## الوحدة الأولى: الحركة والتحريك

### الدرس الأول: النواس المرن

### جدول الرموز والواحدات

| المقدار | الرمز | الواحدة |
|---|---|---|
| مطال الحركة | $x$ | $m$ |
| سعة الاهتزاز | $X_{max}$ | $m$ |
| الزمن – زمن الهزات | $t$ | $s$ |
| عدد الهزات | $n$ | |
| الكتلة | $m$ | $kg$ |
| السرعة الخطية | $v$ | $m.s^{-1}$ |
| السرعة العظمى (طويلة) | $v_{max}$ | $m.s^{-1}$ |
| التسارع الخطي | $a$ | $m.s^{-2}$ |
| التسارع الأعظمي (طويلة) | $a_{max}$ | $m.s^{-2}$ |
| ثابت صلابة النابض | $k$ | $N.m^{-1}$ |
| شدة قوة الإرجاع | $F$ | $N$ |
| الدور الخاص | $T_0$ | $s$ |
| النبض الخاص | $\omega_0$ | $rad.s^{-1}$ |
| الاستطالة السكونية | $x_0$ | $m$ |
| تسارع الجاذبية الأرضية | $g$ | $m.s^{-2}$ |
| طور الحركة الإبتدائي | $\varphi$ | $rad$ |

احسب $F, x_0, m, k, \omega_0, T_0$

| الدور الخاص | النبض الخاص | ثابت صلابة النابض | كتلة الجسم | الاستطالة السكونية | شدة قوة الإرجاع |
|---|---|---|---|---|---|
| $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$<br>$T_0 = \frac{t}{n}$<br>$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ | $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$<br>$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ | $k = m\omega_0^2$ | $m = \frac{k}{\omega_0^2}$ | $x_0 = \frac{mg}{k}$ | $F = \lvert kx \rvert$ |

احسب $a_{max}, a, v_{max}, v$

| السرعة | | | التسارع | |
|---|---|---|---|---|
| عند مطال $x$ | عند لحظة $t$ | العظمى (طويلة) | عند مطال $x$ | الأعظمي (طويلة) |
| $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2}$ | $v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$ | $v_{max} = \omega_0 X_{max}$ | $a = -\omega_0^2 x$ | $a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$ |

| احسب $E_k , E_{tot} , E_p$ | | |
|---|---|---|
| الطاقة الكامنة المرونية عند مطال $x$ | الطاقة الميكانيكية | الطاقة الحركية عند |
| $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ | $E_{tot} = \frac{1}{2}kX_{max}^2$ | مطال $x$: $E_k = E_{tot} - E_p$ <br> سرعة $v$: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ |

| استنتج التابع الزمني للمطال $X$ | | | |
|---|---|---|---|
| $x = X_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$ | | | |
| حساب $X_{max}$: إما $X_{max} = \frac{d}{2}$ (حيث $d$: طول القطعة المستقيمة التي يرسمها الجسم أثناء حركته) <br> أو: $X_{max} = x, t = 0$ (ترك دون سرعة ابتدائية) | | | |
| حساب $\omega_0$: إما $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ أو: $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ | | | |
| حساب $\varphi$: نعوض شروط البدء في التابع الزمني للمطال: نميز أربع حالات: لحظة البدء الجسم في موضع: | | | |
| مطاله الأعظمي الموجب | المطال الأعظمي السالب | $\frac{X_{max}}{2}$ وهو متحرك بالاتجاه السالب | التوازن وهو متحرك بالاتجاه السالب |
| $t = 0, x = +X_{max}$ <br> $X_{max} = X_{max}\cos\varphi$ <br> $\cos\varphi = 1$ <br> $\varphi = 0$ | $t = 0, x = -X_{max}$ <br> $-X_{max} = X_{max}\cos\varphi$ <br> $\cos\varphi = -1$ <br> $\varphi = \pi rad$ | $\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos\varphi$ <br> $\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{3} rad$ <br> $v = -\omega_0 X_{max}\sin\varphi$ <br> $\varphi = \frac{\pi}{3} rad \Rightarrow v < 0$ <br> مقبول <br> $\varphi = -\frac{\pi}{3} rad \Rightarrow v > 0$ <br> مرفوض | $0 = X_{max}\cos\varphi$ <br> $\cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{2} rad$ <br> $v = -\omega_0 X_{max}\sin\varphi$ <br> $\varphi = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow v < 0$ <br> مقبول <br> $\varphi = -\frac{\pi}{2} rad \Rightarrow v > 0$ <br> مرفوض |

| حدد لحظة المرور الأول والثاني والثالث للجسم في موضع التوازن: $t_1, t_2, t_3$ | | |
|---|---|---|
| $x = 0 \Rightarrow \cos(\omega_0 t + \varphi) = 0$ <br> $\omega_0 t + \varphi = \frac{\pi}{2} + \pi k ; k = 0, 1, 2, 3, \ldots$ | | |
| المرور الأول: $k = 0 \Rightarrow t_1 = \ldots$ | المرور الثاني: $k = 1 \Rightarrow t_2 = \ldots$ | المرور الثالث: $k = 2 \Rightarrow t_3 = \ldots$ |

## الدرس الثاني: نواس الفتل

| المقدار | الرمز | الواحدة |
|---|---|---|
| المطال الزاوي | $\theta$ | $rad$ |
| السعة الزاوية | $\theta_{max}$ | $rad$ |
| السرعة الزاوية | $\omega$ | $rad.s^{-1}$ |
| السرعة الزاوية العظمى | $\omega_{max}$ | $rad.s^{-1}$ |
| التسارع الزاوي | $\alpha$ | $rad.s^{-2}$ |
| التسارع الزاوي الأعظمي | $\alpha_{max}$ | $rad.s^{-2}$ |
| ثابت فتل السلك | $k$ | $m.N.rad^{-1}$ |
| عزم العطالة | $I_\Delta$ | $kg.m^2$ |
| طول سلك الفتل ، طول الساق | $\ell$ | $m$ |
| كتلة القرص أو الساق | $m$ | $kg$ |
| نصف قطر القرص | $r$ | $m$ |

### احسب $T_0, \omega_0, k$

| الدور الخاص | النبض الخاص | ثابت فتل السلك |
|---|---|---|
| $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$<br>$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ | $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}}$<br>$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ | $k = I_\Delta \omega_0^2$ |

### احسب $\omega, \alpha$

| السرعة الزاوية | | التسارع الزاوي | |
|---|---|---|---|
| عند مطال زاوي $\theta$ | العظمى | عند مطال زاوي $\theta$ | الأعظمي |
| $\omega = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$ | $\omega_{max} = \omega_0\theta_{max}$ | $\alpha = -\omega_0^2\theta$ | $\alpha_{max} = \omega_0^2\theta_{max}$ |

### احسب الطاقة $E$

| الكامنة عند مطال $\theta$ | الميكانيكية | الحركية عند | |
|---|---|---|---|
| | | مطال $\theta$: | سرعة زاوية $\omega$: |
| $E_p = \frac{1}{2}k\theta^2$ | $E_{tot} = \frac{1}{2}k\theta_{max}^2$ | $E_k = E_{tot} - E_p$ | $E_k = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$ |

| استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي $\theta$ |
|---|
| $\theta=\theta_{max}\cos(\omega_0 t+\varphi)$ |
| $\theta_{max}=\theta, t=0$ (ترك دون سرعة ابتدائية) |
| حساب $\varphi$ : $\theta_{max}=\theta_{max}\cos\varphi\Rightarrow\cos\varphi=1\Rightarrow\varphi=0$ |

| حدد لحظة المرور الأول والثاني والثالث للجسم في موضع التوازن $t_1,t_2,t_3$ | | |
|---|---|---|
| $\theta=0\Rightarrow\cos(\omega_0 t+\varphi)=0$<br>$\omega_0 t+\varphi=\frac{\pi}{2}+\pi k\;;k=0,1,2,3,...$ | | |
| المرور الأول: $k=0\Rightarrow t_1=...$ | المرور الثاني: $k=1\Rightarrow t_2=...$ | المرور الثالث: $k=2\Rightarrow t_3=...$ |

| نجعل طول سلك الفتل .... احسب الدور الخاص الجديد $T_0'$ | | | |
|---|---|---|---|
| $\ell'=\frac{\ell}{4}$ | $\ell'=\frac{\ell}{2}$ | $\ell'=4\ell$ | $\ell'=2\ell$ |
| $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k'\frac{(2r)^4}{\ell}}}=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta\ell}{k'(2r)^4}}=const\sqrt{\ell}$ | | | |
| $T_0'=const\sqrt{\ell'}$<br>$T_0'=const\sqrt{\frac{\ell}{4}}=\frac{T_0}{2}$ | $T_0'=const\sqrt{\ell'}$<br>$T_0'=const\sqrt{\frac{\ell}{2}}=\frac{T_0}{\sqrt{2}}$ | $T_0'=const\sqrt{\ell'}$<br>$T'=const\sqrt{4\ell}=2T_0$ | $T_0'=const\sqrt{\ell'}$<br>$T'=const\sqrt{2\ell}=\sqrt{2}T_0$ |

| حالة خاصة: ساق مع كتلتين نقطيتين: | |
|---|---|
| ساق مهملة الكتلة طولها $\ell$ نثبت في كل من طرفيها كتلة نقطية $m_1=m_2$ احسب ثابت فتل السلك أو الدور الخاص | ساق كتلتها $m$ طولها $\ell$ عزم عطالتها $I_\Delta$ نثبت في كل من طرفيها كتلة نقطية $m_1=m_2$ معلقة من منتصفها بسلك فتل احسب الدور الخاص الجديد |
| نحسب $I_\Delta$ :<br>$I_\Delta=I_{\Delta/m_1}+I_{\Delta/m_2}$<br>$I_\Delta=2m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2=2m_1\frac{\ell^2}{4}$<br>$I_\Delta=\frac{1}{2}m_1\ell^2$ | $\frac{T_0'}{T_0}=\frac{2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta'}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}}=\sqrt{\frac{I_\Delta'}{I_\Delta}}$<br>$I_\Delta'=I_\Delta+I_{\Delta/m_1}+I_{\Delta/m_2}=I_\Delta+2m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$<br>$I_\Delta'=I_\Delta+\frac{1}{2}m_1\ell^2$ |

## الدرس الثالث: النواس الثقلي

### النواس الثقلي البسيط

| احسب الدور الخاص من أجل السعات | |
|---|---|
| الصغيرة $T_0$ | الكبيرة $T_0'$ |
| $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ | $T_0' = T_0\left(1+\frac{\theta_{max}^2}{16}\right)$ |

نزيح الكرة بزاوية $\theta_{max}$ ونتركها دون سرعة ابتدائية استنتج: a) علاقة السرعة الخطية $v$ b) قيمة $\theta_{max}$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين: الأول: $\theta_1 = \theta_{max}$ الثاني: $\theta_2 = 0$

$$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}(1\to 2)} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{W}} + W_{\vec{T}}$$

$E_{k_1} = 0$ : ترك دون سرعة ابتدائية ، $W_{\vec{T}} = 0$ : لأن حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v^2 = 2gh = 2g\ell(1-\cos\theta_{max})$$

| | |
|---|---|
| $a) v = \sqrt{2g\ell(1-\cos\theta_{max})}$ | $b) \cos\theta_{max} = 1-\frac{v^2}{2g\ell}$ |

استنتج علاقة توتر الخيط لحظة المرور بالشاقول $T$

القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\vec{W}$ ، قوة توتر الخيط $\vec{T}$

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي:

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

بالإسقاط على محور الناظم:

$$-W + T = ma_c \Rightarrow T = ma_c + W = m\frac{v^2}{\ell} + mg = m\left(\frac{v^2}{\ell} + g\right)$$

### النواس الثقلي المركب

| الحالة الثانية: جسم + محور مار بمركزه + كتلة نقطية | | |
|---|---|---|
| الحالة الأولى: جسم + محور لا يمر بمركزه (هايغنز) | | |
| قرص كتلته $m$ نصف قطره $r$<br>يهتز حول محور مار بنقطة من محيطه<br>$I_{\Delta/c}=\frac{1}{2}mr^2$ | ساق كتلتها $m$ طولها $\ell$<br>تهتز حول محور مار بطرفها العلوي<br>$I_{\Delta/c}=\frac{1}{12}m\ell^2$ | حلقة كتلتها $M$ نصف قطرها $R$<br>تهتز حول محور مار بنقطة من محيطها<br>$I_{\Delta/c}=MR^2$ |
| استنتج علاقة الدور الخاص من أجل السعات الصغيرة واحسب قيمتها | | |
| $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ | | |
| $d=r$ | $d=\frac{\ell}{2}$ | $d=R$ |
| $I_\Delta=I_{\Delta/c}+md^2$<br>$I_\Delta=\frac{1}{2}mr^2+mr^2$<br>$I_\Delta=\frac{3}{2}mr^2$ | $I_\Delta=I_{\Delta/c}+md^2$<br>$I_\Delta=\frac{1}{12}m\ell^2+m\frac{\ell^2}{4}$<br>$I_\Delta=\frac{1}{3}m\ell^2$ | $I_\Delta=I_{\Delta/c}+Md^2$<br>$I_\Delta=MR^2+MR^2$<br>$I_\Delta=2MR^2$ |
| $T_0=2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{mgr}}$<br>$T_0=2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}$ | $T_0=2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}m\ell^2}{mg\frac{\ell}{2}}}$<br>$T_0=2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$ | $T_0=2\pi\sqrt{\frac{2MR^2}{MgR}}$<br>$T_0=2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$ |
| نزيح النواس عن وضع توازنه بزاوية $\theta_{max}$ ونتركه دون سرعة ابتدائية استنتج: a) علاقة السرعة الزاوية b) قيمة $\theta_{max}$ | | |
| نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين: الأول: $\theta_1=\theta_{max}$ الثاني: $\theta_2=0$<br>$\Delta E_k=\sum W_{\vec{F}}\Rightarrow E_{k_2}-E_{k_1}=W_{\vec{W}}+W_{\vec{R}}\Rightarrow\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2-0=mgh+0\Rightarrow I_\Delta\omega^2=2mgd(1-\cos\theta_{max})$<br>$E_{k_1}=0$ : ترك دون سرعة ابتدائية ، $W_{\vec{R}}=0$ : نقطة تأثير $\vec{R}$ لا تنتقل | | |
| $\frac{3}{2}mr^2\omega^2=2mgr(1-\cos\theta_{max})$<br>$3r\omega^2=4g(1-\cos\theta_{max})$ | $\frac{1}{3}m\ell^2\omega^2=2mg\frac{\ell}{2}(1-\cos\theta_{max})$<br>$\ell\omega^2=3g(1-\cos\theta_{max})$ | $2MR^2\omega^2=2MgR(1-\cos\theta_{max})$<br>$R\omega^2=g(1-\cos\theta_{max})$ |
| $a)\omega=\sqrt{\frac{4g(1-\cos\theta_{max})}{3r}}$<br>$b)\cos\theta_{max}=1-\frac{3r\omega^2}{4g}$ | $a)\omega=\sqrt{\frac{3g(1-\cos\theta_{max})}{\ell}}$<br>$b)\cos\theta_{max}=1-\frac{\ell\omega^2}{3g}$ | $a)\omega=\sqrt{\frac{g(1-\cos\theta_{max})}{R}}$<br>$b)\cos\theta_{max}=1-\frac{R\omega^2}{g}$ |
| احسب السرعة الخطية لمركز عطالة النواس: $v_c=d\omega$ | | |
| $v_c=r\omega$ | $v_c=\frac{\ell}{2}\omega$ | $v_c=R\omega$ |

| ساق كتلتها $m_1$ طولها $\ell$ تهتز حول محور مار بمركزها | قرص كتلته $m_1$ نصف قطره $r$ يهتز حول محور مار بمركزه |
|---|---|
| $I_{\Delta/c}=\frac{1}{12}m_1\ell^2$ | $I_{\Delta/c}=\frac{1}{2}m_1r^2$ |
| استنتج علاقة الدور الخاص من أجل السعات الصغيرة | |
| $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ | |
| $m=m_1+m_2=2m_1$<br>$d=\frac{m_1r_1+m_2r_2}{m_1+m_2}=\frac{0+m_1\frac{\ell}{2}}{2m_1}=\frac{\ell}{4}$<br>$I_\Delta=I_{\Delta/c}+I_{\Delta/m_2}=\frac{1}{12}m_1\ell^2+m_2\frac{\ell^2}{4}=\frac{1}{3}m_1\ell^2$<br>$T_0=2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}m_1\ell^2}{2m_1g\frac{\ell}{4}}}=2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$ | $m=m_1+m_2=2m_1$<br>$d=\frac{m_1r_1+m_2r_2}{m_1+m_2}=\frac{0+m_1r}{2m_1}=\frac{r}{2}$<br>$I_\Delta=I_{\Delta/c}+I_{\Delta/m_2}=\frac{1}{2}m_1r^2+m_2r^2=\frac{3}{2}m_1r^2$<br>$T_0=2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}m_1r^2}{2m_1g\frac{r}{2}}}=2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}$ |
| نزيح النواس عن وضع توازنه بزاوية $\theta_{max}$ ونتركه دون سرعة ابتدائية استنتج: a) علاقة السرعة الزاوية b) قيمة $\theta_{max}$ | |
| نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين: الأول: $\theta_1=\theta_{max}$ الثاني: $\theta_2=0$<br>$\Delta E_k=\sum W_{\vec{F}}\Rightarrow E_{k_2}-E_{k_1}=W_{\vec{W}}+W_{\vec{R}}\Rightarrow\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2-0=mgh+0\Rightarrow I_\Delta\omega^2=2mgd(1-\cos\theta_{max})$<br>$E_{k_1}=0$ : ترك دون سرعة ابتدائية<br>$W_{\vec{R}}=0$ : نقطة تأثير $\vec{R}$ لا تنتقل | |
| $\frac{1}{3}m_1\ell^2\omega^2=2\times2m_1g\frac{\ell}{4}(1-\cos\theta_{max})$<br>$\ell\omega^2=3g(1-\cos\theta_{max})$ | $\frac{3}{2}m_1r^2\omega^2=2\times2m_1g\frac{r}{2}(1-\cos\theta_{max})$<br>$3r\omega^2=4g(1-\cos\theta_{max})$ |
| $a)\omega=\sqrt{\frac{3g(1-\cos\theta_{max})}{\ell}}$<br>$b)\cos\theta_{max}=1-\frac{\ell\omega^2}{3g}$ | $a)\omega=\sqrt{\frac{4g(1-\cos\theta_{max})}{3r}}$<br>$b)\cos\theta_{max}=1-\frac{3r\omega^2}{4g}$ |
| احسب السرعة الخطية لمركز عطالة النواس: $v_c=d\omega$ | |
| $v_c=\frac{\ell}{4}\omega$ | $v_c=\frac{r}{2}\omega$ |
| احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية $m_2$ : $v_{m_2}=r_2\omega$ | |
| $v_{m_2}=\frac{\ell}{2}\omega$ | $v_{m_2}=r\omega$ |

| الحالة الثالثة: ساق مهملة الكتلة طولها $\ell$ مع كتلتين نقطيتين | |
|---|---|
| في الطرف العلوي $m_1$<br>في الطرف السفلي $m_2$<br>محور الدوران مار بمنتصف الساق | في المنتصف $m_1$<br>في الطرف السفلي $m_2$<br>محور الدوران مار بالطرف العلوي |
| احسب الدور الخاص من أجل السعات الصغيرة | |
| $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}$ | |
| $m = m_1 + m_2$ | |
| $d = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m_1 + m_2}$ | |
| $d = \frac{-m_1\frac{\ell}{2} + m_2\frac{\ell}{2}}{m_1 + m_2}$ | $d = \frac{m_1\frac{\ell}{2} + m_2\ell}{m_1 + m_2}$ |
| $I_\Delta = I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$ | |
| $I_\Delta = m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2\left(\frac{\ell}{2}\right)^2$<br>$I_\Delta = m_1\frac{\ell^2}{4} + m_2\frac{\ell^2}{4}$ | $I_\Delta = m_1\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m_2\ell^2$<br>$I_\Delta = m_1\frac{\ell^2}{4} + m_2\ell^2$ |
| نزيح النواس عن وضع توازنه بزاوية $\theta_{max}$ ونتركه دون سرعة ابتدائية استنتج: a) علاقة السرعة الزاوية b) قيمة $\theta_{max}$ | |
| نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين: الأول: $\theta_1 = \theta_{max}$ الثاني: $\theta_2 = 0$<br>$\Delta E_k = \sum W_{\vec{F}} \Rightarrow E_{k_2} - E_{k_1} = W_{\vec{W}} + W_{\vec{R}} \Rightarrow \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2 - 0 = mgh + 0 \Rightarrow I_\Delta\omega^2 = 2mgd\,(1-\cos\theta_{max})$<br>$E_{k_1} = 0$ : ترك دون سرعة ابتدائية<br>$W_{\vec{R}} = 0$ : نقطة تأثير $\vec{R}$ لا تنتقل | |
| $a)\omega = \sqrt{\frac{2mgd\,(1-\cos\theta_{max})}{I_\Delta}}$ | $b)\cos\theta_{max} = 1 - \frac{I_\Delta\omega^2}{2mgd}$ |
| احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية $m_2$ لحظة المرور بالشاقول | |
| $v_{m_2} = \frac{\ell}{2}\omega$ | $v_{m_2} = \ell\omega$ |
| | احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية $m_1$ لحظة المرور بالشاقول<br>$v_{m_1} = \frac{\ell}{2}\omega$ |
| احسب السرعة الخطية لمركز عطالة النواس لحظة المرور بالشاقول | |
| $v_c = d\,\omega$ | |

في الطرف العلوي $m_1$ ، في الطرف السفلي $m_2=m_1$ ، محور مار بنقطة تبعد $\frac{\ell}{4}$ عن الطرف العلوي

استنتج علاقة الدور الخاص من أجل السعات الصغيرة

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

$$m=m_1+m_2=2m_1$$

$$d=\frac{m_1r_1+m_2r_2}{m_1+m_2}=\frac{-m_1\frac{\ell}{4}+m_2\frac{3\ell}{4}}{m_1+m_2}=\frac{\frac{\ell}{2}m_1}{2m_1}=\frac{\ell}{4}$$

$$I_\Delta=I_{\Delta/m_1}+I_{\Delta/m_2}=m_1\left(\frac{\ell}{4}\right)^2+m_2\left(\frac{3\ell}{4}\right)^2=m_1\frac{\ell^2}{16}+m_1\frac{9\ell^2}{16}=\frac{10}{16}m_1\ell^2=\frac{5}{8}m_1\ell^2$$

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{\frac{5}{8}m_1\ell^2}{2m_1g\frac{\ell}{4}}}=2\pi\sqrt{\frac{5\ell}{4g}}$$

نزيح النواس عن وضع توازنه بزاوية $\theta_{max}$ ونتركه دون سرعة ابتدائية استنتج: a) علاقة السرعة الزاوية b) قيمة $\theta_{max}$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين: الأول: $\theta_1=\theta_{max}$ الثاني: $\theta_2=0$

$$\Delta E_k=\sum W_{\vec F}\Rightarrow E_{k_2}-E_{k_1}=W_{\vec W}+W_{\vec R}\Rightarrow\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2-0=mgh+0\Rightarrow I_\Delta\omega^2=2mgd\,(1-\cos\theta_{max})$$

$E_{k_1}=0$ : ترك دون سرعة ابتدائية

$W_{\vec R}=0$ : نقطة تأثير $\vec R$ لا تنتقل

$$\frac{5}{8}m_1\ell^2\omega^2=2\times2m_1g\frac{\ell}{4}(1-\cos\theta_{max})$$

$$5\ell\omega^2=8g\,(1-\cos\theta_{max})$$

| | |
|---|---|
| $a)\omega=\sqrt{\frac{8(1-\cos\theta_{max})}{5\ell}}$ | $b)\cos\theta_{max}=1-\frac{5\ell\omega^2}{8g}$ |

احسب السرعة الخطية لـ .... لحظة المرور بالشاقول

| مركز عطالة النواس | الكتلة النقطية $m_2$ |
|---|---|
| $v_c=d\,\omega$ | $v_{m_2}=\frac{3\ell}{4}\omega$ |

ملاحظة هامة: نحسب $\omega$ عند استنتاج $\theta_{max}$ في جميع الحالات من قيمة السرعة الخطية المعطاة

| | |
|---|---|
| $v_c=d\,\omega\Rightarrow\omega=\frac{v_c}{d}$ | $v_{m_2}=r_2\omega\Rightarrow\omega=\frac{v_{m_2}}{r_2}$ |

## الدرس الرابع: ميكانيك السوائل

| احسب معدل الضخ (التدفق الحجمي) $Q'$ | احسب زمن التفريغ $\Delta t$ | احسب سرعة التدفق $v$<br>احسب سرعة التدفق عند الدخول $v_1$<br>احسب سرعة التدفق عند الخروج $v_2$ | احسب سرعة التدفق إذا نقص مقطع الأنبوب ليصبح ربع ما كان عليه أو نصف ما كان عليه $v'$ |
|---|---|---|---|
| $Q'=\frac{V}{\Delta t}$<br>$Q'=sv$<br>$Q'=s_1v_1$<br>$Q'=s_2v_2$ | $\Delta t=\frac{V}{Q'}$ | $v=\frac{Q'}{s}$<br>$v_1=\frac{Q'}{s_1}$<br>$v_2=\frac{Q'}{s_2}$ | $v'=\frac{Q'}{s'}=\frac{Q'}{\frac{s}{4}}=4v$<br>$v'=\frac{Q'}{s'}=\frac{Q'}{\frac{s}{2}}=2v$ |

| احسب الضغط عند الدخول $P_1$ | احسب فرق الضغط $P_a-P_b$ | احسب العمل الميكانيكي $W_T$ |
|---|---|---|
| $P_1=P_2+\frac{1}{2}\rho(v_2^2-v_1^2)+\rho gh$ | $P_1-P_2=\frac{1}{2}\rho(v_2^2-v_1^2)+\rho gh$ | $W_T=-mgh+(P_1-P_2)V$<br>$m=\rho V$ |

## الدرس الخامس: النسبية الخاصة

| تمدد الزمن | تقلص الطول | زيادة الكتلة | الزيادة في الكتلة | معامل لورنتس $\gamma$ |
|---|---|---|---|---|
| $t=\gamma t_0$ | $L=\frac{L_0}{\gamma}$ | $m=\gamma m_0$ | $\Delta m=\frac{E_k}{c^2}$ | $\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ |

| احسب كمية الحركة $P$ وفق الميكانيك | |
|---|---|
| الكلاسيكي | النسبي |
| $P=m_0v$ | $P=mv=\gamma m_0v$ |

| احسب الطاقة | | |
|---|---|---|
| السكونية $E_0$ | الكلية $E$ | الحركية $E_k$ |
| $E_0=m_0c^2$ | $E=mc^2$ | $E_k=E-E_0$ |

## الوحدة الثانية: الكهرباء والمغناطيسية

### الدرس الأول: المغناطيسية

| المقدار | رمزه | الواحدة |
|---|---|---|
| شدة التيار الكهربائي المتواصل | $I$ | $A$ |
| التوتر (فرق الكمون) الكهربائي | $U$ | $V$ |
| المقاومة الأومية | $R$ | $\Omega$ |
| شدة الحقل المغناطيسي | $B$ | $T$ |
| بعد النقطة المعتبرة عن السلك المستقيم | $d$ | $m$ |
| نصف قطر الملف الدائري | $r$ | $m$ |
| طول الوشيعة | $\ell$ | $m$ |
| قطر سلك الملف أو الوشيعة | $2r'$ | $m$ |
| طول سلك الملف أو الوشيعة | $\ell'$ | $m$ |
| عدد اللفات | $N$ | ——— |
| عدد اللفات في الطبقة الواحدة | $N'$ | ——— |
| عدد طبقات الوشيعة | $n$ | ——— |
| زاوية الدوران | $\theta'$ | $rad$ |
| الزاوية بين شعاع الحقل والناظم | $\alpha$ | $rad$ |
| التدفق المغناطيسي | $\Phi$ | $Web$ |
| مساحة سطح الملف | $s$ | $m^2$ |

احسب شدة الحقل المغناطيسي $B = ?$ الناتج عن مرور تيار كهربائي متواصل شدته $I$ في

| سلك مستقيم في نقطة تبعد عنه مسافة $d$ | ملف دائري في مركزه | وشيعة في مركزها |
|---|---|---|
| $B = 2\times10^{-7}\dfrac{I}{d}$ | $B = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{r}$<br>حلقة: $B = 2\pi\times10^{-7}\dfrac{I}{r}$ | $B = 4\pi\times10^{-7}\dfrac{NI}{\ell}$<br>$I = \dfrac{U}{R}$ |

احسب:

| طول سلك الملف أو الوشيعة<br>$\ell' = ?$ | عدد لفات الوشيعة<br>$N = ?$ | عدد طبقات الوشيعة<br>$n = ?$ | زاوية انحراف الإبرة عن منحاها الأصلي $\theta = ?$<br>علما أن المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي<br>$B_H = 2\times10^{-5}T$ |
|---|---|---|---|
| $\ell' = 2\pi rN$ | $N = \dfrac{\ell'}{2\pi r}$ | $n = \dfrac{N'}{N}$<br>$N' = \dfrac{\ell}{2r'}$ | $\tan\theta = \dfrac{B}{B_H} = \begin{cases} 1 \Rightarrow \theta = \dfrac{\pi}{4} rad \\ ...\langle 0.24 \Rightarrow \theta = \tan\theta \end{cases}$ |

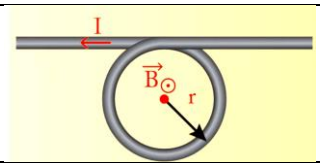
| احسب التدفق المغناطيسي $\Phi = ?$ | | |
|---|---|---|
| $\Phi = NBs\cos\alpha$ | | |
| لتحديد قيمة الزاوية $\alpha = ?$ | | |
| $\alpha = 0$ | $\alpha = \frac{\pi}{2} rad$ | $\alpha = \frac{\pi}{3} rad$ |
| خطوط الحقل توازي محور الوشيعة<br>خطوط الحقل تعامد مستوي الملف<br>وضع التوازن المستقر<br>التدفق الناتج عن الملف نفسه<br>التدفق الأعظمي | خطوط الحقل تعامد محور الوشيعة<br>خطوط الحقل توازي محور الوشيعة | خطوط الحقل تصنع زاوية $60^\circ$ مع محور الوشيعة<br>خطوط الحقل تصنع زاوية $30^\circ$ مع مستوي الملف<br>الناظم على سطح الحلقة يصنع زاوية $60^\circ$ مع محور الوشيعة |

| احسب التغير في التدفق المغناطيسي $\Delta\Phi = ?$ عند | |
|---|---|
| قطع التيار عن الملف أو الوشيعة | دوران الملف بزاوية $\theta'$ |
| $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$<br>$\Delta\Phi = 0 - NBs\cos\alpha$ | $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$<br>$\Delta\Phi = NBs(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$ |
| إذا كانت الدارة ملف دائري أو وشيعة فإن: $s = \pi r^2$<br>وإذا كانت إطار مربع الشكل فإن: $s = L^2$ | إذا كانت $\alpha_1 = 0$ فإن $\alpha_2 = \theta'$<br>وإذا كانت $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} rad$ فإن $\alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \theta'$ |

| احسب شدة الحقل المغناطيسي المحصل $B = ?$ في النقطة $c$ منتصف المسافة $c_1c_2$<br>سلكان متوازيان البعد بين منتصفيهما $(c_1c_2) = d$ يمر فيهما تياران كهربائيان $I_1, I_2$ | | |
|---|---|---|
| بجهة واحدة | | باتجاهين متعاكسين |
| $I_1 > I_2$<br>$B = B_1 - B_2$<br>$B = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} - 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$ | $I_1 < I_2$<br>$B = B_2 - B_1$<br>$B = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2} - 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1}$ | $B = B_1 + B_2$<br>$B = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} + 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$<br>$d_1 = d_2 = \frac{d}{2}$ |
| حدد النقطة الواقعة بين السلكين التي تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين | | |
| $B = 0 \Rightarrow B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow B_1 = B_2$<br>$2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_2} = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_1} \Rightarrow \frac{I_1}{d_2} = \frac{I_2}{d_1}$...(1)<br>ولدينا: $d = d_1 + d_2$...(2) ونحل جملة المعادلتين (1)و(2) | | |

ملفان دائريان لهما المركز نفسه عدد لفات كل منهما $N$ يمر في الملف الأول تيار شدته $I_1$ بعكس جهة دوران عقارب الساعة احسب شدة التيار المار في الملف الثاني $I_2 = ?$ وحدد جهته لتكون شدة الحقل المحصل في المركز المشترك $B = ...T$

| أمام مستوي الرسم | خلف مستوي الرسم | معدومة |
|---|---|---|
| $\overrightarrow{B_2} \odot \Leftarrow \begin{cases} \overrightarrow{B_1} \odot \\ \overrightarrow{B} \odot \end{cases}$<br>جهة $I_2$ بعكس جهة دوران عقارب الساعة<br>$B = B_1 + B_2$<br>$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI_1}{r_1} + 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI_2}{r_2}$ | $\overrightarrow{B_2} \otimes \Leftarrow \begin{cases} \overrightarrow{B_1} \odot \\ \overrightarrow{B} \otimes \end{cases}$<br>جهة $I_2$ بجهة دوران عقارب الساعة<br>$B = B_2 - B_1$<br>$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI_2}{r_2} - 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI_1}{r_1}$ | $\overrightarrow{B_2} \otimes \Leftarrow \begin{cases} \overrightarrow{B_1} \odot \\ \overrightarrow{B} = \vec{0} \end{cases}$<br>جهة $I_2$ بعكس جهة دوران عقارب الساعة<br>$B = 0 \Rightarrow B_1 = B_2$<br>$2\pi \times 10^{-7} \frac{NI_1}{r_1} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI_2}{r_2}$<br>$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2}$ |




نمرر تيارا كهربائيا شدته $I$ في سلك مستقيم ثم نلف جزء منه على شكل حلقة دائرية بلفة واحدة نصف قطرها $r$ احسب شدة الحقل المغناطيسي المحصل $B = ?$ في مركز الحلقة ثم حدد بقية عناصره

$\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبجهة واحدة:

$$B = B_1 + B_2 = 2\times 10^{-7} \frac{I}{d} + 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

$$d = r, N = 1$$

بقية عناصر المحصلة $\overrightarrow{B}$
الحامل: العمود على مستوي الحلقة
الجهة: أمام مستوي الحلقة

ملاحظة: $\otimes$ : خلف مستوي الرسم (أو نحو الداخل) ، $\odot$ : أمام مستوي الرسم (أو نحو الخارج)

المدرس محمد مشايخ

## الدرس الثاني: فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

| المقدار | الرمز | الواحدة | المقدار | الرمز | الواحدة |
|---|---|---|---|---|---|
| طول السلك أو الساق | $\ell$ | $m$ | شدة القوة الكهرطيسية أو المغناطيسية | $F$ | $N$ |
| طول الجزء من الناقل الخاضع للحقل | $L$ | $m$ | شدة التيار الكهربائي | $I$ | $A$ |
| زاوية الدوران | $\theta'$ | $rad$ | شدة الحقل المغناطيسي | $B$ | $T$ |
| الزاوية بين الناقل المستقيم وشعاع الحقل | $\theta$ | $rad$ | المسافة | $\Delta x$ | $m$ |
| زاوية الميلان عن الأفق<br>زاوية الانحراف عن الشاقول | $\alpha$ | $rad$ | السرعة | $v$ | $m.s^{-1}$ |
| عزم القوة أو المزدوجة | $\Gamma_\Delta$ | $m.N$ | الزمن | $\Delta t$ | $s$ |
| عمل القوة أو المزدوجة | $W$ | $J$ | نصف القطر | $r$ | $m$ |

| تجربة السكتين الكهرطيسية | دولاب بارلو |
|---|---|
| احسب شدة القوة الكهرطيسية $F=?$ أو شدة التيار الكهربائي $I=?$ أو شدة الحقل المغناطيسي $B=?$ | |
| $F=ILB\sin\theta$<br>$\theta=\frac{\pi}{2}rad$ | $F=IrB\sin\theta$<br>$\theta=\frac{\pi}{2}rad$ |
| احسب عمل القوة الكهرطيسية $W=?$ | احسب عزم القوة الكهرطيسية $\Gamma_\Delta=?$ |
| $W=F\Delta x=Fv\Delta t$ | $\Gamma_\Delta=dF=\frac{r}{2}F$ |
| نميل السكتين عن الأفق بزاوية $\alpha$ لتتوازن الساق استنتج علاقة زاوية الميل $\alpha=?$ أو شدة التيار $I=?$ أو كتلة الساق $m=?$ | احسب قيمة الكتلة $m'=?$ الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدولاب لمنعه من الدوران |
| القوى الخارجية المؤثرة:<br>قوة الثقل $\vec{W}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل السكتين $\vec{R}$<br>شرط التوازن الانسحابي:<br>$\sum\vec{F}=\vec{0}\Rightarrow\vec{W}+\vec{F}+\vec{R}=\vec{0}$<br>بالإسقاط على محور منطبق على مستوي السكتين:<br>$-W\sin\alpha+F\cos\alpha=0$<br>$W\sin\alpha=F\cos\alpha\Rightarrow W\tan\alpha=F$<br>$\tan\alpha=\frac{F}{W}\Rightarrow\tan\alpha=\frac{ILB}{mg}$<br>$I=\frac{mg\tan\alpha}{LB}$<br>$m=\frac{ILB}{mg\tan\alpha}$ | القوى الخارجية المؤثرة:<br>ثقل الدولاب $\vec{W}$ ، ثقل الكتلة المعلقة $\vec{W}'$<br>القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل محور الدوران $\vec{R}$<br>شرط التوازن الدوراني:<br>$\sum\Gamma_\Delta=0\Rightarrow\Gamma_{\vec{W}/\Delta}+\Gamma_{\vec{W}'/\Delta}+\Gamma_{\vec{F}/\Delta}+\Gamma_{\vec{R}/\Delta}=0$<br>$\Gamma_{\vec{W}/\Delta}=0$ : لأن حامل $\vec{W}$ يلاقي محور الدوران<br>$\Gamma_{\vec{R}/\Delta}=0$ : لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران<br>$-rW'+\frac{r}{2}F=0\Rightarrow 2W'=F$<br>$2m'g=F\Rightarrow m'=\frac{F}{2g}$ |

| سلك (أو ساق) شاقولي معلق من طرفه العلوي، استنتج زاوية انحراف السلك عن الشاقول $\alpha = ?$ بعد أن تتوازن الساق |
|---|
| القوى الخارجية المؤثرة: قوة الثقل $\vec{W}$ ، القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ ، قوة رد فعل محور الدوران $\vec{R}$<br>شرط التوازن الدوراني: $\sum \Gamma_{\Delta} = 0 \Rightarrow \Gamma_{\vec{W}/\Delta} + \Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$<br>$\Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$ : لأن حامل $\vec{R}$ يمر بمحور الدوران<br>$-\frac{\ell}{2}(\sin\alpha)W + dF + 0 = 0 \Rightarrow -mg\ell\sin\alpha = 2dILB \Rightarrow \sin\alpha = \frac{2dILB}{mg\ell}$ |

| إطار يحوي $N$ لفة خطوط الحقل توازي مستوي الإطار | | | |
|---|---|---|---|
| احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية $\Gamma_{\Delta} = ?$ | | احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية $W = ?$ من لحظة إمرار التيار | |
| لحظة إمرار التيار | عندما تكون قد دار بزاوية $\theta'$ | إلى وضع التوازن المستقر | إلى وضع دار فيه بزاوية $\theta'$ |
| $\alpha = \frac{\pi}{2} rad$ | $\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta'$ | $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} rad \rightarrow \alpha_2 = 0$ | $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} rad \rightarrow \alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \theta'$ |
| $\Gamma_{\Delta} = NISB\sin\alpha$ | | $W = I\Delta\Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1)$<br>$W = INSB(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$ | |
| احسب شدة القوة الكهرطيسية $F = ?$ المؤثرة في الضلعيين الشاقوليين | | احسب قيمة ثابت الغلفاني $G = ?$ | |
| $F = ILB\sin\theta$<br>$\theta = \frac{\pi}{2} rad$ | | $G = \frac{\theta'}{I}$ | |
| نستبدل سلك التعليق بسلك فتل فيدو الإطار بزاوية $\theta'$ ويتوازن انطلاقا من شرط التوازن الدوراني استنتج علاقة: | | | |
| ثابت فتل السلك $k = ?$ | | زاوية دوران الإطار $\theta' = ?$ | شدة التيار الكهربائي $I = ?$ |
| $\sum \Gamma_{\Delta} = 0 \Rightarrow \Gamma_{\Delta} + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = 0 \Rightarrow NISB\sin\alpha - k\theta' = 0 \Rightarrow NISB\sin\alpha = k\theta'$ | | | |
| $k = \frac{NISB\sin\alpha}{\theta'}$ | | $\theta' = \frac{NISB\sin\alpha}{k}$ | $I = \frac{k\theta'}{NSB\sin\alpha}$ |
| إذا كانت $\theta' < 0.24rad$ : $\sin\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta'\right) = \cos\theta'$<br>$\theta'$ صغيرة : $\cos\theta' = 1 \Rightarrow \sin\alpha = 1$ | | | |
| نزيد حساسية المقياس عشر مرات احسب ثابت فتل السلك بالوضع الجديد $k' = ?$ | | | |
| $G' = 10G \Rightarrow \frac{NSB}{k'} = 10\frac{NSB}{k} \Rightarrow \frac{1}{k'} = \frac{10}{k} \Rightarrow k' = \frac{k}{10}$ | | | |

| احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في سلك حيث خطوط الحقل تصنع زاوية $30^\circ$ مع السلك | احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في ملف حيث خطوط الحقل تصنع زاوية $60^\circ$ مع مستوي الملف |
|---|---|
| $F = ILB\sin\theta$<br>$\theta = \frac{\pi}{6}rad$ | $\Gamma_\Delta = NIsB\sin\alpha$<br>$\alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}rad$ |

| وازن بالحساب بين شدة القوة المغناطيسية وشدة ثقل الإلكترون $F = ?, W_e = ?$ |
|---|
| $W_e = m_e g$<br>$F = evB\sin\theta$ |
| برهن أن حركة الإلكترون دائرية منتظمة بإهمال ثقله واستنتج علاقة نصف قطر المسار الدائري للإلكترون $r = ?$ |
| يتأثر الإلكترون بالقوة المغناطيسية<br>نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي<br>$\sum\vec{F} = m_e\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m_e\vec{a} \Rightarrow e\vec{v}\wedge\vec{B} = m_e\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\wedge\vec{B}$<br>من خواص الجداء الشعاعي $\vec{a}\perp\vec{v}$ فالحركة دائرية منتظمة<br>$a_c = \frac{evB}{m_e} \Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{evB}{m_e} \Rightarrow \frac{v}{r} = \frac{eB}{m_e} \Rightarrow r = \frac{m_e v}{eB}$ |
| احسب دور حركة الإلكترون $T = ?$ |
| $T = \frac{2\pi r}{v}$ |

# الدرس الثاني: التحريض الكهرطيسي

| المقدار | رمزه | الواحدة | المقدار | رمزه | الواحدة |
|---|---|---|---|---|---|
| شدة التيار المتحرض | $i$ | $A$ | المقاومة الأومية | $R$ | $\Omega$ |
| القوة المحركة الكهربائية | $\varepsilon$ | $V$ | الاستطاعة الكهربائية | $P$ | $W$ |
| ذاتية الوشيعة | $L$ | $H$ | الاستطاعة الحرارية | $P'$ | $W$ |
| طول الوشيعة | $\ell$ | $m$ | مساحة سطح الدارة | $s$ | $m^2$ |
| طول سلك الوشيعة | $\ell'$ | $m$ | الزاوية بين محور والوشيعة وخطوط الحقل | $\alpha$ | $rad$ |

| احسب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\varepsilon = ?$ | | |
|---|---|---|
| نزيد أو ننقص شدة الحقل المغناطيسي من $B_1$ إلى $B_2$ خلال $\Delta t$ | تزداد أو تتناقص شدة التيار المار في الوشيعة من $i_1$ إلى $i_2$ خلال $\Delta t$ | الذاتية ،يمر في الوشيعة تيار شدته اللحظية تعطى بالتابع: $i = at + b$ |
| $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$<br>$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$<br>$\Delta\Phi = N(B_2 - B_1)s\cos\alpha$<br>عند قطع التيار عن الملف:<br>$\Delta\Phi = N(0 - B)s\cos\alpha$ | $\varepsilon = -L\frac{\Delta i}{\Delta t}$<br>$\varepsilon = -L\frac{i_2 - i_1}{\Delta t}$ | $\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$<br>$\varepsilon = -L(a)$ |
| خطوط الحقل توازي محور الوشيعة نحرك الوشيعة ليصبح محورها عمودياً على خطوط الحقل | خطوط الحقل تعامد محور الوشيعة نحرك الوشيعة ليصبح محورها موازياً لخطوط الحقل | اللحظية المتناوبة الجيبية (التابع الزمني) |
| $\alpha_1 = 0 \rightarrow \alpha_2 = \frac{\pi}{2}$<br>$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$<br>$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$<br>$\Delta\Phi = NBs(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$<br>$\Delta\Phi = NBs(0 - 1)$ | $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \rightarrow \alpha_2 = 0$<br>$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$<br>$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$<br>$\Delta\Phi = NBs(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$<br>$\Delta\Phi = NBs(1 - 0)$ | $\varepsilon = \varepsilon_{max}\sin\omega t$<br>$\omega = 2\pi f$<br>$\varepsilon_{max} = NBs\omega$<br>إطار مربع الشكل: $s = \ell^2$<br>ملف دائري: $s = \pi r^2$ |
| كمية الكهرباء المتحرضة $\Delta q = ?$ | الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة $E_L = ?$ | طول سلك الوشيعة (أو الملف) $\ell' = ?$<br>عدد لفات الوشيعة $N = ?$ |
| $\Delta q = i\Delta t$ | $E_L = \frac{1}{2}LI^2$ | $\ell' = 2\pi rN$ |
| شدة التيار المتحرض $i = ?$ | | |
| $i = \frac{\varepsilon}{R}$ | | |

| ذاتية الوشيعة $L=?$ ، طول الوشيعة $\ell=?$ ، طول سلك الوشيعة $\ell'=?$ عدد لفات الوشيعة $N=?$ | | |
|---|---|---|
| $L=4\pi\times10^{-7}\dfrac{N^2 s}{\ell}=4\pi\times10^{-7}\dfrac{\left(\dfrac{\ell'}{2\pi r}\right)^2\pi r^2}{\ell}\Rightarrow L=10^{-7}\dfrac{\ell'^2}{\ell}$ | | |
| التدفق المغناطيسي في الوشيعة $\Phi=?$ | التغير في التدفق $\Delta\Phi=?$ الذي يجتاز الوشيعة بين اللحظتين $t_1$ و $t_2$ | الاستطاعة الكهربائية $P=?$ والحرارية $P'=?$ |
| $\Phi=LI$ | $\Delta\Phi=-\varepsilon\Delta t=-\varepsilon(t_2-t_1)$ | $P=\varepsilon i\,,P'=Ri^2$ |

| تجربة السكتين التحريضية حالة الدارة | | |
|---|---|---|
| مغلقة | | مفتوحة |
| استنتج علاقة<br>القوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\varepsilon=?$<br>أو شدة التيار المتحرض $i=?$<br>أو المقاومة الأومية $R=?$ | | استنتج علاقة<br>سرعة تدحرج الساق $v=?$<br>أو القوة المحركة التحريضية $\varepsilon=?$<br>أو فرق الكمون بين طرفي الساق $U=?$ |
| حيث السكتين أفقيتين وخطوط الحقل عمودية على مستوي السكتين | حيث تميل السكتين عن الأفق بزاوية $\alpha$ | $U=\varepsilon=\left\|\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\|$ |
| $\varepsilon=\left\|\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\|$ | $\varepsilon=\left\|\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\|$ | $\varepsilon=\dfrac{B\Delta s}{\Delta t}$ |
| $\varepsilon=\dfrac{B\Delta s}{\Delta t}$ | $\varepsilon=\dfrac{B\Delta s\cos\alpha}{\Delta t}$ | $\varepsilon=\dfrac{BL\Delta x}{\Delta t}$ |
| $\varepsilon=\dfrac{BL\Delta x}{\Delta t}$ | $\varepsilon=\dfrac{BL\Delta x\cos\alpha}{\Delta t}$ | $U=\varepsilon=BLv$ |
| $\varepsilon=BLv$ | $\varepsilon=BLv\cos\alpha$ | $v=\dfrac{BL}{\varepsilon}$ |
| $i=\dfrac{\varepsilon}{R}$ | $i=\dfrac{\varepsilon}{R}$ | |
| $i=\dfrac{BLv}{R}$ | $i=\dfrac{BLv\cos\alpha}{R}$ | |
| $R=\dfrac{\varepsilon}{i}$ | $R=\dfrac{\varepsilon}{i}$ | |
| $R=\dfrac{BLv}{i}$ | $R=\dfrac{BLv\cos\alpha}{i}$ | |

المدرس محمد مشايخ

## الدرس الرابع: الدارة المهتزة

| المقدار | رمزه | الواحدة | المقدار | رمزه | الواحدة |
|---|---|---|---|---|---|
| الدور الخاص | $T_0$ | $s$ | الشحنة العظمى | $q_{max}$ | $C$ |
| التواتر الخاص | $f_0$ | $Hz$ | التوتر الأعظمي | $U_{max}$ | $V$ |
| النبض الخاص | $\omega_0$ | $rad.s^{-1}$ | الطاقة الكلية | $E$ | $J$ |
| سعة المكثفة | $C$ | $F$ | تابع الشحنة | $q$ | |
| ذاتية الوشيعة | $L$ | $H$ | تابع الشدة | $i$ | |

| الدور الخاص $T_0 = ?$ | التواتر الخاص $f_0 = ?$ | النبض الخاص $\omega_0 = ?$ |
|---|---|---|
| $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$<br>$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$<br>$T_0 = \frac{\lambda}{c}$ | $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ | $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$<br>$\omega_0 = 2\pi f_0$<br>$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ |
| الشحنة العظمى $q_{max} = ?$ | فرق الكمون (التوتر) الأعظمي $U_{max} = ?$ | سعة المكثفة $C = ?$ |
| $q_{max} = CU_{max}$ | $U_{max} = \frac{q_{max}}{C}$ | $C = \frac{q_{max}}{U_{max}}$<br>$C = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L}$ |
| شدة التيار الأعظمية $I_{max} = ?$ | التابع الزمني للشحنة $q = ?$<br>وللشدة $i = ?$ | الطاقة الكلية $E = ?$ |
| $I_{max} = \omega_0 q_{max}$ | $q = q_{max}\cos\omega_0 t$<br>$i = I_{max}\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$ | $E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$ |

# الدرس الخامس: التيار المتناوب

| المقدار | رمزه | الواحدة | المقدار | رمزه | الواحدة |
|---|---|---|---|---|---|
| ذاتية الوشيعة | $L$ | $H$ | التوتر المنتج بين طرفي المقاومة | $U_{eff_R}$ | $V$ |
| مقاومة الوشيعة | $r$ | $\Omega$ | التوتر المنتج بين طرفي الوشيعة | $U_{eff_L}$ | $V$ |
| ردية الوشيعة | $X_L$ | $\Omega$ | التوتر المنتج بين طرفي المكثفة | $U_{eff_C}$ | $V$ |
| ممانعة الوشيعة | $Z_L$ | $\Omega$ | التوتر المنتج بين طرفي المأخذ (الدارة) | $U_{eff}$ | $V$ |
| الممانعة الكلية للدارة | $Z$ | $\Omega$ | الشدة المنتجة في المقاومة | $I_{eff_R}$ | $A$ |
| مقاومة صرف | $R$ | $\Omega$ | الشدة المنتجة في الوشيعة | $I_{eff_L}$ | $A$ |
| اتساعية المكثفة | $X_C$ | $\Omega$ | الشدة المنتجة في المكثفة | $I_{eff_C}$ | $A$ |
| سعة المكثفة | $C$ | $F$ | الشدة المنتجة في الدارة | $I_{eff}$ | $A$ |
| تواتر التيار | $f$ | $Hz$ | الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في المقاومة | $P_{avg_R}$ | $W$ |
| نبض التيار | $\omega$ | $rad.s^{-1}$ | الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الوشيعة | $P_{avg_L}$ | $W$ |
| | | | الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة | $P_{avg}$ | $W$ |
| | | | عامل استطاعة الوشيعة | $\cos\varphi_L$ | |
| | | | عامل استطاعة الدارة | $\cos\varphi$ | |

احسب $I_{eff}, I_{eff_C}, I_{eff_L}, I_{eff_R}, U_{eff}, U_{eff_C}, U_{eff_L}, U_{eff_R}, Z, X_C, Z_L, X_L, R$

| | تسلسل: $I_{eff}$ مشترك | تفرع: $U_{eff}$ مشترك |
|---|---|---|
| مقاومة صرف | $U_{eff_R} = RI_{eff}$ | $U_{eff} = RI_{eff_R}$ |
| وشيعة مهملة المقاومة | $U_{eff_L} = X_L I_{eff}$ | $U_{eff} = X_L I_{eff_L}$ |
| وشيعة | $U_{eff_L} = Z_L I_{eff}$ | $U_{eff} = Z_L I_{eff_L}$ |
| مكثفة | $U_{eff_C} = X_C I_{eff}$ | $U_{eff} = X_C I_{eff_C}$ |
| المأخذ (الدارة) | $U_{eff} = ZI_{eff}$ | $U_{eff} = ZI_{eff}$ |

| $f, \omega$ | $U_{eff}, I_{eff}$ | $L, X_L$ | $C, X_C$ |
|---|---|---|---|
| $\omega = 2\pi f$<br>$f = \frac{\omega}{2\pi}$ | $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$<br>$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ | $X_L = \omega L$<br>$L = \frac{X_L}{\omega}$ | $X_C = \frac{1}{\omega C}$<br>$C = \frac{1}{\omega X_C}$ |

| احسب الممانعة الكلية للدارة $Z = ?$ | |
|---|---|
| $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (X_L - X_C)^2}$ | |
| دارة تحوي مقاومة أومية ووشيعة مهملة المقاومة | $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ |
| دارة تحوي مقاومة أومية ووشيعة | $Z = \sqrt{(R+r)^2 + X_L^2}$ |
| دارة تحوي مقاومة أومية ومكثفة | $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ |
| دارة تحوي مقاومة أومية ووشيعة مهملة المقاومة ومكثفة | $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ |
| دارة تحوي مقاومة أومية ووشيعة ومكثفة | $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (X_L - X_C)^2}$ |

| اكتب التابع الزمني لـ : | التوتر اللحظي بين طرفي (تسلسل) $u = ?$ | الشدة اللحظية المارة في (تفرع) $i = ?$ |
|---|---|---|
| المقاومة الأومية | $u_R = U_{max_R} \cos(\omega t + \varphi_R)$<br>$U_{max_R} = U_{eff_R}\sqrt{2}$<br>$\varphi_R = 0$ | $i_R = I_{max_R} \cos(\omega t + \varphi_R)$<br>$I_{max_R} = I_{eff_R}\sqrt{2}$<br>$\varphi_R = 0$ |
| الوشيعة مهملة المقاومة | $u_L = U_{max_L} \cos(\omega t + \varphi_L)$<br>$U_{max_L} = U_{eff_L}\sqrt{2}$<br>$\varphi_L = \frac{\pi}{2} rad$ | $i_L = I_{max_L} \cos(\omega t + \varphi_L)$<br>$I_{max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2}$<br>$\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$ |
| الوشيعة | $u_L = U_{max_L} \cos(\omega t + \varphi_L)$<br>$U_{max_L} = U_{eff_L}\sqrt{2}$<br>$\varphi_L$ : حادة موجبة | $i_L = I_{max_L} \cos(\omega t + \varphi_L)$<br>$I_{max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2}$<br>$\varphi_L$ : حادة سالبة |
| المكثفة | $u_C = U_{max_C} \cos(\omega t + \varphi_C)$<br>$U_{max_C} = U_{eff_C}\sqrt{2}$<br>$\varphi_C = -\frac{\pi}{2} rad$ | $i_C = I_{max_C} \cos(\omega t + \varphi_C)$<br>$I_{max_C} = I_{eff_C}\sqrt{2}$<br>$\varphi_C = \frac{\pi}{2} rad$ |
| الدارة (المأخذ) | التوتر اللحظي والشدة اللحظية (تسلسل أو تفرع) | |
| | $u = U_{max} \cos \omega t$<br>$U_{max} = U_{eff}\sqrt{2}$<br>$i = I_{max} \cos \omega t$<br>$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2}$ | |

| احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg}=?$ | | |
|---|---|---|
| | تسلسل | تفرع |
| الدارة تحوي مقاومة صرف ووشيعة | $P_{avg}=(R+r)I_{eff}^2$<br>$P_{avg}=U_{eff_R}I_{eff}\cos\varphi_R+U_{eff_L}I_{eff}\cos\varphi_L$ | $P_{avg}=RI_{eff_R}^2+rI_{eff_L}^2$<br>$P_{avg}=U_{eff}I_{eff_R}\cos\varphi_R+U_{eff}I_{eff_L}\cos\varphi_L$ |
| الدارة تحوي مقاومة صرف ووشيعة مهملة المقاومة | $P_{avg}=RI_{eff}^2$<br>$P_{avg}=U_{eff_R}I_{eff}\cos\varphi_R$ | $P_{avg}=RI_{eff_R}^2$<br>$P_{avg}=U_{eff}I_{eff_R}\cos\varphi_R$ |
| المقاومة الأومية | $P_{avg_R}=RI_{eff}^2$<br>$P_{avg_R}=U_{eff_R}I_{eff}\cos\varphi_R$ | $P_{avg_R}=RI_{eff_R}^2$<br>$P_{avg_R}=U_{eff}I_{eff_R}\cos\varphi_R$ |
| الوشيعة | $P_{avg_L}=rI_{eff}^2$<br>$P_{avg_L}=U_{eff_L}I_{eff}\cos\varphi_L$ | $P_{avg_L}=rI_{eff_L}^2$<br>$P_{avg_L}=U_{eff}I_{eff_L}\cos\varphi_L$ |

| احسب عامل استطاعة $\cos\varphi=?$ | | |
|---|---|---|
| | تسلسل | تفرع |
| الدارة تحوي مقاومة صرف ووشيعة | $\cos\varphi=\frac{r+R}{Z}$ | $\cos\varphi=\frac{P_{avg}}{U_{eff}I_{eff}}$ |
| الدارة تحوي مقاومة صرف ووشيعة مهملة المقاومة | $\cos\varphi=\frac{R}{Z}$ | |
| الوشيعة | $\cos\varphi_L=\frac{r}{Z_L}$ | |
| | $\cos\varphi=\frac{P_{avg}}{U_{eff_L}I_{eff}}$ | $\cos\varphi_L=\frac{P_{avg_L}}{U_{eff}I_{eff_L}}$ |

| احسب مقاومة الوشيعة $r=?$ ممانعة الوشيعة $Z_L=?$ عامل استطاعة الوشيعة $\cos\varphi_L=?$ |
|---|
| $r=Z_L\cos\varphi_L$<br>$Z_L^2=r^2+X_L^2$ |

| احسب .... الواجب إضافتها للدارة على التسلسل لتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها | |
|---|---|
| ذاتية الوشيعة مهملة المقاومة $L=?$ | سعة المكثفة ZZZZ $C=?$ |
| $I'_{eff}=I_{eff}$<br>$Z'=Z$<br>$\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}=\sqrt{R^2+X_C^2}$<br>بالتربيع والاختصار:<br>$(X_L-X_C)^2=X_C^2$<br>بجذر الطرفيين:<br>$X_L-X_C=\mp X_C$<br>إما: $X_L-X_C=X_C$ ، $X_L=2X_C$ ، $L=\frac{X_L}{\omega}=\frac{2X_C}{\omega}$<br>أو: $X_L-X_C=-X_C$ ، $X_L=0$ ، $L=0$ مرفوض | $I'_{eff}=I_{eff}$<br>$Z'=Z$<br>$\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}=\sqrt{R^2+X_L^2}$<br>بالتربيع والاختصار:<br>$(X_L-X_C)^2=X_L^2$<br>بجذر الطرفيين:<br>$X_L-X_C=\mp X_L$<br>إما: $X_L-X_C=X_L$ ، $X_C=0$ ، $C\to\infty$ مرفوض<br>أو: $X_L-X_C=-X_L$ ، $X_C=2X_L$ ، $C=\frac{1}{\omega X_C}=\frac{1}{2\omega X_L}$ |

| نضيف للدارة السابقة على التسلسل .... فتصبح: (حالة تجاوب كهربائي أو طنين)<br>1- الشدة المنتجة بأكبر قيمة لها 2- الشدة على توافق بالطور مع التوتر 3- عامل استطاعة الدارة تساوي الواحد | |
|---|---|
| وشيعة مهملة المقاومة، احسب ذاتية الوشيعة المضافة $L=?$ | مكثفة، احسب سعة المكثفة المضافة $C=?$ |
| $L=\frac{X_L}{\omega}=\frac{X_C}{\omega}$ | $C=\frac{1}{\omega X_C}=\frac{1}{\omega X_L}$ |
| نضيف للمكثفة السابقة مكثفة سعتها $C'$ فتصبح الدارة في حالة تجاوب كهربائي احسب سعة المكثفة المكافئة $C_{eq}$ وحدد طريقة ضم المكثفتين واحسب سعة المكثفة المضافة $C_{eq}=?, C'=?$ | |
| $C_{eq}=\frac{1}{\omega X_{C_{eq}}}=\frac{1}{\omega X_L}$ | |
| $C_{eq}<C$ فالضم على التسلسل<br>$\frac{1}{C'}=\frac{1}{C_{eq}}-\frac{1}{C}$ | $C_{eq}>C$ فالضم على التفرع<br>$C'=C_{eq}-C$ |
| احسب الشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة $I'_{eff}=?$ | احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة $P_{avg}=?$ |
| $I'_{eff}=\frac{U_{eff}}{Z};(Z=R)$<br>$I'_{eff}=\frac{U_{eff}}{R}$ | $P_{avg}=RI'^2_{eff}$ |

# الدرس السادس: المحولة الكهربائية

| المقدار | رمزه | الواحدة | المقدار | رمزه | الواحدة |
|---|---|---|---|---|---|
| عدد لفات الدارة الأولية | $N_s$ | | ردية الوشيعة | $X_L$ | $\Omega$ |
| عدد لفات الدارة الثانوية | $N_p$ | | اتساعية المكثفة | $X_C$ | $\Omega$ |
| التوتر المنتج بين طرفي الأولية | $U_{eff_p}$ | $V$ | ذاتية الوشيعة | $L$ | $H$ |
| التوتر المنتج بين طرفي الثانوية | $U_{eff_s}$ | $V$ | سعة المكثفة | $C$ | $F$ |
| الشدة المنتجة المارة في الأولية | $I_{eff_p}$ | $A$ | تواتر التيار | $f$ | $Hz$ |
| الشدة المنتجة المارة في الثانوية | $I_{eff_s}$ | $A$ | نبض التيار | $\omega$ | $rad.s^{-1}$ |
| الشدة المنتجة المارة في المقاومة | $I_{eff_R}$ | $A$ | الاستطاعة المتوسطة في المقاومة | $P_{avg_R}$ | $W$ |
| الشدة المنتجة المارة في الوشيعة | $I_{eff_L}$ | $A$ | الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة | $P_{avg_L}$ | $W$ |
| الشدة المنتجة المارة في المكثفة | $I_{eff_c}$ | $A$ | الاستطاعة المتوسطة في الثانوية | $P_{avg_S}$ | $W$ |
| التابع الزمني للشدة في الوشيعة | $i_L$ | | عامل استطاعة الدارة | $\cos\varphi$ | |
| التابع الزمني للشدة في المكثفة | $i_c$ | | نسبة التحويل | $\mu$ | |

| احسب $\mu, N_s, N_p, U_{eff_s}, U_{eff_p}, I_{eff_s}, I_{eff_p}$ | احسب $U_{eff_s}$ | احسب $\omega, f$ |
|---|---|---|
| $\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$ | $U_{eff_s} = \frac{U_{\max_s}}{\sqrt{2}}$ | $\omega = 2\pi f$ |

| احسب $R, X_L, Z_L, X_C, I_{eff_R}, I_{eff_L}, I_{eff_C}$ | | | |
|---|---|---|---|
| $U_{eff_s} = RI_{eff_R}$ | $U_{eff_s} = X_L I_{eff_L}$ | $U_{eff_s} = Z_L I_{eff_L}$ | $U_{eff_s} = X_C I_{eff_C}$ |

| اكتب التابع الزمني للشدة المارة في: | | | |
|---|---|---|---|
| المقاومة | الوشيعة | الوشيعة (مهملة المقاومة) | المكثفة |
| $i_R = I_{\max_R}\cos(\omega t + \varphi_R)$<br>$I_{\max_R} = I_{eff_R}\sqrt{2}$<br>$\varphi_R = 0$ | $i_L = I_{\max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$<br>$I_{\max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2}$<br>$\varphi_L$ : حادة سالبة | $i_L = I_{\max_L}\cos(\omega t + \varphi_L)$<br>$I_{\max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2}$<br>$\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$ | $i_c = I_{\max_c}\cos(\omega t + \varphi_c)$<br>$I_{\max_c} = I_{eff_c}\sqrt{2}$<br>$\varphi_c = \frac{\pi}{2} rad$ |

| احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg}$ | احسب عامل استطاعة الدارة $\cos\varphi$ |
|---|---|
| $P_{avg} = RI^2_{eff_R}$ | $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff_s} I_{eff_s}}$ |

# الوحدة الثالثة: الأمواج المستقرة
## -الدرس الأول: الأمواج المستقرة العرضية

| المقدار | رمزه | الواحدة | المقدار | رمزه | الواحدة |
|---|---|---|---|---|---|
| طول الوتر | $L$ | $m$ | كتلة الوتر | $m$ | $kg$ |
| طول الموجة | $\lambda$ | $m$ | تواتر الموجة | $f$ | $Hz$ |
| سعة اهتزاز المنبع | $Y_{max}$ | $m$ | تواتر الصوت الأساسي | $f_1$ | $Hz$ |
| سعة اهتزاز نقطة n من الوتر عن النهاية المقيدة | $Y_{max/n}$ | $m$ | الكتلة الخطية للوتر | $\mu$ | $kg.m^{-1}$ |
| بعد نقطة n عن النهاية المقيدة | $x$ | $m$ | قيمة قوة الشدّ | $F_T$ | $N$ |
| عدد المغازل | $n$ | | سرعة انتشار الموجة | $v$ | $m.s^{-1}$ |

| احسب $L,n,\lambda$ | احسب $v,f,\lambda$ | احسب $L,m,\mu$ | احسب $v$ | احسب $F_T$ | احسب $Y_{max/n}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $L=n\frac{\lambda}{2}$ | $v=\lambda f$ | $\mu=\frac{m}{L}$ | $v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ | $F_T=\mu v^2$ | $Y_{max/n}=2Y_{max}\left\|\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right\|$ |

| البعد بين بطنين متتاليين | البعد بين عقدتين متتاليتين | البعد بين عقدة وبطن يليه مباشرة | عدد أطوال الموجة |
|---|---|---|---|
| $=\frac{\lambda}{2}$ | $=\frac{\lambda}{2}$ | $=\frac{\lambda}{4}$ | $=\frac{L}{\lambda}$ |

| ابعاد العقد عن النهاية المقيدة | ابعاد البطون عن النهاية المقيدة | تواتر المدروج الأساسي وتواتر المدروجات الثلاثة التي تليه |
|---|---|---|
| $x=n\frac{\lambda}{2};n=0,1,2,3,...$ | $x=(2n+1)\frac{\lambda}{4};n=0,1,2,3,...$ | $f=n\frac{v}{2L};n=1,2,3,...$ |
| العقدة الأولى: $n=0\Rightarrow x_1=0$ | البطن الأول: $n=0\Rightarrow x_1=\frac{\lambda}{4}$ | المدروج الأساسي: $n=1\Rightarrow f_1=\frac{v}{2L}$ |
| العقدة الثانية: $n=1\Rightarrow x_2=\frac{\lambda}{2}$ | البطن الثاني: $n=1\Rightarrow x_2=\frac{3}{4}\lambda$ | المدروج الثاني: $n=2\Rightarrow f_2=2f_1$ |
| العقدة الثالثة: $n=2\Rightarrow x_3=\lambda$ | البطن الثالث: $n=2\Rightarrow x_3=\frac{5\lambda}{4}$ | المدروج الثالث: $n=3\Rightarrow f_3=3f_1$ |
| العقدة الرابعة: $n=3\Rightarrow x_4=\frac{3}{2}\lambda$ | | المدروج الرابع: $n=4\Rightarrow f_4=4f_1$ |

| قوة الشدّ عند تغيير عدد المغازل | تواتر الصوت الأساسي لوتر طوله $L$ كتلته $m$ مشدود بقوة $F_T$ | استنتاج كتلة خيط طوله $L$ مشدود بقوة $F_T$ | سرعة انتشار الاهتزاز في وتر كثافته $\rho$ قطر مقطعه $2r$ مشدود بقوة $F_T$ |
|---|---|---|---|
| $f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$<br>$const=n\sqrt{F_T}$<br>$const=n'\sqrt{F_T'}$<br>$n\sqrt{F_T}=n'\sqrt{F_T'}$ | $f=n\frac{v}{2L}$<br>$f=\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$<br>$f=\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$ | $f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$<br>$f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$<br>$f^2=\frac{n^2F_T}{4Lm}$<br>$m=\frac{n^2F_T}{4Lf^2}$ | $v=\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}=\sqrt{\frac{F_T}{\frac{m}{L}}}=\sqrt{\frac{F_T L}{m}}$<br>$v=\sqrt{\frac{F_T L}{\rho V}}=\sqrt{\frac{F_T L}{1000dsL}}$<br>$v=\sqrt{\frac{F_T}{1000d\pi r^2}}$ |

## الدرس الثاني: الأمواج المستقرة الطولية

| لتحديد نوع المزمار | |
|---|---|
| متشابه الطرفين: ذو فم نهايته مفتوحة أو ذو لسان نهايته مغلقة | مختلف الطرفين: ذو فم نهايته مغلقة أو ذو لسان نهايته مفتوحة |
| طول المزمار متشابه الطرفين أو العمود الهوائي المفتوح:<br>$n=1$ من أجل الصوت الأساسي: $L=n\frac{\lambda}{2}$ | طول المزمار مختلف الطرفين أو العمود الهوائي المغلق:<br>$n=1$ من أجل الصوت الأساسي: $L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$ |
| تواتر الصوت الأساسي وتواترات الأصوات الثلاثة التي تليه | تواتر الصوت الأساسي وتواترات الأصوات الثلاثة التي تليه |
| $f=n\frac{v}{2L}$<br>الصوت الأساسي: $n=1\Rightarrow f_1=\frac{v}{2L}$<br>المدروج الثاني: $n=2\Rightarrow f_2=2f_1$<br>المدروج الثالث: $n=3\Rightarrow f_3=3f_1$<br>المدروج الرابع: $n=4\Rightarrow f_4=4f_1$ | $f=(2n-1)\frac{v}{4L}$<br>الصوت الأساسي: $n=1\Rightarrow f_1=\frac{v}{4L}$<br>المدروج الثالث: $n=2\Rightarrow f_3=3f_1$<br>المدروج الخامس: $n=3\Rightarrow f_5=5f_1$<br>المدروج السابع: $n=4\Rightarrow f_7=7f_1$ |
| احسب طول مزمار آخر مختلف الطرفين يصدر صوتاً أساسياً مواقتاً للصوت السابق في الدرجة نفسها من الحرارة | احسب طول مزمار آخر مختلف الطرفين يصدر صوتاً أساسياً مواقتاً للصوت السابق في شروط التجربة نفسها |
| $L'=(2n-1)\frac{v'}{4f'}$<br>$f'=f, v'=v, n=1$<br>$L'=\frac{v}{4f}$ | $L'=n\frac{v'}{2f'}$<br>$f'=f, v'=v, n=1$<br>$L'=\frac{v}{2f}$ |
| نسخن هواء المزمار إلى الدرجة $t'$ فتصبح سرعة الصوت $v'$ | نستبدل بغاز الأوكسجين غاز الهيدروجين أو العكس احسب السرعة |
| $\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{T'}{T}}=\sqrt{\frac{t'+273}{t+273}}$ | $\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}}=\sqrt{\frac{D_{O_2}}{D_{H_2}}}=\sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}}=\sqrt{\frac{32}{2}}=\sqrt{16}=4$ |