\alpha = \pi\, rad$ c- $\alpha = \frac{\pi}{3} rad$

٢. إن شدة شعاع الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة يتناسب طرداً مع:

a. مقاومة سلك الوشيعة.

b. طول الوشيعة.

c. التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشيعة.

٣. إن واحدة قياس النسبة $\frac{E}{B}$ هي:

a- $m.s^{-1}$ b- $m.s^{-2}$ c- $m$

٤. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في سلك مستقيم، فيتولد حقل مغناطيسي شدته $B$ في نقطة تبعد $d$ عن محور السلك، وفي نقطة ثانية تبعد $2d$ عن محور السلك، وبعد أن نجعل شدة التيار ربع ما كانت عليه تصبح شدة الحقل المغناطيسي:

a- $\frac{1}{8}B$ b- $4B$ c- $8B$

٥. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في وشيعة عدد طبقاتها طبقة وحدة فيتولد في مركزها حقل مغناطيسي شدته $B$، نقسم الوشيعة إلى قسمين متساويين، فتصبح شدة الحقل المغناطيسي عند مركز الوشيعة: مع ثبات التوتر

a- $B$ b- $2B$ c- $\frac{B}{2}$ d- $\frac{B}{4}$

٦. عندما يدخل الإلكترون في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بسرعة $\vec{v}$، تعامد خطوط الحقل المغناطيسي (بإهمال ثقل الإلكترون) فإن حركة الإلكترون داخل الحقل هي:

a. دائرية متغيرة بانتظام.

b. دائرية منتظمة.

c. مستقيمة منتظمة.

٧. عندما يدخل جسم مشحون في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم، فإن شعاع سرعته $\vec{v}$: المعامد للحقل $\vec{B}$

a- يتغير حامله وشدته

b- يتغير حامله فقط

c- تتغير شدته فقط

٨. عندما تتدحرج الساق في تجربة السكتين الكهرطيسية تحت تأثير القوة الكهرطيسية، فإن التدفق المغناطيسي:

a- يبقى ثابتاً b- يزداد c- يتناقص

٩. وشيعة طولها $l = 10cm$، وطول سلكها $l' = 10m$، فقيمة ذاتيتها:

$a. 10^{-4}H$ $b. 10^{-5}H$ $c. 10^{-3}H$

١٠. في تجربة السكتين التحريضية حيث الدارة مغلقة تكون القيمة المطلقة لشدة التيار المتحرض:

$a. BLv$ $b. \frac{BLv}{R}$ $c. 0$

استنتاجات قوانين أوم في التيار المتناوب

في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة صرفة $R$ نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة : $\bar{\imath} = I_{max} \cos \omega t$ استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج

$$\bar{\imath} = I_{max} \cos \omega t$$

$$\bar{U} = R\bar{\imath} \xrightarrow{\text{نعوض}}$$

$$\bar{U} = RI_{max} \cos \omega t$$

ولكن : $X_R = R$ ممانعة المقاومة

$$\boxed{\bar{U}_R = U_{max_R} \cos \omega t}$$

$$U_{max_R} = X_R\, I_{max}$$

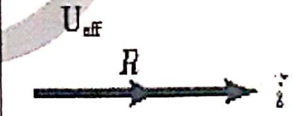
$$\frac{U_{max_R}}{\sqrt{2}} = X_R \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{U_{eff_R} = X_R I_{eff}}$$

$$\varphi_R = 0$$

التوتر على توافق مع الشدة

تمثيل فرينل للمقاومة :




في دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة المقاومة $L$ نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة $\bar{\imath} = I_{max} \cos \omega t$ ، استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج

$$\bar{\imath} = I_{max} \cos \omega t$$

$$\bar{U} = L\frac{d\bar{\imath}}{dt} \xrightarrow{\text{نعوض}}$$

$$\frac{d\bar{\imath}}{dt} = -\omega I_{max} \sin \omega t$$

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

$$\frac{d\bar{\imath}}{dt} = \omega I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \xrightarrow{\text{نعوض في } \bar{U}}$$

$$\bar{U} = L\omega\, I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

ولكن : $X_L = L\omega$ ممانعة الوشيعة المهملة المقاومة (ردية الوشيعة)

$$\boxed{\bar{U}_L = Umax_L \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})}$$

$$Umax_L = X_L\, Imax$$

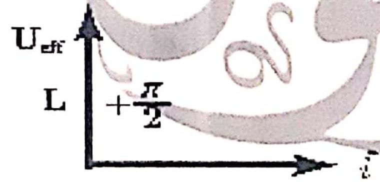
$$\frac{Umax_L}{\sqrt{2}} = X_L \frac{Imax}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{U_{eff_L} = X_L I_{eff}}$$

$$\varphi_L = +\frac{\pi}{2}\ rad$$

التوتر متقدم على الشدة وهما على تربيع

تمثيل فرينل للوشيعة المهملة المقاومة :




في دارة تيار متناوب تحوي مكثفة و عندما نطبق بين لبوسيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة : $\bar{\imath} = I_{max} \cos \omega t$ ، استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين لبوسي المكثفة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج

$$\bar{\imath} = I_{max} \cos \omega t$$

$$\bar{U} = \frac{\bar{q}}{C}$$

$$\bar{q} = \int \bar{\imath}\, dt$$

$$\bar{q} = \int (Imax \cos \omega t)\, dt$$

$$\bar{q} = \frac{1}{\omega} Imax \sin \omega t$$

$$\sin \omega t = \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$\bar{q} = \frac{1}{\omega} Imax \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \xrightarrow{\text{نعوض في } \bar{U}}$$

$$\bar{U} = \frac{1}{\omega C} Imax \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

ولكن : $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ممانعة المكثفة (اتساعية المكثفة)

$$\boxed{\bar{U}_c = Umax_C \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})}$$

$$Umax_C = X_C\, Imax$$

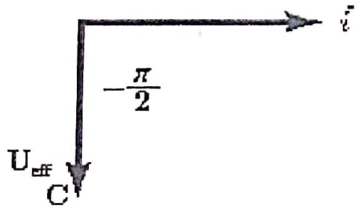
$$\frac{Umax_C}{\sqrt{2}} = X_C \frac{Imax}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{U_{eff_C} = X_C I_{eff}}$$

$$\varphi_C = -\frac{\pi}{2}\ rad$$

التوتر متأخر على الشدة وهما على تربيع

تمثيل فرينل للمكثفة :




تؤلف دارة تحوي على التسلسل مقاومة أومية $R$ ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L$ ومكثفة سعتها $C$ ويمر في هذه الدارة تيار متناوب جيبي $\bar{\imath} = I_{max} \cos \omega t$ عندما نطبق بين طرفي الدارة توتراً لحظياً يعطى بالعلاقة : $\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$ ، وبفرض : $(U_{eff_L} > U_{eff_C})$

المطلوب استنتج العلاقات اللازمة لحساب كل من الممانعة الكلية للدارة والتوتر المنتج الكلي وعامل استطاعة الدارة باستخدام إنشاء فرينل

١) في المقاومة $\bar{\vartheta}_R = 0$ $\quad U_{eff_R} = R.I_{eff}$

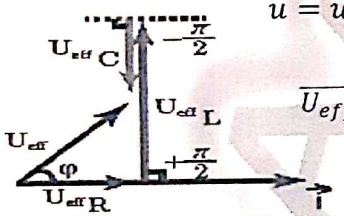
٢) في الوشيعة مهملة المقاومة $\bar{\vartheta}_L = \frac{\pi}{2}$ $\quad U_{eff_L} = X_L.I_{eff}$

٣) في المكثفة $\bar{\vartheta}_c = -\frac{\pi}{2}$ $\quad U_{eff_C} = X_C.I_{eff}$

نرسم إنشاء فرينل $\bar{u} = \overline{u_R} + \overline{u_L} + \overline{u_C}$

التوترات المنتجة تجمع هندسياً :

$$\overrightarrow{U_{eff}} = \overrightarrow{U_{eff_R}} + \overrightarrow{U_{eff_L}} + \overrightarrow{U_{eff_C}}$$




حسب فيثاغورث من المثلث القائم :

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

$$U_{eff} = \sqrt{U_{eff_R}{}^2 + \left(U_{eff_L} - U_{eff_C}\right)^2} \xrightarrow{\text{نعوض التوترات}}$$

$$U_{eff} = \sqrt{R^2 I_{eff}^2 + \left(X_L I_{eff} - X_c I_{eff}\right)^2}$$

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

الممانعة الكلية للدارة : $\boxed{Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}}$

التوتر المنتج الكلي بين طرفي الدارة : $\boxed{U_{eff} = Z.I_{eff}}$

عامل استطاعة الدارة من انشاء فرينل نجد :

$$\boxed{\cos\bar{\varphi} = \frac{U_{eff_R}}{U_{eff}} = \frac{R.I_{eff}}{Z.I_{eff}} = \frac{R}{Z}}$$

في إحدى دارات التيار المتناوب الجيبي ، تستخدم خاصية التجاوب الكهربائي (الطنين) في عملية التوليف في أجهزة الاستقبال :

١. في أي دارة يحدث التجاوب الكهربائي (الطنين) ؟
٢. ماهو التجاوب الكهربائي ؟
٣. ماذا يتحقق في حالة الطنين ؟
٤. اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب واكتب العلاقة بينهما في حالة التجاوب الكهربائي استنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة

١. يحدث التجاوب الكهربائي في دارة تحوي على التسلسل مقاومة $R$ ووشيعة ذاتيتها $L$ ومكثفة سعتها $C$ .

٢. **التجاوب الكهربائي :** هو تساوي النبض الخاص لاهتزاز الالكترونات $\omega_0$ مع النبض القسري $\omega$ الذي يفرضه المولد في الدارة ويسمى نبض الطنين $\omega_r$

٣. يتحقق في حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) مايلي :

* ردية الوشيعة = اتساعية المكثفة $L\omega = \frac{1}{\omega C}$
* ممانعة الدارة أصغر ما يمكن $Z = R$
* عامل الاستطاعة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$
* التيار على توافق مع التوتر. * التيار الذي يمر في الدارة أكبر ما يمكن (أعظمي)
* الاستطاعة المتوسطة أكبر ما يمكن لأن: $\varphi = 0 \Leftarrow \cos\varphi = 1$

٤. ردية الوشيعة $X_L = L\omega$ ، اتساعية المكثفة $X_C = \frac{1}{\omega C}$ وفي حالة التجاوب تتساوى ردية الوشيعة واتساعية المكثفة $X_L = X_C$

نبض الدارة $L\omega_r = \frac{1}{\omega_r C} \xRightarrow{\text{نعزل } \omega_r} \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \xRightarrow{\text{نجذر الطرفين}} \boxed{\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$

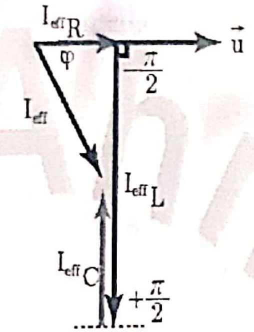
تواتر الدارة $\xRightarrow{\omega_r = 2\pi f_r \text{ ولكن}} 2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \boxed{f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}$

دور الدارة $\xRightarrow{T_r = \frac{1}{f_r} \text{ ولكن}} \boxed{T_r = 2\pi\sqrt{LC}}$

تستخدم خاصيّة الطنين في عملية التوليف في أجهزة الاستقبال .

تتألف دارة تحوي على التفرع مقاومة أومية $R$ ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L$ ومكثفة سعتها $C$ و عندما نطبق على الدارة توتراً لحظياً يعطى بالعلاقة : $\bar{U} = U_{max}\cos\omega t$ ، فيمر في الدارة تيار متناوب جيبي وبفرض : $(I_{eff_L} > I_{eff_C})$

المطلوب استنتج العلاقات اللازمة لحساب كل من الشدة المنتجة الكلية وعامل استطاعة الدارة باستخدام إنشاء فرينل




١) في المقاومة $\bar{\varphi}_R = 0$

٢) في الوشيعة مهملة المقاومة $\bar{\varphi}_L = -\frac{\pi}{2}$

3) في المكثفة $\bar{\varphi}_c = \frac{\pi}{2}$

نرسم إنشاء فرينل $\bar{i} = \bar{i_R} + \bar{i_L} + \bar{i_C}$

الشدات المنتجة تجمع هندسياً :

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_R}} + \overrightarrow{I_{eff_L}} + \overrightarrow{I_{eff_C}}$$

**حسب فيثاغورث من المثلث القائم :**

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

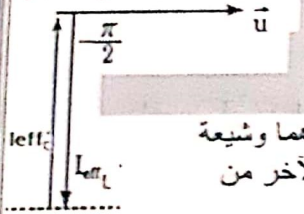
**الشدة المنتجة الكلية للدارة :**

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

**عامل استطاعة الدارة من إنشاء فرينل نجد :** $\boxed{\cos\bar{\varphi} = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff}}}$

في إحدى تجارب التيار المتناوب الجيبي تستخدم الدارة الخانقة للتيار في وصل خطوط الطاقة الكهربائية مع الأرض بهدف ترشيح التواترات التي يلتقطها الخط من الجو ، والمطلوب :

١. مم تتألف الدارة الخانقة ؟
٢. اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب واكتب العلاقة بينهما في حالة الخنق و استنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة
٣. برهن أن الشدة في الدارة الخارجية تنعدم باستخدام إنشاء فرينل




١. تتألف الدارة من فرعان يحوي أحدهما وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L$ والفرع الآخر من مكثفة سعتها $C$

٢. ردية الوشيعة $X_L = L\omega$ ، اتساعية المكثفة $X_C = \frac{1}{\omega C}$

في حالة الدارة الخانقة يكون : $X_L = X_C$

نبض الدارة $L\omega_r = \frac{1}{\omega_r C} \xRightarrow{\text{نعزل } \omega_r} \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \xRightarrow{\text{نجذر الطرفين}} \boxed{\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$

تواتر الدارة $\xRightarrow{\omega_r = 2\pi f_r \text{ ولكن}} 2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \boxed{f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}$

دور الدارة $\xRightarrow{T_r = \frac{1}{f_r} \text{ ولكن}} \boxed{T_r = 2\pi\sqrt{LC}}$

٣. $X_L = X_C \Rightarrow I_{eff_L} = I_{eff_C}$

من إنشاء فرينل نجد: $I_{eff} = I_{eff_L} - I_{eff_C} \Rightarrow \boxed{I_{eff} = 0}$

١- في الدارة المهتزة اشرح كيفية تبادل الطاقة بين الوشيعة والمكثفة؟ تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيزدد تيار الوشيعة ببطء حتى يصل إلى قيمة عظمى نهاية ربع الدور الأول من التفريغ عندما تفقد المكثفة كامل شحنتها فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية عظمى $E_L = \frac{1}{2}L\,I_{max}^2$ ثم يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبح تيارها معدوم وتصبح شحنة المكثفة عظمى فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_c = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$، وهذا يتحقق في نهاية نصف الدور الأول. أما في نصف الدور الثاني: تتكرر عمليتا الشحن و التفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغير شحنة اللبوسين ، وهكذت يتم تبادل الطاقة بين المكثفة و الوشيعة.

| t=0(بدء الزمن) | $\frac{T_0}{4}$ | $\frac{T_0}{2}$ | $3\frac{T_0}{4}$ | $T_0$ |
|---|---|---|---|---|
| $q_{max}$(مكثفة) | q=0 | $-q_{max}$ | q=0 | $q_{max}$ |
| I=0(وشيعة) | $-I_{max}$ | I=0 | $+I_{max}$ | I=0 |

**مم تتألف المحولة الكهربائية ؟**

تتألف من وشيعتين ومن سلك ناقل معزول وملفوف على نواة حديد لين ، الوشيعة الأولية تتصل بمأخذ التيار المتناوب والوشيعة الثانوية توصل للحمولة ويكون لأحدهما سلك رفيع وعدد لفات كثير وللثانية سلك غليظ وعدد لفات أقل.

**اشرح عمل المحولة الكهربائية**

عند تطبيق توتر متناوب جيبي $UP$ بين طرفي الوشيعة الأولية يمر تيار متناوب جيبي $iP$ فيولد حقل مغناطيسي متناوب تتدفق جميع خطوط الحقل تقريباً عبر نواة الحديد المغلقة ( بسبب نفوذية الحديد الكبيرة جداً أمام نفوذية الخلاء ) إلى الوشيعة الثانوية فيتولد في الثانوية قوة محركة كهربائية تحريضية تساوي $Us$ وتيار متناوب متحرض $is$ في الثانوية له تواتر التيار المرسل في الأولية.

**في المحولة الكهربائية أجب عن الأسئلة التالية :**

1. أكتب نسبة التحويل مبيناً دلالات الرموز
2. بيّن متى تكون المحولة رافعة للتوتر ومتى تكون خافضة للتوتر
3. عرف المحولة وعلى ماذا تعتمد في عملها ؟
4. ماذا تتوقع عند استبدال منبع التيار المتناوب بمنبع تيار متواصل

١. معادلة المحولة، نسبة التحويل $\mu$ :

$$\boxed{\mu = \frac{N_s}{N_P} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}}$$

$N_P$: عدد اللفات في الوشيعة الأولية، $U_{effp}$ التوتر المنتج المطبق بين طرفيها، $I_{effp}$ الشدة المنتجة المارة فيها

$N_s$ : عدد اللفات في الوشيعة الثانوية، $U_{effs}$ التوتر المنتج المطبق بين طرفيها ، $I_{effs}$ الشدة المنتجة المارة فيها

٢. محولة رافعة للتوتر وخافضة للشدة : $\mu > 1 \Rightarrow U_{effs} > U_{effp}$

محولة خافضة للتوتر ورافعة للشدة : $\mu < 1 \Rightarrow U_{effs} < U_{effp}$

٣. المحولة جهاز كهربائي يعمل على رفع أو خفض التوتر والتيار المنتجين دون تغير الاستطاعة المنقولة وتواتر التيار أو شكل اهتزاز التيار وتعتمد على حادثة التحريض الكهرطيسي.

٤. لا تعمل المحولة الكهربائية عند تطبيق توتر كهربائي متواصل بين طرفي الأولية .

**تصنف الاستطاعة الضائعة في المحولة الكهربائية إلى نوعين ماهما مع الشرح ؟**

١. استطاعة ضائعة حرارياً بفعل جول الحراري (وتساوي المقاومة ×مربع التيار)

- استطاعة ضائعة حرارياً في الدارة الأولية $P'_P = R_p i^2_{effp}$
- استطاعة ضائعة حرارياً في الدارة الثانوية $P'_s = R_s i^2_{effs}$
- استطاعة كلية ضائعة حرارياً $P_E = P'_P + P'_s$

٢. استطاعة كهربائية ضائعة مغناطيسياً $P_M$ نتيجة هروب جزء من خطوط الحقل المغناطيسي خارج النواة الحديدية

**استنتج العلاقة المحددة لمردود نقل الطاقة الكهربائية للتيار المتناوب من مركز توليده إلى مكان استخدامها وكيف نجعله يقترب من الواحد.**

علاقة مردود النقل : $\eta = \frac{P-P'}{P}$

$$\xrightarrow{\text{بتوزيع على المقام}} \eta = \frac{P}{P} - \frac{P'}{P} = 1 - \frac{P'}{P}$$

باعتبار عامل الاستطاعة قريباً جداً من الواحد : فتكون الاستطاعة المتولدة من المنبع $P = I_{eff}.U_{eff}$

الاستطاعة الحرارية $P' = R\, i^2_{eff}$ تمثل الاستطاعة الضائعة حرارياً بفعل جول

$$\eta = 1 - \frac{R\, i^2_{eff}}{I_{eff}.U_{eff}} \Rightarrow \boxed{\eta = 1 - \frac{R\, I_{eff}}{U_{eff}}}$$

لكي يقترب المردود من الواحد ينبغي أن تكون الاستطاعة الضائعة حرارياً صغيرة لذلك عملياً بجعل أسلاك الوشيعة ذات مقاطع كبيرة لإنقاص مقاومتها $R$ وذلك مكلف لذلك نلجأ إلى تكبير $Up$ وذلك برفع توتر المنبع.

**في مشكلة علمية : عند استخدام شاحن الهاتف النقال (المحولة) أشعر بارتفاع درجة حرارته في أثناء عملية الشحن**

١. ما هي أهم الحلول العلمية لتحسين كفاءة المحولة .
٢. تستخدم المحولات الخافضة للتوتر لشحن الهاتف النقال ، أذكر استخدامات أخرى لهذه المحولة .

١. لتحسين كفاءة عمل المحولة:

- تصنع أسلاك الوشيعة من النحاس ذي المقاومة النوعية الصغيرة لتقليل الطاقة الكهربائية الضائعة بفعل جول.
- تصنع النواة الحديدية من شرائح رقيقة من الحديد اللين معزولة عن بعضها البعض لتقليل أثر التيارات التحريضية

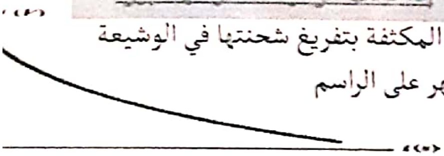
٢. شحن بعض الأجهزة الكهربائية.

- ألعاب الأطفال التي يخفض فيها التوتر للأمان من ٢٢٠ إلى ١٢ أو أقل.
- عمليات اللحام الكهربائي حيث نحتاج لتيار شدته من مرتبة مئات الأمبيرات.
- أفران الصهر.

**تتشكل دارة مؤلفة من مكثفة مشحونة موصولة على التسلسل مع وشيعة لها مقاومة وتبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة ناقش حالات التفريغ بالنسبة لمقاومة الوشيعة**

١. إذا كانت الوشيعة مقاومتها كبيرة

تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيظهر على الراسم



شكل التفريغ لا دوري متخامد باتجاه واحد

التعليل : لأن المقاومة كبيرة

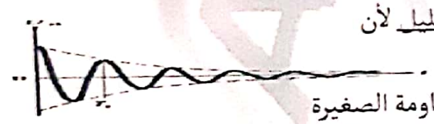
تستهلك كامل الطاقة الكهربائية للمكثفة وتحولها إلى طاقة حرارية دفعة واحدة بفعل جول الحراري فيتخامد الاهتزاز

2. إذا كانت الوشيعة مقاومتها صغيرة

تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها بالوشيعة

شكل التفريغ دوري متخامد باتجاهين ( شبه دور )

التعليل لأن



المقاومة الصغيرة للوشيعة تبدأ باستهلاك الطاقة الكهربائية تدريجياً وتحويلها بعد فترة إلى طاقة حرارية بفعل جول الحراري لذا يبدأ الاهتزاز بالتخامد

3. إذا كانت الوشيعة مهملة المقاومة

عندما تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة

شكل التفريغ دوري جيبي متناوب غير متخامد سعة الاهتزاز ثابتة لعدم وجود مقاومة ⇐ لأنه بإهمال المقاومة نحافظ على الطاقة الكهربائية فتم تفريغها دورياً في الوشيعة.

سر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية

**١. تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة لمرور التيارات عالية التواتر**

$X_L = L\omega \Rightarrow X_L = L(2\pi f)$

ردية الوشيعة تتناسب طرداً مع تواتر التيار أي أن: إذا كانت التيار عالي التواتر تكون الممانعة كبيرة

**٢. تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر**

$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{(2\pi f)C}$

إن ممانعة المكثفة تتناسب عكساً مع التيار عالي التواتر أي أن إذا كان التيار عالي التواتر تكون ممانعة المكثفة منخفضة

**٣. فسر الكترونياً نشوء التيار المتواصل ( المستمر)**

التيار المتواصل: هو تيار ثابت الجهة والشدة مع مرور الزمن ينتج عن الحركة الإجمالية للإلكترونات الحرة من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع وباتجاه واحد ورمزه Dc ونحصل عليه من البطاريات .

**٤. فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب واذكر شروط انطباق قوانين التيار المتواصل على تيار متناوب جيبي ؟**

يتولد التيار المتناوب الجيبي من الحركة الإهتزازية للإلكترونات الحرة حول مواضع وسطية بسعة صغيرة من رتبة ميكرو متر و بتواتر اهتزاز يساوي تواتر التيار وتنتج الحركة الاهتزازية للإلكترونات الحقل الكهربائي المتغير بالقيمة والجهة والذي ينتشر بسرعة الضوء بجوار الناقل وينتج هذا التغير في الحقل من تغير قيمة واشارة توتر المنبع

الشروط: ١. تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير جداً.
٢. دارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة

**٥. لا تنقل الطاقة الكهربائية عبر المسافات البعيدة بوساطة تيار متواصل ؟**

للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول.

**٦. لا تستهلك الوشيعة مهملة المقاومة طاقة كهربائية (الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة المهملة المقاومة معدومة)** لانها تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع الدور الاول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

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

$\varphi_L = \frac{\pi}{2} \Longrightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \boxed{P_{avgL} = 0}$

**٧. لا تستهلك المكثفة طاقة كهربائية (الاستطاعة المتوسطة في المكثفة معدومة)** لأنها تختزن طاقة كهربائية خلال ربع الدور الاول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه.

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

$\varphi_C = \frac{\pi}{2} \Longrightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \boxed{P_{avgC} = 0}$

**٨. تسمح المكثفة بمرور تيار متناوب جيبي عند وصل لبوسيها بمأخذ هذا التيار المتناوب ولكنها تعرقل هذا المرور .**

عند وصل لبوسي مكثفة بمأخذ تيار متناوب فإن مجموعة الإلكترونات الحرة التي يسبب مأخذ التيار المتناوب اهتزازها تشحن لبوسي المكثفة خلال ربع دور بشحنتين متساويتين ومن نوعين مختلفين دون ان تخترق عازله ، ثم تتفرغان في ربع الدور الثاني ، و في النوبة الثانية (الربعين الثالث و الرابع) تتكرر عمليتا الشحن و التفريغ مع تغير شحنة كل من اللبوسين.

وتعرقل هذا المرور لأن المكثفة تبدي ممانعة للتيار المتناوب بسبب الحقل الكهربائي الناتج عن شحنتها

**٩. تصنع النواة في المحولة من صفائح أو قضبان معزولة من الحديد اللين ؟**

لإنقاص تيارات فوكو وتحسين مردود المحولة.

**١٠. لا تمرر المكثفة تياراً متواصلاً عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل**

بسبب وجود العازل بين لبوسيها الذي يسبب انقطاع في الدارة.

ممانعة المكثفة $X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{(2\pi f)C}$ من أجل التيار المتواصل الذي هو حركة اجمالية للإلكترونات الحرة دون اهتزاز أي تواتر الاهتزاز معدوم أي $f = 0 \Rightarrow X_C \longrightarrow \infty$ أي الممانعة تسعى للانهاية أي لا يمر التيار المتواصل .

**١١. تكون الشدة المنتجة واحدة في عدة أجهزة موصوله على التسلسل مهما اختلفت قيم ممانعتها .**

إن الإلكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار تواتره صغير تكاد تهتز بتوافق كامل فتبدو مقاطع الدارة في كل لحظة وكأن تياراً متواصلاً يجتازها شدته هي الشدة اللحظية للمتناوب وجهته هي جهة التيار المتناوب في هذه اللحظة . وباختلاف الممانعات تختلف قيم التوتر وتبقى $I_{eff}$ نسبتها ثابتة

$$I_{eff} = \frac{U_{effR}}{R} = \frac{U_{effL}}{X_L} = \frac{U_{effC}}{X_C}$$

**١٢. توصف الاهتزازات الكهربائية في التيار المتناوب بالقسرية.**

تهتز الإلكترونات في الدارة بالنبض الذي يفرضه المولد لذلك تسمى بالاهتزازات الكهربائية الحاصلة بالاهتزازات القسرية ، و يشكل المولد فيها جملة محرضة و بقية الدارة جملة مجاوبة.

**١٣. الطاقة تصرف في المقاومة على شكل حراري بفعل جول الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في المقاومة الأومية**

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

$\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos\varphi_R = 1$

$P_{avg} = I_{eff}U_{eff}$

ولكن : $U_{eff} = RI_{eff}$

الإستطاعة حرارية في المقاومة $P_{avg} = R.\ I_{eff}{}^2$

**١٤. تستعمل الوشيعة ذات النواة الحديدية كمعدلة في التيار المتناوب.**

لأن L ذاتية الدارة تتغير بتغير وضع النواة داخل الوشيعة و بالتالي تتغير ممانعتها $X_L = L\omega$ فتتغير الشدة المنتجة

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{r^2+X_L^2}}$$

**١٥. يسلك الناقل الأومي (المقاومة) السلوك نفسه في التيارين المتواصل والمتناوب**

- نسبةُ التوتُّر المُطبَّق بينَ طرفَي ناقلٍ أومي إلى شدّةِ التيّار المُتواصل المارّ فيه تُساوي مِقدار ثابت $\frac{U}{I} = R$
- نسبةُ التوتُّرِ المُنتِج المُطبّق بينَ طرفَي ناقلٍ أومي إلى الشِّدَّة المُنتِجة للتيّار المُتناوِب المارّ فيه تُساوي مقدار ثابت $\frac{U_{eff}}{I_{eff}} = R$

**١٦. تقومُ الوشيعةُ بدورِ مُقاوِمة أومية في التيّار المُتواصِل وتقومُ بدورِ مُقاوِمة وذاتيّة في التيّار المُتناوب.**

- نسبةُ التوتُّر المُطبَّق بينَ طرفَيَ الوشيعة إلى شدّةِ التيّار المُتواصل المارّ فيها تُساوي مِقدار ثابت $\frac{U}{I} = r$ وهو مقاومة الوشيعة .
- نسبةُ التوتُّرِ المُنتِج المُطبَّق بينَ طرفَي الوشيعة إلى الشِّدَّة المُنتِجة للتيّار المُتناوِب المارّ فيها تُساوي $\frac{U_{eff}}{I_{eff}} = Z_L$

حيث : ممانعة الوشيعة $Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$

**١٧. تنقل الطاقة الكهربائية بتوتر عدة آلاف من الفولتات ثم تخفض إلى 220V عند الاستهلاك ؟**

تنقل الطاقة بتوتر عدة آلاف من الفولتات لخفض شدة التيار وبالتالي التقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول ثم تخفض إلى 220V عند الاستهلاك لتوافق عمل الأجهزة الكهربائية.

اختر الإجابة الصحيحة دارات مهتزة ومتناوب ومحولة + الرسوم البيانية للمتناوب

١٨. تتألف دارة من مقاومة أومية ومكثفة فلا يمكن اعتبارها دارة مهتزة لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة.

١٩. يتم نقل التيارات عالية التواتر بوساطة كابلات خاصة ذات مقاطع كبيرة للأسلاك.
لأن الكابلات ذات المقاطع الكبيرة لها مقاومة كهربائية أقل أي إنقاص في الطاقة الضائعة حرارياً

**اختر الإجابة الصحيحة**

١. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها $C$، ووشيعة ذاتيتها $L$، دورها الخاص $T_0$، استبدلنا المكثفة $C$ بمكثفة أخرى سعتها $C' = 2C$، يصبح دورها الخاص $T'_0$، فتكون العلاقة بين الدورين:

a- $T'_0 = \sqrt{2}T_0$  b- $T_0 = \sqrt{2}T'_0$  c- $T_0 = 2T'_0$

٢. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها $C$، ووشيعة ذاتيتها $L$، وتواترها الخاص $f_0$، نستبدل الذاتية بذاتية أخرى بحيث $L' = 2L$، والمكثفة بمكثفة أخرى سعتها $C' = \frac{C}{2}$، فيصبح تواترها الخاص:

a. $f'_0 = f_0$  b- $f'_0 = 2f_0$  c- $f'_0 = \frac{1}{2}f_0$

٣. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها $C$ ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L نبضها الخاص $\omega_0$ استبدلنا بالوشيعة وشيعة أخرى ذاتيته $L' = 4L$ فيصبح النبض الخاص الجديد للدارة $\omega'_0$ مساوياً:

a. $2\omega_0$  b- $\frac{\omega_0}{4}$  c- $\frac{\omega_0}{2}$

٤. دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C عندما يكون $X_L > X_C$ تكون الدارة

a) ذات ممانعة ذاتية  b) ذات ممانعة سعوية  c) طنين كهربائي

٥. دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C عندما يكون $X_L < X_C$ تكون الدارة

a) ذات ممانعة ذاتية  b) ذات ممانعة سعوية  c) طنين كهربائي

٦. دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة أومية R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C عندما يكون $X_L = X_C$ تكون الدارة

a) ذات ممانعة ذاتية  b) ذات ممانعة سعوية  c) طنين كهربائي

٧. محولة كهربائية قيمة الشدة المنتجة في ثانويتها $I_{eff_s} = 1A$، وقيمة الشدة المنتجة في أوليتها $I_{eff_p} = 24A$ فإن نسب تحويلها $\mu$ :

a- $\frac{1}{24}$  b- 2.4  c- 24

٨. محولة كهربائية قيمة التوتر المنتج بين طرفي أوليتها $U_{eff_p} = 20V$ وقيمة التوتر المنتج بين طرفي ثانويتها $U_{eff_s} = 40V$ فإن نسبة تحويلها $\mu$ تساوي

a- 0.5  b- 2  c- 6

٩. محولة كهربائية عدد لفات أوليتها ($N_P$ =200) لفة وعدد لفات ثانويتها ($N_1$=100) لفة تكون نسبة تحويلها :

a- 0.5  b- 2  c- 6

١٠. محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 3$ ، وقيمة الشدة المنتجة في ثانويتها $I_{eff_s} = 6\ A$، فإن الشدة المنتجة في أوليتها:

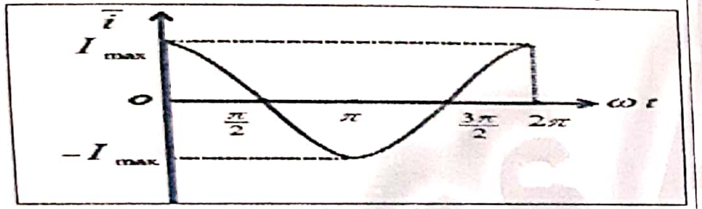
a- $18A$  b- $2A$  c- $9A$

١١. محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 3$ ،وقيمة الشدة المنتجة في أوليتها $I_{eff_p} = 15A$ ، فإن قيمة الشدة المنتجة في ثانويتها :

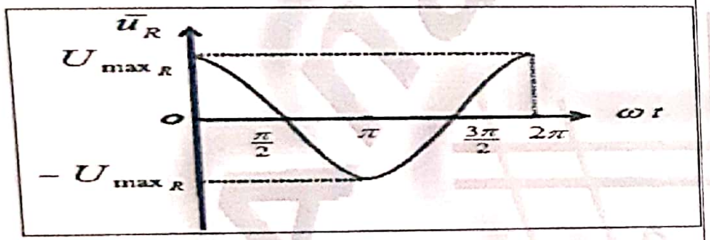
a- $36A$  b- $4A$  c- $5A$

ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدة اللحظية والتوتر اللحظي بدلالة $\omega t$ (مخطط ضابط الطور ) في كل من الحالات الآتية:
١- مقاومة أومية فقط. ٢- وشيعة مهملة المقاومة فقط.
٣- مكثفة فقط.

تابع الشدة اللحظية للجهزة الثلاثة : $\bar{i} = I_{max}\cos\omega t$

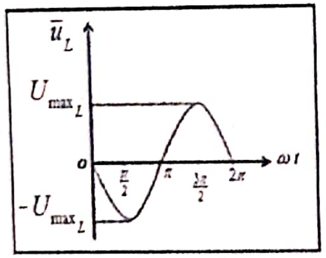


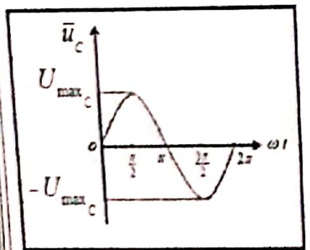

١. تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة الصرفة
$\overline{u_R} = U_{maxR}\cos(\omega t)$




٢. تابع التوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة :
$\overline{u_L} = U_{maxL}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

٣. تابع التوتر اللحظي بين لبوسي المكثفة :
$\overline{u_C} = U_{maxC}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$



في تجربة الأمواج المستقرة العرضية في وتر مشدود على نهاية مقيدة أجب عن الأسئلة الآتية :

١. أكتب معادلة مطال موجة جيبية واردة تنتشر في الاتجاه الموجب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ لنقطة n من الوتر فاصلتها $\bar{x}$ عند النهاية المقيدة m في اللحظة t

٢. أكتب معادلة مطال موجة جيبية منعكسة تنتشر في الاتجاه السالب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ لنقطة n من الوتر فاصلتها $\bar{x}$ عند النهاية المقيدة m في اللحظة t

٣. ماذا يتشكل عند تداخل موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة ؟

٤. علل تشكل عقد وبطون الاهتزاز ؟

٥. كيف تهتز نقاط مغزل واحد فيما بينها ونقاط مغزلين متجاورين مفسراً تسمية هذه الأمواج بالأمواج المستقرة ؟

٦. ما قيمة فرق الطور بين الموجة الواردة والمنعكسة عندما تنعكس الإشارة على نهاية مقيدة وعلى نهاية طليقة ؟

١. مطال موجة جيبية واردة تنتشر في الاتجاه الموجب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ لنقطة n من الوتر $\bar{y}_1(t) = y_{max}\cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x})$

٢. مطال موجة جيبية منعكسة تنتشر في الاتجاه السالب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ لنقطة n من الوتر $\bar{y}_2(t) = y_{max}\cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} + \bar{\varphi}')$

٣. تتكون الأمواج المستقرة العرضية عند التداخل بين موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة على النهاية المقيدة وتعاكسها بجهة الانتشار ولها التواتر والسعة نفسها

٤. **عقد الاهتزاز N**: نقاط تنعدم فيها سعة الاهتزاز وهي ساكنة لأنه تلتقي فيها الأمواج العرضية (الواردة والمنعكسة) على تعاكس دائم والمسافة بينها ثابتة وتحصر مغزل.

**بطون الاهتزاز A**: نقاط تهتز بسعة عظمى لأنه تلتقي فيها الأمواج العرضية(الواردة والمنعكسة) على توافق دائم.

٥. تهتز نقاط مغزل واحد على توافق فيما بينها وتهتز نقاط مغزلين متجاورين على تعاكس دائم وتبدو الموجة وكأنها تهتز مراوحة في مكانها فيأخذ الحبل شكلاً ثابتاً لذلك سميت بالأمواج المستقرة)

٦. فرق الطور : $\varphi'$

١- نهاية مقيدة $\varphi' = \pi\ rad$ ٢- نهاية طليقة $\varphi' = 0\ rad$

---

في تجربة ملد على نهاية مقيدة: نأخذ هزازة جيبية مغذاة سعتها العظمى صغيرة ، يمكن تغيير تواترها f ،نصل إحدى شعبتيها إلى نقطة a من وتر مرن L ويشد من طرفه الآخر بثقل مناسب بجعل تواتره الأساسي ثابتاً( $f_1=10Hz$) مثلاً ، نزيد تواتر الهزازة بالتدريج بدءاً من الصفر ،ماذا تلاحظ ، وماذا تستنتج ؟

١. إذا كان $f < 10Hz$ نشاهد : اهتزازات قسرية في الوتر بسعة اهتزاز صغيرة من رتبة سعة اهتزاز الهزازة

٢. من أجل ($f=10Hz$) الوتر يهتز بمغزل واحد واضح ، وسعة اهتزاز البطن عظمى y ، ومما يلي الوتر تجاوب مع الرنانة وشكّل موجة مستقرة عرضية

٣. إذا كان $20 > f > 10Hz$ تعود سعة الاهتزاز صغيرة ويتكون مغزلين غير واضحين

٤. من أجل ($f=20Hz$) الوتر يهتز بمغزلين واضحين وبسعة اهتزاز $y >> y_{max}$ ومما يلي الوتر تجاوب مع الرنانة وشكّل موجة مستقرة عرضية

**نستنتج مما سبق** : تتولد أمواج في الوتر مهما كانت قيمة تواتر الهزازة f فإذا كان تواتر الهزازة لا يساوي مضاعفات صحيحة للتواتر الأساسي للوتر فإن سعة الاهتزاز تبقى صغيرة نسبياً ،أما إذا كان تواتر الهزازة مساوياً إلى أي من المضاعفات الصحيحة للتواتر الأساسي للوتر يكون في حالة تجاوب (طنين) ونشاهد مغازل واضحة وتكون سعة البطن عظمى وكبيرة

**متى يحدث تجاوب بين الهزازة والوتر ومتى يزداد عدد المغازل ؟**

يحدث تجاوب إذا تحقق الشرطان:

١. $L = n\frac{\lambda}{2}$ طول الوتر يقسم إلى عدد صحيح n مغازل طول كل منها نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2}$

٢. $f = nf_1$ تواتر الهزازة مساوياً مضاعفات صحيحة للتواتر الأساسي $f_1$ ويزداد عدد المغازل عندما يزداد طول الوتر أو يزداد تواتر الاهتزاز أو بنقصان قوة الشد

يهتز الوتر بالتجاوب عندما يكون: $f = n\frac{v}{2L} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$

---

في تجربة الأمواج المستقرة الطولية في نابض أجب عن الأسئلة التالية :

١. كيف تتكون الأمواج المستقرة الطولية في نابض وكيف تبدو حلقات النابض

٢. ما هي عقد الاهتزاز وما هي بطون الاهتزاز ؟

٣. علل كلاً مما يلي:

a. بطون الاهتزاز هي عقد للضغط

b. عقد الاهتزاز هي بطون للضغط

١. تتكون الأمواج المستقرة الطولية بتداخل الأمواج الطولية الواردة من المنبع مع الأمواج المنعكسة عند نقطة التثبيت للنابض فترى على طول النابض حلقات تدوير ساكنة وحلقات تهتز بسعات متفاوتة لا تتضح معالمها

٢. عقد الاهتزاز: حلقات ساكنة سعة اهتزازها معدومة تصلها الموجة الطولية الواردة والموجة الطولية المنعكسة على تعاكس دائم.

بطون الاهتزاز : الحلقات الأوسع اهتزازاً سعة اهتزازها عظمى حيث تصلها الموجتان الطوليتان الواردة والمنعكسة على توافق دائم.

٣. التعاليل :

a - إن بطن الاهتزاز والحلقات المجاورة تترافق دوماً في الاهتزاز إلى احدى الجهتين فالحلقات متباعدة ولا يوجد تضاغط أي أن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط.

b- إن عقد الاهتزاز تبقى في مكانها وتتحرك الحلقات المجاورة على الجانبين في جهتين متعاكستين دوماً فالحلقات متقاربة ويوجد ضغط شديد أي عقد الاهتزاز التي يحدث عندها تغير الضغط هي بطون للضغط

**في تجربة الأمواج الكهرطيسية المستقرة ، أجب عن الأسئلة الآتية**

١. كيف تتكون الأمواج الكهرطيسية المستقرة ؟

٢. كيف يتم الكشف عن الحقلين الكهربائي $\vec{E}$ والمغناطيسي $\vec{B}$ ؟

٣. ننقل الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز اشرح ما تجد ؟

٤. تتمتع الأمواج الكهرومغناطيسية بطيف واسع من الترددات ماهي ؟

١. نولد أمواجاً كهرطيسية مستوية من هوائي مرسل ينتشر كلاً من الحقلين المتعامدين الكهربائي والمغناطيسي في الهواء المجاور وعلى بعد مناسب نضع حاجزاً ناقلاً مستوياً عمودياً على منحنى الانتشار لتنعكس عند الموجة وتتداخل مع الأمواج الواردة لتؤلف جملة أمواج مستقرة كهرطيسية

٢. - نكشف عن الحقل الكهربائي بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل ، يمكن تغيير طوله وعند وصل طرفي الهوائي المستقبل براسم اهتزاز مهبطي ، وتغيير طول الهوائي حتى يرتسم على شاشة راسم الاهتزاز خط بياني بسعة عظمى فيكون أصغر طول للهوائي المستقبل مساوياً $\frac{\lambda}{2}$ .

- نكشف عن الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ بحلقة نحاسية عمودية على $\vec{B}$ فيولد فيها توتراً بتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

٣. عند نقل الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز نجد الآتي :

- توالي مستويات للعقد N يدل فيها الكاشف على دلالة صغرى ومستويات للبطون A يدل فيها الكاشف على دلالة عظمى متساوية الأبعاد عن بعضها $\frac{\lambda}{2}$ بين كل مستويين لهما نفس الحالة الاهتزازية.

- مستويات عقد الحقل الكهربائي هي مستويات بطون للحقل المغناطيسي وبالعكس.

- عند الحاجز الناقل المستوي عقدة للحقل الكهربائي وبطن للحقل المغناطيسي.

٤. تتمتع الأمواج الكهرطيسية بطيف واسع من الترددات يشمل :
الأمواج الطويلة مثل : ( الراديوية ، الرادارية ، المكروية)
الأمواج القصيرة مثل : ( ضوء مرئي ، أشعة سينية ، أشعة غاما ، الأشعة الكونية)

---

**في تجربة الأعمدة الهوائية لدينا عمود هوائي مغلق ومملوء بالماء الساكن ، أمسك الرنانة من قاعدتها ثم أضرب بالمطرقة على إحدى شعبتيها . أجب عن الأسئلة التالية :**

١. ماذا يتولد داخل هواء الأنبوب ومتى نسمع صوتاً شديداً عالياً ؟

٢. أين تتكون كلاً من عقدة الاهتزاز وبطن الاهتزاز ؟

٣. ما هو طول العمود الهوائي فوق سطح الماء عند الرنين الأول وعند الرنين الثاني وماهي المسافة بين صوتين شديدين متتاليين ؟

٤. ماذا يتشكل في العمود الهوائي المفتوح الطرفين والعمود الهوائي المغلق ؟

٥. فسر عند استخدام رنانة تواترها كبير نحصل على عمود هوائي أقصر

١. يتولد أمواجاً مستقرة طولية ونسمع صوتاً شديداً عالياً عندما يكون تواتر الرنانة يساوي تواتر الهواء في عمود الأنبوب

٢. عقدة الاهتزاز عند سطح الماء الساكن (يعتبر نهاية مغلقة) بطن الاهتزاز تقريبا عند فوهة الأنبوب (يعتبر نهاية مفتوحة)

٣. طول العمود الهوائي عند الرنين الاول يساوي $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ (أقصر طول)

- طول العمود الهوائي عند الرنين الثاني يساوي $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$

المسافة بين صوتين شديدين متتالين $\frac{\lambda}{2}$
$$\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$$

٤. في العمود الهوائي المفتوح يتشكل عند كل طرف مفتوح بطن للاهتزاز، وفي منتصف العمود عقدة لاهتزاز فيكون طول العمود الهوائي في هذه الحالة $L = \frac{\lambda}{2}$.

في العمود الهوائي المغلق يتشكل بطن عند سطحه وعقدة عن سطح الماء ولا يمكن الحصول على المدروجات ذات العدد الزوجي. (فقط فردية)

٥. لأن تواتر الرنانة يتناسب عكساً مع طول العمود
$$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$$

---

**انطلاقاً من هذه العلاقة المعبرة عن سعة الموجة المستقرة العرضية $y_{max:n} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|$ استنتج العلاقة المحددة لأبعاد عقد وبطون الاهتزاز عند النهاية المقيدة وكيف يصل الاهتزاز اليها ؟**

أولاً: عقد الاهتزاز N: سعتها معدومة و ساكنة لأنه يصلها الاهتزاز وارد واهتزاز منعكس على تعاكس دائم.

$$y_{max:n} = 0 \Rightarrow \sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = 0 \xrightarrow{\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = \sin n\pi} \frac{2\pi}{\lambda}x = n\pi \xrightarrow{x \text{ نعزل}}$$

معادلة العقد $\boxed{x = n\frac{\lambda}{2}}$ حيث ....... $n = 0,1,2,3,4$

اي البعد بين العقد يساوي أعداد صحيحة من نصف طول الموجة وتكون المسافة بين عقدتين متتاليتين $\frac{\lambda}{2}$ (طول المغزل)

ثانياً: بطون الاهتزاز A: سعة اهتزازها عظمى لأنه يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على توافق دائم.

$$y_{max:n} = 2y_{max} \Rightarrow \left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right| = 1 \Rightarrow \sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = \sin\left(\frac{\pi}{2} + n\pi\right)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = \frac{\pi}{2} + n\pi \xrightarrow{\pi \text{ نخرج}} \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = (2n+1)\frac{\pi}{2} \xrightarrow{x \text{ نعزل}}$$

معادلة البطون $\boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$ حيث....... $n = 0,1,2,3,4$

---

**ما العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الصوت في غاز معين داخل المزمار ثم أكتب العلاقات التي تربط تلك العوامل بسرعة الانتشار ؟**

١- سرعة انتشار الصوت في غاز معين تتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة حرارته المطلقة T مقدرة (بالكلفن)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad : T_k = 273 + t_c$$

٢- سرعة انتشار الصوت في غازين مختلفين تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لكثافتيهما D1 ,D2 بالنسبة للهواء إذا كان الغازان في درجة حرارة واحدة ، ولهما رتبة ذرية واحدة ( أي عدد الذرات التي تؤلف جزيئاته هي نفسها )

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

$D = \frac{M}{29}$ ، حيث D كثافة غاز بالنسبة للهواء , M : الكتلة المولية للغاز (الكتلة الجزيئية الغرامية)

---

**سؤال عن التواترات في الأمواج وفق مايلي ( نكتب قانون الطول $L$ – نعوض فيه قانون اللمدا $\lambda$ – نعزل التواتر $f$ )**

**استنتج تواتر المدروجات لاهتزاز وتر على نهاية مقيدة في تجربة ملد :**

طول الوتر عند التجاوب : $L = n\frac{\lambda}{2}$

$$L = n\frac{\lambda}{2} \xRightarrow{\text{نعوض } \lambda=\frac{v}{f}} L = n\frac{v}{2f} \xRightarrow{\text{نعزل } f} \boxed{f = n\frac{v}{2L}}$$

يسمى أول تواتر - مغزل واحد :تواتر الصوت الأساسي $n=1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{2L}$.

حيث...... $n = 1,2,3,4$ عدد صحيح موجب يمثل مدروج الصوت الصادر

**عرف العمود الهوائي المفتوح ، وكيف يمكن تغيير طوله ، وماهو طول الأنبوب عند التجاوب واستنتج التواتر ؟**

- العمود الهوائي المفتوح : هو أنبوب أسطواني الشكل ، مفتوح الطرفين و مملوء بجزيئات الهواء الساكنة يمكن تغيير طوله بإضافة أنبوب آخر قطره أقل.
- طول الأنبوب المفتوح عند التجاوب : $L = n\frac{\lambda}{2}$ حيث : ..... $n = 1,2,3$
- استنتاج التواتر : $L = n\frac{\lambda}{2} \xRightarrow{\lambda=\frac{v}{f}} L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{nv}{2L}}$

حيث : ......,n=1,2,3,4 عدد صحيح يمثل مدروجات الصوت

والمدروج الأساسي(الرنين الأول) : n=1 ويعطي تواتر أساسي $f_1 = \frac{v}{2L}$

**كيف نجعل مزمار (ذو فم أو ذو لسان ) متشابه الطرفين ، ثم استنتج عبارة تواتر الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزمار؟**

- منبع ذو فم (بطن اهتزاز) بجعل نهايته مفتوحة (بطن اهتزاز)

منبع ذو لسان (عقدة اهتزاز) بجعل نهايته مغلقة (عقدة اهتزاز)

- طول المزمار المتشابه الطرفين : $L = n\frac{\lambda}{2}$

لكن : $\lambda = \frac{v}{f}$

$$L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{nv}{2L}}$$

حيث : n=1,2,3,4 عدد صحيح يمثل مدروجات الصوت والمدروج الأساسي n=1 و تواتر أساسي $f_1 = \frac{v}{2L}$

**استنتج تواتر المدروجات لاهتزاز وتر على نهاية طليقة في تجربة ملد :**

طول الوتر عند التجاوب : $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \xRightarrow{\text{نعوض } \lambda=\frac{v}{f}} L = (2n-1)\frac{v}{4f} \xRightarrow{\text{نعزل } f} \boxed{f = (2n-1)\frac{v}{4L}}$$

حيث...... $n = 1,2,3,4$ عدد صحيح موجب و$(2n-1)$ يمثل مدروج الصوت الصادر

**عرف العمود الهوائي المغلق ، وكيف يمكن تغيير طوله ، وماهو طول الأنبوب عند التجاوب واستنتج التواتر ؟**

- العمود الهوائي المغلق: هو أنبوب أسطواني الشكل ، مفتوح من طرف ومغلق من الطرف الآخر ، والمملوء بجزيئات الهواء الساكنة يمكن تغيير طوله بإضافة الماء .
- طول هذا الأنبوب المغلق عند التجاوب $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ حيث : .... $n = 1,2,3$
- استنتاج التواتر : $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \xRightarrow{\text{نعوض: } \lambda=\frac{v}{f}} L = (2n-1)\frac{v}{4f} \xRightarrow{\text{نعزل } f} \boxed{f = (2n-1)\frac{v}{4L}}$

حيث : ... $n = 1,2,3,4$ عدد صحيح موجب

......, $(2n-1)=1, 3,5$ القوس يمثل مدروجات الصوت المدروج الثالث : $(2n-1) = 3$

والمدروج الأساسي (الرنين الأول) : $(2n-1)=1$ ، يعطي تواتر أساسي : $f_1 = \frac{v}{4L}$

**كيف نجعل مزمار (ذو فم أو ذو لسان ) مختلف الطرفين ،ثم استنتج عبارة تواتر الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزمار؟**

- منبع ذو فم (بطن اهتزاز) بجعل نهايته مغلقة (عقدة اهتزاز)

منبع ذو لسان (عقدة اهتزاز) بجعل نهايته مفتوحة (بطن اهتزاز)

- طول المزمار المختلف الطرفين : $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$$\xRightarrow{\text{نعوض: } \lambda=\frac{v}{f}} L = (2n-1)\frac{v}{4f} \xRightarrow{\text{نعزل } f} \boxed{f = (2n-1)\frac{v}{4L}}$$

حيث : حيث : ... $n = 1,2,3,4$ عدد صحيح موجب

والمدروج الأساسي : $(2n-1)=1$ ، يعطي تواتر أساسي : $f_1 = \frac{v}{4L}$

نثبت بإحدى شعبتي رنانة كهربائية تواترها f طرف وتر له طول مناسب ومشدود بثقل مناسب كتلته m لتتكون أمواج مستقرة عرضية بثلاثة مغازل ، ولكي نحصل على مغزلين نجري التجربتين الآتيتين:

١. نستبدل الرنانة السابقة برنانة أخرى ، تواترها $f'$ مع الكتلة السابقة نفسها m. استنتج العلاقة بين التواترين $f$ ، $f'$.

٢. تغيير قوة الشد فقط ، فهل نزيد تلك القوة أم ننقصها؟ ولماذا؟

١- $f = n\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

بما أن المقادير $(L, F_T, \mu)$ بقيت ثابتة فعدد المغازل يتناسب طرداً مع تواتر الرنانة $f = const.n$ ، $f' = const.n'$

$$\frac{f}{f'} = \frac{n}{n'} = \frac{3}{2} \Rightarrow \boxed{f' = \frac{2}{3}f}$$

٢- $f = n\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

لإنقاص عدد المغازل نزيد قوة الشدة لأن عدد المغازل يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لقوة شد الوتر

$$n\sqrt{F_T} = const \qquad n'\sqrt{F'_T} = const$$

$$\frac{n}{n'} = \frac{\sqrt{F'_T}}{\sqrt{F_T}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{\sqrt{F'_T}}{\sqrt{F_T}} \Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{F'_T}{F_T} \Rightarrow \boxed{F'_T = \frac{9}{4}F_T}$$

**اختر الإجابة الصحيحة في الوحدة الثالثة**

١. في الأمواج المستقرة العرضية المسافة بين عقدتين متتاليتين تساوي:

a- $\frac{\lambda}{4}$ b -$\frac{\lambda}{2}$ c-$\lambda$

٢. فرق الطور $\varphi$ بين الموجة الواردة والموجة المنعكسة على نهاية مقيدة تساوي بالراديان:

a- $\varphi = 0$ b -$\varphi = \frac{\pi}{3}$ c -$\varphi = \pi$

٣. في تجربة ملد مع نهاية طليقة يصدر وتراً طوله $L$ صوتاً أساسياً، طول موجته $\lambda$ تساوي:

**توضيح للحل :** طول الوتر عند التجاوب : $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ ، صوت أساسي : $(2n-1) = 1$

a- $4L$ b -$2L$ c -$L$

٤. وتر مهتز طوله $L$، وسرعة انتشار الموجة العرضية على طوله $v$ ، وقوة شده $F_T$ ، فإذا زدنا قوة شده أربع مرات لتصبح سرعة انتشاره $v'$ تساوي:

**توضيح للحل :** $v' = \sqrt{\frac{F'_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4F_T}{\mu}}$

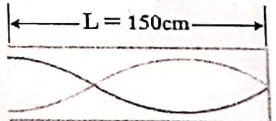
a- $\frac{v}{4}$ b -$\frac{v}{2}$ c -$2v$

٥. وتر مهتز طوله $L$، وكتلته $m$، وكتلته الخطية $\mu$، نقسمه إلى قسمين متساويين، فإن الكتلة الخطية لكل قسم تساوي:

**توضيح للحل :** $\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$

a- $2\mu$ b- $\mu$ c -$\frac{\mu}{2}$

٦. يمثل الشكل أنبوباً هوائياً مغلقاً طوله $L = 150\ cm$ ، فإن طول الموجة الصوتية $\lambda$ تساوي:




**توضيح للحل :** $L = \overbrace{(2n-1)}^{\text{عدد فردي}}\frac{\lambda}{4} \xRightarrow{\text{من الشكل}} L = 3\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4L}{3}$

a- $50\ cm$ b -$250\ cm$ c -$200\ cm$

٧. طول العمود الهوائي المفتوح الذي يصدر نغمته الأساسي يعطى بالعلاقة:

**توضيح للحل :** طول الأنبوب المفتوح عند التجاوب : $L = n\frac{\lambda}{2}$ حيث : ..... أساسي $n = 1$

a- $L = \frac{\lambda}{4}$ b -$L = \frac{\lambda}{2}$ c -$L = \lambda$

٨. طول العمود الهوائي المغلق الذي يصدر نغمته الأساسية يعطى بالعلاقة:

**توضيح للحل :** طوله عند التجاوب : $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ ، صوت أساسي : $(2n-1) = 1$

a- $L = \frac{\lambda}{4}$ b -$L = \frac{\lambda}{2}$ c -$L = \lambda$

٩. وتران متجانسان من المعدن نفسه مشدودان بقوة الشد نفسها، قطر الوتر الأول $1mm$، وقطر الوتر الثاني $2mm$، فإذا كانت سرعة انتشار اهتزاز عرضي في الوترين $v_1, v_2$ على الترتيب، فإن:

**توضيح للحل :** $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}} = \sqrt{\frac{\rho\pi r_2^2}{\rho\pi r_1^2}} = \sqrt{\frac{r_2^2}{r_1^2}} \xRightarrow{r_2 = 2r_1} \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{4r_1^2}{r_1^2}} = 2$

a- $v_1 = v_2$ b -$v_1 = 2v_2$ c -$v_1 = 4v_2$

١٠. مزمار متشابه الطرفين طوله $L$، وسرعة انتشار الصوت في هوائه $v$ ، فتواتر صوته البسيط الأساسي الذي يصدره يعطى بالعلاقة:

a- $f = \frac{v}{2L}$ b -$f = \frac{v}{4L}$ c -$f = \frac{4v}{L}$

١١. مزمار ذو فم، نهايته مفتوحة، عندما يهتز هواؤه بالتجاوب يتكون عند نهايته المفتوحة:

a- بطن ضغط b بطن اهتزاز c- عقدة اهتزاز.

١٢. مزمار متشابه الطرفين طوله $L$ ، يصدر صوتاً أساسياً موافقاً للصوت الأساسي لمزمار آخر مختلف الطرفين طوله $L'$ في الشروط نفسها. فإن:

**توضيح للحل :** $(2n-1)\frac{v}{4L'} = \frac{nv}{2L}$ الشروط نفسها أي نفس السرعة والتواتر أساسي في كليهما

a- $L = L'$ b -$L = 2L'$ c -$L = 3L'$

١٣. يصدر أنبوب صوتي مختلف الطرفين صوتاً أساسياً تواتره $435Hz$ فإن تواتر الصوت التالي الذي يمكن أن يصدره يساوي :

**توضيح للحل :** $f_2 = \overbrace{n}^{\text{عدد فردي}} f_1 \Rightarrow f_2 = 3f_1$

a- $1305\ Hz$ b -$217.5\ Hz$ c -$870\ Hz$

١٤. في تجربة ملد مع نهاية مقيدة تتكون أربعة مغازل عند استخدام وتر طوله $L = 2m$، وهزازة تواترها $f = 435\ Hz$ فتكون سرعة انتشار الاهتزاز $v$ مقدرة بـ $m.s^{-1}$ تساوي:

**توضيح للحل :** $f = \frac{nv}{2L} \Rightarrow v = \frac{2Lf}{n}$

a- $435$ b -$290$ c -$1742$

١٥. إذا كانت $v_1$ سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين $(H = 1)$، و $v_2$ سرعة انتشار الصوت في غاز الأوكسجين $(o = 16)$:

**توضيح للحل :** $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4}$

a- $v_1 = v_2$ b -$v_1 = 4v_2$ c -$v_1 = 8v_2$

١٦. طول الموجة المستقرة هو:

a- المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.
b- مثلي المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.
c- نصف المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين.

١٧. تتكون جملة أمواج مستقرة على طول خيط بطول موجة $\lambda = 0.4m$، فإن البعد بين بطن اهتزاز وعقدة اهتزاز تليه مباشرة يساوي:

**توضيح للحل :** البعد بين بطن وعقدة تليه مباشرةً : $\frac{\lambda}{4}$

a $- 0.2$m b -0.4m c -0.1m

**اذكر الأسس التي يقوم عليها ميكانيك الكم.**

١. فرضية بلانك: المادة والضوء يمكنهما تبادل الطاقة من خلال كميات منفصلة من الطاقة سميت ( كمّات الطاقة ) تحدد طاقة كل كمّة بـ: $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

٢. فرضية أينشتاين: عام ١٩٠٥ استعان أينشتاين بنظرية بلانك لشرح الفعل الكهرضوئي وجد أن :
الحزمة الضوئية مكونة من فوتونات ( كمّات الطاقة ) يحمل كل منها طاقة $E = hf$ ويحصل تبادل الطاقة مع المادة من خلال امتصاص أو إصدار فوتون.

٣. نموذج بور و تبادل الطاقة على المستوى الذري:
وفق المبادئ التي وضعها بور :
- تغير طاقة الذرة مكمم
- لا يمكن للذرة أن تتواجد إلا في حالات طاقية محددة كل منها تتميز بسوية طاقية محددة.
- عندما ينتقل الالكترون في ذرة مثارة من سوية طاقية $E2$ إلى سوية طاقية $E1$ فإن الذرة تصدر فوتوناً طاقته تساوي فرق الطاقة بين السويتين $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$

**يخضع الالكترون في ذرة الهدروجين في مساره إلى قوتين ما هما ،مع الشرح ؟**

١. القوة الجاذبة الكهربائية $\overrightarrow{F_E}$ وناجمة عن جذب النواة (بروتون) للإلكترون: $F_E = k\frac{e^2}{r^2}$
حيث : $e$ :القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون
$r$: نصف قطر مسار الالكترون حول النواة ،
$k$: ثابت الجذب الكهربائي $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$
$\varepsilon_0$ :سماحية الخلاء الكهربائية

٢. قوة العطالة النابذة $\overrightarrow{F_c}$ وناجمة عن دوران الإلكترون:
$$F_c = m_e a_c = m_e\frac{v^2}{r}$$
$m_e$ : كتلة الالكترون ، $v$: سرعة الإلكترون ، $a_c$ : التسارع الناظمي
- تهمل قوة التجاذب الكتلي بين الالكترون والبروتون لصغرها والتي تعطى بالعلاقة $F = G\frac{m_e.m_p}{r^2}$.
$m_p$: كتلة البروتون $m_e$ : كتلة الإلكترون $r$: نصف قطر مسار الالكترون حول النواة $G$ : ثابت الجاذبية العام

**اذكر فرضيات نظرية بور**

- حركة الإلكترون في مساره حول النواة دائرية منتظمة حيث: قوة العطالة النابذة $F_E = F_c$ قوة الجذب الكهربائي.
- العزم الحركي للإلكترونات يساوي عدداً صحيحاً من $\frac{h}{2\pi}$
- لا يصدر الإلكترون طاقة مادام في مداره ويمتص طاقة محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أبعد ويصدر طاقة محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أقرب إلى النواة.

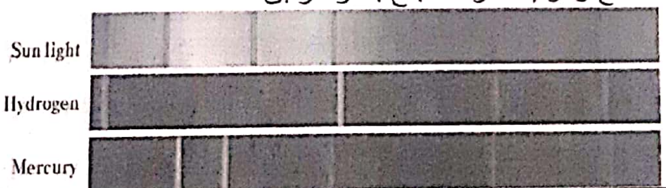
**كيف تتشكل الطيوف الذرية في ذرة الهيدروجين واذكر أنواع الطيوف مع ذكر مثال لكل نوع ؟** عندما ينتقل $\bar{e}$ من سوية طاقية إلى سوية طاقية أخفض يؤدي ذلك إلى إصدار طاقة (إشعاع) تساوي فرق الطاقة بين السويتين $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$
وعند حصول انتقالات مختلفة بين سويات الطاقة فسوف نحصل على اصدارات طاقة بتواترات مختلفة تعطى بالعلاقة :
(فرق الطاقة بين السويتين $\Delta E = E_{\text{نهائي}} - E_{\text{بدائي}} = hf$)

**أنواع الطيوف:**

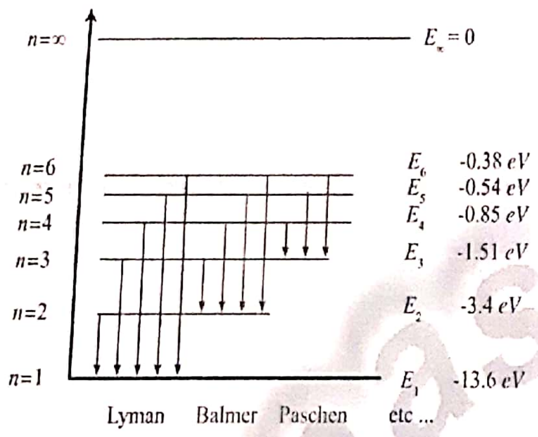
١. **طيوف مستمرة (المتصلة):** هي الطيوف التي تظهر فيها جميع ألوان الطيف على هيئة مناطق متجاورة من دون وجود فواصل بينها .
أمثلة : - ظهور قوس قُزح ذو الطيف المستمر عند تحلل ضوء الشمس في الهواء المشبع بالرطوبة
طيف مصباح كهربائي ذو مقاومة التنغستين وبتحليل طيف هذا المصباح نجد أن طيف الاصدار متصل.

٢. **طيوف متقطعة (المنفصلة):** هي الطيوف التي تظهر فيها خطوط طيفية أو عصابات طيفية منفصلة عن بعضها البعض.
أمثلة : - إصدارات ذرة الهدروجين – طيف مصباح بخار الزئبق
بشكل عام : طيوف المصابيح الغازية (منفصلة) وطيوف الاصدار للأجسام الصلبة الساخنة (متصلة).

**في الشكل الآتي لدينا ثلاثة طيوف :** الأول مستمر وهو طيف الإصدار الشمسي والثاني متقطع إصدار ذرة الهدروجين والثالث متقطع وهو إصدار مصباح بخار الزئبق




**أرسم مخطط لسويات طاقة ذرة الهدروجين والانتقالات الممكنة اللانهائية ، والتي تؤلف مايسمى السلاسل الطيفية للهدروجين**




**يحتوي الطيف الخطي للهدروجين على عدة من السلاسل كما هي موضحة في الشكل أذكرها مع الشرح:**

١- **سلسلة ليمان : أكبر سلاسل الطيف طاقة**
**نحصل عليها :** عند عودة الإلكترون من السويات العليا $(n = 2,3,4,5,6)$ إلى السوية الأولى $(n = 1)$.

٢- **سلسلة بالمر :**
**نحصل عليها :** عند عودة الإلكترون من السويات العليا $(n = 3,4,5,6)$ إلى السوية المثارة الأولى $(n = 2)$.

٣- **سلسلة باشن :**
**نحصل عليها :** عند عودة الإلكترون من السويات العليا $(n = 4,5,6)$ إلى السوية المثارة الثانية $(n = 3)$.

**لانتزاع إلكترون حر من سطح معدن يجب إعطاءه طاقة أكبر من طاقة انتزاعه $E_d$ ، ماهي الطرق التي يتم بها ذلك ؟**

- **الفعل الكهرضوئي:** طاقة الانتزاع على شكل طاقة ضوئية $E=hf$ تواترها كافٍ لتحرر عدد من الالكترونات الحرة.
- **الفعل الكهرحراري:** تسخين المعدن إلى درجة حرارة مناسبة تكتسب بعض الإلكترونات الحرة طاقة تسمح لها بالانطلاق من الذرة لتنبعث خارج سطح المعدن.
- **مفعول الحث :** قذف المعدن بحزم من الجسيمات طاقتها كافية لانتزاع الالكترونات الحرة من سطح المعدن الذي تصدم به.

**استنتج علاقة السرعة لإلكترون ساكن شحنته $e^-$ وكتلته $m_e$ ساكناً في نقطة $B$ من نقطة يسودها حقل كهربائي منتظم بين لبوسي مكثفة مستوية مشحونة ، بين لبوسيها فرق كمون $U_{AB}$**

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين:

الأول: عند خروج الإلكترون من نافذة اللبوس السالب دون سرعة ابتدائية

الثاني: عند وصول الإلكترون إلى نافذة اللبوس الموجب بسرعة $v$

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

$$E_k - E_{k_2} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to2)}$$

$$E_k - 0 = F\,d = e\,E.d$$

$$E_k = eU \Rightarrow \frac{1}{2}m_e v^2 = eU \xRightarrow{\text{نعزل } v}$$

سرعة وصول الإلكترون للبوس المقابل : $\boxed{v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}}$

- تزداد السرعة بزيادة فرق الكمون
- زيادة سرعة الإلكترونيات عن طريق إخضاعها لحقول كهربائية ساكنة أو حقول مغناطيسية ساكنة أو كليهما معاً.

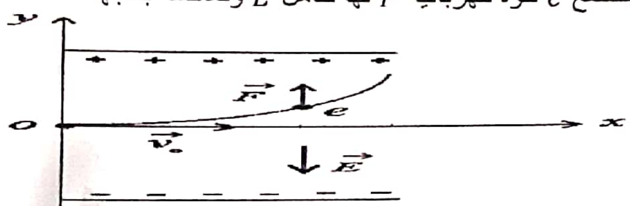
**ماذا تتوقع أن تكون حركة الإلكترون بعد مغادرة منطقة الحقل الكهربائي ؟** تصبح حركة $\bar{e}$ مستقيمة منتظمة بعد مغادرته الحقل الكهربائي، فإنه يتابع حركته على خط مستقيم بسرعة ثابتة هي السرعة نفسها لحظة خروجه من منطقة الحقل

**هل يكفي الإلكترون الواقع على سطح المعدن ، امتلاكه لطاقة مساوية لطاقة الانتزاع لهذا المعدن كي يتحرر من سطح المعدن مبتعداً عنه؟ علل ذلك .**

لا يمكنه الابتعاد عن سطح المعدن لأنه لا يمتلك طاقة حركية ، وتعمل الأيونات الموجبة على جذبه نحو داخل المعدن

**ادرس تأثير حقل كهربائي منتظم في إلكترون يتحرك بسرعة $\vec{v_0} \perp \vec{E}$ واستنتج معادلة حامل المسار؟**

يخضع $\bar{e}$ لقوة كهربائية $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة ،



وبتطبيق العلاقة الأساسية في التحريك الإنسحابي :

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

$$\vec{F}_{\text{القوة الكهربائية}} = m.\vec{a}$$

بالإسقاط على $\overline{ox}$ نجد :

$$F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_{0x} = v_0 = const$$

فالحركة على $\overline{ox}$ مستقيمة منتظمة تابعها : $\boxed{x = v_0\,t \,...(1)}$

بالإسقاط على $\overline{oy}$ نجد : $F_y = m_e a_y = eE$

$$m_e a_y = eE \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e} = const$$

فالحركة على $\overline{oy}$ مستقيمة متسارعة بانتظام تابعها :

$$\boxed{y = \frac{1}{2}a_y t^2}$$

باعتبار لحظة دخول $\bar{e}$ بين لبوسي المكثفة إلى الحقل الكهربائي في نقطة $o$ هو مبدأ الفواصل $(y_0 = x_0 = 0)$

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2 \xRightarrow{\text{نعوض } a_y} y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e}t^2 \,...(2)$$

لإيجاد معادلة حامل مسار الإلكترون

نعزل الزمن من (١) ونعوّضه في (٢) :

من (١) نجد $t = \frac{x}{v_0}$ نعوّض في (٢) نجد :

$$y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e}\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e {v_0}^2}x^2$$

ولكن : $E.d = V_{AB} \Rightarrow E = \frac{V_{AB}}{d} \xRightarrow{\text{نعوّض في المعادلة فنجد}}$

معادلة حامل المسار : $\boxed{y = \frac{1}{2}\left(\frac{e\,V_{AB}}{m_e d v_0^2}\right)\bar{x}^2}$

فحامل مسار الإلكترون هو جزء قطع مكافئ

**في أنبوب توليد الأشعة المهبطية وبجعل التوتر المطبق على طرفي الأنبوب $1000v$ ماذا تلاحظ عند تغيير الضغط عبر مخلية الهواء إلى القيم المقدر بال $mmHg$ $(110\text{-}100\text{-}10\text{-}0.01)$**

- الضغط $110\ mmHg$ لا نلاحظ انفراغاً كهربائياً في الأنبوب .
- الضغط $100\ mmHg$ يحدث الانفراغ الكهربائي: هو مرور شرارة كهربائية (طقطقات) عبر الغاز الفاصل بين القطبين الكهربائيين في أنبوب الانفراغ الكهربائي وذلك عند تطبيق توتر عال متواصل من أجل ضغط معين $100\ mmHg$ للغاز داخل الأنبوب.
- الضغط $10\ mmHg$ نشاهد ضوءاً متجانساً يملأ الأنبوب من المهبط إلى المصعد يختلف لونه حسب الغاز ويستخدم في أنابيب الإعلانات وهي نادرة نسبياً لأنها لا تنتج عند التسخين
- الضغط $0.01\ mmHg$ يختفي الضوء المتجانس تدريجياً من الأنبوب ويتألق جدار الأنبوب ببقع خضراء وهذه أشعة غير مرئية صادرة عن المهبط هي الأشعة المهبطية

**ما هما شرطا توليد الأشعة المهبطية ؟**

- فراغ كبير في الأنبوب الضغط فيه $mmHg$ $(0.01\text{-}0.001)$
- توتر كبير نسبياً بين قطبي الأنبوب يولد حقلاً كهربائي شديد بجوار المهبط.

**ماذا يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية عند ضغط يقل عن (0.01) ؟ مادور التوتر الكهربائي الكبير المطبق بين قطبي الأنبوب ؟**

- يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية على كتلة غازية تتكون من ذرات غازية وأيونات موجبة ناتجة عن التصادم بين الذرات.
- بتطبيق توتر كهربائي كبير في الأنبوب تتجه الأيونات الموجبة نحو المهبط بسرعة كبيرة فتؤين ذرات الغاز في طريقها حتى تصل إلى المهبط فتصدمه فتُنتزع بعض الإلكترونات الحرة من سطح المهبط وتبتعد عنه نظراً لشحنته السالبة وهذه في طريقها نحو المصعد سوف تؤيّن ذرات غازية جديدة يتسبب تأيّنها بتشكل أيونات موجبة تتجه نحو المهبط لتوليد إلكترونات وهكذا

**مما تتكون الأشعة المهبطية (طبيعتها) المتولدة في الأنبوب ؟ وكيف تتحقق تجريبياً من تلك الطبيعة ؟**

<u>طبيعة الأشعة المهبطية</u> ١- الإلكترونات منتزعة من مادة المهبط.

٢- الإلكترونات تأيّن الذرات الغازية بجوار المهبط والتي يسرعها الحقل الكهربائي المنتظم المتولد عن التوتر المطبق بين قطبي الأنبوب .

<u>يتم التحقق من طبيعتها تجريبياً</u> : بإدخالها بين لبوسي مكثفة مشحونة فنلاحظ إنحرافها نحو اللبوس الموجب مما يدل على أنها مشحونة بكهرباء سالبة أي أنها إلكترونات .

**اذكر مع الشرح خواص الأشعة المهبطية ؟**

١- **تنتشر وفق خطوط مستقيمة ناظمية على سطح المهبط** فتكون متوازية إذا كان المهبط صفيحة مستوية ومتقاربة إذا كان المهبط مقعراً ومتباعدة إذا المهبط كان محدّباً ولا يؤثر مكان المصعد في مسارها المستقيم لضعف الحقل الكهربائي عنده .

٢- **تسبب تألق بعض الأجسام:** تهيّج ذرات بعض المواد التي تسقط عليها فيتألق الزجاج العادي بلون أخضر وكبريتات الكالسيوم بلون أصفر برتقالي. ( ويستفاد من هذه الخاصية بالكشف عن الأشعة المهبطية )

٣- **ضعيفة النفوذية:** لا تنفذ من خلال صفيحة من المعدن يمكن أن تنفذ عبر صفيحة رقيقة من AL ثخنها بعض مكرونات.

٤- **تحمل طاقة حركية** لأن سرعتها تقترب من سرعة الضوء فيمكنها أن تدير دولاب خفيف ويمكن أن تتحول هذه الطاقة الحركية إلى طاقة كيميائية وحرارية وإشعاعية.

٥- **تتأثر بالحقل الكهربائي:** تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة مما يدل على أن شحنتها سالبة.

٦- **تتأثر بالحقل المغناطيسي:** فتنحرف بتأثير قوة لورنز المغناطيسية عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي.

٧- **تنتج أشعة سينية x-ray** عند اصطدامها بالمواد الصلبة ذات الأعداد الذرية الكبيرة.

٨- **تؤين الغازات التي تمر فيها :** عندما تنتشر الأشعة المهبطية في غاز ما فإنها تقوم بتأينه أي تنزع الكتروناً من الذرة الغازية فتتحول إلى أيون مما يؤدي إلى توهج الغاز .

٩- **تؤثر في أفلام التصوير.**

**في تجربة تسخين سلك معدني إلى درجة حرارة معينة أجب عن الأسئلة الآتية :**

١. ماذا يحدث لالكترونات السلك الحرة عند بدء التسخين ؟
٢. ماذا يحدث عند استمرار التسخين ؟
٣. ما الشحنة الكهربائية التي يكتسبها السلك المعدني ؟
٤. كيف تفسر تشكل سحابة إلكترونية حول السلك ؟
٥. ماذا تتوقع أن يحصل عندما تطبق حقل كهربائي على السحابة الإلكترونية ؟
٦. كيف يمكن زيادة عدد الإلكترونات المنتزعة من سطح المعدن؟
٧. عرف الفعل الكهرحراري ؟

١. تزداد السرعة والحركة العشوائية لبعض الإلكترونات الحرة للسطح المعدني نتيجة الطاقة الحرارية التي اكتسبتها تلك الإلكترونات أثناء التسخين .
٢. تكتسب بعض الإلكترونات الحرة طاقة كافية لتنطلق من ذرات السطح المعدني .
٣. يكتسب سطح المعدن شحنة موجبة .
٤. باستمرار تسخين المعدن سيزداد خروج الإلكترونات من ذرات سطح المعدن وتزداد شحنة المعدن الموجبة مما يزيد من قوة جذب المعدن للإلكترونات المنطلقة وفي لحظة ما يتساوى عدد الإلكترونات المنطلقة مع عدد الإلكترونات العائدة لسطح المعدن فتتشكل سحابة إلكترونية كثافتها ثابتة حول سطح المعدن .
٥. عند تطبيق حقل كهربائي . فإن الإلكترونات الخارجة من سطح المعدن لا تعود إليه وإنما تتحرك في الحقل الكهربائي نحو المصعد ويساعد هذا على إصدار إلكترونات جديدة وتستمر العملية وبسرعة كبيرة جداً وتتسارع مكوّنة حزمة إلكترونية .
٦. العوامل التي تحدد عدد الالكترونات المنتزعة من سطح المعدن بتسخينه

يزداد عدد الالكترونات المنتزعة من سطح المعدن كلما :

- قل الضغط المحيط بسطحه.
- ارتفعت درجة حرارته.

٧. الفعل الكهرحراري: هو انتزاع الكترونات الحرة من سطح معدن بتسخينه إلى درجة حرارة مناسبة

**اشرح اقسام وعمل راسم الاهتزاز الالكتروني ؟**

- المدفع الالكتروني: مكوّن من ( المهبط – شبكة وهنلت – مصعدان )
- الجملة الحارفة : مكوّنة من ( مكثفتان مستويتان)
- الشاشة المتألقة : مكونة من طبقات من ( الزجاج السميك – الغرافيت – مادة متألقة)

**اشرح عمل ودور كل قسم من راسم الاهتزاز الالكتروني واستخدامه؟**

- **المهبط** : صفيحة معدنية توصل بتوتر سالب يصدر الإلكترونات بالفعل الكهرحراري بتسخينه تسخين غير مباشر بواسطة سلك تنغستين

- تسخين سلك التنغستين تنتزع الإلكترونات الحرة وتشكل حزمة متباعدة

- **تقوم شبكة وهنلت بـ (الدور المزدوج لشبكة وهنلت هام ) :**

١- تجميع $\bar{e}$ في نقطة تقع على الأنبوب

٢- تغير عدد $\bar{e}$ النافذة من ثقب الشبكة أي تتغير إضاءة الشاشة وذلك بتغير التوتر السالب المطبق على الشبكة.

- **تسريع $\bar{e}$ المنتزعة بين الشبكة والمصعدين و على مرحلتين**

١- بين الشبكة والمصعد الأول بتوتر مرتفع موجب قابل للتغيير .

٢- بين المصعد الأول والمصعد الثاني بتوتر مرتفع موجب ثابت

- **تقوم الجملة الحارفة ب (حرف الحزمة الإلكترونية المسرّعة)**

١- أفقياً نحو اللبوس الموجب للمكثفة لبوساها شاقوليان وحقلها أفقي وبقيمة تتناسب طرداً مع التوتر المطبق بين لبوسيها .

٢- شاقولياً نحو اللبوس الموجب للمكثفة لبوساها أفقيان وحقلها شاقولي بقيمة تتناسب طرداً مع التوتر المطبق بين لبوسيها

- **دور وريقة الألمنيوم : تسمح وريقة الألمنيوم** للإلكترونات بالعبور ،فتصطدم بالمادة المتألقة وينعكس التألق على وريقة Al التي تعكسه بدورها خارج الأنبوب.

- **دور الغرافيت:**

دور واقي للحزمة الإلكترونية من الحقول الكهربائية الخارجية. تعيد الإلكترونات التي سببت التألق إلى المصعد وتغلق الدارة .

**استخدام راسم الاهتزاز:** لدراسة الحركات الدورية السريعة كالتيارات المتناوبة والاهتزازات الصوتية على منحني بياني له تواتر و قياس فرق الكمون المستمر والمتناوب .

في تجربة هرتز نثبت صفيحة من التوتياء (الزنك) فوق قرص كاشف كهربائي، ونعرضها لأشعة صادرة عن مصباح بخار الزئبق، نسقط الأشعة الصادرة عن مصباح بخار الزئبق على صفيحة $Zn$ الموصولة بقرص كاشف كهربائي مشحون كهربائياً ماذا تتوقع أن يحدث لوريقتا الكاشف قيل كل من الحالات الآتية مع التعليل ؟

١- شحنة الصفيحة سالبة
٢- شحنة الصفيحة سالبة ونضع في طريق الأشعة صفيحة زجاج
٣- شحنة الصفيحة موجبة

إن هذا المصباح يصدر ثلاث أنواع من الأشعة هي الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء و (الأشعة فوق البنفسجية التي تحمل طاقة كافية قادرة على انتزاع الإلكترونات من صفيحة الزنك).

١- شحنة الصفيحة سالبة: (الحدث) تتقارب الورقتين حتى تنطبقا (التعليل) عند تعريض صفيحة $Zn$ لأشعة المصباح فإن الأشعة الفوق بنفسجية تنتزع بعض إلكتروناتها الحرة فيحدث تنافر بين شحنتها السالبة و الشحنة السالبة للإلكترونات المنتزعة منها فيؤدي ذلك إلى فقدانها تدريجياً لشحنتها السالبة فتتعادل وتتقارب الوريقتان حتى تنطبقا.

٢- شحنة الصفيحة سالبة ونضع في طريق الأشعة صفيحة زجاج (الحدث) الانفراج لا يتغير (التعليل) الزجاج لا يمرر الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن مصباح بخار الزئبق (المسؤولة عن انتزاع الإلكترونات من $Zn$) ويمرر فقط الأشعة المرئية والتحت حمراء واللتان لا تمتلكان طاقة كافية لانتزاع الالكترونات من الصفيحة فلا يتغيّر انفراج وريقتا الكاشف.

٣- شحنة الصفيحة موجبة: (الحدث) الانفراج لا يتغير (التعليل) الأشعة فوق البنفسجية انتزعت الإلكترونات الحرة من الصفيحة ولكن الشحنة الموجبة تجذبها لها ولا يتغيّر الانفراج.

**اشرح خواص الفوتون ؟**

١- الفوتون جسيم يواكب موجة كهرطيسية تواترها $f$.
شحنته الكهربائية معدومة
٣- يتحرك بسرعة الضوء في الخلاء . ٤- طاقته: $E = hf$
٥-كمية حركته : $P = \frac{h}{\lambda}$ (يأتي استنتاج كمية حركة الفوتون)

$$P = mc, E = mc^2 \rightarrow P = \frac{E}{c^2}c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} = \frac{h}{\lambda}$$

في تجربة عندما يسقط فوتون يحمل طاقة $E = hf$ على سطح المعدن فإنه يصادف إلكترون حر طاقة انتزاعه $E_s$ ويعطيه كامل طاقته اشرح ماذا يحدث للإلكترون في كل من الحالات : عندما يكون ( $E = E_s$ - $E > E_s$ - $E < E_s$ )

الفوتون يحمل طاقة $E = hf$ فإن الإلكترون يقوم بامتصاص كامل طاقة الفوتون ليتغلب على طاقة انتزاعه التي تعطى بالعلاقة

$$E_s = W_s = hf_s$$

١- فإذا كانت $E$ تساوي طاقة الانتزاع $E_s$ أي يخرج $\bar{e}$ من معدن بطاقة حركية معدومة وعندها: $E = E_s$

$$\Rightarrow hf = hf_s \xRightarrow{\text{نختصر } h} f = f_s \xRightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_s} \xRightarrow{\text{نختصر الثوابت}} \lambda = \lambda_s$$

$f = f_s$ , $\lambda = \lambda_s$ (ينتزع الإلكترون فقط بدون طاقة حركية)

٢- إذا كانت $E_s < E$ فإن الالكترون ينتزع بجزء من طاقة الفوتون $E_s$ ويبقى الجزء الآخر على شكل طاقة حركية

$$E > E_s \Rightarrow hf > hf_s \xRightarrow{\text{نختصر } h} f > f_s \xRightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} > \frac{c}{\lambda_s}$$

$$\xRightarrow{\text{نختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda < \lambda_s \Rightarrow E_k = hf - E_s$$

شرط حدوث الفعل الكهرضوئي : (ينتزع الإلكترون ومعه طاقة حركية) $\boxed{f > f_s\ , \lambda < \lambda_s}$

٣- إذا كانت $E_s > E$ فإن الالكترون يكتسب طاقة حركية ويبقى مرتبطاً بالمعدن ولا ينتزع $\bar{e}$. ولايمر تيار .

$$E < E_s \Rightarrow hf < hf_s \xRightarrow{\text{نختصر } h} f < f_s \xRightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} < \frac{c}{\lambda_s}$$

$$\xRightarrow{\text{نختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda > \lambda_s$$

**صف الحجيرة الكهرضوئية وماهو شرط عمل الخلية الكهرضوئية**

حبابة زجاجية من الكوارتز مخلاة من أي غاز تحوي مسريين: المسرى الأول مهبط $C$ يغطي سطحه طبقة من معدن قلوي تتلقى الضوء ، و المسرى الثاني: مصعد $A$ على شكل شبكة معدنية أو حلقة ،

**(شرط عملها :** $E \ge E_s \Rightarrow hf \ge hf_s \xRightarrow{\text{نختصر } h} f \ge f_s$

$$\xRightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} \ge \frac{c}{\lambda_s} \xRightarrow{\text{نختصر } c \text{ ونقلب}} \boxed{\lambda \le \lambda_s}$$

في تجربة عندما يسقط فوتون على سطح المعدن فإنه يصادف إلكترون حر ويعطيه كامل طاقته فإذا كانت طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة انتزاع الالكترون فإن الالكترون ينتزع ومعه طاقة حركية

١- استنتج معادلة اينشتاين في الفعل الكهرضوئي
٢- قارن بين تفسير الفعل الكهرضوئي وفق اينشتاين ووفق النظرية الموجية الكلاسيكية من حيث : ( تواتر الضوء – شدة الضوء – الطاقة الحركية للالكترون – زمن الانتزاع )

وجد اينشتاين أن الالكترون ينتزع بطاقة حركية عظمى عندما :

$$E > E_s \Rightarrow E_k = E - E_s$$

$$E_k = hf - hf_s = \frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_s}$$

$$\boxed{E_k = hc(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s})}$$

| من حيث | الفعل الكهرضوني وفق اينشتاين | الفعل الكهرضوني وفق النظرية الموجية الكلاسيكية |
|---|---|---|
| تواتر الضوء | لا يحدث الفعل الكهرضوني إذا كان تواتر الفوتون الوارد أقل من تواتر العتبة $f_s$ الذي تتعلق قيمته بطبيعة المعدن | يحدث الفعل الكهرضوني عند جميع التواترات بحسب شدة الضوء الوارد |
| شدة الضوء | لا تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنتزع بزيادة شدة الضوء لأن الالكترون لايمتص سوى فوتون واحد من الفوتونات الواردة | تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنتزع بزيادة شدة الضوء لأن الضوء ذا الشدة العالية يحمل طاقة أكبر للمعدن |
| الطاقة الحركية للإلكترون | تزداد $E_k$ بزيادة تواتر الضوء الوارد | لاعلاقة لطاقة الالكترون بتواتر الضوء الوارد |
| زمن الانتزاع | يحدث انتزاع الالكترون آنياً | يحتاج الالكترون حتى ينتزع لزمن امتصاص الفوتون الوارد |

**اشرح تأثير التوتر المطبق على الحجيرة وعلى تيار الحجيرة**

نسلط حزمة ضوئية ذات طول موجي وحيد اللون وتواترها مناسب مع تثبيت شدة الحزمة الضوئية ، ونبدأ بتغيير قيم التوتر المطبق ، فنلاحظ أن التيار يمر عندما كان التوتر المطبق بين المهبط والمصعد سالباً ابتداءاً من $U=-U_0$

حيث $U_0$: كمون الإيقاف .

- عندما يكون كمون المهبط (موجباً) أعلى من كمون المصعد تخضع $\bar{e}$ لقوة محركة كهربائية تعاكس جهة الحقل الكهربائي وتعمل هذه القوة على إعادة الالكترونات إلى المهبط ولا يمر تيار
- عندما يصل التوتر إلى $U= -U_0$ توتر إيقاف تبدأ بعض الإلكترونات بالوصول إلى المصعد فيمر تيار وكلما صغر التوتر بقيمة مطلقة ازداد عدد الالكترونات التي تصل إلى المصعد فتزداد شدة التيار.
- عندما يكون كمون المصعد أعلى من كمون المهبط تعمل القوة الكهربائية على تسريع الإلكترونات المتجهة نحو المصعد ويزداد بذلك عددها فتزداد بذلك شدة التيار عظمى. $i=is$ تيار الإشباع وتصل جميع الإلكترونات إلى المصعد.

**اشرح تأثير الاستطاعة الضوئية على تيار الحجيرة ؟**

تعطى الإستطاعة الكهربائية بالعلاقة : $P=Nhf$ حيث $N$ عدد الفوتونات فكلما زاد احتمال تصادم الفوتونات مع الإلكترونات زاد ذلك من تيار الإشباع ، إذاً تزداد شدة تيار الإشباع بازدياد عدد الفوتونات المتصادمة مع الإلكترونات أي بزيادة الإستطاعة .

**اشرح آلية توليد الأشعة السينية ؟** عند تسخين سلك التنغستين تنبعث منه إلكترونات يتم تسريعها بتوتر متواصل كبير $10^5 \to 10^4$ فولط بين المهبط والمصعد تصطدم ال $\bar{e}$ المسرّعة بذرات الهدف وجزءاً منها يؤدي إلى انتزاع إلكترون من إلكترونات الطبقات الداخلية في ذرات الهدف، ويبقى مكانه شاغراً فينتقل أحد الإلكترونات من طبقات أعلى لذرات الهدف ليحل مكانه ويترافق ذلك بإصدار فوتونات ذات طاقة عالية هي الأشعة السينية وتتحول الطاقة الحركية للجزء الآخر من ال $\bar{e}$ المسرعة بعد اصطدامها لطاقة حرارية كبيرة في مادة الهدف لذلك يجب تبريده.

**ما هي طبيعة الأشعة السينية ؟** أمواج كهرطيسية أطوال موجاتها أقصر بكثير من أطوال أمواج الضوء المرئي:
$0.001nm \to 13.6nm$ وتحمل طاقة عالية جداً وسرعتها بسرعة انتشار الضوء

**مم يتألف أنبوب توليد الأشعة السينية (أنبوب كوليدج)؟**

أنبوب زجاجي مخلى من الهواء بشدة $10^{-6}mmHg$ يحوي سلك تنغستين ، يسخن لدرجة التوهج بتيار كهربائي ، و يحيط بالسلك مهبط معدني مقعر الشكل يعمل على عكس حزمة الالكترونات المنبعثة من السلك وتجميعها على الهدف الموصول بالمصعد (مقابل المهبط) و الهدف هو معدن ثقيل درجة انصهاره مرتفعة ويثبت على اسطوانة نحاسية متصلة بمبرد

**استنتج عبارة طول الموجة الأصغري للأشعة السينية؟**

إن طاقة فوتونات الأشعة السينية تساوي الطاقة الحركية للإلكترونات المسرّعة التي هي سبب إصدارها :

$$E = E_k \Rightarrow hf_{max} = eU \Rightarrow h\frac{c}{\lambda_{min}} = eU$$

$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU}$ : أقصر طول موجة للأشعة السينية و يتوقف $\lambda_{min}$ على فرق الكمون المطبق $U$.

**اذكر مع الشرح خواص الأشعة السينية؟**

١- تصدر عن ذرات العناصر الثقيلة بعد إثارتها.
٢- ذات قدرة عالية على النفوذ بسبب قصر طول موجتها
٣- تشبه الضوء المرئي من حيث الانتشار المستقيم والإنعكاس والتداخل والإنعراج .وتنتشر بسرعة الضوء
٤- غير مشحونة فلا تتأثر بالحقلين الكهربائي والمغناطيسي .
٥- تسبب التألق لبعض المواد بسبب قدرتها على اثارة ذرات هذه المواد.
٦- تؤين الغازات: فوتونات الأشعة السينية ذات طاقة كبيرة تكفي لتأيين الغاز الذي تخترقه .
٧- تؤثر في الأنسجة الحية: تتخرب الخلايا إذا استمر تعرضها للأشعة السينية لذا تستعمل الألبسة التي يدخل الرصاص بها للوقاية من حروق الأشعة السينية.

**اشرح قابلية امتصاص ونفوذ الأشعة السينية**

**ثخن المادة:** تزداد نسبة الأشعة الممتصة وتقل نسبة نفاذها بازدياد ثخن المادة .

**كثافة المادة:** تزداد نسبة الأشعة الممتصة بازدياد كثافة المادة وتنقص بنقصانها مثل الرصاص والذهب جيدة الامتصاص لكثافتها العالية أما الخشب والبلاستيك ضعيفة الامتصاص لقلة كثافتها .

**طاقة الأشعة المستخدمة :** يزداد امتصاصها بنقصان طاقتها ، ونميز نوعين منا من حيث الطاقة ( قد يأتي ماهو الفرق)
الأشعة اللينة : طاقتها منخفضة وامتصاصها كبير ونفوذها قليل
الأشعة القاسية : طاقتها عالية وامتصاصها قليل ونفوذها كبير

**قارن بين الأشعة المهبطية والأشعة السينية من حيث تأثير كل من الحقلين الكهربائي والمغناطيسي في كل منهما – طبيعة كل منهما**

الأشعة المهبطية سالبة الشحنة تتأثر بالحقل الكهربائي حيث تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مستوية وتتأثر بالحقل المغناطيسي بتأثير قوة لورنز وطبيعتها: إلكترونات منتزعة من مادة المهبط.
الأشعة السينية: لا تتأثر بالحقلين الكهربائي والمغناطيسي لأنها غير مشحونة وطبيعتها: أمواج كهرطيسية.

**عرف الليزر** : عبارة عن إشعاع كهرطيسي (فوتونات عالية الطاقة ومتساوية في التواتر ومتفقة في الطور والاتجاه) يرسل كميّات متساوية من الضوء من حيث التواتر والطور . تندمج مع بعضها البعض لتصبح على هيئة حزمة ضوئية تتسم بالطاقة العالية وذات تماسك شديد

**ما هو الفرق بين الإصدارين التلقائي والمحثوث ؟**

- الإصدار التلقائي يحدث سواد أكان هناك حزمة ضوئية واردة على الذرات أم لا يحدث في جميع الإتجاهات وطور الفوتون الصادر يأخذ أي قيمة بينما في الإصدار المحثوث
- الإصدار المحثوث لا يحدث إلا بحزمة ضوئية واردة تواترها يحقق شرط الامتصاص $\Delta E = hf$ وجهة وطور الفوتون الصادر محددة تطابق جهة وطور الفوتون الوارد.

**اشرح خواص حزمة الليزر**

- وحيدة اللون أي تتمتع بالتواتر نفسه .
- مترابطة بالطور : إن الفوتونات الناتجة عن الإصدار المحثوث تتمتع بطور الفوتون الذي حثّها ،
- انفراج حزمة الليزر صغير أي لايتوسع مقطع الحزمة كثيراً عند الابتعاد عن منبع الليزر .

**لدينا مادة ذات نظام ذرّي مستويين للطاقة والمطلوب :**

**١- ماشروط توليد الليزر ؟**
**٢- ما الانتقالات التي تحصل عند امتصاص أو إصدار الضوء ؟**
**٣- ما الانتقالات التي تعمل على توليد الليزر وتحت أية شروط؟**

١- تضخيم الضوء بالإصدار المحثوث للأشعة في وسط مضخم يصلح لتوليد ليزر ومضخة طاقة الليزر وحجرة تضخيم.
(المادة الفعالة – جملة التضخيم الضوئي – جملة الضخ الضوئي )
٢- - عند امتصاص الضوء تنتقل الإلكترونات من سوية أدنى إلى سوية أعلى
- عند إصدار الضوء تنتقل الإلكترونات من سوية أعلى إلى سوية أدنى .
٣- انتقال الإلكترونات من سوية أعلى إلى سوية أدنى نتيجة حثها بفوتونات واردة في وسط مضخم .

اختر الإجابة الصحيحة

١. عندما ينتقل الإلكترون من سوية طاقية أقرب للنواة إلى سوية طاقية أبعد عن النواة فإنه:
a- يمتص طاقة b- يصدر طاقة c- يحافظ على طاقته

٢. عندما ينتقل الإلكترون من سوية طاقية ما في الذرة إلى اللانهاية فإنه:
a- يقترب من النواة b- يصدر طاقة c- يصبح ذو طاقة معدومة

٣. بابتعاد الإلكترون عن النواة فإن طاقته:
a- تزداد b- تنقص c- لا تتغير

٤. تنشأ الطيوف الذرية نتيجة انتقال:
a- الإلكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أخفض.
b- الإلكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أعلى.
c- البروتون خارج الذرة.

٥. نقدم طاقة للذرة على شكل إشعاع متواصل فتثار الذرة لأنها:
a- تمتص كامل الطاقة المقدمة.
b- لا تمتص أية طاقة.
c- تمتص جزءاً من طاقة الإشعاع مطابقاً لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين.

٦. يمتص الإلكترون طاقة عندما:
a- ينتقل من مدار إلى آخر ضمن نفس السوية.
b- يهبط إلى سوية أقرب إلى النواة.
c- يقفز من سوية ادنى (دنيا) غلى سوية أعلى (عليا).

٧. الفعل الكهرحراري هو انتزاع:
a- النيوترونات من سطح المعدن بتسخينه.
b- الإلكترونات الحرة من سطح المعدن بتسخينه لدرجة حرارة مناسبة.
c- البروتونات من سطح المعدن بتسخينه.

٨. يتم التحكم بشدة إضاءة شاشة راسم الاهتزاز بوساطة التحكم:
a- بتوتر الجملة الحارفة.
b- بدرجة حرارة المهبط.
c- بالتوتر السالب المطبق على الشبكة.

٩. مهمة شبكة وهلنت هي:
a- ضبط الحزمة الإلكترونية.
b- تسخين السلك(الفتيل).
c- إصدار الإلكترونات.

١٠. تُطلى شاشة راسم الاهتزاز الإلكتروني بطبقة من الغرافيت:
a- لحماية الشاشة من الحقول الخارجية.
b- لالتقاط الفوتونات.
c- لامتصاص النترونات.

١١. الحزمة الضوئية حزمة من الجسيمات غير المرنية تسمى:
a- نترونات b- فوتونات c- إلكترونات

١٢. يزداد عدد الإلكترونات المقتلعة من مهبط الحجيرة الكهرضوئية بازدياد:
a- تواتر الضوء الوارد.
b- شدة الضوء الوارد.
c- كتلة صفيحة مهبط الحجيرة.

١٣. تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون لحظة مغادرته مهبط الحجيرة الكهرضوئية بازدياد:
a- تواتر الضوء الوارد.
b- شدة الضوء الوارد.
c- سماكة صفيحة مهبط الحجيرة.

١٤. يحدث الفعل الكهرضوئي بإشعاع ضوئي وحيد اللون تواتره:
$f > f_s$ -a $f < f_s$ -b $f = f_s$ -c

١٥. يجري انتزاع الإلكترون من سطح معدن ما إذا كانت طاقة الفوتون:
a- معدومة.
b- تساوي طاقة الانتزاع.
c- أكبر من طاقة الانتزاع.

١٦. في أنبوب الأشعة السينية يمكن تسرع الإلكترونات بين المهبط والمصعد:
a. بزيادة درجة حرارة سلك التسخين.
b. بزيادة التوتر المطبق على دارة تسخين السلك.
c. بزيادة التوتر المطبق بين المصعد والمهبط.

١٧. يزداد امتصاص المادة للأشعة السينية :
a. بزيادة طاقة الأشعة السينية.
b. بزيادة كثافة المادة.
c. بنقصان كثافة المادة.

١٨. الأشعة السينية أمواج كهرطيسية:
a. أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها صغيرة.
b. أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها كبيرة.
c. أطوال موجاتها كبيرة وطاقتها كبيرة.

١٩. تصدر الأشعة السينية عن ذرات:
a. العناصر الثقيلة. b. الكربون c. الهليوم

٢٠. طبيعة الأشعة المهبطية هي:
a) أمواج كهرطيسية b) إلكترونات c) بروتونات

٢١. تعطى كمية حركة الفوتون بالعلاقة :
a) $P=h\lambda$ b) $P=hf$ c) $P=\frac{h}{\lambda}$

٢٢. من خواص الفوتون:
a) شحنته موجبة b) لايمتلك كمية حركة c) شحنته معدومة

٢٣. تتمتع حزمة الليزر بإحدى الخواص الآتية:
a. مترابطة بالطور.
b. انفراج حزمة الليزر يضيق عند الابتعاد عن منبع الليزر.
c. لها اطوار مختلفة.

٢٤. الإصدار التلقائي:
a. لا يحدث إلا بوجود حزمة ضوئية واردة.
b. يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة على الذرة المثارة أم لم يكن هناك حزمة.
c. يحدث باتجاه محدد.

٢٥. إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواتر مناسب الوسط المضخم فإن امتصاص الفوتونات يتناسب طرداً مع:
a. عدد الذرات في السوية غير المثارة.
b. عدد الفوتونات.
c. عدد الذرات في السوية المثارة.

٢٦. إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواتر مناسب الوسط المضخم فإن إصدار الفوتونات بالإصدار المحثوث يتناسب طرداً مع:
a. عدد الذرات في السوية غير المثارة.
b. درجة الحرارة.
c. عدد الذرات في السوية المثارة.

**فسر ما يأتي :**

١. لا يمكن الحصول على وسط مضخم من دون استخدام مؤثر خارجي؟
لأن الإصدر المحثوث يعيد الذرات إلى السوية الأساسية فتخسر طاقة، فلا بد من مؤثر خارجي يقدم طاقة للوسط المضخم لإثارة الذرات من جديد ويعوض عن انتقال الذرات إلى الحالة الطاقية الأساسية.

٢. لا تتحلل حزمة الليزر عند إمرارها عبر موشور زجاجي؟
لأن حزمة الليزر وحيدة اللون.

٣. الأشعة المهبطية تتأثر بالحقلين الكهربائي و المغناطيسي
لأن شحنتها سالبة

٤. إذا سقطت الأشعة المهبطية على دولاب خفيف تستطيع تدويره.
لأنها تمتلك طاقة حركية

٥. الأشعة السينية ذات قدرة عالية على النفاذ؟
بسبب قصر طول موجتها

انظر إلى السماء في ليلة غير غائمة في مكان لا يوجد فيه تلوث ضوئي ، فترى أجرام ونقاط مضيئة في السماء والمطلوب :

١- أذكر ثلاثة فروق بين الكواكب والنجوم .

٢- كواكب المجموعة الشمسية ثمانية أربعة منها صخرية والباقي غازية، حدد كل منها مع ترتيب الموقع بالنسبة للشمس .

٣- مامصدر الطاقة التي تعطيها الشمس، مفسراً النقصان في كتلتها .

٤- فسر الفلكيون أن النظام الشمسي نشأ وفق نظرية السديم، اشرح هذه النظرية .

٥- كيف يتم تحديد كتلة وعمر النجم وتركيبه الكيميائي ؟

١.

| ١. من حيث | النجوم | الكواكب |
|---|---|---|
| الإشعاع الصادر | تبث الضوء والحرارة من داخلها ويكون إشعاعها أقل ثباتاً من إشعاع الكواكب | تعكس ضوء وحرارة الشمس ويكون إشعاعها أكثر ثباتاً من إشعاع النجوم |
| الموضع والحركة | لا تتغير أوضاعها بشكل ملحوظ ، أي مواقعها تبقى في تشكيلات ثابتة | تتحرك في مجال معيّن بالنسبة لمراقب على الأرض |
| درجة الحرارة | درجة حرارتها عالية ويسبح الملايين منها في الفضاء على امتداد القبة السماوية | باردة وتستمد حرارتها من الشمس |

٢. تحيط بالشمس أربعة كواكب صخرية وترتيبها حسب الأقرب من الشمس (عطارد – الزهرة – الأرض – المريخ ) ويليها أربعة كواكب غازية ( المشتري – زحل – أورانيوس – نبتون )

٣. مصدرها الاندماج النووي وهو اندماج الهدروجين لتكوين الهليوم ومع مرور الزمن تزداد كمية الهليوم وتقل كمية الهدروجين . وتنطلق كمية كبيرة جداً من الطاقة ناتج عن نقص في كتلة الشمس وتحول هذا النقص إلى طاقة وفق علاقة أينشتاين في النسبية الخاصة $\Delta E = \Delta m . c^2$

٤. نظرية السديم : تنص على أنه يبدأ التفاعل النووي داخل النجم عندما تنهار سحابة مكونة من الغاز و الجسيمات (وهي السديم) تحت تأثير الضغط الناتج عن جاذبيتها فيولد هذا الانهيار كرة كبيرة من الضوء ويبدأ الاندماج بين الذرات تحت تأثير الضغط والحرارة المرتفعين، فيندمج الهدروجين الذي يشكل النسبة الاكبر من النجم ليتحول إلى هيليوم، وتصدر الطاقة نتيجة النقص في الكتلة وفق علاقة أينشتاين .

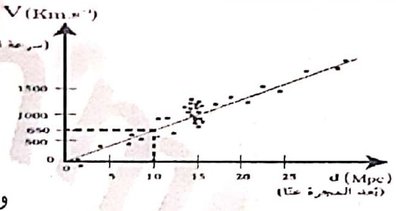
٥. يمكن تحديد كتلة النجم، وعمره، وتركيبه الكيميائي، وعدة خصائص أخرى بملاحظة ودراسة طيفه وشدة إضاءته وحركته.

يعبر التمثيل البياني المجاور عن سرعة المجرات بدلالة بعدها عنا وفق العالم هابل، المطلوب :

١. أيهما أكبر سرعة ابتعاد المجرات القريبة أم البعيدة عنا ؟

٢. هل وجد هابل انزياحاً لطيف المجرات نحو اللون الأزرق أم نحو الاحمر وماذا يعني ذلك؟

٣. أرمز لثابت التناسب (الميل) التقريبي بـ $H_0$ و اوجد العلاقة بين $d$، $H_0$، $v$




وجد هابل كلما كانت المجرة أبعد كانت سرعتها أكبر .

١. طيف المجرات ينزاح نحو اللون الأحمر لأن المجرات تبتعد ويزداد الطول الموجي مع ابتعادها وفق المعادلة: $\lambda' = \left(1 + \frac{v'}{v}\right)\lambda$ $\lambda'$ أكبر من $\lambda$

٢. $v = H_0 . d$ حيث : $v$ سرعة المجرة بالنسبة لنا، $H_0$ ثابت هابل، $d$ بعد المجرة عنا.

عندما يكون المنبع الموجي ساكناً بالنسبة للمراقب فإن $\lambda = \frac{v}{f}$، وعندما يتحرك المنبع الموجي بالنسبة للمراقب بسرعة $v'$ تشغل الموجة المسافة $\lambda'$، أوجد العلاقة بين $\lambda$ و $\lambda'$ ، لكل من الحالتين وماذا تسمى هذه الظاهرة في الطيف المرئي في كلتا الحالتين

١. عندما يبتعد المنبع الموجي عن المراقب

٢. عندما يقترب المنبع الموجي من المراقب

- صيغة أخرى للسؤال فسر:

١. عندما يبتعد المنبع الضوئي عن المراقب ينزاح الطيف الموجي نحو الأحمر واستنتج العلاقة بين $\lambda$ و $\lambda'$

٢. عندما يقترب المنبع الضوئي عن المراقب ينزاح الطيف الموجي نحو الأزرق واستنتج العلاقة بين $\lambda$ و $\lambda'$

١. عندما يبتعد منبع موجي عن مراقب فإن الطول الموجي يزداد، وبما أن الضوء ذا الطول الموجي الأكبر هو الاحمر، فعندما يبتعد المنبع الضوئي عن المراقب ينزاح الطيف الموجي نحو الاحمر.

عندما يكون المنبع ساكناً بالنسبة للمراقب تشغل الموجة مسافة $\lambda$ : $\lambda = \frac{v}{f}$

عندما يتحرك المنبع مبتعداً عن المراقب بسرعة $v'$، تشغل الموجة مسافة $\lambda'$ ويكون الزيادة في طول الموجة: $\Delta\lambda = \frac{v'}{f}$

$$\lambda' = \lambda + \Delta\lambda \Rightarrow \lambda' = \frac{v}{f} + \frac{v'}{f} \Rightarrow$$

$$\lambda' = \frac{v+v'}{f} \xRightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} \lambda' = \frac{v+v'}{\frac{v}{\lambda}} \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{v+v'}{v}\right)\lambda$$

$$\boxed{\lambda' = \left(1 + \frac{v'}{v}\right)\lambda}$$

$\lambda'$ أكبر من $\lambda$ أي ظاهرة انزياح نحو اللون الأحمر

٢. عندما يقترب منبع موجي من مراقب فإن الطول الموجي ينقص، وبما أن الضوء ذا الطول الموجي الأقصر هو الأزرق، فعندما يقترب المنبع الضوئي من المراقب ينزاح الطيف الموجي نحو الأزرق.

عندما يكون المنبع ساكناً بالنسبة للمراقب تشغل الموجة مسافة $\lambda$ : $\lambda = \frac{v}{f}$

عندما يتحرك المنبع مقترباً من المراقب بسرعة $v'$، تشغل الموجة مسافة $\lambda'$ ويكون النقصان في طول الموجة: $\Delta\lambda = \frac{v'}{f}$

$$\lambda' = \lambda - \Delta\lambda \Rightarrow \lambda' = \frac{v}{f} - \frac{v'}{f} \Rightarrow$$

$$\lambda' = \frac{v-v'}{f} \xRightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} \lambda' = \frac{v-v'}{\frac{v}{\lambda}} \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{v-v'}{v}\right)\lambda$$

$$\boxed{\lambda' = \left(1 - \frac{v'}{v}\right)\lambda}$$

$\lambda'$ أصغر من $\lambda$ أي ظاهرة انزياح نحو اللون الأزرق

**في الفيزياء الفلكية إن من أكثر النظريات قبولاً حول نشأة الكون نظرية الانفجار الأعظم والمطلوب :**

**١. اشرح ماذا تقول نظرية الانفجار العظيم**

**٢. اشرح الأسس الفيزيائية التي تقوم عليها هذه النظرية**

١. إن الكون نشأ قبل حوالي 13.8 مليار سنة. في تلك اللحظة، كان الكون عبارة عن نقطة منفردة صغيرة جداً، ذات كثافة عالية جداً من المادة والحرارة التي تفوق الخيال. ثم حدث الانفجار العظيم. وبدأت المادة تأخذ أشكالها، فتشكلت في البداية الجسيمات الأولية، ثم الذرات والجزيئات و الغبار الكوني، فالنجوم والمجرات، و استمر توسع الكون إلى يومنا هذا.

٢. - الانزياح نحو الأحمر لطيف المجرات.

- وجود تشويش ضعيف لموجات راديوية قادمة بشكل منتظم تماماً من جميع اتجاهات الكون، و بالشدة نفسها المتوقعة في وقتنا الحاضر لإشعاع الانفجار الأعظم.

- وجود كميات هائلة من الهيدروجين والهليوم في النجوم، فمثلاً تبين أن كمية الهليوم التي تحويها شمسنا أكبر بثلاث أضعاف من الكمية التي يمكن أن تتولد نتيجة اندماج الهيدروجين في قلب الشمس، وهذا يستدعي وجود مصدر هائل آخر درجة حرارته أعلى بكثير من درجة حرارة الشمس، إنها الدقائق الأولى من بدء الانفجار الأعظم.



**في الفيزياء الفلكية أفترض أني على سطح الأرض، وأريد إلقاء جسم للأعلى حتى يفلت من جذب الأرض وينطلق في الفضاء والمطلوب :**

**١. عرف السرعة الكونية الأولى واستنتج العلاقة المعبر عنها**

**٢. عرف السرعة الكونية الثانية (سرعة الإفلات) واستنتج العلاقة المعبرة عنها**

**٣. استنتج العلاقة بين السرعة الكونية الأولى والسرعة الكونية الثانية .**

١. السرعة الكونية الأولى هي السرعة المدارية (مماسية للمسار الدائري حول الأرض) التي تجعل قوة العطالة النابذة للجسم تساوي قوة جذب الأرض له.

قوة جذب الأرض $F_c = F_g$ القوة الجاذبة المركزية

$$m.a_c = G\frac{mM}{r^2}$$

$$m\frac{v^2}{r} = G\frac{mM}{r^2} \Rightarrow v_1^2 = \frac{GM}{r}$$

السرعة الكونية الأولى: $\boxed{v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}}$

السرعة الكونية الثانية هي السرعة التي تجعل الطاقة الحركية للجسم المبتعد عن الأرض تساوي طاقة الجذب الكامنة

طاقة الجذب الكامنة (عمل قوة التجاذب) $E_k = E_p$ الطاقة الحركية

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_g.r$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r$$

السرعة الكونية الثانية (سرعة الإفلات) : $\boxed{v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}}$

حيث:

- $v$: سرعة الإفلات من الأرض (السرعة الكونية الثانية).
- $G$: ثابت التجاذب العالمي.
- $M$: كتلة الأرض (الجسم الجاذب).
- $r$: نصف قطر الأرض.

٢. السرعة الكونية الأولى : $\boxed{v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}}$

السرعة الكونية الثانية (سرعة الإفلات) : $\boxed{v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}}$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{2GM}{r}}}{\sqrt{\frac{GM}{r}}} = \sqrt{2} \xrightarrow{\text{العلاقة بين السرعتين}} \boxed{v_2 = \sqrt{2}.v_1}$$

**الثقب الأسود هو حيز ذو كثافة هائلة لا يمكن لشيء الهروب من جاذبيته يعطى نصف قطره بالعلاقة :**

**$r = \frac{2GM}{c^2}$ المطلوب :**

**١. أكتب دلالات الرموز في العلاقة السابقة**

**٢. ماهي الطرق الممكنة لرصد الثقوب السوداء على الرغم من أنه لا يمكن رؤيتها فهي تبتلع الضوء ؟**

**٣. كيف يمكن للثقب الأسود أن يجذب الضوء؟ هل للضوء كتلة؟**

**٤. لو ضغط كوكب ليصبح ثقب أسود. استنتج نصف قطر الكوكب عندئذ .**

الحل : $r = \frac{2GM}{c^2}$

١. $c$: سرعة الضوء $G$: ثابت التجاذب العالمي. $M$: كتلة الجسم الأسود (الجسم الجاذب). $r$: نصف قطر الجسم الأسود .

٢. - سلوك الأجسام المجاورة للثقوب السوداء
- الانبعاث الإشعاعي لكل ماهو محيط بالثقب الأسود
- تأثير عدسة الجاذبية

٣. ليس للضوء كتلة سكونية لكن له طاقة تكافئ كتلة تعطى بالعلاقة: $E = m.c^2$ يعمل الثقب الأسود على جذبها .

٤. نستنتج أولاً السرعة الكونية الثانية :

الطاقة الحركية للجسم المبتعد

طاقة الجذب الكامنة (عمل قوة التجاذب) $E_k = E_p$

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_g.r \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r$$

السرعة الكونية الثانية (سرعة الإفلات): $v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

وبما أنه لا يمكن لأي جسم أن تتجاوز سرعته سرعة الضوء في الخلاء فيكون : $v = c \Rightarrow c = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

فيكفي الجسم الجاذب ليكون جسم أسود أن يكون نصف قطره يعطى بالعلاقة:

$$\boxed{r = \frac{2GM}{c^2}}$$

Scanned with CamScanner

أوراق الدورة المكثفة في

# الفيزياء

## الثالث الثانوي العلمي

(قسم المسائل)

إعداد المدرس :
أنس أحمد - سعد محمد

# المسألة رقم «١» النواس المرن

هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نقطة مادية كتلتها $(m = 0.1kg)$ معلقة بنابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولي تهتز بدور خاص $(1sec)$ وبسعة اهتزاز $(16cm)$ ، بفرض مبدأ الزمن عندما تكون النقطة المادية في مطالها الأعظمي الموجب ، $(\pi^2 = 10)$ المطلوب :

**١) استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام.**

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

تعيين الثوابت $\bar{\varphi}$ ، $\omega_0$ ، $X_{max}$

$X_{max} = 16cm$ (سعة الاهتزاز) $\Rightarrow \boxed{X_{max} = 16 \times 10^{-2} m}$

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

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء $t = 0$ ، $x = +X_{max}$

ترك دون سرعة ابتدائية $\boxed{\bar{\varphi} = 0}$ $\Leftarrow$ $+X_{max} = X_{max}\cos\bar{\varphi} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = +1$

نعوض قيم الثوابت بالشكل لعام: $\boxed{\bar{x} = 16 \times 10^{-2} \cos 2\pi t \;\; (m)}$

**٢) عين كل من الزمن اللازم لانتقال النقطة المادية من المطال الأعظمي الموجب إلى المطال الأعظمي السالب وعين لحظة المرور الأول والثاني للنقطة المادية في مركز الاهتزاز**

الزمن بين $+X_{max} \longrightarrow -X_{max}$ هو : $\frac{T_0}{2}$

$t = \frac{T_0}{2} \Rightarrow \boxed{t = \frac{1}{2} sec}$

بدأت الحركة من المطال الأعظمي الموجب $x = +X_{max}$

زمن المرور الأول في مركز الاهتزاز : $t_1 = \frac{T_0}{4} \Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{1}{4} sec}$

زمن المرور الثاني في مركز الاهتزاز : $t_2 = 3\frac{T_0}{4} \Rightarrow \boxed{t_2 = \frac{3}{4} sec}$

**٣) احسب قيمة السرعة العظمى للنقطة المادية (طويلة)**

السرعة العظمى طويلة : $v_{max} = \omega_0 X_{max}$

$v_{max} = 2\pi \times 16 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{v_{max} = 32\pi \times 10^{-2}\, m.s^{-1}}$

إضافي : أحسب سرعة النقطة المادية طويلة عند مرورها في المطال $x = 14cm$

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

$v = 2\pi\sqrt{256 \times 10^{-4} - 196 \times 10^{-4}} = 2\pi\sqrt{60 \times 10^{-4}}$

$v = 2\pi\left(2\sqrt{15} \times 10^{-2}\right) \Rightarrow \boxed{v = 4\pi\sqrt{15} \times 10^{-2}\, m.s^{-1}}$

**٤) احسب قيمة كمية الحركة العظمى للنقطة المادية**

قانون كمية الحركة : $p = m.v \Rightarrow P_{max} = m.v_{max}$

$P_{max} = 10^{-1} \times 32\pi \times 10^{-2}$

$\Rightarrow \boxed{P_{max} = 32\pi \times 10^{-3}\, kg.m.s^{-1}}$

**ملاحظة:** قد يعطينا $P_{max}$ ويطلب $\omega_0$

$P_{max} = m.v_{max} \Rightarrow P_{max} = m.\omega_0.X_{max}$

$\boxed{\omega_0 = \frac{P_{max}}{m.X_{max}}}$

**٥) احسب قيمة ثابت صلابة النابض.**

$k = m.\omega_0^2$ (يحسب من هنا أو من علاقة الدور الخاص )

$k = 10^{-1}(2\pi)^2 = 10^{-1} \times 4\pi^2$

$\Rightarrow \boxed{k = 4\, N.m^{-1}}$

**٦) احسب مقدار الاستطالة السكونية للنابض**

$m.g = k.x_0 \Rightarrow x_0 = \frac{m.g}{k}$

$x_0 = \frac{10^{-1} \times 10}{4} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{1}{4} m}$

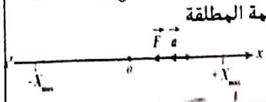
**٧) احسب قيمة قوة الارجاع وتسارع النقطة المادية في نقطة مطالها $(x = 5cm)$ وحدد على الرسم جهة كل منهما .**

$a = ?$ , $F = ?$ , $x = 5 \times 10^{-2}\, m$

$\bar{F} = -K\bar{x} \Rightarrow F = -4 \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{F = -2 \times 10^{-1} N}$

$\bar{a} = -\omega_0^2 \bar{x} \Rightarrow a = -(2\pi)^2 \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{a = -2 m.s^{-2}}$

ملاحظة: عندما يطلب شدة قوة الارجاع تكون بالقيمة المطلقة




$\boxed{F = 2 \times 10^{-1} N}$ $\Leftarrow$ $\bar{F} = \left|-K\bar{x}\right|$

**٨) احسب الطاقة الميكانيكية للهزازة**

$E = \frac{1}{2}KX_{max}^2$

$E = \frac{1}{2} \times 4 \times (16 \times 10^{-2})^2$

$E = \frac{1}{2} \times 4 \times 256 \times 10^{-4}$

$\Rightarrow \boxed{E = 512 \times 10^{-4} J}$

**٩) احسب الطاقة الحركية للنقطة المادية عندما يكون مطالها $(x = 10cm)$**

$x = 10 \times 10^{-2} m$ , $E_k = ?$

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

$E_k = \frac{1}{2}KX_{max}^2 - \frac{1}{2}KX^2$

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

$E_k = \frac{1}{2}.4[256 \times 10^{-4} - 100 \times 10^{-4}]$

$E_k = \frac{1}{2} \times 4[156 \times 10^{-4}]$

$E_k = 2[156 \times 10^{-4}]$

$\Rightarrow \boxed{E_k = 312 \times 10^{-4} J}$

**١٠) أحسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص $T_0 = 2sec$**

$m = ?$ $\quad T_0 = 2sec$

من علاقة الدور الخاص

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

$T_0^{\,2} = 4\pi^2\frac{m}{k} \Rightarrow 4 = 4\pi^2\frac{m}{4} \Rightarrow 4 = 10m$

$\boxed{m = 0.4kg}$

ملاحظة: قد يعطينا الكتلة ويطلب الدور الخاص. $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

١١) بفرض أن مبدأ الزمن لحظة مرور النقطة المادية في نقطة مطالها $\left(x = \frac{X_{max}}{2}\right)$ وبالاتجاه الموجب .

a) استنتج التابع الزمني لحركة النقطة المادية انطلاقاً من شكله العام .

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

تعيين الثوابت $X_{max}$ ، $\omega_0$ ، $\bar{\varphi}$

$X_{max} = 16cm \Rightarrow \boxed{X_{max} = 16 \times 10^{-2} m}$

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

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء $x = \frac{X_{max}}{2}$ ، $t = 0$ ، $v > 0$ (اتجاه موجب السرعة موجبة)

$\frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cos \bar{\varphi} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{\varphi} \begin{cases} +\frac{\pi}{3} rad \\ -\frac{\pi}{3} rad \end{cases}$

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

نعوض شروط البدء بتابع السرعة:

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

نختار قيمة $\bar{\varphi}$ التي تجعل السرعة موجبة :

مرفوض (لأن السرعة سالبة) $\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{3} rad \Rightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin\left(+\frac{\pi}{3}\right) < 0$

مقبول (لأن السرعة موجبة) $\bar{\varphi} = -\frac{\pi}{3} rad \Rightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) > 0$

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام : $\boxed{\bar{x} = 16 \times 10^{-2} \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)\ m}$

b) عين زمن المرور الأول والثاني للنقطة المادية في مركز التوازن.

في مركز التوازن : $x = 0$ أي نعدم تابع المطال :

$0 = 16 \times 10^{-2} \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$

$\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 0$

$\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi K\right)$

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

نخرج $(\pi)$ عامل مشترك ونختصرها من الطرفين

$\xRightarrow{\text{نعزل } t} 2t - \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + K$

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

نقسم الطرفين على (٢)

$t = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{K}{2}$

$t = \frac{3}{12} + \frac{2}{12} + \frac{K}{2}$

$\boxed{t = \frac{5}{12} + \frac{K}{2}}$

زمن المرور الأول $k = 0 \Leftarrow \boxed{t_1 = \frac{5}{12} sec}$

زمن المرور الثاني $k = 1 \Leftarrow \boxed{t_2 = \frac{5}{12} + \frac{1}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{11}{12} sec}$

# النواس الثقلي المركب

حالات الساق المتجانسة يفضل دراسة الملاحظات قبل البدء : عزم عطالة الساق حول محور مار من مركزها $\left(I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} mL^2\right)$ $(\pi^2 = 10 = g)$

١) ساق متجانسة m تهتز حول محور مار من طرفها العلوي

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

تعيين $d = \overset{\frown}{oc}$ : $\boxed{d = \frac{L}{2}}$ (بعد O عن C)

تعيين $I_\Delta$ : $I_{\Delta \text{هايغنز}} = I_{\Delta/c} + md^2$

$I_\Delta = \frac{1}{12} mL^2 + m\frac{L^2}{4} \xRightarrow{\text{توحيد المقامات}} \boxed{I_\Delta = \frac{1}{3} mL^2}$

$\xRightarrow{\text{نعوض في الدور}} T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3} mL^2}{mg\frac{L}{2}}}$

الدور بدلالة طول الساق $\xRightarrow{\text{نختصر} \pi = \sqrt{g}} \boxed{T_0 = 2\sqrt{\frac{2}{3} L}}$

- ملاحظة: **قد يعطينا الدور الخاص ويطلب طول الساق نُحل بنفس الطريقة ومن علاقة الدور الخاص نعزل طول الساق $L$ :**

$T_0 = 2\sqrt{\frac{2}{3} L} \xRightarrow{\text{نربع الطرفين}} T_0^2 = 4\left(\frac{2}{3} L\right) \Rightarrow \boxed{L = \frac{3T_0^2}{8}}$

٢) ساق متجانسة M تهتز حول محور مار من طرفها العلوي ومعلق بنهايتها السفلية كتلة نقطية $m'$

توضح $m'$ تبعد عن o مسافة $r' \Leftarrow r' = L$

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

$\boxed{I_{\Delta \text{جملة}} = I_{\Delta \text{ساق هايغنز}} + I_{\Delta/m' \text{كتلة}}}$

$I_{\Delta \text{هايغنز}} = I_{\Delta/c} + Md^2$

$\Rightarrow I_{\Delta \text{هايغنز}} = \frac{1}{12} ML^2 + M\frac{L^2}{4} \xRightarrow{\text{توحيد المقامات}} \boxed{I_{\Delta \text{هايغنز}} = \frac{1}{3} ML^2}$

$I_{\Delta/m' \text{كتلة}} = m'r'^2 \xRightarrow{r' = L} I_{\Delta/m' \text{كتلة}} = m'L^2$

$I_{\Delta \text{جملة}} = \frac{1}{3} ML^2 + m'L^2 \Rightarrow \boxed{I_{\Delta \text{جملة}} = L^2\left(\frac{1}{3} M + m'\right)}$

تعيين $d$ :

$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{M.\overset{\frown}{r}_{(\text{بعد } M \text{ عن } O)} + m'.\overset{\frown}{r'}_{(\text{بعد } m' \text{ عن } O)}}{M + m'} \xRightarrow{r = \frac{L}{2}, r' = L} \boxed{d = \frac{M\frac{L}{2} + m'L}{M + m'}}$

تعيين $m_{\text{جملة}}$ : $\boxed{m_{\text{جملة}} = M + m'}$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم $\left(I_{\Delta \text{جملة}} . d . m_{\text{جملة}}\right)$ ونعوضها في علاقة الدور الخاص

- ملاحظة: **إذا كانت الساق مهملة الكتلة $M = 0$ فيكون :**

$\boxed{I_{\Delta \text{هايغنز}} = 0 \Rightarrow I_{\Delta \text{جملة}} = m'L^2}$ و $\boxed{m_{\text{جملة}} = m'}$ $\boxed{d = L}$

- **إذا كانت $M = m'$ نعوض في علاقات $\left(I_\Delta . d . m \text{ جملة}\right)$ فنحصل على قيمها**

٣) ساق متجانسة M تهتز حول محور مار من منتصفها ومعلق بنهايتها السفلية كتلة نقطية $m'$

توضيح $m'$ تبعد عن O مسافة $r' \Leftarrow r' = \frac{L}{2}$

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

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c\,\text{كتلة}} + I_{\Delta/m'} = \frac{1}{12}ML^2 + m'r'^2 \xRightarrow{r'=\frac{L}{2}}$$

$$\boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{1}{12}ML^2 + m'\frac{L^2}{4}}$$

تعيين $d$:

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{Mr + m'r'}{M+m'} \xRightarrow{r=0,\,r'=\frac{L}{2}} \boxed{d = \frac{m'\frac{L}{2}}{M+m'}}$$

تعيين $m$ جملة: $\boxed{m = M + m'}$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

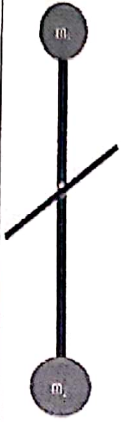
- ملاحظة: إذا كانت $M = m'$ نعوض في علاقات ($I_\Delta . d . m$ جملة) فنحصل على قيمها

تعيين $m$ جملة: $\boxed{m = M + m' = 2M}$

تعيين $d$: $\boxed{d = \frac{m'\frac{L}{2}}{M+m'} = \frac{m'\frac{L}{2}}{2M} \xRightarrow{\text{نختصر } M, m'} \boxed{d = \frac{L}{2}}}$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{1}{12}ML^2 + m'\frac{L^2}{4} \xRightarrow{\text{توحيد المقامات}} \boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} == \frac{1}{3}ML^2}$$

٤) ساق مهملة الكتلة تهتز حول محور مار من مركزها ومعلق من طرفها العلوي كتلة نقطية $m_1$ ومن طرفها السفلي كتلة نقطية $m_2$



ساق مهملة الكتلة: ($M_{\text{ساق}} = 0 \quad I_{\Delta/c} = 0$)

توضيح $m_1$ تبعد عن O مسافة $r_1 \Leftarrow r_1 = \frac{L}{2}$ .

$m_2$ تبعد عن O مسافة $r_2 \Leftarrow r_2 = \frac{L}{2}$

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

تعيين $I_\Delta$ حسب جملة: $I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 0 + m_1{r_1}^2 + m_2{r_2}^2 \xRightarrow{r_1=r_2=\frac{L}{2}}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = m_1\frac{L^2}{4} + m_2\frac{L^2}{4} \Rightarrow \boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{L^2}{4}(m_1+m_2)}$$

تعيين $m$ جملة: $\boxed{m_{\text{جملة}} = M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$

تعيين $d$: $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2 \cdot \overbrace{r_2}^{(\text{بعد } m_2 \text{ عن } O)} - m_1 \cdot \overbrace{r_1}^{(\text{بعد } m_1 \text{ عن } O)}}{m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$

$$\xRightarrow{r_1=r_2=\frac{L}{2}} \boxed{d = \frac{m_2\frac{L}{2} - m_1\frac{L}{2}}{m_{\text{جملة}}}}$$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m_{\text{جملة}}$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

٥) ساق مهملة الكتلة تهتز حول محور مار من نقطة تبعد $\frac{L}{3}$ عن طرفها العلوي المعلق عنده كتلة نقطية $m_1$ ونعلق من طرفها السفلي كتلة نقطية $m_2$

ساق مهملة الكتلة: ($M_{\text{ساق}} = 0 \quad I_{\Delta/c} = 0$)

توضيح $m_1$ تبعد عن O مسافة $r_1 \Leftarrow r_1 = \frac{L}{3}$

$m_2$ تبعد عن O مسافة $r_2 \Leftarrow r_2 = \frac{2L}{3}$

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

تعيين $I_\Delta$ حسب جملة: $I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 0 + m_1{r_1}^2 + m_2{r_2}^2 \xRightarrow{(r_1=\frac{L}{3},\,r_2=\frac{2L}{3})}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = m_1\frac{L^2}{9} + m_2\frac{4L^2}{9} \Rightarrow \boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = \frac{L^2}{9}(m_1+4m_2)}$$

تعيين $m$ جملة: $\boxed{m_{\text{جملة}} = M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$

تعيين $d$: $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2r_2 - m_1r_1}{m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$

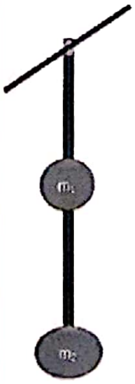
$$\xRightarrow{(r_1=\frac{L}{3},\,r_2=\frac{2L}{3})} \boxed{d = \frac{m_2\frac{2L}{3} - m_1\frac{L}{3}}{m_{\text{جملة}}}}$$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m_{\text{جملة}}$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

- أعد هذه المسألة من أجل معطيات أخرى:

ساق مهملة الكتلة تهتز حول محور مار من نقطة تبعد $\frac{L}{4}$ عن طرفها العلوي المعلق عنده كتلة نقطية $m_1$ ومن طرفها السفلي كتلة نقطية $m_2$

٦) ساق مهملة الكتلة تهتز حول محور مار من طرفها العلوي نثبت في منتصفها كتلة نقطية $m_1$ ومن طرفها السفلي كتلة نقطية $m_2$



ساق مهملة الكتلة: ($M_{\text{ساق}} = 0 \quad I_{\Delta/c} = 0$)

توضيح $m_1$ تبعد عن O مسافة $r_1 \Leftarrow r_1 = \frac{L}{2}$

$m_2$ تبعد عن O مسافة $r_2 \Leftarrow r_2 = L$

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

تعيين $I_\Delta$ حسب جملة: $I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = 0 + m_1{r_1}^2 + m_2{r_2}^2 \xRightarrow{(r_1=\frac{L}{2},\,r_2=L)}$$

$$I_{\Delta\,\text{جملة}} = m_1\frac{L^2}{4} + m_2L^2 \Rightarrow \boxed{I_{\Delta\,\text{جملة}} = L^2\left(\frac{m_1}{4} + m_2\right)}$$

تعيين $m$ جملة: $\boxed{m_{\text{جملة}} = M_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$

تعيين $d$: $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2r_2 + m_1r_1}{m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2}$

$$\xRightarrow{(r_1=\frac{L}{2},\,r_2=L)} \boxed{d = \frac{m_2L + m_1\frac{L}{2}}{m_{\text{جملة}}}}$$

نعوض الأرقام المعطاة بنص المسألة فنحصل على قيم ($I_\Delta . d . m$ جملة) ونعوضها في علاقة الدور الخاص

# المسألة رقم «٢» النواس الثقلي المركب . النواس الفتل (ساق)

يتألف نواس ثقلي من ساق متجانسة مهملة الكتلة $(L = 1m)$ تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية $(m_1 = 400g)$ وفي نهايتها السفلية كتلة نقطية $(m_2 = 600g)$ نجعلها شاقولية لتهتز حول محور ثابت عمودي على مستويها ومار من منتصفها $(\pi^2 = 10)$

$m_1 = 400g \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-1} = \frac{4}{10}kg$ ، $m_2 = 600g \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-1} = \frac{6}{10}kg$ ، ساق مهملة الكتلة: $(M_{ساق} = 0 \quad I_{\Delta/c} = 0)$

١) احسب دور اهتزازاتها صغيرة السعة:

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

تعيين $I_\Delta$ حسب جملة: $I_{\Delta_{جملة}} = I_{\Delta/c} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

$$I_{\Delta_{جملة}} = 0 + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \xrightarrow{r_1 = r_2 = \frac{L}{2}}$$

$$I_{\Delta_{جملة}} = m_1\frac{L^2}{4} + m_2\frac{L^2}{4} = (m_1 + m_2)\frac{L^2}{4}$$

$$I_{\Delta_{جملة}} = \left(\frac{4}{10} + \frac{6}{10}\right)\frac{1}{4} = \frac{10}{10} \times \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{I_\Delta = \frac{1}{4}\,kg.m^2}$$

$$m_{جملة} = M_{ساق} + m_1 + m_2 = 0 + \frac{4}{10} + \frac{6}{10} \Rightarrow \boxed{m_{جملة} = \frac{10}{10} = 1kg}$$

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_2 r_2 - m_1 r_1}{M_{ساق} + m_1 + m_2} = \frac{m_2\frac{L}{2} - m_1\frac{L}{2}}{m_{جملة}}$$

$$d = \frac{\frac{6}{10}\times\frac{1}{2} - \frac{4}{10}\times\frac{1}{2}}{1} = \frac{3}{10} - \frac{2}{10} \Longrightarrow \boxed{d = \frac{1}{10}m}$$

نعوض كل القيم: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{4}}{1\times10\times\frac{1}{10}}} = 2\pi \times \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{T_0 = \pi\ sec}$

٢) احسب طول النواس البسيط المُواقت لهذا النواس .

$$T_0' \text{بسيط} = T_0 \text{مركب}$$

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

$$\Rightarrow 2\sqrt{\frac{L'}{10}} = 1$$

نربع الطرفين $\Rightarrow 4 \times \frac{L'}{10} = 1 \Rightarrow L' = \frac{10}{4}$

$\boxed{L' = 2.5(m)}$ وهذا هو طول النواس البسيط المواقت

٣) نزيح الجملة عن وضع توازنها الشاقولي زاوية $\theta_{max}$ ونتركها دون سرعة ابتدائية .

a) استنتج العلاقة المحدد للسرعة الزاوية لحظة مرورها بوضع التوازن الشاقولي ثم احسب قيمتها علماً أن $(\theta_{max} = 60^\circ)$

$\theta_{max} = 60^\circ = \frac{\pi}{3}rad \quad , \quad \omega = ?$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \overline{w}_{\vec{F}_{1\to2}} = \overline{\Delta E_K}$$

$$\cancel{W_{\vec{R}}} + W_{\vec{w}} = E_k - \cancel{E_{K_0}}$$

نقطة تأثيرها لا تنتقل . دون سرعة ابتدائية .

$$W_{\vec{w}} = E_k \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{mgh}{\frac{1}{2}I_\Delta} \xrightarrow{h = d(1 - cos\theta_{max})} \omega = \sqrt{\frac{2mgd[1 - cos\theta_{max}]}{I_\Delta}}$$

نأخذ قيم كل من $d\ .\ I_\Delta.m$ من طلب الدور

$$\left(I_\Delta = \frac{1}{4}\,kg.m^2 \text{ و } d = \frac{1}{10}m \text{ و } m_{جملة} = 1kg\right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\times1\times10\times\frac{1}{10}\left[1 - \frac{1}{2}\right]}{\frac{1}{4}}} \Rightarrow \boxed{\omega = 2\,rad.s^{-1}}$$

b) احسب قيمة السرعة الخطية لكل من مركز العطالة وإحدى الكتلتين

السرعة الخطية : $v = \omega.r$

$$\xrightarrow{\text{لإحدى الكتلتين}} r = \frac{L}{2} \Rightarrow v = \omega.\frac{L}{2} = 2.\frac{1}{2} = 1 \Rightarrow \boxed{v = 1\,m.s^{-1}}$$

$$\xrightarrow{\text{لمركز العطالة}} r = d \Rightarrow v = \omega.d = 2.\frac{1}{10} = \frac{1}{5} \Rightarrow \boxed{v = \frac{1}{5}\,m.s^{-1}}$$

c) استنتج العلاقة المحددة للزاوية $\theta_{max}$ لحظة مرورها بوضع التوازن الشاقولي ثم احسب قيمتها علماً أن $(\omega = 2\sqrt{2}\,rad.s^{-1})$

$\omega = 2\sqrt{2}\,rad.s^{-1} \quad , \quad \theta_{max} = ?$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \overline{w}_{\vec{F}_{1\to2}} = \overline{\Delta E_K}$$

$$\cancel{W_{\vec{R}}} + W_{\vec{w}} = E_k - \cancel{E_{K_0}}$$

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل ، 0 دون سرعة ابتدائية

$$W_{\vec{w}} = E_k \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$$

$$h = d(1 - cos\theta_{max}) \Rightarrow mgd(1 - cos\theta_{max}) = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$$

$$(1 - cos\theta_{max}) = \frac{\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2}{mgd} \Rightarrow \boxed{cos\theta_{max} = 1 - \frac{\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2}{mgd}}$$

نأخذ قيم كل من $d\ .\ I_\Delta.m$ من طلب الدور :

$$\left(I_\Delta = \frac{1}{4}\,kg.m^2 \text{ و } d = \frac{1}{10}m \text{ و } m_{جملة} = 1kg\right)$$

من الفرض : $\omega = 2\sqrt{2}\,rad.s^{-1} \Rightarrow \omega^2 = 8$

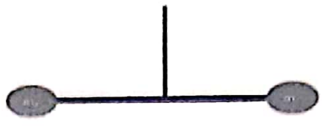
$$cos\theta_{max} = 1 - \frac{\frac{1}{2}\times\frac{1}{4}\times8}{1\times10\times\frac{1}{10}} = 1 - 1 = 0$$

$$cos\theta_{max} = 0 \Rightarrow \boxed{\theta_{max} = \frac{\pi}{2}rad}$$

٤) نأخذ الساق فقط ونعلقها من منتصفها بسلك فتل شاقولي ثابت فتله $(K = 0,1 m.N.rad^{-1})$ ونثبت على طرفي الساق كتلتين نقطيتين $(m_1 = m_2 = 50g)$ ونحرف الساق عن وضع توازنها الأفقي بزاوية $(60^{\circ})$ ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة $(t = 0)$ فتهتز بحركة جيبية دورانية $(\pi^2 = 10)$ والمطلوب:

a) احسب دورها الخاص.

$m_1 = m_2 = 50g = 5 \times 10^{-2} kg \quad , \quad K = 10^{-1}\, m.N.rad^{-1}$



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

$I_{\Delta_{جملة}} = I_{\Delta_{ساق/c\, مهملة}} + 2I_{\Delta m_1}$

$I_{\Delta_{جملة}} = 0 + 2I_{\Delta m_1}$

$I_{\Delta_{جملة}} = 2m_1 r_1^2 \xrightarrow{r_1 = r_2 = \frac{L}{2}} \boxed{I_{\Delta_{جملة}} = 2m_1\frac{L^2}{4}}$

$I_{\Delta_{جملة}} = 2 \times 5 \times 10^{-2} \times \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{I_{\Delta_{جملة}} = \frac{1}{4} \times 10^{-1}\, kg.m^2}$

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

ملاحظة: قد يعطينا قيمة الدور الخاص $T_0$ ويطلب حساب طول الساق $L$ :

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}} \xrightarrow[\text{نعوض}]{I_{\Delta_{جملة}} = 2m_1\frac{L^2}{4}} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2m_1\frac{L^2}{4}}{K}} \overset{\text{نربع}}{\Longrightarrow}$

$T_0^{\,2} = 4\pi^2\left(\frac{2m_1\frac{L^2}{4}}{K}\right) \xrightarrow{\text{نعزل } L^2} L^2 = \frac{4k.T_0^{\,2}}{4\pi^2(2m_1)}$

$\xrightarrow{\text{نختصر ونجذر}} \boxed{L = \sqrt{\frac{k.T_0^{\,2}}{\pi^2(2m_1)}}}$

b) استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.

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

تعيين الثوابت $\bar{\varphi}$ , $\omega_0$ , $\theta_{max}$

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

$\theta_{max} = \frac{\pi}{3}\, rad$ تركت دون سرعة ابتدائية $\theta =$

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء: $t = 0$ ، $\theta = +\theta_{max}$

$+\theta_{max} = \theta_{max}\cos\bar{\varphi} \Rightarrow \cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \boxed{\bar{\varphi} = 0}$ تركت دون سرعة ابتدائية

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام: $\boxed{\theta = \frac{\pi}{3}\cos 2t\ (rad)}$

c) أحسب الطاقة الكامنة في وضع مطاله الزاوي $\theta = \frac{\pi}{6} rad$ ثم أحسب الطاقة الحركية عندئذٍ

الطاقة الكامنة : $E_p = \frac{1}{2}k\theta^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-1} \times \frac{\pi^2}{36} = \frac{1}{72} J$

الطاقة الحركية : من فرق الطاقات

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

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

$E_k = \frac{1}{2}K[\theta_{max}^2 - \theta^2]$

$E_k = \frac{1}{2} \times 10^{-1}\left[\frac{\pi^2}{9} - \frac{\pi^2}{36}\right]$

$E_k = \frac{1}{2} \times 10^{-1}\left[\frac{4\pi^2}{36} - \frac{\pi^2}{36}\right]$

$\boxed{E_k = \frac{3}{72} J}$

> نستطيع حساب $E_k$ فوراً
> $E_k = E - E_P$
> إذا عُلمت قيم $E$ و $E_P$

d) احسب قيمة السرعة الزاوية لحظة مرور الساق بوضع التوازن للمرة الأولى.

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

نحسب زمن المرور الأول للساق بوضع التوازن : $t_1 = \frac{T_0}{4} = \frac{\pi}{4} sec$

$\overset{\text{نعوض}}{\Longrightarrow} \bar{\omega} = -2 \times \frac{\pi}{3}\sin(2 \times \frac{\pi}{4} + 0) \Rightarrow \boxed{\omega = -2.\frac{\pi}{3}\ rad.s^{-1}}$

e) احسب التسارع الزاوي للساق في وضع تصنع فيه زاوية قدرها $\left(\theta = -\frac{\pi}{4}\ rad\right)$ مع وضع توازنها الأفقي.

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

$\alpha = -4 \times \left(-\frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow \boxed{\alpha = \pi\, rad.s^{-2}}$

٥) نجعل طول سلك الفتل ضعفي ما كان عليه احسب قيمة الدور الجديد للجملة.

فرضاً: $L_2 = 2L_1$

قبل التغيير $T_{0_1} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K_1}}$

بعد التغيير $T_{0_2} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K_2}}$

$\frac{T_{0_2}}{T_{0_1}} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} \quad (*)$

قبل التغيير $K_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1}$

بعد التغيير $K_2 = k'\frac{(2r)^4}{L_2}$

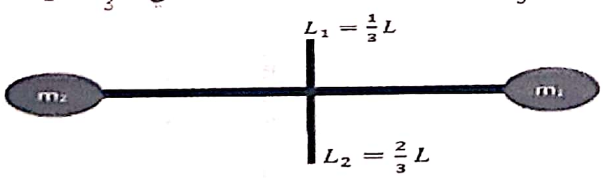
$\frac{K_1}{K_2} = \frac{L_2}{L_1} \xrightarrow{\text{فرضاً } L_2 = 2L_1} \frac{K_1}{K_2} = \frac{2L_1}{L_1} = 2$

نعوض في $(*)$ :

$\frac{T_{0_2}}{T_{0_1}} = \sqrt{2} \Rightarrow T_{0_2} = \sqrt{2}.T_{0_1} \Rightarrow \boxed{T_{0_2} = \pi\sqrt{2}\ sec}$

٦) نقسم سلك الفتل إلى قسمين احداهما $\left(L_1 = \frac{1}{3}L\right)$ والآخر $\left(L_2 = \frac{2}{3}L\right)$ ونعلق الساق من منتصفها بجزأي السلك معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل . احسب الدور الجديد للجملة.

السلك الأول $L_1 = \frac{1}{3}L$ ، السلك الثاني $L_2 = \frac{2}{3}L$




للسلك الأول $K_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1} = k'\frac{(2r)^4}{\frac{1}{3}L} \xrightarrow{\text{نضرب المقلوب}} K_1 = 3\left(K'\frac{(2r)^4}{L}\right) \Rightarrow \boxed{K_1 = 3K}$

للسلك الثاني $K_2 = k'\frac{(2r)^4}{L_2} = k'\frac{(2r)^4}{\frac{2}{3}L} \xrightarrow{\text{نضرب المقلوب}} K_2 = \frac{3}{2}\left(K'\frac{(2r)^4}{L}\right) \Rightarrow \boxed{K_1 = \frac{3}{2}K}$

$K_{جملة} = K_1 + K_2 = 3K + \frac{3}{2}K = \frac{6}{2}K + \frac{3}{2}K \Rightarrow \boxed{K_{جملة} = \frac{9}{2}K}$

$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K_{جملة}}} \Rightarrow T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{\frac{9}{2}K}} \xrightarrow{\text{نضرب المقلوب}} T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{2}{9} \times \frac{I_\Delta}{K}}$

$T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3}\left(2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{K}}\right) \Rightarrow T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3}T_0 \Rightarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3}\pi\ sec}$

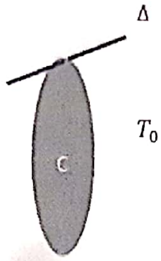
# المسألة رقم «٣» النواس الثقلي المركب ، النواس الفتل ، قرص ،

A) يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس نصف قطره $\left(r = \frac{1}{6}m\right)$ يمكنه أن ينوس في مستوي شاقولي حول محور أفقي عمودي على مستويه ومار من نقطة على محيطه ، نزيح القرص عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية $(60^\circ)$ ونتركه دون سرعة ابتدائية علماً أن عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه $\left(I_{\Delta/C} = \frac{1}{2}mr^2\right)$ $(\pi^2 = 10)$ والمطلوب:

١) احسب الدور الخاص للاهتزاز

$\theta_{max} = 60^\circ = \frac{\pi}{3} rad > 0,24\ rad$ (الزوايا الشهيرة سعاتا كبيرة)

سعات كبيرة: الدور بحالة السعات الكبيرة :




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

حساب الدور بحالة السعات الصغيرة : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$

هايغنز $I_\Delta = I_{\Delta/c} + md^2$

$\boxed{d = r}$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2 + mr^2 \Rightarrow \boxed{I_\Delta = \frac{3}{2}mr^2}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{m\times 10\times r}} \Rightarrow T_0 = 2\sqrt{\frac{3}{2}r} = 2\sqrt{\frac{3}{2}\times\frac{1}{6}}$$

الدور بحالة السعات الصغيرة : $\boxed{T_0 = 1\ sec}$ ⇐ نعوض للسعات الكبيرة

$$T'_0 = 1\left[1 + \frac{\frac{\pi^2}{9}}{16}\right] = 1 + \frac{10}{144} = \frac{144}{144} + \frac{10}{144} \Rightarrow \boxed{T'_0 = \frac{154}{144}\ sec}$$

<u>إضافي : أحسب كتلة القرص إذا فرضنا أن عزم عطالة القرص حول محور أفقي مار من مركزه</u> $I_{\Delta/C} = \frac{1}{24}kgm^2$

من قانون $I_{\Delta/C}$ نجد : $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2}mr^2 \Rightarrow \frac{1}{24} = \frac{1}{2}\times m\times\frac{1}{36}$

$\boxed{m = 3kg}$

٢) استنتج العلاقة المحددة للسرعة الزاوية للقرص عند المرور بالشاقول، ثم احسب قيمتها واحسب السرعة الخطية لمركز عطالته .

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to 2}} = \overline{\Delta E_K}$$

$$\cancel{W_{\vec{R}}} + W_{\vec{w}} = E_k - \cancel{E_{K_0}}$$

0 نقطة تأثيرها لا تنتقل ، 0 دون سرعة ابتدائية

$$W_{\vec{w}} = E_k$$

$$mgh = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$$

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

$$mgh = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{mgh}{\frac{1}{2}I_\Delta} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2mgd[1-cos\theta_{max}]}{I_\Delta}}$$

نأخذ $I_\Delta$ و $d$ من طلب الدور : $\left(I_\Delta = \frac{3}{2}mr^2 \quad , \quad d = r\right)$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mgr[1-cos\theta_{max}]}{\frac{3}{2}mr^2}}$$

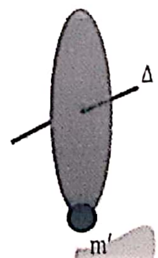
$$\omega = \sqrt{\frac{2\times 10\left[1-\frac{1}{2}\right]}{\frac{3}{2}\times\frac{1}{6}}} = \sqrt{40} = 2\sqrt{10} \Rightarrow \text{السرعة الزاوية } \boxed{\omega = 2\pi\ rad.s^{-1}}$$

السرعة الخطية $v = \omega.r = 2\pi\times\frac{1}{6} \Rightarrow \boxed{v = \frac{\pi}{3}\ m.s^{-1}}$

B) نثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية $(m')$ مساوية لكتلة القرص $(m)$ ونجعله يهتز حول محور أفقي مار من مركزه .

١) احسب الدور الخاص للجملة من أجل السعات الصغيرة .

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




$$I_\Delta \text{ جملة} = I_{\Delta/c}\text{ قرص} + I_{\Delta m'}\text{ كتلة}$$

$$I_\Delta \text{ جملة} = \frac{1}{2}mr^2 + m'r^2$$

نوحد المقامات حيث $(m = m')$ فرضاً

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

$$d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m'r}{m_{\text{قرص}} + m'} = \frac{m'r}{2m'} \Rightarrow \boxed{d = \frac{r}{2}}$$

$$m_{\text{جملة}} = m_{\text{قرص}} + m' \Rightarrow \boxed{m_{\text{جملة}} = 2m_{\text{قرص}}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{2m\times 10\times\frac{r}{2}}}$$

$$\xrightarrow{\text{الدور بدلالة نصف القطر}} T_0 = 2\sqrt{\frac{3}{2}r}$$

$$T_0 = 2\sqrt{\frac{3}{2}\times\frac{1}{6}} \Rightarrow \boxed{T_0 = 1\ sec}$$

٢) احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس .

مركب $T_0 = T_0$ بسيط

$$2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}} = 1$$

$$\Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{L'}{10}}$$

$$2\sqrt{L'} = 1$$

$$\xRightarrow{\text{تربيع الطرفين}} \sqrt{L'} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{L' = \frac{1}{4}m}$$

٣) نزيح القرص عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية $(\theta_{max})$ ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية للكتلة النقطية $v = \frac{\sqrt{2}\pi}{3}\ m.s^{-1}$ لحظة المرور بالشاقول ، احسب قيمة السعة الزاوية $\theta_{max}$ علماً أن $\theta_{max} > 0,24\ rad$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه بدون سرعة ابتدائية في المطال $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

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

$$\cancel{W_{\vec{R}}} + W_{\vec{w}} = E_k - \cancel{E_{K_0}}$$

$0$ نقطة تأثيرها لا تنتقل ، $0$ دون سرعة ابتدائية

$$W_{\vec{w}} = E_k$$

$$\boxed{mgh = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2}\quad (*)$$

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

نأخذ كل الرموز من طلب الدور السابق (مع كتلة): $m_{جملة} = 2m$

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

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

$$v = \omega.r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \boxed{\omega^2 = \frac{v^2}{r^2}}$$

نعوض كل الرموز في العلاقة $(*)$

$$2mg\frac{r}{2}[1 - cos\theta_{max}] = \frac{1}{2}.\frac{3}{2}mr^2\frac{v^2}{r^2}$$

$$gr[1 - cos\theta_{max}] = \frac{3}{4}v^2 \Rightarrow [1 - cos\theta_{max}] = \frac{\frac{3}{4}v^2}{gr}$$

$$[1 - cos\theta_{max}] = \frac{\frac{3}{4}\times\frac{2\pi^2}{9}}{10\times\frac{1}{6}}$$

$$1 - cos\theta_{max} = 1 \Rightarrow cos\theta_{max} = 0 \Rightarrow \boxed{\theta_{max} = \frac{\pi}{2}rad}$$

C) نزيل الكتلة النقطية ونعلق القرص من مركزه بسلك فتل مكوناً نواس فتل ، وندير القرص أفقياً حول السلك بمقدار نصف دورة ونتركه دون سرعة ابتدائية معتبراً مبدأ الزمن لحظة تركه في المطال الأعظمي الموجب بدور يساوي $T_0 = 4\ sec$ فإذا علمت أن عزم عطالة هذا القرص حول السلك $I_{\Delta/c} = 0,01\ kg.m^2$ $(\pi^2 = 10)$

١) احسب قيمة كتلة القرص علماً أن عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه $I_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$

نحسب الكتلة من قانون عزم العطالة المعطى : $I_\Delta = \frac{1}{2}\mathrm{mr}^2$

$m = ?$ ، $I_\Delta = 10^{-2}\mathrm{kg.m^2}$ , $\mathrm{r} = \frac{1}{6}\mathrm{m}$

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

$$\Rightarrow 10^{-2} = \frac{1}{2}\mathrm{m}\frac{1}{36} \Rightarrow 10^{-2} = \frac{1}{72}\mathrm{m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\mathrm{m} = 72\times10^{-2}\mathrm{kg}}$$

٢) استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام .

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

تعيين الثوابت $\theta_{max}$ ، $\omega_0$ ، $\bar{\varphi}$

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

مطال أعظمي موجب (نصف دورة) $\theta + \theta_{max} = \pi\,rad$

ملاحظة

(دورة كاملة $\theta = 2\pi\ rad$ ، نصف دورة $\theta = \pi\ rad$ ، ربع دورة $\theta = \frac{\pi}{2}rad$)

تعيين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء : $t = 0$ , $\theta = +\theta_{max}$

ترك دون سرعة ابتدائية $+\theta_{max} = \theta_{max}cos\bar{\varphi} \Rightarrow cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \boxed{\bar{\varphi} = 0}$

نعوض قيم الثوابت بالشكل العام: $\boxed{\bar{\theta} = \pi cos\frac{\pi}{2}t\,(rad)}$

٣) احسب السرعة الزاوية العظمى للقرص (طويلة)

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

$$\omega_{max} = \frac{\pi}{2}\times\pi = \frac{\pi^2}{2} = \frac{10}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\omega_{max} = 5\,rad.s^{-1}}$$

٤) احسب التسارع الزاوي للقرص لحظة مروره بوضع $\left(\theta = -\frac{\pi}{2}rad\right)$

$$\alpha = ?$$

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

$$\bar{\alpha} = -\frac{\pi^2}{4}.\left(-\frac{\pi}{2}\right) = +\frac{10\pi}{8} \Rightarrow \boxed{\alpha = 5\frac{\pi}{4}\ rad.s^{-2}}$$

٥) احسب قيمة ثابت فتل السلك :

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

نربع الطرفين: $T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{k}$

$$k = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2} = 4\times10\times\frac{10^{-2}}{16} = \frac{1}{4}\times10^{-1}$$

$$\Rightarrow \boxed{k = 25\times10^{-3}\ m.N.rad^{-1}}$$

٦) احسب الطاقة الميكانيكية للقرص عند المرور في وضع توازنه.

طريقة (١) : عند المرور بوضع التوازن: $\theta = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow E = E_k$

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

$$\omega = \omega_{max} = 5\,rad.s^{-1}$$

$$E = \frac{1}{2}\times10^{-2}\times25 \Rightarrow \boxed{E = 12,5\times10^{-2}\,J}$$

طريقة (٢):قانون الطاقة الميكانيكية : $E = \frac{1}{2}K\theta_{max}^2$

$$E = \frac{1}{2}\times25\times10^{-3}\times\pi^2 \Rightarrow \boxed{E = 12,5\times10^{-2}\,J}$$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء.

# النواس الثقلي البسيط

(D) يتألف نواس ثقلي بسيط من كرة صغيرة كتلتها ($100g$) معلقة بخيط خفيف طوله ($L=1m$)
نزيح هذا النواس عن وضع توازنه الشاقولي ($\theta_{MAX}=60^0$) ونتركه دون سرعة ابتدائية:

١) أحسب دور هذا النواس في مكان تبلغ فيه قيمة حقل الجاذبية ($\pi=\sqrt{10}$) ($g=10m/s^2$)

$\theta_{max}=60^\circ \quad \omega=0$

بما أن السعة كبيرة نقوم أولا بحساب الدور بحالة السعات الصغيرة ومن ثم نعوضه في قانون الدور من أجل السعات الكبيرة

الدور بحالة سعات صغيرة : $T_0=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{1}{10}}=2(s)$

قانون الدور من أجل السعات الكبيرة : $T_0'=T_0\left[1+\frac{\theta^2{}_{max}}{16}\right]$

$$T_0'=2\left[1+\frac{\frac{\pi^2}{9}}{16}\right]$$

$$T_0'=2\left[1+\frac{10}{144}\right]$$

$$T_0'=2\left[\frac{144}{144}+\frac{10}{144}\right]=2\times\frac{154}{144}$$

$$\boxed{T_0'=\frac{154}{72}=2.14(sec)}$$

٢) استنتج العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرور الشاقول ثم أحسب قيمتها

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين :

الأول:لحظة تركه دون سرعة ابتدائية في الوضع $\theta=\theta_{max}$

الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta=0$

$$\sum\overline{W_{\vec F}}=\overline{\Delta E_K}$$

$$\cancel{\overline{W_{\vec T}}}+\overline{W_{\vec\omega}}=\overline{E_K}-\cancel{\overline{E_{K_0}}}$$

0 لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة 0 بدون سرعة ابتدائية

$$mgh=\frac{1}{2}mv^2$$

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

$$mgL[1-cos\theta_{max}]=\frac{1}{2}mv^2$$

$$v^2=2gL[1-cos\theta max]$$

$$v=\sqrt{2gL[1-cos\theta_{max}]}$$

$$v=\sqrt{2.10.1.(1-\frac{1}{2})}=\sqrt{10}\Rightarrow\boxed{v=\pi(m.s^{-1})}$$

٣) استنتج العلاقة المحددة لتوتر السلك لحظة المرور بالشاقول ثم أحسب قيمتها

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: كرة النواس

القوى الخارجية المؤثرة في كرة النواس قوة ثقل الكرة $\vec W$ وقوة توتر الخيط $\vec T$

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك

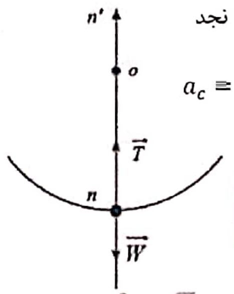
$$\sum\vec F=m.\vec a$$

$$\vec W+\vec T=m.\vec a$$

بإسقاط طرفي العلاقة على حامل $\vec T$ (الناظم $n'$) نجد

$$-W+T=m.a_c$$

مسقط التسارع على الناظم هو تسارع ناظمي $a_c=\frac{v^2}{r}$




$$T=w+ma_c$$

$$T=mg+m\frac{v^2}{r}$$

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

$$T=10^{-1}\left(10+\frac{10}{1}\right)\Rightarrow\boxed{T=2N}$$

٤) على فرض أننا أزحنا الكرة إلى مستوٍ أفقي يرتفع $h=1m$ عن المستوي الأفقي المار منها وهي في موضع توازنها الشاقولي ليصنع خيط النواس مع الشاقول زاوية θ ونتركها دون سرعة ابتدائية والمطلوب :

a. استنتج العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة المرور الشاقول ثم أحسب قيمتها

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين :

الأول:لحظة تركه دون سرعة ابتدائية في الوضع $\theta=\theta_{max}$

الثاني: لحظة المرور بالشاقول $\theta=0$

$$\sum\overline{W_{\vec F}}=\overline{\Delta E_K}$$

$$\cancel{\overline{W_{\vec T}}}+\overline{W_{\vec\omega}}=\overline{E_K}-\cancel{\overline{E_{K_0}}}$$

0 لأنها تعامد الانتقال في كل لحظة 0 بدون سرعة ابتدائية

$$mgh=\frac{1}{2}mv^2$$

$$v^2=2gh\Rightarrow v=\sqrt{2gh}$$

$$v=\sqrt{2\times10\times1}=2\sqrt{5}m.s^{-1}$$

b. أحسب قيمة الزاوية θ

$$h=L[1-cos\theta_{max}]\Rightarrow h=L-Lcos\theta_{max}$$

$$\Rightarrow cos\theta_{max}=\frac{L-h}{L}=\frac{1-1}{1}=0\Rightarrow\theta_{max}=\frac{\pi}{2}rad$$



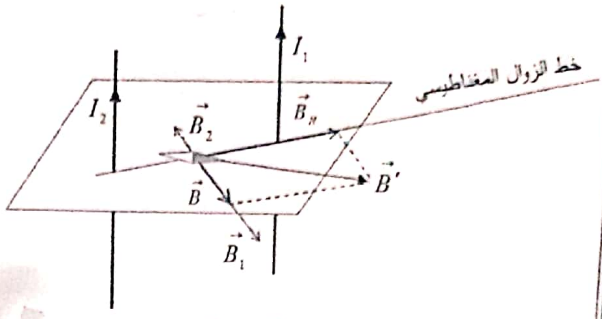
تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء.

# المسألة رقم (٤) مغناطيسية . كهرطيسية

A) نضع في مستوي الزوال المغناطيسي سلكين نحاسيين طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما ( $C_1, C_2$ ) عن بعضهما مسافة ( $d = 40\ cm$ ) . ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة ( $C$ ) منتصف المسافة $C_1\ ,\ C_2$ نمرر في السلك الأول تيار كهربائياً شدته ( $I_1 = 3A$ ) وفي السلك الثاني نمرر تياراً كهربائياً شدته ( $I_2 = 1\ A$ ) وبجهة واحدة

١) احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة (C) موضحاً ذلك بالرسم

$d = 40 \times 10^{-2}(m)\ \ I_1 = 3(A)\ \ I_2 = 1(A)$




$$\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$$

وبما أن $\vec{B_1}, \vec{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين فالمحصلة حاصل طرحيما يكون : $B = B_1 - B_2$

$$B = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d_1} - 2 \times 10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$B = \frac{2 \times 10^{-7}}{d_1}(I_1 - I_2)$$

$B = \frac{2 \times 10^{-7}}{20 \times 10^{-2}}[3 - 1] = 2 \times 10^{-6}(T)$ والحقل المحصل بجهة الحقل الاكبر $B_1$

٢) حدد النقطة الواقعة بين السلكين التي تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين وهل يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين ؟ وضح إجابتك.

تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين $\Leftarrow B_{كلي} = B_1 - B_2 = 0$

$$B_1 = B_2$$

$$2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d_1} = 2 \times 10^{-7}\frac{I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \Rightarrow$$

$$\xRightarrow{d = d_1 + d_2 \Rightarrow d_2 = d - d_1} \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{(d - d_1)} \Rightarrow I_2 d_1 = I_1(d - d_1)$$

$$I_2 d_1 = I_1 d - I_1 d_1 \xRightarrow{\text{نعزل } d_1} I_2 d_1 + I_1 d_1 = I_1 d$$

$$d_1(I_2 + I_1) = I_1 d \Rightarrow \boxed{d_1 = \frac{I_1 d}{(I_2 + I_1)}}$$

$$d_1 = \frac{3 \times 40 \times 10^{-2}}{(1+3)} = 3 \times 10^{-1}m$$

أي النقطة التي تنعدم عندها شدة الحقل المحصل هي نقطة واقعة بين السلكين وتبعد عن السلك الأول مسافة $\boxed{d_1 = 3 \times 10^{-1}m}$

✓ لا يمكن أن تنعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة تقع خارج السلكين لأن الحقلين على حامل واحد وبجهة واحدة بالنسبة لنقطة تقع خارج السلكين

٣) أحسب شدة القوة الكهرطيسية التي يؤثر فيها أحد السلكين على طول $5cm$ من السلك الآخر.

قوة التأثير المتبادل (قوة تأثير أحد السلكين على السلك الآخر )

$$F = I_1 \ell B_2 \sin\theta = I_1 \ell (2 \times 10^{-7}\frac{I_2}{d})$$

قوة التأثير المتبادل : $\boxed{F = 2 \times 10^{-7}\frac{I_2 I_1}{d} L}$

$$F = 2 \times 10^{-7}\frac{1 \times 3 \times 5 \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-2}} \Rightarrow \boxed{F = 75 \times 10^{-9}\ N}$$

٤) نأخذ أحد الأسلاك والذي طوله ( $l' = 16\pi\ m$ ) ونشكل منه وشيعة طولها $l = 16\ cm$ نصف قطرها ( $r = 8\ cm$ ) ونضع هذه الوشيعة في مستوي الزوال المغناطيسي ونمرر تيار شدته $I = \frac{8}{\pi} \times 10^{-2}A$

$l' = 16\pi(m^2)\quad I = \frac{8}{\pi} \times 10^{-2}(A)\qquad r = 8 \times 10^{-2}(m)$

a. أحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة

لو طلب طول سلك الوشيعة : $\boxed{L' = N.2\pi r}$

$$B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{NI}{L}$$

$$\text{عدد اللفات } N = \frac{\text{طول السلك } L'}{\text{محيط اللفة الواحدة } 2\pi r}$$

$$N = \frac{16\pi}{2\pi \times 8 \times 10^{-2}} = 100 \text{ لفة}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{100}{16 \times 10^{-2}}\frac{8}{\pi} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-5}T$$

b. أحسب زاوية انحراف إبرة مغناطيسية في مركز الوشيعة علماً أن شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5}T$

قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة للحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B_H}$

بعد إمرار التيار أصبحت الابرة خاضعة لمحصلة الحقلين الأرضي $\vec{B_H}$ والحقل الناتج عن تيار الوشيعة $\vec{B}$

$$\tan\theta = \frac{B}{B_H} = \frac{2 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}} = 1 \Rightarrow \boxed{\theta = 45^\circ}$$

c. إذا أجرينا اللف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره $8mm$ لفات متلاصقة. احسب عدد طبقات لفات الوشيعة .

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{\text{عدد الطبقات الكلية}}{\text{عدد اللفات في طبقة واحدة}} = \frac{N}{N'}$$

عدد اللفات الكلية $N = 100$ لفة يجب حساب $N'$ :

$$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك الملف}} = \frac{l}{(2r')} = \frac{16 \times 10^{-2}}{8 \times 10^{-3}} = 20 \text{ لفة في الطبقة}$$

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{N}{N'} = \frac{100}{20} = 5 \text{ طبقة}$$

d. نضع داخل الوشيعة في مركزها ملف دائري نصف قطره الوسطي $40\ cm$ يتألف من $10$ لفة ، بحيث يصنع الناظم على سطح الملف مع محور الوشيعة $60°$ احسب التدفق المغناطيسي عبر الملف الناتج عن تيار الوشيعة . واحسب التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف .عند قطع تيار الوشيعة $(16\pi = 50)$

♥ حساب التدفق المغناطيسي : $\Phi = N\ B\ S\ \cos\alpha$

$$N_{\text{ملف}} = 10 \text{ لفة} \ ،\ B_{\text{وشيعة}} = 2 \times 10^{-5}T \ ،\ \alpha = 60°$$

$$r = 4 \times 10^{-1}m \Rightarrow S = \pi r^2 = 16\pi \times 10^{-2}m^2 = 50 \times 10^{-2}m^2$$

$$\Phi = N\ B\ S\ \cos\alpha$$

$$\Phi = 10 \times 2 \times 10^{-5} \times 50 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\Phi = 5 \times 10^{-5}\ Weber}$$

♥ التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي:

$$\overline{\Delta\Phi} = \overline{\Phi_2} - \overline{\Phi_1} \Rightarrow \Delta\Phi = N\ B_2 S \cos\alpha - N\ B_1 S \cos\alpha$$

بوجود تيار الوشيعة $I_{1\text{وشيعة}} \Rightarrow B_{1\text{وشيعة}} \Rightarrow \Phi_{1\text{ملف}} = 5 \times 10^{-5}\ Weber$

عند قطع تيار الوشيعة $I_{2\text{وشيعة}} = 0 \Rightarrow B_{2\text{وشيعة}} = 0 \Rightarrow \Phi_{2\text{ملف}} = 0$

$$\overline{\Delta\Phi} = \overline{\Phi_2} - \overline{\Phi_1} = 0 - 5 \times 10^{-5} = -5 \times 10^{-5}\ Weber$$

ملاحظة : للوشيعة والملف المحور نفسه أي $\alpha = 0$

B) نجعل من الوشيعة اطاراً و نعلق الاطار بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم يوازي مستوي الإطار شدته ($B=0.05T$) ، ونمرر في الاطار تياراً كهربائياً شدته ($I=0.5A$) باعتبار ($64\pi=200$) ($r=8\times10^{-2}m \Rightarrow S=\pi r^2=64\pi\times10^{-4}=200\times10^{-4}=2\times10^{-2}m^2$)

١) أحسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار

$N=100 \quad I=0.5(A) \quad B=5\times10^{-2}T \quad S=\pi r^2$

عزم المزدوجة الكهرطيسية : $\Gamma_\Delta = NI\,S\,B.Sin\alpha$

$\Gamma_\Delta = 100\times5\times10^{-1}\times2\times10^{-2}\times5\times10^{-2}\times Sin\frac{\pi}{2}$

$\boxed{\Gamma_\Delta = 5\times10^{-2}(m.N)}$

ملاحظة :أحسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار عندما يدور بزاوية $\theta' = 60^0$

$\alpha = 90^0 - 60^0 = 30^0$ نعوض $\Gamma_\Delta = NISB.Sin\alpha$

٢) أحسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطارمن وضعه السابق ليصبح في حالة توازن مستقر

$W = I.\Delta\phi = I(\phi_2-\phi_1)$ : عمل المزدوجة الكهرطيسية

$W = INBS(COS\alpha_2 - COS\alpha_1)$

$\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$ :(الوضع السابق) خطوط الحقل توازي مستو الإطار

$\alpha_2 = 0$ توازن مستقر بعد الدوران

$W = 100\times5\times10^{-1}\times2\times10^{-2}\times5\times10^{-2}(1-0)$

$\boxed{W = 5\times10^{-2}J}$

C) نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله $K=8\times10^{-4}(m.N.rad^{-1})$ حيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيه تيار شدته ($0.8\,mA$) فيدور الإطار بزاوية صغيرة ($\theta'$) انطلاقاً من شرط التوازن استنتج قيمة هذه الزاوية ، يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي ، ثم أحسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني ، وعند زيادة حساسية المقياس ١٠ مرات من أجل التيار نفسه ماقيمة ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد ،

$K=8\times10^{-4}(mN\,rad^{-1}) \quad I=8\times10^{-1}\times10^{-3}=8\times10^{-4}(A)$

$B=5\times10^{-2}(T)$

يخضع الملف إلى عزمين

-عزم المزدوجة الكهرطيسية $\Gamma_\Delta = NISB.Sin\alpha$.

-عزم مزدوجة الفتل (سلك الفتل) $\Gamma' = -k\theta'$.

وحتى يتوازن الاطار بعد أن يدور زاوية يكون $\theta'$

$\sum\overline{\Gamma}=0$

$\overline{\Gamma_\Delta}+\overline{\Gamma'}=0$

$NISBSin\,\alpha - k\theta' = 0$

$NISBSin\,\alpha = k\theta'$

ولكن $\alpha+\theta'=\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow sin\alpha = cos\theta'$

$NISBcos\theta' = k\theta'$

زاوية صغيرة $cos\theta' = 1$

$NISB = k\theta'$

نعزل $\theta' = ?$

$\boxed{\theta' = \frac{NBS}{K}I}$

$\theta' = \frac{100\times5\times10^{-2}\times2\times10^{-2}\times8\times10^{-4}}{8\times10^{-4}} \Rightarrow \boxed{\theta' = 10^{-1}(rad)}$

♥ حساب قيمة ثابت المقياس الغلفاني : $\theta' = G.I$

$G = \frac{\theta'}{I} = \frac{10^{-1}}{8\times10^{-4}} = 125\frac{rad}{A}$

♥ عند زيادة الحساسية عشر مرات ⟵ينقص $K$ عشر مرات

$\begin{cases} G = \frac{NSB}{K} \text{ قبل التغيير} \\ G' = \frac{NSB}{K'} \text{ بعد التغيير} \end{cases} \xrightarrow{\text{بأخذ النسبة}} \frac{G}{G'} = \frac{K'}{K} \Rightarrow$

$k' = \frac{G}{G'}K \Rightarrow k' = \frac{G}{10G}K$

$K' = \frac{K}{10} = \frac{8\times10^{-4}}{10} \Rightarrow \boxed{K' = 8\times10^{-5}(m.N.rad^{-1})}$

D) : نعيد الإطار إلى وضعه قبل تعليقه بسلك الفتل وهو في حالة توازن مستقر ضمن خطوط الحقل المغناطيسي السابق ونصل طرفيه إلى مقياس غلفاني ، ثم نديره حول المحور الشاقولي بزاوية ($\frac{\pi}{2}$ rad) خلال ($0.5\,s$) أحسب شدة التيار المتحرض إذا كانت مقاومة سلك الإطار ($R=4\,\Omega$) وكمية الكهرباء المتحرضة خلال الزمن السابق باعتبار ($64\pi=200$)

عند وصل الدارة إلى مقياس غلفاني تصبح المسألة (تحريض)

لحساب شدة التيار نحسب أولاً:

القوة الكهربائية التحريضية (نديره أي تغير الزاوية)

$\varepsilon = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{NBS(cos\alpha_2 - cos\alpha_1)}{\Delta t}$

$\alpha_1 = 0$ توازن مستقر $\xrightarrow{\text{نديره}}$ $\alpha_2 = \frac{\pi}{2}$ نديره بزاوية

$\varepsilon = -\frac{100\times5\times10^{-2}\times2\times10^{-2}\times(0-1)}{5\times10^{-1}}$

$\boxed{\varepsilon = 64\pi\times10^{-3} = 0.2(Volt)}$

$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2\times10^{-1}}{4} \Rightarrow \boxed{i = 5\times10^{-2}(A)}$

حساب كمية الكهرباء المتحرضة :
$q = i\Delta t = 5\times10^{-2}\times0.5 = 25\times10^{-3}$ C

إضافي : نعيد الإطار إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخله نواة حديدية عامل انفاذها $\mu = 50$ احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية

$\mu = \frac{B_t}{B} \Rightarrow B_t = \mu B = 50\times5\times10^{-2} \Rightarrow \boxed{B_t = 2.5\,T}$

**ملاحظة قد يعطينا شدة التيار المتحرض المتولد ويطلب استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة**

**الحل : نفس الاستنتاج وبالنهاية تكون علاقة المقاومة الصرفة** $R = \frac{\varepsilon}{i_{\text{متحرض}}}$

E) نستبدل سلك التعليق السابق بمحور شاقولي ثم ندير الإطار بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi}$ Hz، ضمن خطوط الحقل المغناطيسي السابق المطلوب:

**١) استنتج بالرموز العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتناوبة الجيبية**

التدفق المغناطيسي $\Phi$ الذي يجتاز الإطار وهو في هذه الحالة:

$$\Phi = N\, s\, B\cos\alpha$$

السرعة الزاوية للدوران $\omega$ ثابتة فإن الزاوية $\alpha$ التي يدورها الملف في زمن قدره $t$ :

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega t$$

نعوض في علاقة التدفق المغناطيسي: $\Phi = N\,S\,B\cos\omega t$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة: $\bar{\varepsilon} = -\frac{d\Phi}{dt}$

أي نشتق $\Phi$: $\bar{\varepsilon} = N\,S\,B\,\omega\sin\omega t$

تكون $\varepsilon$ عظمى عندما: $\sin\omega t = 1 \Rightarrow \varepsilon_{max} = N\,S\,B\,\omega$

نعوض في علاقة $\bar{\varepsilon}$: نجد علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية المتناوبة

$$\boxed{\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin\omega t}$$

**٢) اكتب التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الناشئة في الإطار.**

التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية:

الشكل العام : $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin\omega t$

نعين الثوابت : $\varepsilon_{max} = N\,B\,s\,\omega$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{2}{\pi} = 4 rad.s^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = 100 \times 5\times10^{-2} \times 2\times10^{-2} \times 10^{-4} \times 4$$

$$\varepsilon_{max} = 4\times10^{-1} V$$

نعوض الثوابت بالشكل العام : $\boxed{\bar{\varepsilon} = 4\times10^{-1}\sin(4t) volt}$

**٣) عين اللحظتين الأولى و الثانية التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية الناشئة معدومة.**

معدومة أي : $\bar{\varepsilon} = 0$ نعدم التابع

$$4\times10^{-1}\sin(4t) = 0$$

$$\sin(4t) = 0 \Rightarrow \sin(4t) = \sin(\pi k)$$

$$4t = \pi k \Rightarrow \boxed{t = \frac{\pi k}{4}}$$

لحظة الانعدام الأولى: $k = 0 \Rightarrow \boxed{t = 0}$

لحظة الانعدام الثانية: $k = 1 \Rightarrow \boxed{t = \frac{\pi}{4} sec}$

**٤) اكتب التابع الزمني التيار الكهربائي المتحرض اللحظي المار في الإطار. (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)**

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

$$\Rightarrow \bar{i} = \frac{\varepsilon_{max}\sin\omega t}{R}$$

$$\bar{i} = \frac{4\times10^{-1}\sin(4t)}{4}$$

التابع لشدة التيار الكهربائي المتحرض اللحظي :

$$\Rightarrow \boxed{\bar{i} = 10^{-1}\sin(4t)} A$$

## ملاحظات:

........................................................................

# المسألة رقم «5» فعل الحقل المغناطيسي

نجري تجربة السكتين الكهرطيسية حيث تبلغ كتلة الساق الأفقية المستندة على السكتين الأفقيتين والمعامدة لهما ($20\ g$) وطولها ($L = 20\ cm$) تخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم عمودي على مستوي السكتين ، ويمر في الدارة تيار متواصل شدته ($10\ A$) ($m = 20 \times 10^{-3} kg \quad , I = 10\ A \quad , L = 20 \times 10^{-2}\ m$)

١) أحسب شدة الحقل المغناطيسي لتكون شدة القوة الكهرطيسية مساوية مثلي ثقل الساق .

$$F = 2W$$

$$ILB\sin\theta = 2mg$$

(**نعزل** $B = ?$)

$$B = \frac{2mg}{IL\sin\frac{\pi}{2}} = \frac{2\times20\times10^{-3}\times10}{10\times20\times10^{-2}} \Rightarrow \boxed{B = 2\times10^{-1}\ T}$$

ملاحظة: (قد يعطينا شدة الحقل المغناطيسي ويطلب حساب شدة القوة الكهرطيسية فنحسبها من العلاقة : $F = ILB\sin\theta$)

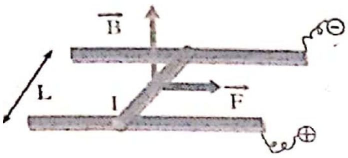
٢) حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق.وأحسب شدة القوة الكهرطيسية .

نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي لمنتظم

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي

الجهة : حسب قاعدة اليد اليمنى:

- يخرج التيار من رؤوس الأصابع
- نوجه باطن الكف بجهة الحقل المغناطيسي المنتظم.
- يشير الابهام لجهة القوة الكهرطيسيةو تحقق الأشعة $I\vec{L}, \vec{B}, \vec{F}$ ثلاثية قائمة




الشدة: $F = ILB\sin\theta \ : \theta = (\widehat{I\vec{L},\vec{B}})$

$$F = 10\times20\times10^{-2}\times2\times10^{-1}\times1 \Rightarrow \boxed{F = 4\times10^{-1}\ N}$$

٣) احسب عمل القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق فيما لو انتقلت على السكتين بسرعة ثابتة ($0,1\ m.s^{-1}$) وخلال ثانية واحدة واحسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عن ذلك .

♥ عمل القوة الكهرطيسية : $W = F.\Delta x$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v.\Delta t$$

$$W = F.v.\Delta t = 4\times10^{-1}\times10^{-1}\times1 \boxed{\Rightarrow W = 4\times10^{-2}\ J}$$

♥ الاستطاعة الميكانيكية الناتجة :

$$P = \frac{W}{t} = \frac{4\times10^{-2}}{1} \Rightarrow \boxed{W = 4\times10^{-2}\ Wat}$$

٤) نميل السكتين عن الأفق بزاوية $\alpha$ فتنزلق الساق دون احتكاك بسرعة ثابتة بيّن أنه تنشأ قوة كهرطيسية تعيق حركة الساق

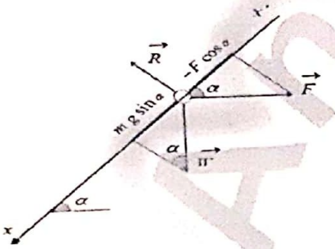
عند تحريك الساق بسرعة ثابتة، عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإن كل إلكترون حر في الساق سيتحرك بهذه السرعة وسطياً، ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنه يخضع لتأثير القوة مغناطيسية $F = e\vec{v}\wedge\vec{B}$ وبتأثير هذه القوة تتحرك الإلكترونات الحرة عبر الدارة فيتولد تيار كهربائي متحرض ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فتنشأ القوة الكهرطيسية معاكسة لجهة حركة الساق.

٥) استنتج ثم احسب شدة التيار الواجب إمراره لتبقى الساق ساكنة ضمن الحقل المغناطيسي السابق إذا كانت زاوية إمالة السكتين عن الأفق ($30^\circ$)

حتى تبقى الساق ساكنة: $\sum\vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{R} + \vec{F} + \vec{W} = \vec{0}$$

بالاسقاط على $\overline{xx'}$ نجد:




$$0 + (-F\cos\alpha) + (+W\sin\alpha) = 0$$

$$-F\cos\alpha + W\sin\alpha = 0$$

$$F\cos\alpha = W\sin\alpha$$

$$ILB.\sin\frac{\pi}{2}.\cos\alpha = mg\sin\alpha$$

(**نعزل** $I = ?$)

$$I = \frac{mg.\sin\alpha}{LB\cos\alpha} = \frac{20\times10^{-3}\times10\times\sin30}{20\times10^{-2}\times2\times10^{-1}\times\cos30}$$

$$I = 5.\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \boxed{I = \frac{5}{\sqrt{3}}\ A}$$

ملاحظة قد يعطينا شدة التيار ويطلب استنتاج كتلة الساق (**نعزل** $m = ?$)

$$\boxed{m = \frac{ILB.\cos\alpha}{g.\sin\alpha}}$$

٦) نعيد السكتين إلى حالتها قبل الإمالة بشكل أفقي و نرفع المولد من الدارة السابقة ونستبدله بمقياس غلفاني وندحرج الساق بسرعة وسطية ثابتة ($0,4\ m.s^{-1}$) ضمن الحقل المغناطيسي السابق ، استنتج عبارة القوة المحركة الكهربائية التحريضية ثم أحسب قيمتها ، وأحسب شدة التيار المتحرض بافتراض أن المقاومة الكلية للدارة ثابتة وتساوي ($R = 4\Omega$) ثم ارسم شكلاً توضيحياً يبين جهة كل من التيار المتحرض و قوة لورنز (المغناطيسية) و القوة الكهرطيسية والسرعة وشعاع الحقل المغناطيسي

عند دحرجة الساق بسرعة $\vec{v}$ خلال زمن $\Delta t$ فإنها تنتقل مسافة: $\Delta x = v.\Delta t$

فتمسح سطحاً $\Delta S$ : $\Delta S = L.\Delta x \xrightarrow[\text{ولكن}]{\Delta x = v.\Delta t} \boxed{\Delta S = L.v.\Delta t}$

فيتغير التدفق: $\Delta\phi = B\Delta S \Rightarrow \boxed{\Delta\phi = B.L.v.\Delta t}$

تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة: $|\varepsilon| = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

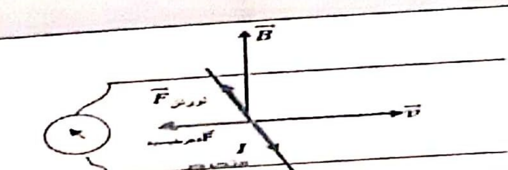
$$|\varepsilon| = \frac{BLv.\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{|\varepsilon| = BLv}$$

$$\varepsilon = 2\times10^{-1}\times20\times10^{-2}\times4\times10^{-1}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = 16\times10^{-3}\ Volt}$$

حساب شدة التيار المتحرض :

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\times10^{-3}}{4} \Rightarrow \boxed{i = 4\times10^{-3}\ A}$$




ملاحظة هامة في حال كانت الدارة مفتوحة قد يعطينا سرعة الساق $v$ ويطلب فرق الكمون $U$ بين طرفي الدارة : $U = \varepsilon = BLv$

أو يعطينا فرق الكمون $U$ بين طرفي الساق ويطلب سرعة الساق :

$U = \varepsilon = BLv \xrightarrow{\text{نعزل}\ v} \boxed{v = \frac{U}{BL}}$ مثال الطلب ٨ في هذه المسألة

ملاحظة قد يعطينا $i$ متحرض المتولد ويطلب استنتاج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة الحل : نفس الاستنتاج وبالنهاية تكون علاقة المقاومة الصرفة $R = \frac{\varepsilon}{I_{\text{متحرض}}}$

٧) احسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة ، ثم أحسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة على الساق أثناء تدحرجها ..

♥ الاستطاعة الكهربائية : $P = \varepsilon . i$

$P = 16 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow \boxed{P = 64 \times 10^{-6}\ Watt}$

♥ حساب شدة القوة الكهرطيسية: $F = I_{متحرض} LB\sin\theta$

$F = 4 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times \sin\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \boxed{F = 16 \times 10^{-5}\ N}$

٨) نأخذ الساق منفردة ونحركها بسرعة أفقية $\vec{v}$ عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $B = \frac{1}{2} T$ فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق $0.4\ V$ ، المطلوب: استنتج العلاقة المحددة لسرعة الساق واحسب قيمتها.

عند دحرجة الساق بسرعة $\vec{v}$ خلال زمن $\Delta t$ فإنها تنتقل مسافة $\Delta x = v . \Delta t$

فتمسح سطحاً $\Delta S$ : $\Delta S = L . \Delta x \xRightarrow{\text{ولكن } \Delta x = v.\Delta t} \boxed{\Delta S = L . v . \Delta t}$

فيتغير التدفق: $\Delta\phi = B\Delta S \Rightarrow \boxed{\Delta\phi = B . L . v . \Delta t}$

تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة: $|\varepsilon| = \left|\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right|$

وبما أن الدارة مفتوحة فإن فرق الكمون بين طرفي الساق يساوي القوة المحركة الكهربائية المتحرضة: $U = \varepsilon = BLv \xRightarrow{\text{نعزل } v} \boxed{v = \frac{U}{BL}}$

$\Rightarrow v = \frac{4 \times 10^{-1}}{\frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-2}} = 4\ m.s^{-1}$

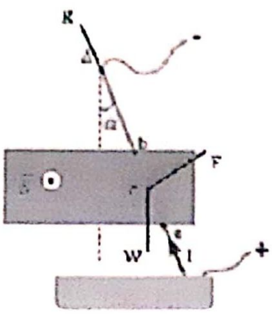
٩) نعلق الساق من احد طرفيها بمحور أفقي $\Delta$ بحيث يمكنها الدوران حوله بحرية كاملة ويغمر طرفها السفلي في الزئبق ونؤثر على طول $(L = 2\ cm)$ من القسم المتوسط بحقل مغناطيسي منتظم شدته $0.1T$ ثم نمرر في الساق تياراً متواصلاً جديداً فتنحرف الساق عن الشاقول بزاوية $\alpha = 0.1\ rad$ وتتوازن ، استنتج بالرموز العلاقة المحددة لشدة التيار المار في الساق . مع الرسم

يؤثر في الساق ثلاثة عزوم : عزم رد فعل محور الدوران وعزم كل من القوة الكهرطيسية و قوة الثقل

شرط التوازن الدوراني: $\sum \overline{\Gamma}_{\vec{F}} = 0$

$\boxed{\overline{\Gamma}_{\vec{R}} + \overline{\Gamma}_{\vec{F}} + \overline{\Gamma}_{\vec{W}} = 0 \quad (*)}$

لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران في كل لحظة $\boxed{\overline{\Gamma}_{\vec{R}} = 0 \quad (1)}$



$\overline{\Gamma}_{\vec{F}} = d_1 . F$

$\boxed{\overline{\Gamma}_{\vec{F}} = oc\ F \quad (2)}$

$\overline{\Gamma}_{\vec{W}} = -d_2 . W$

$\sin\alpha = \frac{d_2}{oc} \Rightarrow d_2 = oc . \sin\alpha$

$\overline{\Gamma}_{\vec{W}} = -\left(oc . \sin\alpha\right) . W$

$\boxed{\overline{\Gamma}_{\vec{W}} = -oc . W . \sin\alpha \quad (3)}$

نعوض (١) و (٢) و (٣) في $(*)$

$o + oc . F - oc . W\sin\alpha = 0$

$oc . F = oc . W\sin\alpha$ نختصر ونفصل

$F = W\sin\alpha$

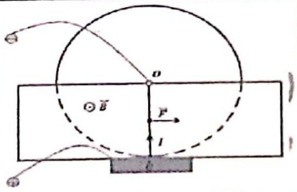
$ILB\sin\frac{\pi}{2} = mg\sin\alpha$ (**نعزل** $I = ?$)

$I = \frac{mg\sin\alpha}{LB\sin\frac{\pi}{2}}$

$I = \frac{20 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times 1} \Rightarrow \boxed{I = 10\ A}$

D) نجعل من القرص دولاب بارلو نصف قطره $\left(r = \frac{1}{6} m\right)$ ونجعله يدور حول محور مار من مركزه وعمودي على مستويه الشاقولي ، ونخضع نصفه السفلي إلى حقل مغناطيسي منتظم عمودي على مستوي القرص شدته $(B = 0,03\ T)$ ونمرر فيه تياراً كهربائياً شدته $(I = 12\ A)$

١) حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية المؤثرة في القرص.



العناصر :

نقطة التأثير: منتصف الجزء من نصف القطر المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم .

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بنصف القطر المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي .

الجهة : حسب قاعدة اليد اليمنى: - يخرج التيار من رؤوس الأصابع

- توجه باطن الكف بجهة الحقل المغناطيسي المنتظم.
- يشير الابهام لجهة القوة الكهرطيسية بحيث تحقق الأشعة الثلاثة $I\vec{r} , \vec{B} , \vec{F}$ ثلاثية قائمة

الشدة: $F = IrB\sin\theta$

حساب شدة القوة الكهرطيسية : $F = IrB\sin\theta$

$F = 12 \times \frac{1}{6} \times 3 \times 10^{-2} \times 1 \Rightarrow \boxed{F = 6 \times 10^{-2}\ N}$

٢) احسب عزم تلك القوة بالنسبة لمحور الدوران

$\Gamma = d . F = \frac{r}{2} . F$

$\Gamma = \frac{\frac{1}{6}}{2} \times 6 \times 10^{-2} = \frac{1}{6} \times \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{\Gamma = 5 \times 10^{-3}\ m.N}$

٣) احسب استطاعته عندما يدور بسرعة زاوية تقابل $\frac{3}{\pi}$ دورة بالثانية

$P = \Gamma . \omega = \Gamma . (2\pi f)$

$P = 5 \times 10^{-3} . \left(2\pi \times \frac{3}{\pi}\right) = 30 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow \boxed{P = 3 \times 10^{-2} watt}$

٤) احسب عمل القوة الكهرطيسية بعد مضي 4s من بدء حركة الدولاب ، وهو يدور بالسرعة الزاوية السابقة

$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P . t = 3 \times 10^{-2} \times 4 \Rightarrow \boxed{W = 12 \times 10^{-2}\ J}$

٥) احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدولاب لمنعه عن الدوران.

جملة المقارنة : خارجية .

الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الدولاب ، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران ، $\vec{W'}$ ثقل الكتلة المضافة.

شرط التوازن الدوراني $\sum \overline{\Gamma}_{\Delta} = 0$

$\left(\overline{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = 0\right) \ (*)$

$\overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران $\Delta$

$\overline{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران $\Delta$

$\overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = d . F = \left(\frac{r}{2}\right) F$

$\overline{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = -d' . w' = -(r)m'g$

$\xRightarrow{\text{نعوض } (*)} 0 + \left(\frac{r}{2}\right) F - (r)m'g + 0 = 0$

$\left(\frac{r}{2}\right) F = (r)m'g \Rightarrow m' = \frac{F}{2g}$

$m' = \frac{F}{2g} = \frac{6 \times 10^{-2}}{2 \times 10} \Rightarrow \boxed{m' = 3 \times 10^{-3}\ kg}$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب ( أنس أحمد فيزياء )

# المسألة رقم «6» التحريض الكهرطيسي

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}m$ وعدد لفاتها 200 لفة ، ومساحة مقطعها $20\ cm^2$ حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلقة $5\Omega$ ( يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي )

من المعطيات مساحة سطح الوشيعة : $S = 20\ cm^2 = 20 \times 10^{-4} m^2$

١) نقرب من أحد وجهي الوشيعة القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم وعندما تزداد شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الوشيعة بانتظام خلال $0.5\ S$ من $0.04\ T$ إلى $0.06\ T$ : والمطلوب :

a. ما نوع الوجه المقابل للقطب الشمالي ؟

الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي.

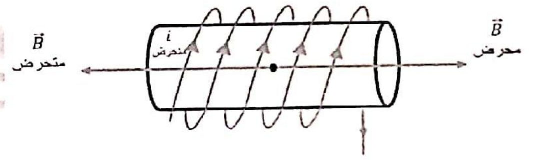
(ملاحظة عند تقريب قطب مغناطيسي يعطي وجه مشابه وعند إبعاد قطب مغناطيسي يعطي وجه مخالف )

b. حدد على الرسم جهة كل من الحقلين المغناطيسي المحرض والمتحرض في الوشيعة وعين جهة التيار المتحرض

نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي قد ازدادت وبالتالي يزداد التدفق المحرض وبالتالي حسب لنز : $\Delta\Phi > 0$ محرّض متزايد

$\overrightarrow{B}$ محرض ، $\overrightarrow{B'}$ متحرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين .

- جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المتحرض الذي يعاكس الحقل المحرض لأنه متزايد




c. احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة في الوشيعة

$$B_1 = 0.04\ T \quad , \quad B_2 = 0.06T$$

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{N\Delta BS\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{N(B_2 - B_1)S}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{200\overbrace{(0.06-0.04)}^{0.02}20\times10^{-4}}{5\times10^{-1}} \Rightarrow \boxed{\mathcal{E} = -16 \times 10^{-3}}\ Volt$$

d. احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة .

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-16\times10^{-3}}{5} \Rightarrow \boxed{i = -32 \times 10^{-4}\ A}$$

e. أحسب ذاتية الوشيعة

قانون ذاتية الوشيعة : $L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2 S}{l}$

$$L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{4\times10^4\times20\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} \Rightarrow \boxed{L = 8 \times 10^{-5} H}$$

٢) نرفع الوشيعة من الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته اللحظية $\bar{i} = 6 + 2t$

a) احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية في الوشيعة .

القوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية : $\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$

$$\xrightarrow{\text{مشتق } i} \frac{di}{dt} = 2$$

$$\mathcal{E} = -8 \times 10^{-5} \times 2 = -16 \times 10^{-5}\ V$$

b) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي (الذاتي) لحقل الوشيعة في اللحظتين : $t_1 = 0\ , t_2 = 1S$ .

التدفق الذاتي $\Phi = L\,i$

تغير التدفق : $\Delta\Phi = L.\Delta i \Rightarrow \Delta\Phi = L\,(i_2 - i_1)$

$$t_1 = 0 \Rightarrow i_1 = 6 + 2(0) \Rightarrow i_1 = 6A$$

$$t_2 = 1s \Rightarrow i_2 = 6 + 2(1) \Rightarrow i_2 = 8A$$

$$\xrightarrow{\text{نعوض في } \Delta\Phi} \Delta\Phi = 8 \times 10^{-5}(8 - 6)$$

$$\boxed{\Delta\Phi = 16 \times 10^{-5} Weber}$$

c) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $10A$ بدل التيار السابق ، احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة . .

$$E = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-5} \times 100 = 4 \times 10^{-3}\ J$$

٣) على فرض أننا مررنا تيار كهربائي في الوشيعة فنشأ فيها حقل مغناطيسي $5 \times 10^{-3}T$ ونحيط منتصف الوشيعة بملف دائري يتألف من 10 لفة معزولة مساحة كل منها $0,05\ m^2$ بحيث ينطبق محوره على محور الوشيعة ونصل طرفي الملف بمقياس غلفاني حيث تكون المقاومة الكلية لدارة الملف $5\Omega$ ثم نجعل شدة التيار في الوشيعة تتناقص بانتظام لتنعدم خلال نصف ثانية والمطلوب: احسب شدة التيار المتحرض وحدد جهته

$N = 10$ لفة

$S = 5 \times 10^{-2} m^2$

$I = ?\quad ,\quad R = 5\Omega$

$t = 0,5\ sec$

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{N\Delta BS\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{N(B_2 - B_1)S}{\Delta t}$$

تتناقص شدة التيار لتنعدم $\Rightarrow I_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0$

$$\mathcal{E} = -\frac{10(0-5\times10^{-3})5\times10^{-2}}{5\times10^{-1}} \Rightarrow \boxed{\mathcal{E} = 5 \times 10^{-3}}\ Volt$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{5\times10^{-3}}{5} = 10^{-3}\ A$$

وحسب لنز بما أن الحقل المحرض متناقص فان جهة التيار المتحرض مع جهة التيار المحرض

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب : أنس أحمد فيزياء :

# المسألة رقم «7» التيار المتناوب الجيبي . دارة مهتزة

A) في دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل مقاومة صرفة $(R = 15\Omega)$ ومكثفة سعتها $\left(C = \frac{1}{2000\pi}F\right)$ ونطبق على الدارة توتراً لحظياً يعطى بالعلاقة: $\bar{U} = 50\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (V)$ والمطلوب:

**١) التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار .**

$$u_{eff} = \frac{u_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50\ (V)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\ Hz$$

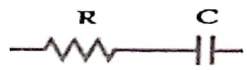
**٢) اتساعية لمكثفة .**

$$Xc = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{100\pi\frac{1}{2000\pi}} \Rightarrow \boxed{Xc = 20\Omega}$$

(كل الممانعات واحدتها $\Omega$)

**٣) احسب الممانعة الكلية للدارة**

$$Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega c})^2} = \sqrt{225 + 400} = \sqrt{625} = 25\,\Omega$$




**٤) احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية واكتب تابع الشدة الكلية**

$$I_{eff} = \frac{u_{eff}}{Z} = \frac{50}{25} = 2(A)$$

$$\bar{\imath} = I_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$ ، $\bar{\varphi} = 0$ الوصل تسلسل $I$ ثابت

$$I_{max} = I_{eff}.\sqrt{2} = 2\sqrt{2}A$$

$$\boxed{\bar{\imath} = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t\ \ (A)}$$

**٥) احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي المقاومة واكتب تابع التوتر فيها (معادلة التوتر) $U_{eff_R} = ?$ , $\bar{U}_R = ?$**

$$U_{eff_R} = R.I_{eff} = 15 \times 2 = 30\ V$$

تابع التوتر بين طرفي المقاومة $\Rightarrow \bar{U}_R = U_{max_R}\cos(\omega t + \overline{\varphi_R})$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$ ، $\varphi_R = 0$

$$U_{max_R} = U_{eff_R}.\sqrt{2} = 30\sqrt{2}\ V$$

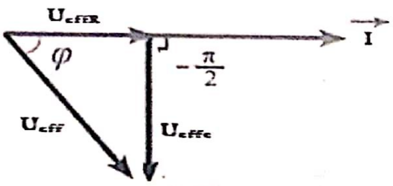
$$\boxed{\bar{U}_R = 30\sqrt{2}\cos 100\pi t\ \ (V)}$$

إضافي : احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة

الاستطاعة المصروفة حرارية $P_{avg} = R.I_{eff}^2$

$$P_{avg} = 15 \times 4 = 60\ Wat$$

**٦) احسب قيمة التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام انشاء فرينل واكتب تابع التوتر بين لبوسيها . $U_C = ?$ , $U_{eff_C} = ?$**




$$\overrightarrow{U_{eff}} = \overrightarrow{U_{effR}} + \overrightarrow{U_{effC}}$$

مثلث قائم: حسب فيثاغورث:

$$U_{eff}^2 = U_{effR}^2 + U_{effC}^2$$

$$2500 = 900 + U_{effC}^2$$

$$U_{effC}^2 = 2500 - 900 = 1600 \Rightarrow$$

$$\boxed{U_{eff_C} = 40\ V}$$

تابع التوتر بين لبوسي المكثفة $\Rightarrow \bar{U}_C = U_{max_C}\cos(\omega t + \overline{\varphi_C})$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$ ، $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}\ rad$

$$U_{max_C} = U_{eff_C}.\sqrt{2} = 40\sqrt{2}\ V$$

$$\boxed{\bar{U}_C = 40\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\ \ V}$$

**٧) احسب الطاقة الحرارية المنتشرة عن المقاومة الصرفة خلال دقيقة**

الطاقة الحرارية تساوي الاستطاعة الحرارية ضرب الزمن $E = P_{avgR}.t$

$$E = 60 \times 60 = 3600\ J$$

**٨) احسب عامل استطاعة الدارة $(\cos\varphi = ?)$**

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{15}{25} \Rightarrow \boxed{\cos\varphi = \frac{3}{5}}$$

**٩) نضيف إلى الدارة السابقة على التسلسل وشيعة مهملة المقاومة فتبقى الشدة المنتجة للدارة نفسها ، احسب ذاتية الوشيعة $(L = ?)$**

بقيت شدة التيار نفسها $\Rightarrow$ بعد الاضافة $Z = Z$ قبل الاضافة

$$\sqrt{R^2 + X_C{}^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

نربع الطرفين : $R^2 + X_C{}^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$

ونختصر $R^2$ : $X_C{}^2 = (X_L - X_C)^2$

نجذر الطرفين : $\pm X_C = X_L - X_C$

إما: مرفوض $-X_C = X_L - X_C \Rightarrow X_L = 0$

أو: $+X_C = X_L - X_C \Rightarrow \boxed{X_L = 2X_C}$

$$L\omega = 2X_C \Rightarrow L = \frac{2X_C}{\omega} = 2\frac{20}{100\pi} \Rightarrow \boxed{L = \frac{4}{10\pi}H}$$

إضافي : نغير تواتر التيار في الدارة الاخيرة بحيث يحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق ، احسب قيمة التواتر الجديد.

حالة طنين (تجاوب كهربائي)

$$X_L = X_C$$

$$\omega' L = \frac{1}{\omega' C} \Rightarrow \omega' = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow 2\pi f' = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{2}{5\pi}\times\frac{1}{2000\pi}}} \Rightarrow \boxed{f' = \frac{\sqrt{5000}}{2} \approx 35.35\ Hz}$$

**١٠) نعيد التواتر الأصلي $f = 50\ Hz$ ونضيف إلى المكثفة $C$ في الدارة السابقة مكثفة جديدة $C'$ مناسبة فيصبح عامل استطاعة الدارة يساوي الواحد.**

a) ماذا نسمي هذه الحالة ؟ نسمي هذه الحالة تجاوب كهربائي (طنين)

b) احسب شدة التيار المار في الدارة . $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3}\ A$

c) احسب السعة المكافئة للمكثفتين وحدد طريقة الضم .

$$L.\omega = \frac{1}{\omega C_{eq}} \Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{\frac{4}{10\pi}\times 10000\pi^2} = \frac{1}{4000\pi}F$$

$$\left.\begin{array}{l} C_{eq} = \frac{1}{4000\pi}F \\ C = \frac{1}{2000\pi}F \end{array}\right\} C_{eq} < C \Rightarrow \text{الوصل تسلسل}$$

d) احسب سعة المكثفة $C'$ الجديدة المضافة . $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}$

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{\frac{1}{4000\pi}} - \frac{1}{\frac{1}{2000\pi}} = 4000\pi - 2000\pi = 2000\pi$$

$$\frac{1}{C'} = 2000\pi \Rightarrow \boxed{C' = \frac{1}{2000\pi}F}$$

e) احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في هذه الحالة .

(ملاحظة بحالة التجاوب دوماً نحسب تيار جديد من $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ ونعوضه في الاستطاعة)

$$P_{avg} = I'_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi = \frac{10}{3}\times 50 \times 1 = \frac{500}{3}\,Watt$$

١١) نعيد ربط المكثفة $C = \frac{1}{2000\pi}F$ على التفرع مع الوشيعة $L = \frac{2}{5\pi}H$ بين طرفي المأخذ السابق حيث $f = 50\ Hz$ و $u_{eff} = 50\ (V)$ والمطلوب:

a) أحسب كلاً من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة

ردية الوشيعة $X_L = L\omega = L(2\pi f) = \frac{2}{5\pi} \times 2\pi \times 50 = 40\Omega$

اتساعية المكثفة $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(2\pi f)C} = \frac{1}{(2\pi.50)\frac{1}{2000\pi}} = 20\Omega$

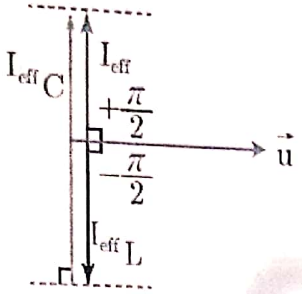
b) أحسب كل من الشدة المنتجة في كلا الفرعين .

فرع الوشيعة $I_{effL} = \frac{u_{eff}}{X_L} = \frac{50}{40} = \frac{5}{4}A$

فرع المكثفة $I_{effC} = \frac{u_{eff}}{X_C} = \frac{50}{20} = \frac{5}{2}A$

c) أحسب الشدة المنتجة الكلية للدارة باستخدام إنشاء فرينل وأكتب تابع الشدة :

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{effL}} + \overrightarrow{I_{effC}}$$
$$I_{eff} = I_{effC} - I_{effL}$$
$$I_{eff} = \frac{5}{2} - \frac{5}{4} = \frac{5}{4}(A)$$




تابع الشدة: $\bar{I} = I_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$

من إنشاء فرينل : $\bar{\varphi} = +\frac{\pi}{2}\ rad$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$

$I_{max} = I_{eff}.\sqrt{2} = \frac{5}{4}\sqrt{2}\ A$

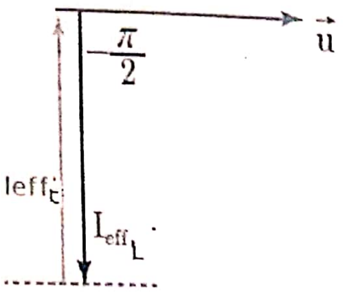
$$\boxed{\bar{I} = \frac{5}{4}\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\ A}$$

d) برهن أن الشدة المنتجة الكلية تنعدم في الدارة عندما تتساوى ردية الوشيعة واتساعية المكثفة باستخدام إنشاء فرينل ، وماذا تسمى هذه الحالة

$X_L = X_C \Rightarrow \frac{u_{eff}}{I_{effL}} = \frac{u_{eff}}{I_{effC}}$

الوصل تفرع $\Rightarrow I_{effL} = I_{effC}$

من إنشاء فرينل :




$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{effL}} + \overrightarrow{I_{effC}}$$
$$I_{eff} = I_{effC} - I_{effL} = 0$$

حالة خنق للتيار

١٢) في تجربة الدارة المهتزة: نصل مكثفة سعتها $C = 1\mu F$ بتوتر كهربائي $U = 100V$ ثم نصلها على التسلسل بين طرفي وشيعة ذاتيتها $L = 10^{-3}H$ ومقاومتها مهملة

a) اشرح ماذا يحدث عند وصل المكثفة بالتوتر ، ثم أحسب الشحنة الكهربائية $q_{max}$ للمكثفة والطاقة المختزنة فيها

- عند وصل المكثفة بالتوتر : تشحن المكثفة من خلال المولد :

سعة المكثفة : $C = 1 \times 10^{-6}F$

- حساب شحنة المكثفة : $q_{max} = C.U = 10^{-6} \times 10^2$

$\Rightarrow q_{max} = 10^{-4}C$

- حساب الطاقة الكهربائية المختزنة: $E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$

$E_C = \frac{1}{2} \times \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = \frac{1}{2} \times 10^{-2}J$

b) اشرح ماذا يحدث عند وصل المكثفة بالوشيعة ، ثم أحسب التواتر الخاص للاهتزازات الكهربائية المارة فيها

تبدأ المكثفة المشحونة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فينشأ تيار في الوشيعة ويزداد تدريجياً إلى أن يصل الشدة العظمى في نهاية ربع الدور الأول وتنعدم الشحنة في المكثفة فيتولد في الوشيعة قوة محركة متحرضة وتختزن طاقة كهرطيسية $E_L = \frac{1}{2}LI_{max}^2$ ومن ثم تلعب الوشيعة دور مولد على تضاد مع المكثفة فيبدأ التيار في الوشيعة بشحن المكثفة فينقص تدريجياً لتزداد شحنة المكثفة إلى أن ينعدم تيار الوشيعة فتصبح الشحنة عظمى في المكثفة بقوة أقل من بداية التفريغ وتختزن المكثفة الطاقة على شكل طاقة كهربائية وشحن بالجهة المعاكسة $E_c = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$ وهكذا خلال أرباع الدور الباقية

- حساب تواتر الاهتزازات الكهربائية: (نحسب الدور ونقلبه)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L.C} = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-6}} = 2\sqrt{\pi^2.10^{-9}}$$
$$T_0 = 2\sqrt{10^{-8}} = 2 \times 10^{-4}sec$$
$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\times10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^4 Hz\ \boxed{f_0 = 5000Hz}$$

c) أحسب شدة التيار الأعظمي Imax المار في الدارة و اكتب التابع الزمني لكل من الشحنة و شدة التيار بدءاً من الشكل العام معتبراً بدء الزمن لحظة وصل المكثفة المشحونة بالوشيعة

نحسب النبض الخاص : $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi.5000 = 10000\pi = \pi \times 10^4\ rad.s^{-1}$

- شدة التيار الأعظمي : $I_{max} = \omega_0 q_{max} = \pi \times 10^4 \times 10^{-4} = \pi(A)$

- تابع الشحنة : $\bar{q} = q_{max}\cos\omega_0 t \xrightarrow{\varphi=0} \boxed{\bar{q} = 10^{-4}\cos\pi \times 10^4 t\ (C)}$

- تابع شدة التيار: $\bar{I} = (\bar{q})'_t \Longrightarrow \bar{I} = \underbrace{\omega_0 q_{max}}_{I_{max}}\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) \xrightarrow{I_{max}=\pi A} \boxed{\bar{I} = \pi\cos\left(\pi.10^4 t + \frac{\pi}{2}\right) A}$

# المسألة رقم «٨» التيار المتناوب الجيبي ، المحولة الكهربائية

A) نطبق على دارة توتر لحظي يعطى تابعه بالعلاقة: $\bar{u} = 120\sqrt{2}cos120\pi t(V)$ والمطلوب

١) أحسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار

$\bar{u} = 120\sqrt{2}cos120\pi t(V)$

التوتر المنتج $U_{eff} = \frac{u_{max}}{\sqrt{2}} = 120(V)$

تواتر التيار $f = \frac{\omega}{2\pi} = 60Hz$

٢) نضع بين طرفي المأخذ مقاومة صرفة ، فيمر تيار شدته المنتجة $6A$ .أحسب قيمة المقاومة الصرفة ، وأكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها

$I_{effR} = 6(A) \qquad R = ?$

حساب المقاومة الصرفة: $R = \frac{U_{eff}}{I_{effR}} = \frac{120}{6} = 20\Omega$

تابع الشدة في المقاومة $\bar{\imath}_R = I_{max_R} cos(\omega t + \bar{\varphi}_R)$

$I_{maxR} = I_{effR}\sqrt{2} = 6\sqrt{2}\,A$

$\varphi = 0 \qquad \omega = 120\pi\ rad.s^{-1}$

$\boxed{i_R = 6\sqrt{2}cos120\pi t\ \ (A)}$

٣) نصل بين طرفي المقاومة في الدارة السابقة وشيعة عامل استطاعتها $\frac{1}{2}$ فيمر في الوشيعة تيار شدته المنتجة $10A$ ، أحسب ممانعة الوشيعة ومقاومتها ورديتها والاستطاعة المستهلكة فيها .ثم أكتب تابع الشدة اللحظية المار فيها

الوشيعة لها مقاومة $cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$I_{eff2} = 10(A)$

- حساب ممانعة الوشيعة : $Z_2 = \frac{u_{eff}}{I_{eff2}} = \frac{120}{10} = 12\Omega$
- حساب مقاومة الوشيعة : $cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2} \Rightarrow r = Z_2.cos\varphi_2$

$r = 12.\frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{r = 6\Omega}$

- حساب ردية الوشيعة : من تحت الجذر

$Z_2 = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} \xRightarrow{\text{نربع}} Z_2^2 = r^2 + (L\omega)^2 \xRightarrow{\text{ننقل}}$

$(L\omega)^2 = Z_2^2 - r^2 \xRightarrow{\text{نجذر}} L\omega = \sqrt{Z_2^2 - r^2}$

$\boxed{L\omega = X_L = \sqrt{144 - 36} = \sqrt{108}\Omega}$

- حساب الاستطاعة المستهلكة في الوشيعة:

$P_{avg2} = .I_{eff2}.u_{eff}cos\varphi_2$

$P_{avg2} = 10 \times 120 \times \frac{1}{2} = 600(watt)$

- تابع الشدة اللحظية في الوشيعة:

$\bar{\imath}_2 = I_{max2}cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}_2)$

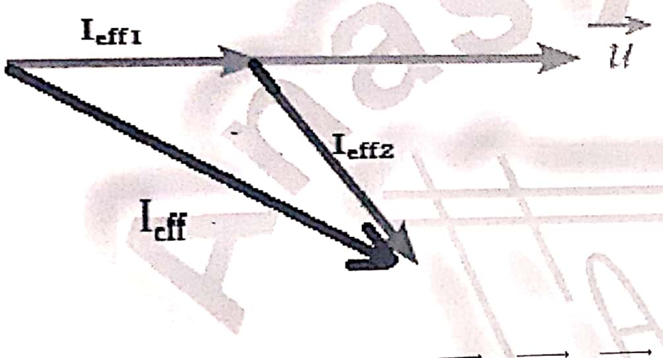
$I_{max2} = I_{eff2}\sqrt{2} = 10\sqrt{2}(A)$

$\omega = 120\pi\ rad.s^{-1}$ ، $cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{3}rad$

الوصل تفرع نختار الزاوية $-\frac{\pi}{3}$

$\boxed{\bar{\imath}_2 = 10\sqrt{2}\,cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{3}\right) A}$

٤) أحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل




$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff1}} + \overrightarrow{I_{eff2}}$

نربع الطرفين ، علاقة التجيب :

$I_{eff}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}I_{eff2}cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$I_{eff} = \sqrt{I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}I_{eff2}cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

$I_{eff} = \sqrt{36 + 100 + 2 \times 10 \times 6 \times \frac{1}{2}}$

$\boxed{I_{eff} = \sqrt{196} = 14(A)}$

٥) أحسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين .وعامل استطاعة الدارة

- حساب الاستطاعة المتوسطة في الجملة

$P_{avg} = P_{avg1} + P_{avg2}$

$P_{avg} = i_{eff1}u_{eff}cos\varphi_1 + I_{eff2}u_{eff}cos\,\varphi_2$

$P_{avg} = 6 \times 120 \times 1 + 10 \times 120 \times \frac{1}{2}$

$\boxed{P_{avg} = 1320(watt)}$

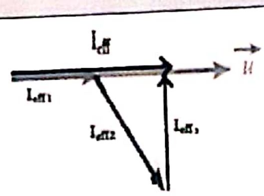
- حساب عامل استطاعة الدارة

$cos\varphi$ نعزل $P_{avg} = u_{eff}i_{eff}cos\varphi$

$cos\varphi = \frac{P_{avg}}{u_{eff}I_{eff}} = \frac{1320}{120 \times 14} = \frac{66}{6 \times 14} = \frac{11}{14}$

كلي

٦) ما سعة المكثفة الواجب ربطها على التفرع مع الأجهزة السابقة بحيث تصبح الشدة المنتجة للدارة الأصلية على وفاق بالطور مع فرق الكمون الكلي عندما تعمل الأجهزة الثلاثة معاً.




$X_c = \frac{u_{eff}}{I_{eff3}}$ نحسب $I_{eff3}$ من المثلث القائم

$sin\frac{\pi}{3} = \frac{I_{eff3}}{I_{eff2}} \Rightarrow I_{eff3} = I_{eff2}\,sin\frac{\pi}{3}$

$I_{eff3} = 10\frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}A$

$X_c = \frac{120}{5\sqrt{3}} = \frac{24}{\sqrt{3}} = 8\sqrt{3}\Omega$

$X_c = \frac{1}{\omega c} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{120\pi.8\sqrt{3}} = \frac{1}{960\pi\sqrt{3}}\ F$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب «أنس أحمد فيزياء»

# المحولة الكهربائية

في تجربة يبلغ عدد لفات أولية محولة كهربائية $N_p = 125$ لفة وعدد لفات ثانويتها $N_s = 375$ لفة، والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يُعطى بالمعادلة: $\overline{u}_s = 120\sqrt{2}cos100\pi t(V)$

١) احسب نسبة التحويل، ثم بين إن كانت المحولة رافعة للتوتر أم خافضة له.

نسبة التحويل : $\mu = \frac{N_S}{N_P} = \frac{375}{125} = 3$

$\mu > 1$ المحولة رافعة للتوتر خافضة للتيار لأن $N_S > N_P$

٢) احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي كل من الدارة الثانوية و الأولية.

♥ التوتر المنتج بين طرفي الدارة الثانوية : من التابع المعطى :

$U_{effs} = \frac{U_{max_S}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{U_{effs} = 120volt}$

♥ التوتر المنتج بين طرفي الدارة الأولية : من نسبة التحويل

$\mu = \frac{u_{effs}}{u_{effp}} \Rightarrow u_{effp} = \frac{u_{effs}}{\mu} = \frac{120}{3} = 40volt$

٣) نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة صرف $R = 30\Omega$، احسب قيمة كلا من الشدتين المنتجتين للتيار في الدارتين الثانوية والأولية

♥ حساب تيار الثانوية : $I_{eff_S} = \frac{U_{effs}}{R} = \frac{120}{30} = 4A$

هي نفسها شدة التيار المنتجة في المقاومة الصرفة : $I_{eff_R} = 4A$

♥ حساب تيار الأولية : من نسبة التحويل : $\mu = \frac{I_{effp}}{I_{effS}}$

$\Rightarrow I_{effp} = \mu . I_{effS} = 3 \times 4 = 12\ A$

٤) نصل على التفرع مع المقاومة السابقة وشيعة مهملة المقاومة، فيمر في فرع الوشيعة تيار شدته المنتجة $I_{eff_L} = 3A$.

$a$) احسب ردية الوشيعة، ثم اكتب التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعة

♥ ردية الوشيعة : $X_L = \frac{U_{effs}}{I_{eff_L}} = \frac{120}{3} = 40\Omega$

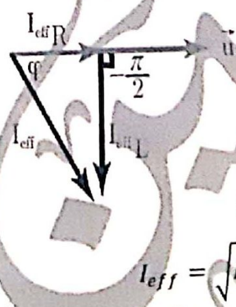
♥ التابع الزمني لشدة التيار في فرع الوشيعة : $\overline{\iota}_L = I_{max_L}cos(\omega t + \overline{\varphi}_L)$

$I_{max\ L} = I_{eff_L}\sqrt{2} \Rightarrow I_{max\ L} = 3\sqrt{2}\ (A)$

$\overline{\varphi}_L = -\frac{\pi}{2}rad\ .\ \ \omega = 100\pi rad.s^{-1}$

$\boxed{\overline{\iota_L} = 3\sqrt{2}\ cos\left(100\pi\ t - \frac{\pi}{2}\right)}(A)$

$b$) احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية باستخدام إنشاء فرينل.



$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_R}} + \overrightarrow{I_{eff_L}}$

مثلث قائم حسب فيثاغورث

$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2$

$I_{eff} = \sqrt{I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2} = \sqrt{16 + 9} = 5A$

$c$) احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة الثانوية ، وعامل استطاعة الدارة.

♥ الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة $P_{avg} = P_{avgR} + P_{avgL}$

$P_{avg} = I_{effR}u_{eff}cos\varphi_R + I_{effL}u_{eff}cos\ \varphi_L$

$P_{avg} = 4 \times 120 \times 1 + 3 \times 120 \times 0$

$\boxed{P_{avg} = 480(watt)}$

♥ حساب عامل استطاعة الدارة: $P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff}\ cos\varphi$

$cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff}I_{eff}} = \frac{480}{120 \times 5} = \frac{4}{5} = 0.8$

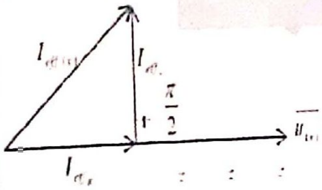
كلي

٥) نرفع الوشيعة السابقة ونصل على التفرع مع المقاومة السابقة مكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi}F$ فتصبح الشدة المنتجة في الدارة الثانوية $I_{eff_s} = 5A$

$a$) أحسب اتساعية المكثفة

$X_C = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{100\pi . \frac{1}{4000\pi}} = 40\Omega$

$b$) أحسب قيمة الشدة المنتجة في فرع المكثفة باستخدام إنشاء فرينل وأكتب التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع



$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_R}} + \overrightarrow{I_{eff_C}}$

مثلث قائم حسب فيثاغورث

$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_C}^2$

$I_{eff_C}^2 = I_{eff}^2 - I_{eff_R}^2 \Rightarrow I_{eff_C} = \sqrt{I_{eff}^2 - I_{eff_R}^2}$

$\Rightarrow I_{eff_C} = \sqrt{25 - 16} = 3A$

♥ التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع : $\overline{\iota}_C = I_{max\ C}cos(\omega t + \overline{\varphi}_C)$

$I_{max\ C} = I_{eff_C}\sqrt{2} \Rightarrow I_{max\ C} = 3\sqrt{2}\ (A)$

$\overline{\varphi}_L = +\frac{\pi}{2}rad\ .\ \ \omega = 100\pi rad.s^{-1}$

$\boxed{\overline{\iota_C} = 3\sqrt{2}\ cos\left(100\pi\ t + \frac{\pi}{2}\right)}(A)$

٦) نرفع المكثفة ونضع بدل منها وشيعة لها مقاومة ونضع طلبات مثل الطلبات المسألة الثالثة درس المحولة الكهربائية

لو طلب الاستطاعة الكلية الضائعة حرارياً $P' = P'_P + P'_S$

الاستطاعة الضائعة حرارياً في الدارة الأولية $P'_P = R_P . I_{effp}^2$

الاستطاعة الضائعة حرارياً في الدارة الثانوية $P'_S = R_S . I_{effs}^2$

# المسألة رقم «9» أمواج ومزامير

A) خيط مرن(وتر مشدود) أفقي طوله $1m$ وكتلته $10g$ ، نربط أحد طرفيه برنانة كهربائية شعبتاها أفقيتان تواترها $50\ Hz$، ونشد الخيط على محز بكرة بثقل مناسب لتكون نهايته مقيدة ،فإذا علمت أن طول الموجه المتكونة $40cm$ . المطلوب:

**١) ما عدد المغازل المتكونة على طول الخيط ثم احسب البعد بين بطنين متتاليين والبعد بين بطن وعقدة ؟**

المعطيات : $m = 10^{-2}kg$ $\quad L = 1(m)$

$\lambda = 4 \times 10^{-1}$ $\quad f = 50HZ$

- حساب عدد المغازل : $L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda}$

$\boxed{n = \frac{2\times1}{4\times10^{-1}} = 5}$ مغازل

- البعد بين بطنين/عقدتين متتاليين $\frac{\lambda}{2} = 2 \times 10^{-1}(m)$
- البعد بين عقدة وبطن $\frac{\lambda}{4} = 1 \times 10^{-1}(m)$

**٢) أحسب السعة بنقطة تبعد $20cm$ ثم بنقطة تبعد $30cm$ عن النهاية المقيدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع $Y_{max}$=1cm .**

- النقطة الأولى على بعد $2 \times 10^{-1}m$ عن النهاية العقيدة

$$\gamma_{max} = 10^{-2}m$$
$$\gamma_{max_{n1}} = 2\gamma_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right|$$
$$\gamma_{max_{n1}} = 2(10^{-2})\sin\left|\frac{2\pi}{4\times10^{-1}} \times 2 \times 10^{-1}\right|$$
$$\boxed{\gamma_{max_{n1}} = 0 \Rightarrow \text{عقدة اهتزاز}}$$

- النقطة الثانية على بعد $3 \times 10^{-1}(m)$ عن النهاية المقيدة

$$\gamma_{max_{n2}} = 2\gamma_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right|$$
$$\gamma_{max_{n2}} = 2(10^{-2}).\sin\left|\frac{2\pi\times3\times10^{-1}}{4\times10^{-1}}\right|$$
$$\boxed{\gamma_{max_{n2}} = 2 \times 10^{-2}(m) \Rightarrow \text{بطن اهتزاز}}$$

**٣) أحسب الكتلة الخطية للخيط ، واحسب قوة شد (قد يعطينا قوة الشدة ويطلب سرعة الانتشار)هذا الخيط وسرعة انتشار الاهتزاز فيه**

- حساب الكتلة الخطية:

$$\mu_{\text{الكتلة الخيطية للخيط}} = \frac{m}{L} = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2}(kg.m^{-1})$$

- حساب قوة الشد

$$F_T \text{ حساب } \overset{f=\frac{nv}{2L}}{\underset{v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}{\Rightarrow}} f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\frac{F_T}{\mu}$$
$$2500 = \frac{25\times F_T}{4\times1\times10^{-2}} \rightarrow \boxed{F_T = 4N}$$

- حساب سرعة الاهتزاز

$$v_{\text{سرعة انتشار الاهتزاز}} = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4}{10^{-2}}} = \sqrt{400} = 20(m.s^{-1})$$

**٤) أحسب التواترات الخاصة لمدروجاته الثلاثة الأولى.**

$$f = \frac{n\,v}{2L}$$

المدروج الأول(الأساسي) $n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{1}{2(1)} \times 20 = 10(Hz)$

المدروج الثاني $n = 2 \Rightarrow f_2 = \frac{2}{2(1)} \times 20 = 20(Hz)$

المدروج الثالث $n = 3 \Rightarrow f_3 = \frac{3}{2(1)} \times 20 = 30(Hz)$

**٥) أحسب قوة شد الخيط التي تجعله يهتز بمغزلين ، وحدد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة في هذه الحالة .**

من أجل مغزلين : $n = 2$

- حساب قوة الشد

$$F_T \text{ حساب } \overset{f=\frac{nv}{2L}}{\underset{v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}}{\Rightarrow}} f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \Rightarrow f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\frac{F_T}{\mu}$$
$$2500 = \frac{4.F_T}{4.1.10^{-2}} \rightarrow \boxed{F_T = 25N}$$

- في حالة المغزلين (أي لدينا ثلاث عقد وبطنين اهتزاز العقد):

نحسب $\lambda$ جديدة $\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2.1}{2} = 1\ m$

**معادلة العقد:** $x = n\frac{\lambda}{2}$

العقدة الأولى $n = 0 \Leftarrow x_1 = \frac{\lambda}{2}(0) = 0$

العقدة الثانية $n = 1 \Leftarrow x_2 = \frac{1}{2}(1) = \frac{1}{2}m$

العقدة الثالثة $n = 2 \Leftarrow x_3 = \frac{1}{2}(2) = 1m$

**معادلة البطون:** $x = (2n + 1)\frac{\lambda}{4}$

البطن الأول $n = 0 \Leftarrow x = (2(0) + 1)\frac{1}{4} = \frac{1}{4}(m)$

البطن الثاني $n = 1 \Leftarrow x = (2(1) + 1)\frac{1}{4} = \frac{3}{4}(m)$

**٦) نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه ، هل تتغير كتلته الخطية باعتبار أنه متجانس ؟.**

(فرضاً) $l' = \frac{L}{2} \Rightarrow m' = \frac{m}{2}$

$$\mu' = \frac{m'}{L'} = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{m}{L} = \mu$$

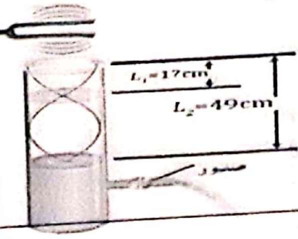
لا تتغير كتلته الخطية بما أن الوتر متجانس

**<u>إضافي للطلب $D$ من هذه المسألة :</u>**

أنبوب أسطواني مملوء بالماء وله صنبور عند قاعدته، تهتز رنانة فوق طرفه العلوي المفتوح، وعند إنقاص مستوى الماء في الأنبوب، سمع صوت شديد يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_1 = 17\ cm$ . وباستمرار إنقاص مستوى الماء سمع صوت شديد ثانٍ يبعد مستوى الماء فيه عن طرفه العلوي بمقدار $L_2 = 49\ cm$ . فإذا علمت أن سرعة انتشار الصوت في شروط التجربة السابقة $v = 340\ m.s^{-1}$ . احسب تواتر الرنانة المستخدمة.

الحل :لحساب التواتر من العلاقة : $f = \frac{v}{\lambda}$ لدينا $v = 340\ m.s^{-1}$ نحسب أولاً طول الموجة $\lambda$

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 0.49 - 0.17 = 0.32\ m$$
$$\Delta L = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \Delta L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 0.32 = \frac{\lambda}{2} \Longrightarrow \lambda = 0.64\ m$$
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.64} \approx 531.25\ HZ$$




تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء

B) مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله $L=3m$ فيه هواء درجة حرارته $0^oC$ حيث سرعة انتشار الصوت فيه $v=330m.s^{-1}$ وتواتر الصوت الصادر $f=110Hz$

١) احسب طول الموجة المتكونة وعدد أطوال الموجة و البعد بين بطنين متتاليين ، ثم استنتج رتبة الصوت .

مزمار ذو فم و نهاية مفتوحة ⇦ متشابه الطرفين

♥ طول الموجة المتكونة : $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{330}{110}=3(m)$

♥ عدد أطوال الموجة = $\frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}}=\frac{L}{\lambda}=\frac{3}{3}=1$ طول موجة

♥ البعد بين بطنين متتاليين $\frac{\lambda}{2}=\frac{3}{2}=1.5(m)$

♥ حساب رتبة الصوت $n$ : $L=n\frac{\lambda}{2}\Rightarrow n=\frac{2L}{\lambda}=\frac{2\times3}{3}=2$

ملاحظة هنا قد يعطينا رتبة الصوت $n$ ويطلب طول الموجة $\lambda$ : $L=n\frac{\lambda}{2}\Rightarrow\lambda=\frac{2L}{n}$

٢) نسخن مزمار إلى درجة $819^oC$ ، ، احسب سرعة انتشار الصوت عند هذه الدرجة ثم استنتج طول الموجة المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه .

♥ سرعة انتشار الصوت : $\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}\Rightarrow v_2=\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}.v_1=\sqrt{\frac{t_2+273}{t_1+273}}.v_1$

$$v_2=\sqrt{\frac{273+819}{273+0}}.330=\sqrt{\frac{1092}{273}}.330=\sqrt{4}.330$$

$$\boxed{\Rightarrow v_2=660m.s^{-1}}$$

♥ طول الموجة المتكونة : من العلاقة : $\lambda_2=\frac{v_2}{f}$

ليصدر الصوت نفسه(مواقت) أي نفس التواتر $f=110Hz$

$$\boxed{\lambda_2=\frac{v_2}{f}=\frac{660}{110}=6(m)}$$

٣) احسب طول المزمار اخر ذي فم ، نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة $0^oC$ تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصادر عن المزمار السابق

$f'=(2n-1)\frac{v}{4L'}\Rightarrow L'=(2n-1)\frac{v}{4f'}$ $\quad L'=?\xRightarrow{\text{مختلف}}$

$(0^0C)\Leftarrow v=330m.s^{-1}$ , $(2n-1)=3$ المدروج الثالث

يساوي تواتر المزمار السابق : مختلف$f'=f$متشابه $=110Hz$

$L'=(2n-1)\frac{v}{4f'}\Rightarrow L'=\frac{3\times330}{4\times110}=\frac{9}{4}=2,25\ m$

٤) إذا تكوّنت عقدة واحدة في منتصف المزمار المتشابه في الدرجة $0^oC$ فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ

الدرجة $(0^0C)\Leftarrow v=330m.s^{-1}$

الصوت البسيط $n=1$

$f=\frac{n.v}{2L}=\frac{1\times330}{2\times3}\Rightarrow\boxed{f=55\ Hz}$

لو طلب التواتر عند الدرجة $819^oC$ كنا عوضنا السرعة $v=660m.s^{-1}$

C) مزمار ذو فم نهايته مغلقة يحوي غاز الأكسجين سرعة انتشار الصوت فيه $324m.s^{-1}$ يصدر صوتاً أساسياً تواتره $162Hz$ .

١) أحسب طول الموجة المتكونة وطول هذا المزمار

♥ طول الموجة : $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{324}{162}=2(m)$

♥ حساب طول هذا المزمار : $L=?$

فم+نهاية مغلقة ⇦ مختلف

$(2n-1)=1\quad f=162(Hz)\quad v=324(m.s^{-1})$

$f=(2n-1)\frac{v}{4L}\Rightarrow L=(2n-1)\frac{v}{4f}$

$L=1\frac{324}{4(162)}=\frac{1}{2}(m)$

٢) نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهدروجين في درجة الحرارة نفسها ، احسب سرعة انتشار الصوت في غاز الهدروجين ثم أحسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة .$(H=1\quad O=16)$

♥ حساب سرعة انتشار الصوت في غاز الهدروجين $\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{D_1}{D_2}}\Rightarrow v_2=\sqrt{\frac{D_1}{D_2}}.v_1$

$D_2=\frac{M_2}{29}=\frac{2}{29}\quad D_1=\frac{M_1}{29}=\frac{32}{29}\quad M_{H_2}=2\ ,\ M_{O_2}=32\Rightarrow$

$$v_2=\sqrt{\frac{\frac{32}{29}}{\frac{2}{29}}}\times324=\sqrt{16}\times324\Rightarrow v_2=4\times324=1296(m.s^{-1})$$

♥ حساب التواتر : للصوت الأساسي $(2n-1)=1$

$$\boxed{f_2=(2n-1)\frac{v_2}{4L}=1\times\left(\frac{1296}{4\times\frac{1}{2}}\right)=648Hz}$$

D) عمود هوائي طوله $L=2m$ سرعة انتشار الصوت في الهواء $v=330\ m.s^{-1}$

١) احسب تواتر الصوت الأساسي(أصغر تواتر يحدث عند التجاوب ، الرنين الأول ) ومن ثم تواتر المدروج الثالث الذي يصدره إذا كان العمود مغلقاً (قناة سمعية)

تواتر العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين): $f=(2n-1)\frac{v}{4L}$

♥ صوت أساسي $(2n-1)=1$

تواتر الصوت الأساسي : $f=1\times\frac{330}{4\times2}\Rightarrow\boxed{f=\frac{330}{8}Hz}$

♥ مدروج ثالث : $(2n-1)=3$

تواتر المدروج الثالث : $f=3\times\frac{330}{4\times2}\Rightarrow\boxed{f=\frac{990}{8}Hz}$

ملاحظة البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين متعاقبين) : $\frac{\lambda}{2}$

٢) احسب تواتر الصوت الأساسي (أصغر تواتر يحدث عند التجاوب ، الرنين الأول ) ومن ثم تواتر المدروج الثالث الذي يصدره إذا كان العمود مفتوحاً.

تواتر العمود الهوائي المفتوح (متشابه الطرفين ) : $f=\frac{nv}{2L}$

♥ صوت أساسي $n=1$

تواتر الصوت الأساسي : $f=\frac{1\times330}{2\times2}\Rightarrow\boxed{f=\frac{330}{4}Hz}$

♥ مدروج ثالث : $n=3$

تواتر المدروج الثالث : $f=\frac{3\times330}{2\times2}\Rightarrow\boxed{f=\frac{990}{4}Hz}$

ملاحظة القوة الضاغطة تساوي الضغط ضرب مساحة السطح $F=P.S$

٣) حدد البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول عندما تهتز رنانة تواترها $f=\frac{330}{4}Hz$ فوق العمود الهوائي المغلق

البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول هو $L_1=?$ وان تواتر العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين) الرنين الأول : $f=(2n-1)\frac{v}{4L_1}$

الرنين الأول : $(2n-1)=1$ ⇦ $f=\frac{v}{4L_1}\Rightarrow L_1=\frac{v}{4f}\Rightarrow L_1=\frac{330}{4\times\frac{330}{4}}=1\ m$

# المسألة رقم ((10)) الموانع

A) يتدفق الماء عبر مضخة حيث: $S_2=60\,cm^2$ $S_1=20\,cm^2$ $z=20\,m$ $v_1=15\,m.s^{-1}$ $g = 10\,m.s^{-2}$ , $\rho_{H_2O} = 1000\,kg.m^{-3}$

١. احسب $v_2$، السرعة عند المقطع $S_2$ والضغط $P_1$ عند المقطع $S_1$ علماً أن: $P_2 = 1 \times 10^5\,Pa$

الاستمرارية $S_1.v_1 = S_2.v_2 = const \Rightarrow v_2 = \frac{S_1}{S_2}.v_1$

$$\boxed{v_2 = \frac{20\times10^{-4}}{60\times10^{-4}} \times 15 = 5\,m.S^{-1}}$$

لحساب $P_1$ نطبق معادلة برنولي: $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g Z = consst$

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

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

$$\xrightarrow{\text{عامل مشترك}} P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g \underbrace{(Z_2 - Z_1)}_{Z}$$

$$P_1 = 10^5 + \frac{1}{2}(1000)(25 - 225) + 1000 \times 10(20)$$

$$P_1 = 100000 - 100000 + 200000$$

$$\boxed{P_1 = 200000 = 2 \times 10^5\,Pa}$$

٢. احسب العمل الميكانيكي اللازم لضخ $100L$ من الماء إلى الارتفاع $Z = 7m$

حساب العمل الميكانيكي: $W = -m\,g\,z + (P_1 - P_2)\Delta V$

$$m = \rho V = 1000 \times 100 \times 10^{-3} = 100\,kg$$

$$W = -100 \times 10 \times 7 + (2 \times 10^5 - 1 \times 10^5)100 \times 10^{-3}$$

$$W = -7 \times 10^3 + 1 \times 10^4 = -7000 + 10000 \Rightarrow W = 3000J$$

٣. احسب قيمة فرق الضغط $P_1 - P_2$ عند $Z = 5m$

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

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

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

$$\xrightarrow{\text{عامل مشترك}} P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g \underbrace{(Z_2 - Z_1)}_{Z}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \times 1000(25 - 225) + 1000(10)(5)$$

$$P_1 - P_2 = -100000 + 50000 = -50000pa$$

B) يفرغ خزان (مضخة) ماء حجمه $8\,m^3$ بمعدل ضخ $0.04\,m^3.s^{-1}$

١. أحسب الزمن اللازم لتفريغ الخزان

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

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{8}{4\times10^{-2}} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 200\,S}$$

٢. سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه $100\,cm^2$

$$Q' = S.v$$

$$v = \frac{Q'}{S} = \frac{4\times10^{-2}}{10^{-2}} \Rightarrow \boxed{v = 4\,m.S^{-1}}$$

٣. سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم إذا نقص مقطعها ليصبح نصف ما كان عليه.

$$S_1.v_1 = S_2.v_2$$

$$S_2 = \frac{1}{2}S_1 \text{ فرضاً} \Rightarrow S_1.v_1 = \frac{1}{2}S_1 v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = 2v_1 \boxed{\Rightarrow v_2 = 2 \times 4 = 8\,m.S^{-1}}$$

٤. احسب معدل التدفق الحجمي اذا استغرقت عملية التفريغ 100sec

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{8}{100} \Rightarrow \boxed{Q' = 0,08m^3.s^{-1}}$$

إعداد المدرس : أنس أحمد

مؤسسة المتفوقين التربوية

: المسائل الشاملة :

# المسألة رقم «١١» النسبية

ثوابت معطاة بالمسألة ، سرعة الضوء : $C = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$.

سافر رائد فضاء في مركبة فضائية لها شكل مستطيل إلى أحد كواكب المجرة وفق مسار مستقيم، بحيث يكون شعاع سرعة المركبة دوماً موازياً لطول المركبة فتسجل أجهزة المركبة المسافرة القياسات الآتية: طول المركبة $100m$ ، عرض المركبة $25\ m$ ، المسافة المقطوعة: 4 سنة ضوئية ، زمن الرحلة $\frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة

المطلوب

١) احسب كلاً من سرعة المركبة وطولها وعرضها أثناء الرحلة، والمسافة التي قطعتها وزمن الرحلة وفق قياسات المحطة الأرضية

المعطيات بالنسبة للمركبة المسافرة (المراقب الداخلي ) سجلت القياسات الآتية

طول المركبة $L'_0 = 100m$ عرض المركبة $d_0 = 25\ m$ ، المسافة المقطوعة: $L' = 4C$ سنة ضوئية ، زمن الرحلة $t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة

المطلوب : $v$السرعة ، طول المركبة $L$ ، عرض المركبة $d$ ، المسافة المقطوعة $L'_0$ ، زمن الرحلة $t$

بالنسبة للمراقب الخارجي ( المحطة الأرضية)

- حساب $v$السرعة :

$$v\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن}} = \frac{L'}{t_0} = \frac{4C}{\frac{8}{\sqrt{3}}} \Rightarrow \boxed{v = \frac{\sqrt{3}}{2}c}$$

- حساب $\gamma$ :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}c\right)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{\frac{3c^2}{4}}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{3}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = \sqrt{4} \Rightarrow \boxed{\gamma = 2}$$

- طول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي ( المحطة الأرضية) يتقلّص لأن شعاع السرعة موازياً له:

$$L = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{100}{2} = 50m$$

- عرض المركبة يبقى نفسه ولا يتغير لأن شعاع السرعة موازي لطول المركبة أي :

$$d = d_0 = 25\ m$$

- مسافة الرحلة المقطوعة بالنسبة للمراقب الخارجي :

$$L' = \frac{L'_0}{\gamma} \Rightarrow L'_0 = \gamma . L' = 2 \times 4 = 8\ light\ years$$

- زمن الرحلة بالنسبة للمراقب الخارجي ( المحطة الأرضية) يتمدد :

$$t = \gamma . t_0 = 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}} years$$

٢) درس رائد الفضاء الكتلة السكونية لجسيم $m_0 = 9 \times 10^{-31} kg$ .
وفي أحد التجارب كانت طاقته الكلية تساوي ثلاثة أضعاف طاقته السكونية.

a) احسب الطاقة السكونية للجسيم .وطاقته الكلية .

الطاقة السكونية : $E_0 = m_0c^2$

$$E_0 = m_0c^2 = 9 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$E_0 = 9 \times 10^{-31} \times 9 \times 10^{16} = 81 \times 10^{-15} J$$

الطاقة الكلية : $E = 3E_0 = 3 \times 81 \times 10^{-15} = 243 \times 10^{-15} J$

b) أحسب قيمة $\gamma$ : من الفرض : $E = 3E_0$

$$mc^2 = 3m_0c^2 \xRightarrow{m=\gamma m_0} \gamma m_0 = 3m_0 \xRightarrow{\text{بالاختصار}} \gamma = 3$$

c) أحسب كتلته أثناء حركته خلال التجربة (في الميكانيك النسبي)

$$m = \gamma m_0 = 3 \times 9 \times 10^{-31} \Rightarrow m = 27 \times 10^{-31} kg$$

d) احسب سرعة الجسيم في هذه التجربة.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \xRightarrow{\text{نربع الطرفين}} \gamma^2 = \frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

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

$$\frac{\gamma^2 v^2}{c^2} = \gamma^2 - 1 \xRightarrow{\text{نعزل } v^2} v^2 = \frac{\left(\gamma^2-1\right)c^2}{\gamma^2}$$

$$v^2 = \frac{(9-1)c^2}{9} \xRightarrow{\text{نجذر}} \boxed{v = \frac{2\sqrt{2}}{3}c}$$

$$v = \frac{2\sqrt{2}}{3} \times 3 \times 10^8 \Rightarrow \boxed{v = 2\sqrt{2} \times 10^8 m.s^{-1}}$$

e) احسب الطاقة الحركية لهذا الجسيم وفق الميكانيك النسبي

$$E_k = E - E_0 = 3E_0 - E_0 = 2E_0$$

$$E_k = 2E_0 = 2 \times 81 \times 10^{-15} = 162 \times 10^{-15} J$$

f) أحسب كمية الحركة وفق الميكانيك الكلاسيكي ثم وفق الميكانيك النسبي

كلاسيكياً: لا تتغير الكتلة بين حالتي السكون والحركة أي: $p = m_0 v$

$$p = 9 \times 10^{-31} \times 2\sqrt{2} \times 10^8 \Rightarrow p = 18\sqrt{2} \times 10^{-23}\ kg.m.s^{-1}$$

نسبياً: تزداد الكتلة $m_0$ عند الحركة وتصبح $m$ فتكون كمية حركته:

$$p = mv = \gamma m_0 v = 3 \times 9 \times 10^{-31} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$$

$$\Rightarrow \boxed{p = 54\sqrt{2} \times 10^{-23} kg.m.s^{-1}}$$



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

الزمن الذي سجلته الميقاتية التي يحملها رائد الفضاء: $t_0 = 1\ year$ الزمن الذي سجله المراقب الخارجي للرحلة (الاخ التوأم الذي بقي على الأرض): $t$

$$t = \gamma\, t_0 \xRightarrow{\gamma\ \text{نحسب}} \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

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

أي أن الأخ التوأم انتظر ثلاثين عاماً حتى انتهت رحلة أخيه التوأم التي استغرقت بالنسبة له عاماً واحداً. $t = 30 \times 1 = 30\ year \Rightarrow$

تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس أحمد فيزياء:

# المسألة رقم 12 : الكترونيات

ثوابت معطاة بالمسألة : سرعة الضوء : $C = 3 \times 10^{8} m.s^{-1}$ ثابت بلانك : $h = 6.6 \times 10^{-34} = 66 \times 10^{-35} J.s$

شحنة الإلكترون : $e = 1.6 \times 10^{-19} = 16 \times 10^{-20} (c)$ كتلة الإلكترون : $m_e = 9 \times 10^{-31} (kg)$

A) نطبق فرقاً في الكمون، قيمته $V = 720(V)$ بين اللبوسين الشاقولين لمكثفة مستوية، ندخل إلكتروناً ساكناً في نافذة اللبوس السالب استنتج العلاقة المحدّدة لسرعة هذا الإلكترون عندما يخرج من نافذة مقابلة اللبوس الموجب _ بإهمال ثقل الإلكترون _ ثم احسب قيمتها

عند دخول الإلكترون من النافذة فإنه يخضع لقوة كهربائية $\vec{F}$ محمولة على الحقل الكهربائي وتعاكسه بالاشارة

بتطبيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول: لحظة ترك المهبط (اللبوس السالب) بدون سرعة ابتدائية

الوضع الثاني: لحظة الوصول للمصعد (اللبوس الموجب)

يمكن استخدام نظرية الطاقة الحركية في راسم الاهتزاز - الأشعة المهبطية الأشعة السينية - الكترونات مسرعة

$$\overline{\Delta E_K} = \sum \overline{W_{\vec{F}}}$$

$$E_K - E_{K_0} = W_{\vec{F}}$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = F.d$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = e\,E.d$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = e\,U$$

$$v^2 = \frac{2eU}{m_e} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 16 \times 10^{-20} \times 720}{9 \times 10^{-31}}} \Rightarrow \boxed{v = 16 \times 10^{6} (m.s^{-1})}$$

B) على فرض أن الإلكترون الأفقي يتحرك بسرعة $4 \times 10^{4} km.s^{-1}$ ليدخل بهذه السرعة لحظة بدء خضوعه لتأثير اللبوسين الأفقيين لمكثفة مشحونة يبعدان عن بعضهما $2cm$ بينهما فرق الكمون $10^{3}(V)$

١) احسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوسي المكثفة.

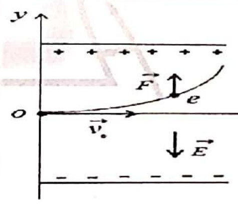
$v_0 = 4 \times 10^{7} (m.s^{-1})$ $d = 2 \times 10^{-2} (m)$ $U = 10^{3} (V)$

$$U = E.d \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{10^{3}}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{4} (V.m^{-1})$$

٢) احسب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها الإلكترون بإهمال ثقله.

$$F = eE = 16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^{4} = 8 \times 10^{-15} (N)$$

٣) استنتج معادلة حامل مسار الإلكترون المتحرك بين لبوسي المكثفة




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

نسقط على $\overline{ox}$ : $0 = m_e.a_x$ ⇦

$\Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow$ الحركة مستقيمة منتظمة

$x = V_0 t + x_0 \Rightarrow$

$\boxed{x = vt}$ (1)

نسقط على $OY$

$$F = m_e.a_y \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e} = CONST$$

الحركة متغيرة بانتظام $y = \frac{1}{2} a_y t^2$

$y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e}.t^2$ (2)

نعزل الزمن من (١) ونعوض في (٢):

$$t = \frac{x}{v} \Rightarrow y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e}.\frac{x^2}{v^2}$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow \boxed{y = \frac{1}{2}\frac{eU}{m_e v^2 d}.x^2}$$

$$y = \frac{1 \times 16 \times 10^{-20} \times 10^{3}}{2 \times 9 \times 10^{-31} \times 16 \times 10^{14} \times 2 \times 10^{-2}}.x^2$$

حامل مسار الالكترون يمثل قطع مكافئ $\boxed{y = \frac{25}{9} x^2}$

٤) حساب شدة الحقل المغناطيسي المعامد للحقل الكهربائي المتولد بين لبوسي المكثفة الذي يجعل الإلكترون يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ...

حقل مغناطيسي ⇦ قوة مغناطيسية

حقل كهربائي ⇦ قوة كهربائية

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

حركته مستقيمة منتظمة ⇦ $a=0$

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

$$F_{e\,\text{كهربائية}} = F_{\text{لورنتز}}$$

$$eE = evB\sin\frac{\pi}{2}$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{5 \times 10^{4}}{4 \times 10^{7}} = \frac{5}{4} \times 10^{-3} (T)$$

C) خلية ضوئية (حجيرة كهرضوئية)، يتكون المهبط فيها من صفيحة من السيزيوم حيث تساوي عتبة طول الموجة اللازم لانتزاع الالكترون $\lambda_s = 6600 A^0$

١) أحسب الطاقة اللازمة لانتزاع الالكترون . وما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء لتعمل الحجيرة الكهرضوئية

$$\lambda_0 = 66 \times 10^{2} A^{\circ} = 66 \times 10^{2} \times 10^{-10} = 66 \times 10^{-8} (m)$$

$$E_s = hf_s = h\frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_s = 66 \times 10^{-35} \times \frac{3 \times 10^{8}}{66 \times 10^{-8}} \Rightarrow \boxed{E_s = 3 \times 10^{-19} J}$$

شرط عمل الحجيرة الكهرضوئية : $\lambda \le \lambda_s \Rightarrow \lambda \le 66 \times 10^{-8} m$

٢) أحسب عدد الالكترونات الصادرة عن المهبط في الثانية إذا كانت شدة التيار $16mA$

$$q = \begin{cases} It \\ Ne \end{cases} \Rightarrow It = Ne$$

$$N = \frac{It}{e} = \frac{16 \times 10^{-3} \times 1}{16 \times 10^{-20}} = 10^{17} \text{ إلكترون}$$

٣) تعرض الخلية لحزمة ضوئية بطول موجة $\lambda = 4400A^0$ فيجري انتزاع الكترونات ، أحسب الطاقة الحركية والسرعة العظمى لكل الكترون منتزع

$E_K = E - E_s \Rightarrow E_K = hf - E_s$

$E_K = h.\frac{c}{\lambda} - E_s$

$E_K = \frac{66\times10^{-35}\times3\times10^8}{44\times10^{-8}} - 3\times10^{-19} = \frac{18}{4}\times10^{-19} - 3\times10^{-19}$

$E_K = (4.5 - 3)\times10^{-19} \Rightarrow \boxed{E_K = 1.5\times10^{-19}J}$

$E_K = \frac{1}{2}m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = \sqrt{\frac{1.5\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}}$

$\boxed{v = \frac{\sqrt{1.5}}{3}\times10^6 m.s^{-1}}$

٤) أحسب كمية حركة الفوتون

$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{66\times10^{-35}}{44\times10^{-8}} = \frac{6}{4}\times10^{-27} = 1.5\times10^{-27}kg.m.s^{-1}$

٥) أحسب قيمة كمون الإيقاف

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول: عند المهبط بسرعة عظمى الوضع الثاني: قبيل المصعد بسرعة معدومة

$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{F}}$

$0 - E_{k_1} = e(-U_0) \Rightarrow U_0 = \frac{E_{k_1}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.9\,V$

D) يعمل أنبوب لتوليد الأشعة السينية بفرق كمون $8\times10^4 volt$ حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عملياً.

١) استنتج بالرموز الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله لمقابل المهبط (صفيحة البلاتين)، وسرعة الالكترون لحظة اصطدامه بالهدف

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين الوضعين

الوضع الأول: لحظة تركه المهبط دون سرعة ابتدائية

الوضع الثاني : لحظة الوصول للمصعد

$\overline{\Delta E_K} = \sum \overline{W_{\vec{F}}} \Rightarrow \Delta E_K = W_{\vec{F}} = F.d \Rightarrow$

$E_K - E_{K_0} = e.E.d \Rightarrow \boxed{E_K = e.U}$

$E_K = 16\times10^{-20}\times8\times10^4 = 128\times10^{-16}J$

$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times16\times10^{-20}\times8\times10^4}{9\times10^{-31}}} = \frac{16}{3}\times10^{12,5}\,m.s^{-1}$

٢) احسب قيمة التواتر الأعظمي للأشعة السينية الصادرة وطول الموجة الموافق لذلك التواتر (أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة)

$E = E_K$

$h.f_{max} = e.U$

التواتر الأعظمي : $f_{max} = \frac{e.U}{h} = \frac{16\times10^{-20}\times8\times10^4}{66\times10^{-35}} = 19,4\times10^{18}Hz$

$f_{max} = \frac{c}{\lambda_{min}} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{c}{f_{max}}$

أقصر طول موجة: $\lambda_{min} = \frac{3\times10^8}{19,4\times10^{18}} = 0,155\times10^{-10}\,m$

E) إذا علمت أن طاقة تأين جزيئات الهواء هي $E' = 10\,eV$، اوجد المسار الحر الوسطي $(L)$ للإلكترون في الهواء علماً أن $e = 1.6\times10^{-19}C$، وأن الانفراغ الشرري يظهر عندما تصل شدة الحقل الكهربائي إلى $E = 3\times10^6\frac{V}{m}$

نحول طاقة التأين $E'$ المعطاة من $eV$ إلى $J$ $\xrightarrow{\text{نضرب بشحنة الإلكترون}}$ $E' = 10\times1.6\times10^{-19} = 16\times10^{-19}J$

طول المسار الحر الوسطي : $U = E_{\text{حقل كهربائي}}.L \Rightarrow L = \frac{U}{E}$

نحسب $U$ : $E' = eU \Rightarrow U = \frac{E'}{e} = \frac{16\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 10\,V$

طول المسار الحر الوسطي : $L = \frac{U}{E} = \frac{10}{3\times10^6} = \frac{1}{3}\times10^{-5}m$

F) احسب الطاقة المتحررة وطول موجة الإشعاع الصادر عندما يهبط إلكترون من السوية الثالثة ذات الطاقة $E_3 = -1.51\,ev$ إلى السوية الثانية ذات الطاقة $E_2 = -3.4\,ev$

$\Delta E = E_{2\,\text{نهائي}} - E_{3\,\text{بدائي}} = (-3.4) - (-1.51) = -1.89\,eV \xrightarrow{\text{نحول من } eV \text{ إلى } J \text{ نضرب بشحنة الإلكترون}}$

$\Delta E = -1.89\times1.6\times10^{-19} = \underbrace{-}_{\text{نقصان الطاقة}} 3.024\times10^{-19}J \xrightarrow{\text{الطاقة المتحررة}} \boxed{\Delta E = 3.024\times10^{-19}J}$

$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^8}{3.024\times10^{-19}} = 6.6\times10^{-7}m$

G) يخضع إلكترونا يتحرك بسرعة $8\times10^3\,km.s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع شدته $B = 5\times10^{-3}T$ ، المطلوب.

١. أحسب شدة القوة المغناطيسية

$v = 8\times10^3 km.s^{-1} = 8\times10^3\times10^3 = 8\times10^6 m.s^{-1}$

قوة مغناطيسية $F = e.v.B.Sin\theta$

$F = 1.6\times10^{-19}\times8\times10^6\times5\times10^{-3}\times1$

$\boxed{F = 6.4\times10^{-15}\,N}$

٢. برهن أن حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسدها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

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

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

من خواص الجداء الشعاعي: $\vec{a}\perp\vec{B}\;.\;\vec{a}\perp\vec{v}$

التسارع ناظمي فحركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

٣. استنتج العلاقة المحددة لنصف القطر لهذا المسار ، واحسب قيمته

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الإلكترون يتحرك سرعته $\vec{B}\perp\vec{v}$

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{F}$ المغناطيسية ، ثقل الإلكترون $W$ ومهمل لصغره امام القوة المغناطيسية

$\sum\vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{\text{المغناطيسية}} = m.\vec{a}$

بالاسقاط على الناظم:

$F_{\text{لورنز}} = m.a_c \Rightarrow e.v.B.Sin\frac{\pi}{2} = m\frac{v^2}{r}$

$r = \frac{mv}{eB} = \frac{9\times10^{-31}\times8\times10^6}{16\times10^{-20}\times5\times10^{-3}} \Rightarrow \boxed{r = 9\times10^{-3}\,m}$

٤. أحسب دور الحركة

$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\times9\times10^{-3}}{8\times10^6} \Rightarrow \boxed{T = \frac{9\pi}{4}\times10^{-9}\,S}$

# المسألة رقم 13 الفيزياء الفلكية

ثوابت معطاة بالمسألة : سرعة الضوء : $C = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$ ثابت هابل $H_0 = 68\ kg.s^{-1}/Mpc$ . الفرسخ الفلكي $pc = 3.26\ ly$

سافر رائد فضاء في مركبة فضائية إلى أحد كواكب المجرة باعتبار لهذا الكوكب شكل كروي قطره $6800\ km$ وكتلته $M = 6.4 \times 10^{23} kg$ وثابت الجاذبية العام $G = 6.673 \times 10^{-11} N.m^2kg^{-2}$

١. احسب سرعة الإفلات من جاذبية هذا الكوكب

$$E_k = E_p$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = F_G.r$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r \Rightarrow v^2 = \frac{2GM}{r}$$
$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3400\times10^3}}$$
$$\Rightarrow \boxed{v = 15.5 \times 10^3 m.s^{-1}}$$

هي سرعة الإفلات من جاذبية هذا الكوكب

٢. لو ضغط الكوكب حتى أصبح ثقباً أسوداً. فاحسب نصف قطره عندئذٍ.

$$v^2 = \frac{2GM}{r} \xRightarrow{v=c} c^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$$
$$r = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{(3\times10^8)^2} \Rightarrow \boxed{r = 9.3 \times 10^{-4} m}$$

أي يجب أن يصبح الكوكب بحجم كرة نصف قطرها أقل من واحد ميلي متر.

٣. على فرض أن المحطة الأرضية قاست الانزياح في طول موجة الهيدروجين لتلك المجرة فكان 5% مما كان عليه، احسب بعد تلك المجرة.

نحسب بعد المجرة من قانون هابل : $v' = H_0 d \Rightarrow \boxed{d = \frac{v'}{H_0}}$

- يجب حساب سرعة الابتعاد $v'$ حسب تأثير دوبلر:

$$\lambda' = \left(1 + \frac{v'}{c}\right)\lambda \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{v'}{c}\lambda$$
$$\lambda' - \lambda = \frac{v'}{c}\lambda \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{v'}{c}\lambda$$
$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c} \xRightarrow{\text{نعوض لحساب } v'}$$

من الفرض الانزياح في طول الموجة : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 5\% = 5 \times 10^{-2}$

$$5 \times 10^{-2} = \frac{v'}{3\times10^8} \Rightarrow v' = 15 \times 10^6\ m.s^{-1}$$

- يجب حساب ثابت هابل بالواحدات الدولية: $H_0 = \frac{68\ km.s^{-1}}{Mpc}$

$$H_0 = \frac{68\times10^3 m.s^{-1}}{10^6\times3.26\ light\ year}$$
$$H_0 = \frac{68\times10^3 m.s^{-1}}{10^6\times3.26\times3\times10^8\times365.25\times24\times3600\ m}$$
$$H_0 = \frac{68\times10^3 s^{-1}}{10^6\times3\times10^{16}} = \frac{68}{3}\times10^{-19}s^{-1}$$

نعوض في قانون هابل :

$$d = \frac{v'}{H_0} = \frac{15\times10^6}{\frac{68}{3}\times10^{-19}} \Rightarrow \boxed{d = \frac{45}{68}\times10^{25} m}$$

وهو بعد تلك المجرة عنا.

٤. باعتبار لهذا الكوكب شكل كروي قطره $6800\ km$ وكتلته $6.4 \times 10^{23} kg$.

1. احسب سرعة الإفلات من جاذبية المريخ.
2. لو ضغط المريخ حتى أصبح ثقباً أسوداً. فاحسب نصف قطر المريخ عندئذٍ.

**الحل:**

-١

$$E_k = E_p$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = F_G.r$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r^2}r \Rightarrow v^2 = \frac{2GM}{r}$$
$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3400\times10^3}} \Rightarrow$$
$$\boxed{v = 15.5 \times 10^3 m.s^{-1}}$$

هي سرعة الإفلات من جاذبية المريخ .

-٢ نصف قطر شفارتزشيلد

$$v^2 = \frac{2GM}{r} \xRightarrow{v=c} c^2 = \frac{2GM}{r} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$$
$$r = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{(3\times10^8)^2} \Rightarrow$$
$$\boxed{r = 9.3 \times 10^{-4} m}$$

أي يجب أن يصبح المريخ بحجم كرة نصف قطرها أقل من واحد ميلي متر.

المسائل الشاملة :

# سؤال الخطوط البيانية

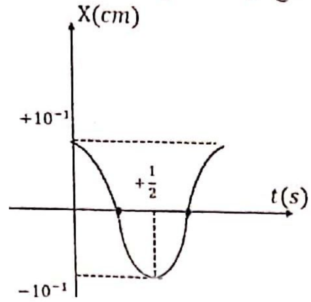
١) يمثل الخط البياني تابع المطال للنواس المرن استنتج من هذا المنحني :

الدور الخاص للحركة ونبضها وسعتها

السرعة العظمى (طويلة)

التابع الزمني لمطالها .

التابع الزمني للسرعة.

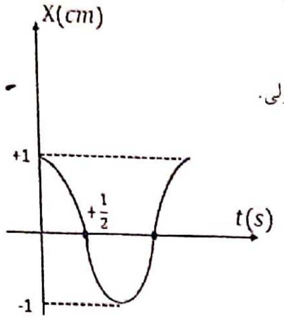



2) اقرا الخط البياني استنتج من هذا المنحني :

ماذا يمثل الخط البياني .

التابع الزمني للمطال .

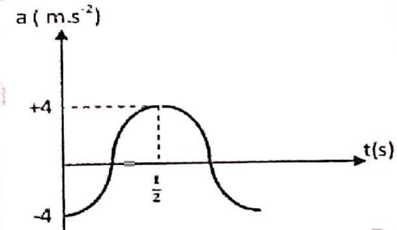
عين زمن مرور الجسم بوضع التوازن للمرة الأولى.




٣) يمثل الخط البياني تابع التسارع لحركة جيبية انسحابية استنتج من هذا المنحني :

الدور الخاص للحركة وسعتها

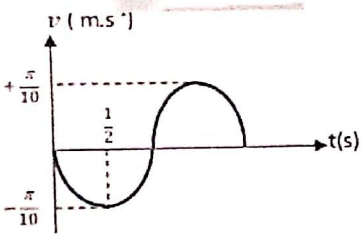
التابع الزمني لتسارعها




٤) يمثل الخط البياني تابع السرعة لحركة جيبية انسحابية استنتج من هذا المنحني :

الدور الخاص للحركة ونبضها و سعتها

التابع الزمني لمطالها .

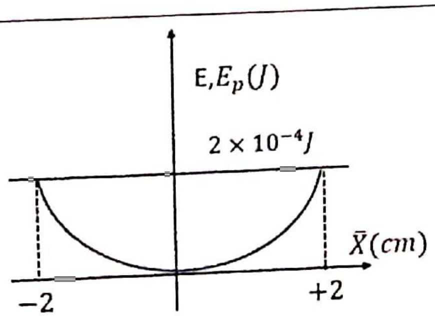



٥) يبين الخط البياني الطاقة الميكانيكية لنواس مرن والطاقة الكامنة للجملة بدلالة المطال والمطلوب :

استنتج سعة الحركة .

احسب ثابت صلابة النابض .

احسب الطاقة الحركية من أجل : $\bar{x} = 0$ , $\bar{x} = -2\ cm$




تم شرح المنهاج كاملاً على قناة اليوتيوب :أنس احمد فيزياء :

# ملاحظات الميكانيك

## ملاحظات حل مسائل النواس المرن

١. الدور الخاص وواحدته (sec) ، $T_0$ حسب المعطيات من ثلاثة طرق:

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

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_{0\,\text{النبض}}}$$

$$T_{0\,\text{تجريبياً}} = \frac{t_{\text{زمن الهزات}}}{N_{\text{عدد الهزات}}}$$

✓ الدور الخاص للنواس المرن لاعلاقة له بالجاذبية $g$ ولا بسعة الاهتزاز $X_{max}$ (يعني لما يغيرن يبقى الدور كما هو $T'_0 = T_0$)

✓ الدور الخاص للنواس المرن له علاقة بالكتلة $m$ (تناسب طردي) وبثابت صلابة النابض $k$ (تناسب عكسي)

٢. الاستطالة السكونية: $mg = kx_0 \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{mg}{k}}$

وإذا لم تعطى قيم $m , k$

✓ نستطيع تبديل $k = m.\omega_0^2$ فيكون $x_0 = \frac{mg}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{m\omega_0^2} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{g}{\omega_0^2}}$

✓ $mg = kx_0 \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x_0}{g} \xRightarrow{\text{نعوض بدل } \frac{m}{k} \text{ في علاقة الدور}} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}} \xRightarrow{\text{نربع ونعزل } x_0}$

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

✓ شدة قوة الارجاع بالقيمة المطلقة وشدة محصلة القوى هي نفسها شدة قوة الارجاع $\sum F = |m.\bar{a}| = |-k\bar{x}|$

٤. ثابت صلابة النابض $k$ $(N.m^{-1})$

✓ إذا أعطانا النبض الخاص $\omega_0$ : $\boxed{k = m.\omega_0^2}$ أو عندما يعطينا خط بياني للطاقة نحسب منه $k$ : من علاقة الطاقة الكلية : $E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$ ونعزل $k$ :

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

٥. استنتاج التابع الزمني:

١) نكتب الشكل العام: $\boxed{\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})}$

٢) نعين الثوابت: $\bar{\varphi}$ ، $X_{max}$ ، $\omega_0$

٣) نعوض الثوابت بالشكل العام

- $\omega_0$ النبض الخاص $(rad.s^{-1})$ : $\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}}$ أو $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}}$
- سعة الحركة ، سعة الاهتزاز ، ضمن جدول مرونة النابض ، $\frac{\text{طول القطعة المستقيمة}}{2} \xLeftrightarrow{\text{تعني كلها}} \boxed{X_{max}}$
- تعيين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء

| في الوضعين الطرفيين $x = \pm X_{max}$ تنعدم السرعة في كلا الاتجاهين $v = 0$ | الاتجاه الموجب $v > 0$ السرعة موجبة ، الاتجاه السالب $v < 0$ السرعة سالبة |
|---|---|
| • شروط البدء : $t = 0$ , $x = +X_{max}$ تركت دون سرعة ابتدائية<br>نعوض شروط البدء بتابع المطال :<br>$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$<br>$+X_{max} = X_{max}\cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$<br>• شروط البدء : $t = 0$ , $x = -X_{max}$ تركت دون سرعة ابتدائية<br>نعوض شروط البدء بتابع المطال :<br>$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$<br>$-X_{max} = X_{max}\cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \boxed{\varphi = \pi\, rad}$ | • شروط البدء : $t = 0$ , $x = \frac{X_{max}}{2}$ الاتجاه سالب مثلاً<br>نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$<br>$\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(\frac{\pi}{2}(0) + \bar{\varphi})$<br>$\Rightarrow \cos\varphi = +\frac{1}{2}$ إما) $\varphi = +\frac{\pi}{3}\, rad$ أو) $\varphi = -\frac{\pi}{3}\, rad$<br>نختار $\varphi$ قيمة التي تجعل السرعة سالبة:<br>$\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$<br>نعوض شروط البدء $t = 0$ , $v < 0$<br>لأن الاتجاه سالب: $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\bar{\varphi} < 0$<br>$\varphi = +\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\left(+\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v < 0$ مقبول<br>$\varphi = -\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \bar{v} = +\omega_0 X_{max}\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v > 0$ مرفوض |

٦. السرعة الخطية لمركز عطالة الجسم:

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

السرعة العظمى طويلة (موجبة): $\boxed{v_{max} = \omega_0 X_{max}}$

سرعة المرور الاول بوضع التوازن في كلا الاتجاهين ( $t = 0 , x = \pm X_{max}$ ) : $\boxed{v = \pm\omega_0 X_{max}}$

حساب السرعة طويلة عند المطال $x$ معلوم $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x_{\text{معطى}}^2}$ وعندما يكون الاتجاه الموجب $v > 0$ السرعة موجبة ، الاتجاه السالب $v < 0$ السرعة سالبة

٧. **تعيين (زمن) أو لحظات المرور بوضع التوازن لعدة مرات :**

✓ إذا كانت شروط بدء الحركة من الوضعين الطرفيين $(t = 0\ ,\ x = \pm X_{max})$

| الأول | الثاني | الثالث | الرابع |
|---|---|---|---|
| $t_1 = \frac{T_0}{4}$ | $t_2 = 3\frac{T_0}{4}$ | $t_3 = 5\frac{T_0}{4}$ | $t_4 = 7\frac{T_0}{4}$ |

✓ إذا كانت شروط بدء الحركة ليس من الوضعين الطرفيين $(t = 0\ ,\ x \neq \pm X_{max})$

١) نعدم تابع المطال لأن في وضع التوازن $x = 0$ ← $0 = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

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

٢) نضع بدل (٠) $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right)$ لأن $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) = 0$ حيث k عدد الدورات $k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ التي ينعدم عندها الـcos

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

٣) نعزل الزمن t من المعادلة السابقة حيث تكون قيم $\bar{\varphi}$، $\omega_0$ معلومة من تابع المطال مسبقاً : $\boxed{t = \frac{\frac{\pi}{2} - \bar{\varphi} + \pi k}{\omega_0}}$

✓ نعوض $k = 0$ للحصول على زمن المرور الأول و $k = 1$ للمرور الثاني زمن الوصول من المطال الأعظمي الموجب إلى المطال الأعظمي السالب (الزمن بين الوضعين المتناظرين $\pm X_{max}$) : $\boxed{t = \frac{T_0}{2}}$

٨. **الطاقات :**

**الطاقة الكامنة المرونية التي يقدمها المجرب (بدون ماكس)** : $\boxed{E_P = \frac{1}{2}kX^2}$

**الطاقة الميكانيكية (الكلية) (مع ماكس)** : $\boxed{E = \frac{1}{2}kX_{max}^2}$ ، $\boxed{E = E_k + E_P}$

**الطاقة الحركية (من الفرق)** : $\boxed{E_k = E - E_P}$

$E_k = \frac{1}{2}kX_{max}^2 - \frac{1}{2}kX^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2}k\left[X_{max}^2 - X^2\right]$ سعة الحركة - معطاة بالطلب

**الطاقة الحركية عند مرور المتحرك بوضع التوازن** $x = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow E_k = E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$

**تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم عندما تتساوى الطاقتين الكامنة والحركية** $E_k = E_P$

$$E = E_k + E_P \xrightarrow{\text{نضع } E_P \text{ بدل } E_k} E = E_P + E_P \Rightarrow E = 2E_P \xrightarrow{\text{نعوض القوانين}} \frac{1}{2}kX_{max}^2 = 2.\frac{1}{2}kX^2 \xrightarrow{\text{نختصر}} X^2 = \frac{X_{max}^2}{2} \xrightarrow{\text{نجذر الطرفين}} \boxed{x = \pm\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}}$$

٩. **تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم في اللحظة t أو لحظة بدء الزمن $t = 0$**

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

١٠. **التوابع الزمنية الموجودة داخل الكتاب**

| اسم التابع و قانونه | التابع الزمني | تفصيل التابع الزمني | القيمة العظمى الطويلة له |
|---|---|---|---|
| المطال (موضع الجسم) : $\bar{x}$ | $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | $\bar{x} = X_{max}$ |
| السرعة: $\bar{v} = (\bar{x})'_t$ | $\bar{v} = -v_{max}.\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | $v_{max} = \omega_0 X_{max}$ |
| التسارع: $\bar{a} = (\bar{v})'_t = (\bar{x})''_t$ | $\bar{a} = -\omega_0^2.\bar{x}$ | $\bar{a} = -\omega_0^2 x_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | $a_{max} = \omega_0^2 x_{max}$ |
| قوة الإرجاع : $\bar{F} = -k\bar{x}$ | $\bar{F} = -F_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | $\bar{F} = -kX_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | $F_{max} = kX_{max} = m\omega_0^2 X_{max}$ |

## ملاحظات حل النواس الفتل:

**الدور الخاص للنواس الفتل**: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}}$

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

✓ الدور الخاص للنواس الفتل له علاقة بعزم العطالة للنواس $I_\Delta$ (تناسب طردي) وبثابت فتل سلك الفتل k (تناسب عكسي)

١- عزم العطالة $I_\Delta$ :

✓ $I_{\Delta/m}$ : عزم عطالة أي نقطة مادية (كتلة نقطية) هو جداء الكتلة بمربع بعدها عن محور ثابت (سلك الفتل) $I_{\Delta/m} = m.r^2 \begin{cases} r = \frac{L}{2} \xrightarrow{\text{الكتل على طرفي الساق}} I_{\Delta/m} = m.\frac{L^2}{4} \\ I_{\Delta/m} = m.r^2 \text{ الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$

✓ $I_{\Delta/c}$ : عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور مار من منتصفه وعمودي على مستويه : $I_{\Delta/c} \begin{cases} I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \text{ للقرص} \end{cases}$ معطى بنص المسألة

✓ $I_{\Delta/\text{جملة}}$ : عزم عطالة الجملة (بوجود كتل نقطية) هو مجموع عزوم عطالة مكونات النواس $I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1}$

✓ خلاصة عزم العطالة بالنواس الفتل $I_\Delta \begin{cases} I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} \text{ لايوجد كتل} \\ I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} \text{ بوجود كتل} \end{cases}$

٢- ثابت فتل السلك k: $(m.N.rad^{-1})$ إذا أعطانا النبض الخاص $\omega_0$ : $\boxed{k = I_\Delta.\omega_0^2}$ أو نحسبه من علاقة الدور بعد تربيعها : $\boxed{k = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2}}$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \xrightarrow{\text{تربيع}} T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{k} \Rightarrow \boxed{k = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2}}$$

١١. ملاحظات للاختيار من متعدد :

$\boxed{K = k'\frac{(2r)^4}{L}}$ تستخدم هذه العلاقة فقط عند التغيير في سلك الفتل **حيث**: $k'$ : ثابت يتعلق بنوع السلك $2r$ : قطر مقطع السلك (ثخنه) $L$ : طول السلك

$T_0 \xleftarrow{\text{عكساً}} \sqrt{K} \xleftarrow{\text{عكساً}} \sqrt{L}$ لما يغير طول سلك الفتل ويطلب $T_0'$ الجديد هنا فقط نجذر نسبة الطول الجديد

✓ نجعل طول سلك الفتل أربع أضعاف ما كان عليه فيكون الدور الجديد : $T'_0 = 2T_0$

✓ نجعل طول سلك الفتل ثلاثة ارباع ما كان عليه فيكون الدور الجديد : $T'_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}T_0$

✓ نحذف ثلاثة ارباع طول سلك الفتل فيكون الدور الجديد : $T'_0 = \frac{1}{2}T_0$ (الطول الجديد هنا هو الربع لأنه حذف ثلاثة أرباع من طوله )

✓ نقسم سلك الفتل قسمين (متساويين ، ربع وثلاثة أرباع ، ثلث وثلثين) فيكون الدور الجديد بعد تعليق الساق بجزأي السلك معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل ويطلب $T_0'$ الجديد هنا نضرب نسبتي الطولين ونجذرهما .

- قسمين متساويين: $\sqrt{\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{1}{2}T_0}$ ❖ ثلث وثلثين: $\sqrt{\frac{2}{3}\times\frac{1}{3}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3}T_0}$ ❖ ربع وثلاثة أرباع: $\sqrt{\frac{3}{4}\times\frac{1}{4}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{3}}{4}T_0}$

١٢ . ملاحظات للمسائل وخصوصاً عند الدمج مع الثقلي المركب :

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

$$\begin{cases} \text{الدور بدون كتل } T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c_{\text{جسم}}}}{k}} : I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق او قرص)}}} \text{ معطى بنص المسألة} \\ \text{الدور بوجود كتل } T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/_{\text{جملة}}}}{k}} : I_{\Delta/_{\text{جملة}}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق او قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} \end{cases} \xrightarrow{\text{نسب الدورين}} \frac{T'_0}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/_{\text{جملة}}}}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c_{\text{جسم}}}}{k}}} \xrightarrow{\text{نختصر } k} \frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{I_{\Delta/_{\text{جملة}}}}{I_{\Delta/c_{\text{جسم}}}}}$$

نعوض قيم العزوم ونعزل المجهول المطلوب

✓ إذا علقنا الساق بسلكي فتل معاً أطاولهما $L_2, L_1$ أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل وطلب حساب الدور الجديد :

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_{\text{جملة}}}} : \xrightarrow{k_{\text{جملة}} = k_1 + k_2} \begin{cases} k_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1} \\ k_2 = k'\frac{(2r)^4}{L_2} \end{cases} : \xrightarrow{\text{السلكين متماثلين}} L_1 = L_2 \Rightarrow k_1 = k_2 \Rightarrow T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{2k_1}}$$

| | مرن (خطي) | | فتل (زاوي) |
|---|---|---|---|
| المطال | $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | المطال الزاوي | $\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ |
| السرعة الخطية | $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ | السرعة الزاوية | $\bar{\omega} = (\bar{\theta})'_t = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ |
| السرعة الخطية العظمى (طويلة) | $v_{max} = \omega_0 X_{max}$ | السرعة الزاوية لعظمى (طويلة) | $\omega_{max} = \omega_0\theta_{max}$ |
| التسارع الخطي | $\bar{a} = -\omega_0^2\bar{x}$ | التسارع الزاوي | $\bar{\alpha} = -\omega_0^2\bar{\theta}$ |
| التسارع الأعظمي (طويلة) | $a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$ | التسارع الأعظمي (طويلة) | $\alpha_{max} = \omega_0^2\theta_{max}$ |
| الدور الخاص | $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ | الدور الخاص | $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$ |
| ثابت صلابة النابض | $(N.m^{-1})\ k = m.\omega_0^2$ | ثابت افتل السلك | $(m.N.rad^{-1})\ k = I_\Delta.\omega_0^2$ |
| قوة الارجاع | $\bar{F} = -K.\bar{x}$ | عزم الارجاع | $\bar{\Gamma} = -K.\bar{\theta}$ |
| النبض الخاص | $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ | النبض الخاص | $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}}$ |
| الطاقة الكلية (الميكانيكية) | $E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$ | الطاقة الكلية (الميكانيكية) | $E = \frac{1}{2}k\theta_{max}^2$ |
| الطاقة الكامنة المرونية | $E_P = \frac{1}{2}kX^2$ | الطاقة الكامنة | $E_P = \frac{1}{2}k\theta^2$ |
| الطاقة الحركية الانسحابية | $E_k = \frac{1}{2}m.v^2$ | الطاقة الحركية الدورانية | $E_k = \frac{1}{2}I_\Delta.\omega^2$ |
| كمية الحركة الانسحابية | $(kg.m.s^{-1})\ P = m.v$ | العزم الحركي الدوراني | $(kg.m^2.rad.s^{-1})\ L = I_\Delta.\omega$ |
| سرعة المرور الأول بوضع التوازن | $v = -\omega_0 X_{max}$ | سرعة المرور الأول بوضع التوازن | $\omega = -\omega_0\theta_{max}$ |

## ملاحظات لحل مسائل النواس البسيط

١. الدور الخاص للنواس الثقلي البسيط وتغيراته :

✓ الدور بحالة سعات كبيرة $\theta > 0,24\ rad$ أو $\theta > 14^0$ (الزوايا الشهيرة) $\boxed{T_{0_{\text{سعات كبيرة}}}' = T_{0_{\text{سعات صغيرة}}}\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$

✓ الدور بحالة سعات صغيرة $\theta \leq 0,24\ rad$ أو $\theta \leq 14^0$

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

✓ الدور $T_0$ يتناسب عكساً مع $\sqrt{g}$

اي اذا انتقلنا بالنواس من سطح البحر إلى قمة الجبل فتنقص $\sqrt{g}$ ويزداد الدور $T_0$ اي (الميقاتية تؤخر) وبالعكس (الميقاتية تقدم)

٣ استنتاج علاقة توتر الخيط لحظة المرور في الشاقول

جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : كرة النواس

القوى المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الكرة ، $\vec{T}$ توتر الخيط

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

بالاسقاط على الناظم نجد :

$$T - W = m.a_c$$

$$T = m.a_c + W \xrightarrow[\text{التسارع الناظمي}]{a_c = \frac{v^2}{r}} T = m\frac{v^2}{r} + mg \xrightarrow{\text{طول الخيط } L = r}$$

$\boxed{T = m\left[\frac{v^2}{L} + g\right]}$ علاقة توتر الخيط

٢ . نزيح بزاوية $\theta_{max}$ ونتركه دون سرعة ابتدائية احسب السرعة الخطية لحظة المرور بالشاقول

كليشة: نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه دون سرعة ابتدائية $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني : لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\Delta\overline{E_K} = \sum\overline{W}_{\vec{F}_{1\to2}}$$
$$E_k - E_{k_0} = \overline{W}_{\vec{T}} + \overline{W}_{\vec{W}}$$

($E_{k_0}=0$ تركت دون سرعة ابتدائية ) ( $\overline{W}_{\vec{T}} = 0$ لأن $\vec{T}$ تعامد الانتقال في كل لحظة.)

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$h = d[\cos\theta - \cos\theta_{max}] \xrightarrow{\text{عند المرور بالشاقول } d=L,\ \theta=0\to\cos\theta=1} h = L[1 - \cos\theta_{max}]$$

$$\xrightarrow{\text{نختصر } m} gL[1 - \cos\theta_{max}] = \frac{1}{2}v^2$$

$$\xrightarrow{\text{نعزل حسب المجهول}} \begin{cases} v^2 = 2.gL[1 - \cos\theta_{max}] \xrightarrow{\text{نجذر}} v = \sqrt{2.gL[1 - \cos\theta_{max}]} \\ [1 - \cos\theta_{max}] = \frac{v^2}{2.gL} \Rightarrow \cos\theta_{max} = 1 - \frac{v^2}{2.gL} \end{cases}$$

# ملاحظات لحل مسائل النواس الثقلي المركب

الدور بحالة السعات الصغيرة: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ الدور بحالة سعات كبيرة (زوايا شهيرة أو $\theta > 0.24rsd$ ) : $\boxed{T_0' = T_0\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$

نواس يدق الثانية $\boxed{T_0 = 2sec}$

الدور يتناسب عكساً مع $\sqrt{g}$ واذا انتقلنا بالنواس من سطح البحر إلى قمة الجبل فتنقص $g$ ويزداد $T_0$ أي (الميقاتية تؤخر) وبالعكس (الميقاتية تقدم)

الدور لا علاقة له بالكتلة العطالية m (يعني بس يغير m ويطلب الدور الجديد نختار $T_0' = T_0$

طلبات مسألة النواس الثقلي المركب

**السؤال الأول** حساب $T_0$ من العلاقة $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$ يجب تعيين كل من $I_\Delta$ ، $d$ ، $m$ ونختصر $g$ مع $\pi$ بعد تعويض $g$ بـ 10

- عزم العطالة $I_\Delta$ :

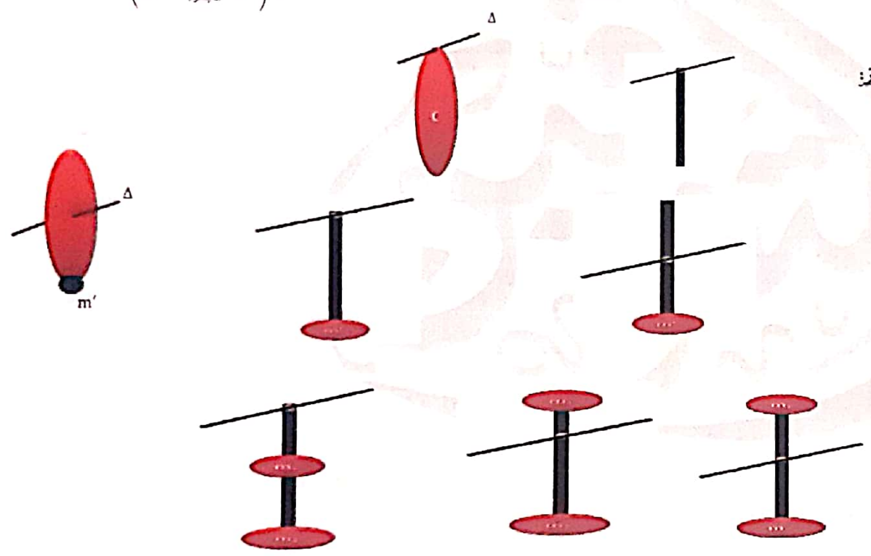
✓ $I_{\Delta/m}$ : عزم عطالة أي نقطة مادية (كتلة نقطية) هو جداء الكتلة بمربع بعدها عن محور ثابت (سلك الفتل) $I_{\Delta/m} = m.r^2 \begin{cases} r = \frac{L}{2} \xrightarrow{\text{الكتل على طرفي الساق}} I_{\Delta/m} = m.\frac{L^2}{4} \\ I_{\Delta/m} = m.r^2 \text{ الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$

✓ $I_{\Delta/c}$ : عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور مار من منتصفه وعمودي على مستويه : $\begin{cases} I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \text{ للقرص} \end{cases}$ $I_{\Delta/c}$ معطى بنص المسألة

✓ $I_{\Delta/\text{هايغنز}}$ : عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور لا يمر من منتصفه وعمودي على مستويه

✓ $I_{\Delta/\text{جملة}}$ : عزم عطالة الجملة (بوجود كتل نقطية) هو مجموع عزوم عطالة مكونات النواس $I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta\left(\text{جسم}\left(\text{مهملة أو } I_{\Delta/\text{هايغنز}} \text{ أو } I_{\Delta/c}\right)\right)} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$

حالات النواس الثقلي المركب :




١) ساق حاف (ما في كتل): يعني $I_\Delta$ حسب هايغنز:

$I_{\Delta\text{هايغنز}/\text{لا تمر}} = I_{\Delta/c\ \text{تمر}} + m.d^2$

تعيين $d$ : $d = oc$

٢) ساق مع كتلة :

تعيين $I_\Delta$ حسب جملة:

$I_{\Delta\ \text{جملة}} = I_{\Delta/c\ \text{ساق}} + I_{\Delta m_1}$

تعيين $d$ : $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_1 r_1}{m + m_1}$

تعيين $m$ : $m_{\text{جملة}} = m_{\text{ساق}} + m_1$

٣) ساق مع كتلتين : نعيّن أولاً $(r_1, r_2)$

تعيين $I_\Delta$ حسب جملة:

$I_{\Delta\ \text{جملة}} = I_{\Delta/c\ \text{ساق}} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

تعيين $d$ : $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m + m_1 + m_2}$

تعيين $m$ : $m_{\text{جملة}} = m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2$

**السؤال الثاني** : احسب طول النواس البسيط المواقت للنواس المركب:

$\underset{(\text{رقم})}{T_{0\ \text{مركب}}} = \underset{(\text{قانون})}{T_{0\ \text{بسيط}}}$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = $ رقم

**السؤال الثالث** : نزيح النواس (ساق او قرص) عن وضع توازنه الشاقولي زاوية $\theta_{max}$ ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الزاوية لحظة المرور بالشاقول

$\omega\surd$ ، $\theta_{max}$؟ نفصل ثم نعوض فوراً أو $\theta_{max}\surd$ ، $\omega$؟ نعزل ثم نعوض

الحل:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه دون سرعة ابتدائية $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني : لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\sum \overrightarrow{W}_{F_{1\to2}} = \Delta \overline{E_K}$$

$$\underbrace{\overrightarrow{W}_{\vec{R}}}_{0\ \text{لأن نقطة تأثير القوة لا تنتقل}} + \overrightarrow{W}_{\vec{W}} = E_k - \underbrace{E_{k0}}_{\text{لأن دون سرعة ابتدائية}}$$

$$mgh = \frac{1}{2}.I_\Delta \omega^2$$

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

$I_\Delta$ ، $d$ ، $m$ نحصل على قيمهم من طلب الدور.

احسب السرعة الخطية: $\boxed{v_{\text{خطية}} = \omega_{\text{زاوية}} \underset{\text{بعد m عن O}}{r}}$ للسرعة الخطية لمركز العطالة: $\boxed{v = \omega.d}$ $v = \omega.r \xrightarrow{r=d}$ لإحدى الكتلتين: $\underset{\text{بعد m عن O}}{r}$ : $v = \omega.r$

## ملاحظات الموائع :

✓ بعض التحويلات الهامة :

| | | |
|---|---|---|
| V تحويلة الحجم $cm^3 \xrightarrow{\times10^{-6}} m^3$ | s تحويلة المساحة $cm^2 \xrightarrow{\times10^{-4}} m^2$ | (h,L,z,y,x) تحويلة الطول $cm \xrightarrow{\times10^{-2}} m$ |
| V الحجم تحويلة لتر $L \xrightarrow{\times10^{-3}} m^3$ | m تحويلة الكتلة $g \xrightarrow{\times10^{-3}} kg$ | ρ تحويلة $g.cm^{-3} \xrightarrow{\times1000} kg.m^{-3}$ |

✓ قوانين الحجوم لبعض الأجسام المتجانسة :

| النوع | الكرة | الاسطوانة | المكعب |
|---|---|---|---|
| قانون الحجم | $V=\frac{4}{3}\pi r^3$ | $V = s.h = \pi r^2.h$ | $V = L^3$ |

**المنسوب الكتلي** : كمية السائل التي تعبر المقطع s خلال وحدة الزمن وهو ثابت. $Q = \frac{m}{\Delta t}\ (kg.s^{-1})$

**المنسوب الحجمي** (معدل التدفق الحجمي أو معدل الضخ) : حجم السائل الذي يعبر المقطع s خلال وحدة الزمن وهو ثابت $Q' = \frac{V}{\Delta t}\ (m^3.s^{-1})$

العلاقة بين المنسوب الكتلي والمنسوب الحجمي (هامة متعدد)

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\frac{m}{\Delta t}}{\frac{V}{\Delta t}} = \frac{m}{V} = \rho \Rightarrow \boxed{Q = \rho . Q'}$$

| ١. نستطيع من قانون التدفق الحجمي حساب: الزمن اللازم للتفريغ | سرعة تدفق السائل | لحساب التدفق الحجمي من القانونين |
|---|---|---|
| $Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{V}{Q'}}$ | $Q' = s.v \Rightarrow \boxed{v = \frac{Q'}{s}}$ | $\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t}}$ <br> $Q' = \frac{V}{\Delta t} \xRightarrow{V = S.\Delta x} Q' = \frac{S.\Delta x}{\Delta t} \xRightarrow{v = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \boxed{Q' = s.v}$ |

**٢. عندما يطلب سرعة دخول السائل $v_1$ عبر المقطع $s_1$ أو سرعة خروج السائل $v_2$ من المقطع $s_2$ نستخدم :**

معادلة الاستمرارية $\Rightarrow \boxed{Q' = s_1 . v_{1_{\text{دخول}}} = s_2 . v_{2_{\text{خروج}}} = const} \Rightarrow$

سرعة دخول السائل $v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{s_2 . v_2}{s_1}$

سرعة خروج السائل $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{s_1 . v_1}{s_2}$

- إذا كان السائل يدخل من فرع واحد s لخرطوم ويخرج من أكثر من فرع $s_1, s_2$ فتكون معادلة الاستمرارية له :

$$\boxed{Q' = s.v = s_1.v_1 + s_2.v_2 = const}$$

- إذا كان السائل يدخل من فرع واحد $s_1$ لخرطوم ويخرج من أكثر من n فرع متماثلة كل منها $s_2$ فتكون معادلة الاستمرارية له

$$\boxed{Q' = s_1 . v_{1_{\text{دخول}}} = n\, s_2 . v_{2_{\text{خروج}}} = const}$$ رشاش الاستحمام

- قد يعطينا السرعات ويطلب مساحتي مقطعي الدخول والخروج $s_1$ , $s_2$ نعزلهما من معادلة الاستمرارية بدلاً من عزل السرعات

**٣. عندما يطلب ضغط السائل عند الدخول $P_1$ أو ضغط السائل عند الخروج $P_2$ أو فرق الضغط $P_1 - P_2$ نستخدم :**

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

١) نكتب معادلة برنولي العامة : $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$

٢) نكتب معادلة برنولي المفصلة : $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g Z_2$

٣) نعزل المجهول ونخرج عامل مشترك : (مثال أحسب $P_2$)

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

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

٤) نعوض المعطيات وننتبه لكل من :

- إذا طلب $P_2$ فإن $P_1$ تكون معطاة أو مساوية للضغط الجوي $(P_1 = P_0)$ والعكس صحيح إذا طلب $P_1$
- نعوض الفرق $(Z_1 - Z_2)$ أو $(Z_2 - Z_1)$ بإحدى قيم الارتفاعات $(h, z, x, y)$ حيث تكون معطاة بنص المسألة
- إذا كان الأنبوب أفقي أي $(Z_1 - Z_2)$ فإن تغير الطاقة الكامنة الثقالية معدوم $(\Delta E_p - 0)$ ويكون تغير الطاقة الحركية في وحدة الحجوم مساوية $(\frac{\Delta E_k}{\Delta V})$ :

٤. حساب العمل الميكانيكي : $W = -m\, g\, z + (P_1 - P_2)\Delta V$ **حساب كتلة المائع** $m = \rho V$

# ملاحظات لحل مسائل الأمواج

- البعد بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين (هو نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2}$)
- البعد بين عقدة وبطن يليها (هو ربع طول الموجة $\frac{\lambda}{4}$)
- عدد أطوال الموجة يحسب : $\frac{L}{\lambda} = \frac{\text{طول الوتر}}{\text{طول الموجة}}$ وواحدته (طول موجة)

طول الخيط (الوتر المشدود) L : يقسم إلى عدد n من المغازل كل مغزل طوله $\frac{\lambda}{2}$ ويكون :

١. طول( الخيط المشدود ) الوتر $\boxed{L = n\frac{\lambda}{2}} \xrightarrow{\text{نعزل المجهول}}$ عند طلب $\lambda$ طول الموجة $\boxed{\lambda = \frac{2L}{n}}$ ، عند طلب $n$ عدد المغازل $\boxed{n = \frac{2L}{\lambda}}$

٢. حساب السعة لنقطة (ارتفاع النقطة) تبعد مسافة ( x معطاة ) عن النهاية المقيدة :

$\boxed{y_{max/n} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|}$ حيث : $y_{max}$ سعة اهتزاز المنبع

٣. <u>الكتلة الخطية</u> للوتر(ميو μ ) هي النسبة بين كتلته m وطوله L : $\boxed{\mu = \frac{m}{L}}$ واحدتها $kg.m^{-1}$

- يمكن حساب الكتلة الخطية لوتر اسطواني كتلته الحجمية (كثافته ρ) : $\mu = \frac{m}{L} \xrightarrow{m=\rho.V} \mu = \frac{\rho.V}{L} = \frac{\rho.sL}{L} = \rho.s \Rightarrow \boxed{\mu = \rho.\pi r^2}$

٤. <u>لحساب سرعة انتشار الاهتزاز</u> : سرعة انتشار الاهتزاز $v$ :
   - $v = \lambda.f$ ، f : تواتر الاهتزاز
   - $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ ، $F_T$ : قوة الشد

٥. حساب التواترات الخاصة لعدة مدروجات : $f = \frac{n.v}{2L}$ حيث $n = 1, 2, 3, 4$ تمثل عدد المغازل

( المدروج الثالث : $n = 3$ ، المدروج الثاني : $n = 2$ ، المدروج الأساسي (الأول) : $n = 1$ )

٦. حساب قوة الشد $F_T$ من أجل n مغزل وفق الخطوات الآتية :

$\begin{cases} v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \\ f = \frac{n.v}{2L} \end{cases} \Rightarrow f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين ونعوض}} f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\frac{\boxed{F_T}}{\mu}$ بعد التعويض نحصل على قيمة $\boxed{F_T}$

٧. حساب أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة :

معادلة العقد : $\boxed{x = n.\frac{\lambda}{2}}$ حيث : $n = 0_{\text{أول عقدة}}, 1_{\text{ثاني عقدة}}, 2_{\text{ثالث عقدة}}, 3_{\text{رابع عقدة}}$

معادلة البطون : $\boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$ حيث : $n = 0_{\text{أول بطن}}, 1_{\text{ثاني بطن}}, 2_{\text{ثالث بطن}}, 3_{\text{رابع بطن}}$

ملاحظة : لما يغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة $\boxed{\lambda_{\text{جديدة}} = \frac{2L}{n_{\text{جديدة}}}}$

# ملاحظات المزامير

| مزمار متشابه الطرفين | | مزمار مختلف الطرفين | |
|---|---|---|---|
| ذو فم نهاية مفتوحة ، ذو لسان نهاية مغلقة | | ذو فم نهاية مغلقة ، ذو لسان نهاية مفتوحة | |
| طول المزمار | $L = n.\frac{\lambda}{2}$ | طول المزمار | $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ |
| تواتر الصوت | $f = \frac{n.v}{2L}$ | تواتر الصوت | $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$ |
| $n$ تمثل مدروجات الصوت | $n = 1, 2, 3, 4$ ($n = 1$ صوت أساسي) | القوس$(2n-1)$ يمثل مدروجات الصوت ($n = 1, 2, 3, 4$) | $(2n-1) = 1, 3, 5$ ($(2n-1) = 1$ صوت أساسي) |
| طول الموجة يحسب في المزامير من العلاقة : | $\lambda = \frac{v}{f}$ | عدد أطوال الموجة يحسب : | $\frac{L}{\lambda} = \frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}}$ |
| البعد بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين | $\frac{\lambda}{2}$ | البعد بين عقدة وبطن يليها | $\frac{\lambda}{4}$ |
| تغيير السرعة $v$ عند تغيير شروط التجربة (درجة حرارة الوسط أو كثافة الغاز) | | | |
| السرعة تتناسب **طرداً** مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة | | السرعة تتناسب **عكساً** مع الجذر التربيعي لكثافة الغاز | |
| نسخن : $\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$ | $T_{\text{كلفن}} = t(C^0) + 273$ | كثافة الغاز $D = \frac{M_{\text{الكتلة الغرامية}}}{29}$ | $\sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \sqrt{\frac{\frac{M_1}{29}}{\frac{M_2}{29}}} = \boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}}$ |

# ملاحظات الاعمدة الهوائية

نعوض القوس $(2n-1)$ برقم المدروج ونعوض $n$ برقم الرنين

| العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين) (قناة سمعية) | العمود الهوائي المفتوح (متشابه الطرفين) (نفق عبور سيارات) |
|---|---|
| طوله $L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$<br>القوس $(2n-1)$ يمثل مدوجات الصوت $(n=1,2,3,4)$<br>الرنين الأول: $n=1$ $(2n-1)=1$<br>الرنين الثاني $n=2$ ____ $(2n-1)=3$<br>طول العمود الهوائي عند الرنين الاول يساوي $L_1=\frac{\lambda}{4}$ (أقصر طول)<br>طول العمود الهوائي عند الرنين الثاني يساوي $L_2=\frac{3\lambda}{4}$<br>البعد بين صوتين شديدين متتاليين $\Delta L=L_2-L_1=\frac{3\lambda}{4}-\frac{\lambda}{4}=\frac{\lambda}{2}$<br>$\Delta L=L_2-L_1=\frac{\lambda}{2}$<br>تواتره $f=(2n-1)\frac{v}{4L}$<br>البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول $L_1=?$:<br>الرنين الأول: $(2n-1)=1 \Rightarrow f=\frac{v}{4L_1} \Rightarrow L_1=\frac{v}{4f}$ | طوله $L=n.\frac{\lambda}{2}$<br>الرنين الأول: $n=1$<br>الرنين الثاني: $n=2$<br>تواتره $f=\frac{n.v}{2L}$<br>$n=1,2,3,4$<br>(الرنين الأول $n=1$)<br>القوة الضاغطة تساوي الضغط ضرب مساحة السطح $F=P.S$<br>البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين متعاقبين): $\frac{\lambda}{2}$<br>طول الموجة: $\lambda=\frac{v}{f}$ |

# ملاحظات النسبية

١- المراقب الداخلي ( مركبة فضائية ، رائد فضاء ، إلكترون ، بروتون )
المراقب الخارجي (محطة أرضية )

٢- عامل لورنتز ( معامل التمدد ) : $\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

٣- تمدد (تباطؤ) الزمن : (زمن الرحلة ) $\boxed{t=\gamma.t_0}$ $\quad \gamma>1 \Rightarrow t>t_0$
$t_0$ : لايوجد تمدد (بالنسبة للمراقب الداخلي ) ، $t$ : يوجد تمدد (بالنسبة للمراقب الخارجي )

٤- تقلص الأطوال (طول المركبة) : $\boxed{L=\frac{L_0}{\gamma}}$ $\quad \gamma>1 \Rightarrow L<L_0$
$L_0$ : لايوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الداخلي) ، $L$ : يوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الخارجي)
(يتقلص الطول الموازي لشعاع سرعة الجسم المتحرك فقط)

٥- تقلص المسافات (المسافة المقطوعة) : $\boxed{L'=\frac{L'_0}{\gamma}}$ $\quad \gamma>1 \Rightarrow L'<L'_0$
$L'_0$ : لايوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الخارجي) ، $L'$ : يوجد التقلص (بالنسبة للمراقب الداخلي)

٦- ازدياد الكتلة السكونية $m_0$ أثناء الحركة : $\boxed{m=\gamma.m_0}$ $\quad \gamma>1 \Rightarrow m>m_0$

٧- الطاقة الكلية هي مجموع الطاقة السكونية والحركية $E=E_k+E_0$ ، $E=mc^2$

٨- الطاقة السكونية : $E_0=m_0.c^2$

٩- الطاقة الحركية : $E_k=E-E_0$

١٠- كمية الحركة في الميكانيك النسبي : $P=m.v$ كمية الحركة في الميكانيك الكلاسيكي : $P_0=m_0.v$

# ملاحظات الكهرباء

## ملاحظات الدرس الأول : المغناطيسية

**شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن التيارات الكهربائية:**

سلك مستقيم: $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$    d: بعد النقطة المدروسة عن السلك (m)

ملف دائري : $B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$    Nعدد اللفات (لفة)، r نصف قطر الملف (m)

وشيعة : $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$    $l$ : طول الوشيعة

**قوانين عدد اللفات:** $\frac{\text{طول السلك}}{\text{محيط اللفة}}$ = عدد اللفات الكلية $\Leftarrow$ $\boxed{N = \frac{\ell'}{2\pi r}}$

$\frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك اللف}}$ = عدد اللفات في الطبقة الواحدة (وشيعة متلاصقة الحلقات) $\boxed{N' = \frac{\ell}{2r'}}$

$\frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة}}$ = عدد الطبقات $\Leftarrow$ $\boxed{n = \frac{N}{N'}}$

**حساب التدفق المغناطيسي** : $\alpha = (\vec{B}\,,\,\vec{n})$ : $\bar{\Phi} = N\,B\,s\,cos\bar{\alpha}$ والتدفق المغناطيسي الأرضي $\bar{\Phi}_H = N\,B_H\,s\,cos\bar{\alpha}$

- عند طلب حساب تغير التدفق $\Delta\emptyset$ يكون هذا التغير ناتج عن تغير أحد العوامل وذلك حسب نص المسألة
- عامل النفاذية المغناطيسي $\mu = \frac{B_t}{B}$ ونعزل المجهول المطلوب وزاوية انحراف إبرة مغناطيسية : $tan\theta = \frac{B}{B_H}$

**السلكين** : عندما يكون التيارين بجهة واحدة والإبرة بينهما فالحقلين متعاكسين $B_{\text{كلي}} = B_1 - B_2 > 0$ والعكس بجهة واحدة $B_{\text{كلي}} = B_1 + B_2 > 0$

إذا طلب النقطة الواقعة بين السلكين والتي تنعدم فيها محصلة الحقلين $B_{\text{كلي}} = B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Leftarrow$

## ملاحظات الدرس الثاني : فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

**حساب عمل القوة الكهرطيسية:** $W = \underbrace{P.\Delta t}_{\text{بارلو}} = \underbrace{F.\Delta x}_{\text{سكتين}} = \underbrace{I.\Delta\emptyset}_{\text{إطار}}$ :

**مخطط لحساب الاستطاعة:**

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

الاستطاعة الكهربائية
$P = \varepsilon.I$
$P = u.I$
$u = R.I$

الاستطاعة الميكانيكية
السحابة (سكتين) $P = F.v$
دورانية (دولاب بارلو) $P = \Gamma.W$
$\omega = 2\pi f$

**تجربة السكتين الكهرطيسية:** بشكل عام : $\Delta x = v.\Delta t$    $\Delta\emptyset = B\,\Delta s$    $\Delta s = L.\Delta x$

- شدة القوة الكهرطيسية: $\sin\theta = 1$    $\theta(\overrightarrow{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ : $F = ILB\sin\theta$
- عند إمالة السكتين عن الأفق بزاوية ∝ وطلب (حساب تلك الزاوية أو شدة التيار الواجب إمراره في الدارة) لتبقى الساق ساكنة ندرس الساق تحريكياً بدءاً من شرط التوازن الانسحابي:

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R} + \vec{F} + \vec{W} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور موجه بجهة $F$ : $+F\cos\propto - W\sin\propto = 0$

نعزل المجهول المطلوب $\boxed{ILB\cos\alpha = m.g.\sin\propto}$

**تجربة دولاب بارلو:**

- شدة القوة الكهرطيسية: $L = r$ : $F = ILB\sin\theta \overset{\text{ولكن}}{\Longleftarrow}$ و $\theta(\overrightarrow{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2} \overset{\text{ويكون}}{\Longleftarrow} F = IrB\sin\theta$
- عزم القوة الكهرطيسية: $d = \frac{r}{2} \Rightarrow \Gamma = \frac{r}{2}.F$ : $\Gamma = d.F$
- حساب قيمة الكتلة الواجب إضافتها على طرف نصف القطر لمنع الدولاب من الدوران :

جملة المقارنة: خارجية   الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الدولاب ، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران ، $\overrightarrow{W'}$ ثقل الكتلة المضافة.

شرط التوازن الدوراني $\sum \bar{\Gamma}_{\Delta} = 0$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = 0$$

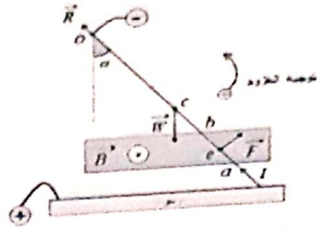
$\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي Δ    $\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\overrightarrow{W'}$ يلاقي Δ

$$\left(\frac{r}{2}\right)F - (r)m\,g = 0 \Rightarrow \left(\frac{r}{2}\right)F = (r)m\,g \Rightarrow \boxed{m = \frac{F}{2\,g}}$$

**تجربة انحراف الساق الشاقولية:** جملة المقارنة: خارجية، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الساق، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران

ينحرف السلك عن الشاقول ويتوازن أي يتحقق شرط التوازن الدوراني:



$$\sum \bar{\Gamma} = 0 \Rightarrow \bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$$

$\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي $\Delta$

$$-(oc\ sin\alpha)m\,g + (oe)F = 0$$

$$(oc\ sin\alpha)m\,g = (oe)I\,L\,B\,sin\frac{\pi}{2}$$

ونعزل المجهول المطلوب : $\boxed{(oc\ sin\alpha)m\,g = (oe)I\,L\,B}$

**تجربة الإطار :**

تجربة الإطار

سلك عديم الفتل

1. حساب التدفق المغناطيسي:

$\phi = N\,s\,B\cos\alpha$

لحظة إمرار التيار : $\alpha = \frac{\pi}{2}$

لحظة الاستقرار : $\alpha = 0$

عندما يدور الإطار زاوية $30^\circ$ أو $\frac{\pi}{6}$ ; $\alpha = \frac{\pi}{3}$

2. حساب شدة القوة الكهرطيسية لحظة إمرار التيار:

$F = NILB\sin\theta \ : \ \theta(I\vec{L} : \vec{B})$

الأضلاع الأفقية $I\vec{L} \,//\, \vec{B}$

الأضلاع الشاقولية $I\vec{L} \perp \vec{B}$

3. حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية :

$\Gamma = NISB\sin\alpha$

4. حساب عمل القوة الكهرطيسية بين وضعين:

$W = I\Delta\varnothing = I(\varnothing_2 - \varnothing_1)$

$= I(NBS\cos\alpha_2 - NBS\cos\alpha_1)$

$= INBS(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

معطاة $= \alpha_1$ (الوضع الأول)

معطاة $= \alpha_2$ (الوضع الثاني)

سلك فتل

نكتب الاستنتاج كاملاً ونعزل المجهول

$\sum \Gamma_\Delta = 0$

$\underset{\text{كهرطيسية}}{\Gamma_\Delta} + \underset{\text{فتل}}{\Gamma'_\Delta} = 0$

$N\,I\,s\,B\sin\alpha - k\,\theta' = 0$

$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

$N\,I\,s\,B\cos\theta' - k\theta' = 0$

قلي شو بدك يا خال

$\boxed{N\,I\,s\,B\cos\theta' = k\,\theta}$

وإذا كانت $\theta'$ زاوية صغيرة فإن $\cos\theta' = 1$

$\boxed{N\,I\,s\,B = k\,\theta}$

نعزل المجهول من العلاقة

**ثابت المقياس الغلفاني (حساسية المقياس) :**

$G = \frac{\acute{N}BS}{K}$ أو $G = \frac{\theta\prime}{I}$ وواحدته $rad.A^{-1}$

## ملاحظات الدرس الثالث : التحريض الكهرطيسي

**القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الوسطية (دلالة مقياس الميلي فولط)** $\bar{\varepsilon} = -\frac{\overline{\Delta\phi}}{\Delta t}$

| تغيير الحقل | تغيير السطح (استنتاج) | تغيير الزاوية |
|---|---|---|
| $\Delta\phi = N\Delta BS\cos\alpha$ نضاعف أو ننقص الحقل، قطع التيار، تقريب أو إبعاد مغناطيس | $\Delta\phi = NB\Delta S\cos\alpha$ نحرك الساق ندحرج الساق | $\Delta\phi = NBS\Delta\cos\alpha$ ندير أو نحرك الوشيعة، ندير أو نحرك الإطار |

**حساب شدة التيار المتحرض (دلالة المقياس الغلفاني – دلالة المقياس ميكرو أمبير) :** $\bar{\imath} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$

- **تحديد جهته:** محرّض متزايد : $0 < \Delta\phi$ تزايد $\Leftarrow 0 > \bar{\varepsilon} \Leftarrow 0 > \bar{\imath}$ تيار المتحرض يولد $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ عكس $\vec{B}_{\text{محرض}}$

  محرّض متناقص : $0 > \Delta\phi$ تناقص $\Leftarrow 0 < \bar{\varepsilon} \Leftarrow 0 < \bar{\imath}$ تيار المتحرض يولد $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ مع $\vec{B}_{\text{محرض}}$
- **وتحدد جهة التيار المتحرض** حسب قاعدة اليد اليمنى: إبهامها بجهة $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ أصابع اليد تلتف بجهة التيار.
- اذا ذكر أن ملفاً دائرياً يحيط بالقسم المتوسط من وشيعة ولم يُعطَ نصف قطر ملف ولا سطحه نكتب: $S_{\text{ملف}} = S_{\text{وشيعة}} = \pi r^2$
  - تقريب قطب يعطي وجه مشابه (تنافر)
  - ابعاد قطب يعطي وجه مخالف (تجاذب)

**التحريض الذاتي: يعطينا في هذه المسألة تابع للتيار بدلالة الزمن**

| ذاتية الوشيعة: | التدفق الذاتي: | القوة المحركة التحريضية الذاتية: |
|---|---|---|
| $L = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 \times s}{l}$ أو $\left.\begin{matrix} N = \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S = \pi r^2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2}\pi r^2}{\ell}$ ذاتية وشيعة علم طولها $\ell'$ وطول سلكها $\ell'$ $\Rightarrow \boxed{L = 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}}$ | $\varnothing = L\bar{\imath}$ تغير التدفق المغناطيسي $\overline{\Delta\varnothing} = L\overline{\Delta\imath}$ ، $\overline{\Delta\varnothing} = L(I_2 - I_1)$ | $\bar{\varepsilon} = -L\frac{di}{dt} = -L\,(\bar{\imath})'_t$ الطاقة الكهرطيسية المختزنة بالوشيعة: $E = \frac{1}{2}LI^2$ أو $E = \frac{1}{2}\varnothing I$ |

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

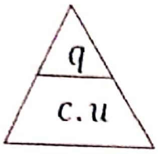
**مولد التيار المتناوب الجيبي AC: استنتاج :**

- التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الانية (اللحظية – المتناوبة) : $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t$
- القيمة العظمى للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة : $\varepsilon_{max} = NBs\omega$
- تعيين اللحظات التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية الناشئة معدومة :

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t \Rightarrow 0 = \varepsilon_{max} \sin \omega t \Rightarrow \sin \omega t = 0 \Rightarrow \omega t = k\pi \Rightarrow \boxed{t = \frac{k\pi}{\omega}} : k = 0,1, \dots\dots$$

- التابع الزمني لشدة التيار المتحرض المتناوب $\bar{\imath} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{\varepsilon_{max} \sin \omega t}{R}$

## ملاحظات الدرس الرابع : الدارات المهتزة




**المكثفة :** من المثلث : شحنة المكثفة (كولوم) $q = c.u$ : سعة المكثفة : (فاراد) $c = \frac{q}{u}$

- الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة: $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{c}$ : $t = 0 \Rightarrow \bar{q} = q_{max}$

**الوشيعة: ذاتيتها :** $\boxed{L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2.s}{\ell}}$

أو يمكن حساب ذاتية وشيعة علم طولها $\ell$ وطول سلكها $\ell'$ من الاستنتاج :

$$\left.\begin{matrix} N = \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S = \pi r^2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2}.\pi r^2}{\ell} \Rightarrow \boxed{L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}}$$

**الدارة المهتزة:**

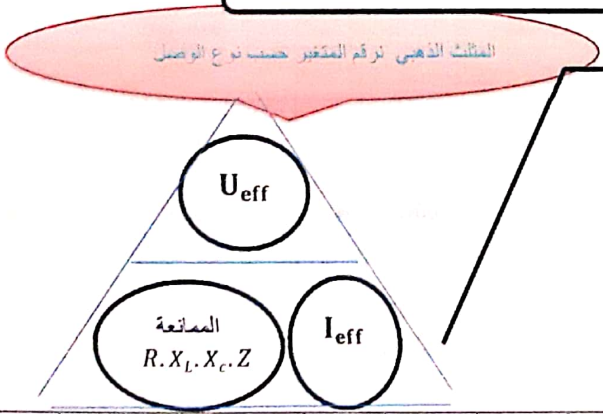
- دورها: $T_0 = 2\pi\sqrt{L.c} = \frac{1}{f_0} = \frac{2\pi}{\omega_0}$ * تواترها: عند طلب التواتر: نحسب الدور ونقلبه $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.c}} = \frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\pi}$
- نبضها: $w_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{L.c}}$ تابع الشحنة اللحظية: $\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t)$
- تابع الشدة اللحظية : $\bar{\imath} = (\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max} \sin \omega_0 t$ أو $\bar{\imath} = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$
- شدة التيار الأعظمي: $I_{max} = \omega_0 q_{max}$

## ملاحظات الدرس الخامس التيار المتناوب الجيبي

| التوابع (معادلة الشدة اللحظية والتوتر اللحظي) | تابع الشدة اللحظية: $\bar{I} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_1)$ | | تابع التوتر اللحظي: $\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$ | |
|---|---|---|---|---|
| عندما يعطى التابع في نص المسألة | الشدة المنتجة : $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ | تواتر التيار : $f = \frac{\omega}{2\pi}$ | التوتر المنتج: $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ | تواتر التيار : $f = \frac{\omega}{2\pi}$ |
| عندما يطلب إيجاد تابع أو معادلة للتوتر أو الشدة | نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة | | نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة | |

**على تسلسل التيار I ثابت و U متغير**

**على تفرع التوتر U ثابت و I متغير**




- التوتر المنتج $U_{eff} = Z.I_{eff}$
- الشدة المنتجة $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z}$
- من المثلث:
  - الممانعة الكلية $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$
  - المقاومة الصرفة $R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff_R}}$
  - (ممانعة) ردية الوشيعة $X_L = \frac{U_{eff_L}}{I_{eff_L}}$
  - (ممانعة) اتساعية المكثفة $X_c = \frac{U_{eff_c}}{I_{eff_c}}$

| الجهاز | الممانعة $X$ | الطور $\varphi$ (تسلسل) | الطور $\varphi$ (تفرع) | الحالة بين $\bar{U}$ و $\bar{I}$ تسلسل | إنشاء فرينل تسلسل | الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg} = I_{eff}\, U_{eff}\, \cos\varphi$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| المقاومة الصرفة R | $X_R = R$ | $\varphi = 0$ | $\varphi = 0$ | تجعل التوتر على توافق مع الشدة | $U_{eff}$ $i$ | $\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow P_{avg} = I_{eff}\, U_{eff} \xrightarrow{U_{eff} = R.I_{eff}}$ الاستطاعة الحرارية $\boxed{P_{avg} = R.I_{eff}^2}$ |
| الذاتية L (وشيعة مهملة مقاومة) | ممانعتها $X_L = L\omega$ (ردية الوشيعة) | $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ | $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ | تقدم التوتر على الشدة | $U_{eff}$ $i$ | $\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ الذاتية لاتستهلك طاقة |
| المكثفة C | ممانعتها $X_c = \frac{1}{\omega c}$ (اتساعية المكثفة) | $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ | $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ | تؤخر التوتر عن الشدة | $U_{eff}$ $i$ | المكثفة $\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ لاتستهلك طاقة |

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (انس احمد فيزياء)

### الوشيعة التي لها مقاومة $(L, r)$

| | | |
|---|---|---|
| رديتها | $X_L = L\omega$ | $Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow L_{الذاتية} = \frac{\sqrt{Z_2^2 - r^2}}{\omega}$ |
| ممانعتها | $Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$ | |
| طورها | على تسلسل حادة حبة$(+\varphi)$ | على تفرع حادة سالبة$(-\varphi)$ |
| إنشاء فرينل على التفرع | تعطى مثلث غير قائم نكتب : (علاقة شعاعية – علاقة التجيب) | |

العلاقة الشعاعية : $\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff1}} + \overrightarrow{I_{eff2}}$

علاقة التجيب :

$$I_{eff}{}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}.I_{eff2}.\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

| | | |
|---|---|---|
| $\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{4}\ rad$ | $\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{6}\ rad$ | $\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{3}\ rad$ |

## حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة :

- الاستطاعة التوسطة المستهلكة على التسلسل واجزاء التفرع من :

$P_{avg} = I_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi$ أو من : المقاومة بمربع التيار $P_{avg} = (\text{المقاومة}) \times (\text{التيار})^2$

- الاستطاعة المستهلكة في جملة الفرعين $p_{avg} = p_{avg1} + p_{avg2}$

$$p_{avg} = I_{eff1}.U_{eff}.\cos\varphi_1 + I_{eff2}.U_{eff}.\cos\varphi_2$$

## حساب عامل استطاعة الدارة :

- في التسلسل وأجزاء التفرع : $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$ (رز)
- في الدارة التفرعية الكلية : $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{I_{eff}.U_{eff}}$

## حساب الطاقة الحرارية للمقاومة $\boxed{E = p_{avgR}.t}$

✓ المصباح الكهربائي ذو الذاتية المهملة يعتبر مقاومة صرفة R

✓ إذا وصل جهاز من طرفي جهاز فالوصل تفرع

✓ إذا أعطانا شدة تيار متواصل I وتوتر متواصل U نحسب منه مقاومة الوشيعة $r = \frac{U_{متواصل}}{I_{متواصل}}$

## تطبيقات لحساب الممانعة الكلية و الاستطاعة المتوسطة المستهلكة وعامل استطاعة الدارة على بعض الدارات التسلسلية

| دارة تحوي على التسلسل : | مقاومة صرفة (R) ووشيعة لها مقاومة (r, L) ومكثفة (C) | مقاومة صرفة (R) ووشيعة مهملة مقاومة (L) ومكثفة (C) | مقاومة صرفة (R) ومكثفة (C) | ووشيعة لها مقاومة (r , L) |
|---|---|---|---|---|
| الممانعة الكلية للدارة Z : | $Z = \sqrt{(r+R)^2 + (X_L - X_C)^2}$ | $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ | $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ | $Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}$ |
| عامل الاستطاعة $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$ (رز) | $\cos\varphi = \frac{r+R}{Z}$ | $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ | $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ | $\cos\varphi = \frac{r}{Z}$ |
| الاستطاعة المتوسطة $P_{avg} = (\text{المقاومة}) \times (\text{التيار})^2$ | $P_{avg} = (r+R).I_{eff}^2$ | $P_{avg} = R.I_{eff}^2$ | $P_{avg} = R.I_{eff}^2$ | $P_{avg} = r.I_{eff}^2$ |

- **حالة التجاوب الكهربائي ( الطنين الكهربائي )** وفق الشروط $X_L = X_C$ :

١- دارة تسلسل ٢- تغيير في الدارة ( تغيير تواتر أو إضافة جهاز جديد ) ٣- ذكر إحدى الجمل الأربعة :

( ❖ الممانعة أصغر مايمكن $Z = R$ ❖ التيار بأكبر قيمة له $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ ❖عامل الاستطاعة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$ ❖ التوتر على وفاق بالطور مع الشدة $\varphi = 0$ )

في حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) نكتب $(X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C})$ ونعزل المجهول ونحسب تيار جديد من العلاقة $(I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R})$

- **حالات خاصة :**

في التسلسل عندما يضيف جهاز ويذكر جملة (بقيت شدة التيار نفسها) ⇐ قبل الإضافة$Z$ = بعد الإضافة$Z$

في التفرع عندما يضيف جهاز ويذكر جملة (فرق الكمون على توافق مع التيار ) : نرسم إنشاء فرينل لكل الدارة وشعاع $(I)$ المضاف نرسمه لحد ال $(U)$ فنحصل على مثلث قائم ، نحسب منه $(I)$ المضاف

- **خاص بالمكثفات :**

| خاص بالمكثفات | وصل المكثفات على التسلسل | ضم المكثفات على التفرع |
|---|---|---|
| تحديد نوع الضم (نقارن $C$ مع السعة الكلية $C_{eq}$) | $C_{eq} < C$ | $C_{eq} > C$ |
| حساب سعة المكثفة المضافة $(C')$ | $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}}$ | $C_{eq} = C + C' \Rightarrow \boxed{C' = C_{eq} - C}$ |

## ملاحظات الدرس السادس المحولة الكهربائية

ثانوي : s من قوانين المتناوب أولي : p من نسبة التحويل

نسبة التحويل : $\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}$

**محولة رافعة للتوتر(الجهد) وخافضة للتيار،** $\mu > 1 \Rightarrow N_s > N_p \Rightarrow U_{effs} > U_{effp}$

**محولة خافضة للتوتر (الجهد) ورافعة للتيار ،** $\mu < 1 \Rightarrow N_s < N_p \Rightarrow U_{effs} < U_{effp}$

لحساب كل من شدة تياري الأولية $I_{effp}$ والثانوية $I_{effs}$

$$\begin{cases} I_{effs} = \frac{U_{effs}}{R_s} \text{ أو } I_{effs} = \frac{p_s}{U_{effs}} \\ I_{effp} = \mu.I_{effs} \end{cases}$$

**يتم دمج مسألة المحولة مع التيار المتناوب في الدارة الثانوية ويكون $U_{effs}$ هو التوتر المنتج الكلي للدارة التفرع**

**تنويه : يوجد أوراق محلولة تشمل (النظري سؤال وجواب – العملي عشر مسائل محلولة شاملة للمنهاج**

تنويه ، تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملا وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)