<< أهم أسئلة النظري >>

أولاً: النواس المرن

♦ استنتج عبارة الطاقة الميكانيكية للنواس المرن غير المتخامد وبين متى تكون E_p و E_K عظمى و معدومة.

$$E = E_p + E_K \quad ★$$

الطاقة الكامنة المرونية $E_p = \frac{1}{2} K x^2$

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

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

الطاقة الحركية $E_K = \frac{1}{2} m v^2$

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

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

نعوض في ★

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

و $\omega_0^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow K = m\omega_0^2$

$$E = \frac{1}{2} K X_{max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} K X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

$$E = \frac{1}{2} K X_{max}^2 = const$$

تنعدم كل من الطاقة

- الحركية: لحظة المرور بالمطالين الأعظميين $v = 0$
- الكامنة المرونية: لحظة المرور بوضع التوازن $x = 0$

عظمى كل من الطاقة

- الحركية: لحظة المرور بوضع التوازن $v = \pm V_{max}$
- الكامنة المرونية: لحظة المرور بالمطالين الأعظميين $x = \pm X_{max}$

♦ دراسة حركة النواس المرن انطلاقاً من العبارة $(x)''_t = -\frac{K}{m} x$ بالنواس المرن غير المتخامد ثم أوجد عبارة الدور الخاص لهذا النواس.

انطلاقاً من العلاقة $(x)''_t = -\frac{K}{m} x$

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

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن:

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

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

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

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

هذا محقق لأن K, m موجبان.

أي أن حركة النواس المرن هي حركة جيبية انسحابية (هزازة توافقية بسيطة) الشكل العام للتابع الزمني للمطال يعطى: $x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$

x: المطال في اللحظة t يقدر بـ (m).

X_{max}: سعة الحركة (m) - ω_0: النبض الخاص للحركة « $rad.s^{-1}$ »

φ: الطور الابتدائي في اللحظة $t=0$ « rad »

$(\omega_0 t + \varphi)$: طور الحركة في اللحظة t ويقدر بـ « rad »

عبارة الدور الخاص للنواس المرن:

$$\left.\begin{array}{l} \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} \\ \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \end{array}\right\} \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

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

m: كتلة الجسم الصلب (Kg)

K: ثابت صلابة النابض $(N.m^{-1})$

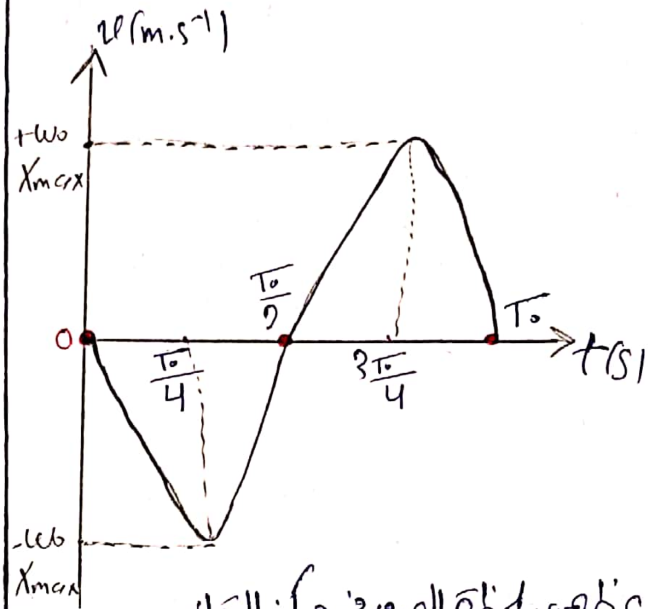
T_0: الدور الخاص للنواس المرن (S)

◆ انطلاقاً من العبارة: $x = X_{max}\cos(\omega_0 t)$ استنتج تابع السرعة أو التسارع ثم بيّن متى تكون السرعة والتسارع أعظمية ومعدومة مع رسم الخط البياني.

تابع السرعة:

$v = (x)'_t$

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



قيمة عظمى: لحظة المرور في مركز التوازن

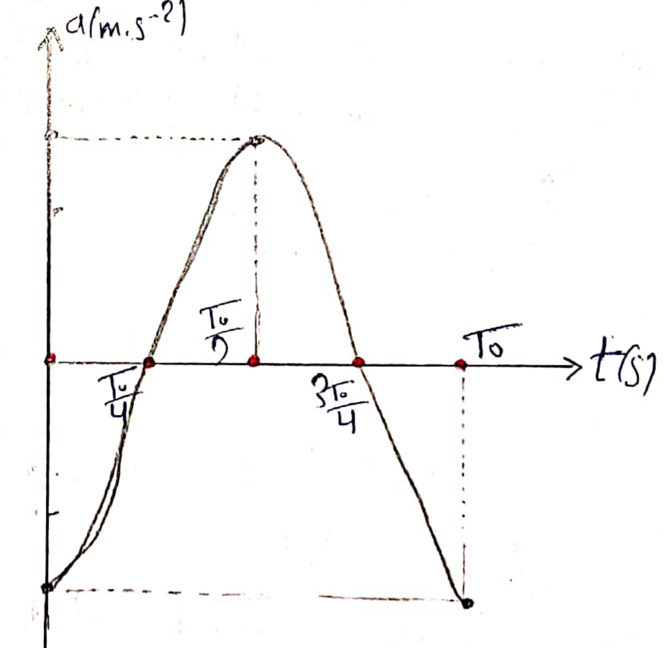
$V_{max} = |\pm \omega_0 X_{max}|$

قيمة معدومة: لحظة المرور في المطالين الأعظميين $V=0$

تابع التسارع:

$a = (x)''_t$

$a = -\omega_0^2 X_{max}\cos(\omega_0 t)$



قيمة عظمى: لحظة المرور بالمطالين الأعظميين

$a_{max} = |\pm \omega_0^2 X_{max}|$

قيمة معدومة: لحظة المرور بوضع التوازن $a=0$

◆ برهن أن محصلة القوى المؤثرة في مركز عطالة الجسم الصلب في النواس المرن هي قوة إرجاع تعطى بالعلاقة: $F = -Kx$

1 حالة السكون: القوى الخارجية المؤثرة:

ثقل الجسم $\vec{W}$، قوة شد النابض للجسم $\vec{F_{s_0}}$

بما أن الجسم ساكن: $\sum\vec{F} = \vec{0}$

$\vec{W} + \vec{F_{s_0}} = \vec{0}$

بالإسقاط على محور شاقولي ox نحو الأسفل

$W - F_{s_0} = 0$

$W = F_{s_0}$ (1)

ولكن تؤثر في النابض قوة F'_{s_0} تسبب له الاستطالة تسمى قوة شد الجسم للنابض وتعطى بالعلاقة:

$F'_{s_0} = F_{s_0} = Kx_0$

نعوض في (1) $W = Kx_0$ (2)

2 حالة الحركة: عندما نزيح الجسم شاقولياً نحو الأسفل بمقدار x فالقوى المؤثرة هي:

$\vec{W}$ ثقل الجسم - $\vec{F_s}$ قوة شد النابض للجسم

وحسب العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي:

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

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

بالإسقاط على محور شاقولي نحو الأسفل:

$W - F_s = ma$ (3)

ولكن $F'_s = F_s = K(x_0 + x)$

قوة شد الجسم للنابض

الاستطالة السكونية أو الابتدائية

ناتج عن الإزاحة

ولكن $W = Kx_0$

نعوض W و F_s في (3)

$Kx_0 - K(x_0 + x) = ma$

$Kx_0 - Kx_0 - Kx = ma$

$-Kx = ma$

$F = -Kx$

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

$$E = E_p + E_K$$

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

ولكن : $\omega_0^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow m = \frac{K}{\omega_0^2}$

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

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

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

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

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

ثانياً : نواس الفتل

♦ دراسة حركة نواس الفتل :

جملة المقارنة خارجية - الجملة المدروسة : جملة نواس الفتل - القوى الخارجية المؤثرة ، قوة ثقل الساق $\vec{w}$ ، قوة توتر سلك الفتل $\vec{T}$ - عندما ندير الساق بزاوية θ عن وضع التوازن في مستوٍ أفقي تنشأ في السلك مزدوجة فتل $\vec{\eta}$ تقاوم عملية الفتل تعمل على إعادة الساق إلى وضع توازنها عزمها هو عزم إرجاع يتناسب طرداً مع زاوية الفتل θ ويعاكسها بالإشارة

$$\Gamma_{\eta/\Delta} = -K\theta$$

بتطبيق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني حول محور Δ منطبق على سلك الفتل الشاقولي

$$\sum \Gamma_\Delta = I_\Delta \alpha$$

I_Δ عزم عطالة الساق حول محور الدوران Δ / α التسارع الزاوي

$$\Gamma_{\vec{w}/\Delta} + \Gamma_{\vec{T}/\Delta} + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = I_\Delta \alpha \quad (1)$$

إن عزم كل من قوة ثقل $\vec{w}$ وقوة توتر $\vec{T}$ معدوم لأن حامل كل منهما منطبق على محور الدوران Δ.

- عزم مزدوجة الفتل $\Gamma_{\eta/\Delta} = -K\theta$

$$0 + 0 - K\theta = I_\Delta \alpha \qquad \alpha = (\theta)''_t$$

$$-K\theta = I_\Delta (\theta)''_t$$

$$(\theta)''_t = \frac{-K}{I_\Delta}\theta \quad (1)$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل

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

وللتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن :

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

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

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

من (1) و (2) : $\omega_0^2 = \frac{K}{I_\Delta} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}} > 0$

وهذا محقق لأن K ، I_Δ موجبان أي أن حركة نواس الفتل جيبية دورانية تابعها من الشكل :

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

θ : المطال الزاوي في لحظة t «rad»

θ_{max} : المطال الزاوي الأعظمي للحركة «rad»

ω_0 : النبض الخاص للحركة «$rad.s^{-1}$»

φ : الطور الابتدائي للحركة «rad»

عبارة الدور الخاص لنواس الفتل :

$$\left.\begin{aligned} \omega_0 &= \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}} \\ \omega_0 &= \frac{2\pi}{T_0} \end{aligned}\right\} \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}}$$

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

I_Δ : عزم عطالة جملة نواس الفتل حول محور الدوران - $Kg\,m^2$

K : ثابت سلك التعليق - «$m.N.rad^{-1}$»

T_0 : الدور الخاص لنواس الفتل (s)

◆ انطلاقاً من انحفاظ الطاقة الميكانيكية برهن أن حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية.

$$E = E_p + E_K$$

$$E = \frac{1}{2}K\theta^2 + \frac{1}{2}I_\Delta \omega^2$$

نشتق طرفي العلاقة بالنسبة:

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

قسمنا الطرفين على ω

$$0 = K\theta + I_\Delta (\theta)''_t$$

$$(\theta)''_t = \frac{-K}{I_\Delta}(\theta) \quad (1)$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل

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

للتحقق من صحة الحل: نشتق التابع مرتين بالنسبة الزمن:

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

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

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

من (1) و (2):

$$\omega_0^2 = \frac{K}{I_\Delta} \to \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}} > 0$$

هذا محقق لأن K ، I_Δ موجبان

⇐ حركة نواس الفتل حركة جيبية دورانية.

ثالثاً: النواس الثقلي

◆ مم يتألف النواس البسيط نظرياً وعملياً ثم أوجد عبارة دوره الخاص انطلاقاً من عبارة الدور الخاص للنواس المركب من أجل النوسات الصغيرة السعة

نظرياً: نقطة مادية تهتز بتأثير ثقلها على بعد ثابت l من محور أفقي ثابت - عملياً: كرة صغيرة كتلتها m كثافتها النسبية كبيرة معلقة بخيط مهمل الكتلة لا يمط طوله l كبير بالنسبة لنصف قطر الكرة.

عبارة الدور الخاص للنواس الثقلي البسيط

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{ml^2}{mgl}}$$

$d = l$

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

$r = l$

بسيط $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

◆ الدراسة التحريكية للنواس الثقلي المركب انطلاقاً من العلاقة $(\theta)''_t = \frac{-mgd}{I_\Delta}\theta$ في النواس الثقلي المركب صغير السعة، استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص

$$(\theta)''_t = \frac{-mgd}{I_\Delta}\theta \quad (1)$$

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

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

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

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

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

من (1) و (2):

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

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

لأن d ، m ، g ، I_Δ مقادير موجبة فحركة النواس الثقلي من أجل السعات الزاوية الصغيرة هي حركة جيبية دورانية نبضها الخاص ω_0

علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي المركب:

$$\left.\begin{array}{l}\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}\\ \omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}}\end{array}\right\} \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}}$$

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

ثالثاً: ميكانيك الموائع «ميكانيك السوائل المتحركة»

◆ عدد ميزات السائل المثالي مع الشرح؟

① غير قابل للانضغاط: كتلته الحجمية ثابتة مع مرور الزمن. ② عديم اللزوجة: قوى الاحتكاك الداخلي بين مكوناته مهملة عندما تتحرك بالنسبة لبعضها البعض وبالتالي لا يوجد ضياع للطاقة. ③ جريانه مستقر: أي أن حركة جسيماته لها خطوط انسياب محددة وسرعة جسيماته عند نقطة معينة تكون ثابتة بمرور الزمن. ④ جريانه غير دوراني: لا تتحرك جسيمات السائل حركة دورانية حول أي نقطة في مجرى الجريان.

◆ انطلاقاً من معادلة برنولي استنتج العلاقة المحددة لسرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة تقع قرب قعر خزان واسع جداً على عمق Z من السطح الحر للسائل «نظرية تورشيلي»

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

$P_1=P_2=P_0$ الضغط الجوي النظامي

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

السرعة v_1 مهملة بالنسبة لـ v_2 $\Leftarrow$ $v_1\approx 0$

$$gZ_1=\frac{1}{2}v_2^2+gZ_2$$

$$\frac{1}{2}v_2^2=gZ_1-gZ_2$$

$$v_2^2=2g(Z_1-Z_2)\Rightarrow v_2=\sqrt{2gh}$$

◆ يتحرك سائل داخل أنبوب مساحتي مقطعي طرفيه S_1 ، S_2 وكمية السائل الداخلة تساوي كمية الخارجة بسرعتين v_1 و v_2 استنتج معادلة الاستمرارية.

نفرض v_1 سرعة السائل عبر المقطع S_1

ونفرض v_2 سرعة السائل عبر المقطع S_2

بما أن حجم كمية السائل التي عبرت المقطع S_1 تساوي حجم كمية السائل التي عبرت المقطع S_2 خلال المدة الزمنية نفسها فإن: $Q'_1=Q'_2$

$$\frac{V_1}{\Delta t}=\frac{V_2}{\Delta t}$$

ولكن $V=Sx$

$$\Rightarrow \frac{S_1\cdot x}{\Delta t}=\frac{S_2\cdot x}{\Delta t}$$

ولكن $x=v\Delta t$

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

$$\Rightarrow S_1v_1=S_2v_2$$

$\frac{v_2}{v_1}=\frac{S_1}{S_2}$ وهي معادلة الاستمرارية ومنه

$$Q'=S_1v_1=S_2v_2=Const$$

خامساً: النظرية النسبية

◆ قانون الطاقة الكلية مع دلالات الرموز؟

مجموع الطاقة السكونية مع الطاقة الحركية

$$E=E_0+E_K \qquad \Delta m=\frac{E_K}{c^2}$$

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

$$mc^2-m_0c^2=E_K$$

$$mc^2=m_0c^2+E_K$$

$$E=E_0+E_K$$

الطاقة السكونية: $E_0=m_0c^2$

الطاقة الحركية: $E_K=E-E_0$

الطاقة الكلية: $E=mc^2$

◆ اذكر نص الفرضية (الأولى، الثانية) لأينشتاين.

الفرضية الأولى: سرعة انتشار الضوء في الخلاء هي نفسها $c=3\times10^8\,m.s^{-1}$ في جميع جمل المقارنة.

الفرضية الثانية: القوانين الفيزيائية تبقى نفسها في جميع جمل المقارنة العطالية.

◆ فسر؟! الزيادة في الكتلة وفق الميكانيك النسبي.

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

$$(1+\varepsilon)^n \simeq 1+n\varepsilon$$
$$\varepsilon \ll 1$$

$$= m_0 \left[1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1\right]$$
$$= \frac{m_0 v^2}{2c^2} = \frac{E_K}{c^2}$$

$$\frac{\frac{1}{2} m_0 v^2}{c^2}$$

$$\Delta m = \frac{E_K}{c^2}$$

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

باستخدام دستور التقريب:

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

$$E_K = E - E_0$$
$$= mc^2 - m_0 c^2$$
$$= c^2 (m - m_0)$$
$$= c^2 (\gamma m_0 - m_0)$$
$$= (\gamma - 1) m_0 c^2$$

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

$$\gamma = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right) m_0 c^2 = \left(1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1\right) m_0 c^2$$

ثالثاً: النواس الثقلي «تكملة»:

◆ الدراسة التحريكية للنواس الثقلي البسيط

انطلاقاً من العلاقة: $(\theta)''_t = \frac{-g}{l}\theta$ في النواس الثقلي البسيط صغير السعة، استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص.

$$(\theta)''_t = \frac{-g}{l}\theta \quad (1)$$

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

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

نشتق:

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

من (1) و (2)

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

هذا محقق لأن g ، l مقداران موجبان ⇐ حركة النواس الثقلي البسيط حركة جيبية دورانية نبضها الخاص ω_0.

علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي البسيط:

$$\left.\begin{aligned}\omega_0 &= \frac{2\pi}{T_0} \\ \omega_0 &= \sqrt{\frac{g}{l}}\end{aligned}\right\} \quad \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

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

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

سادساً: الكهرباء والمغناطيسية

① اكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار (حلزوني «وشيعة» أو دائري أو مستقيم) موضحاً ذلك بالرسم.

★ تيار مستقيم:

• الحامل: عمودي على المستوي المعين بالسلك والنقطة المعتبرة. • نقطة التأثير: النقطة المدروسة.

• الجهة: تحدد عملياً بواسطة إبرة مغناطيسية صغيرة نضعها في النقطة المعتبرة وتكون جهة شعاع الحقل $\vec{B}$ من جهة محور الإبرة $\vec{SN}$ بعد أن تستقر.
أما نظرياً تحدد بقاعدة اليد اليمنى: الساعد يوازي السلك يدخل التيار من الساعد ويخرج من نهايات الأصابع متوجه باطن الكف نحو المنطقة المدروسة، يشير إبهام اليد اليمنى إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي. • الشدة:

$K' = \frac{1}{2\pi d}$ ، $B = 4\pi\times10^{-7} K' I$

علاقة شدة الحقل المغناطيسي: $B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}$

I: شدة التيار الكهربائي (A) - B شدة الحقل المغناطيسي (T تسلا) - d: بعد النقطة المعتبرة عن محور السلك (m).

★ ملف دائري:

• نقطة التأثير: النقطة المدروسة (مركز الملف)

• الحامل: العمود على مستوي الملف • الجهة: عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لإبرة مغناطيسية نضعها عند مركز الملف الدائري 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: تتناسب طرداً مع شدة التيار الكهربائي المار فيه I - طرداً مع عدد لفات الملف N - عكساً مع نصف قطر الملف الوسطي r.

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

؛ $K' = \frac{N}{2r}$

قانون حساب شدة الحقل المغناطيسي لملف دائري

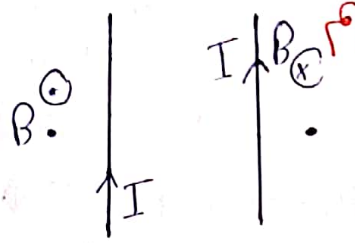
$B = 2\pi\times10^{-7}\frac{NI}{r}$

★ ملف حلزوني (وشيعة): • نقطة التأثير: مركز الوشيعة • الحامل: محور الوشيعة • الجهة: عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لإبرة مغناطيسية نضعها عند مركز الوشيعة بعد استقرارها. نظرياً تحدد بقاعدة اليد اليمنى نضعها فوق الوشيعة توازي أصابعها إحدى الحلقات ونتصور أن التيار يدخل من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع فيشير الإبهام الذي يعامد الأصابع إلى جهة الحقل المغناطيسي. • الشدة: تتناسب طرداً مع شدة التيار الكهربائي المتواصل المار فيها I - النسبة $n_1 = \frac{N}{l}$ أي عدد اللفات في واحدة الأطوال

$B = \mu_0 K' I$ ؛ $K' = \frac{N}{l}$

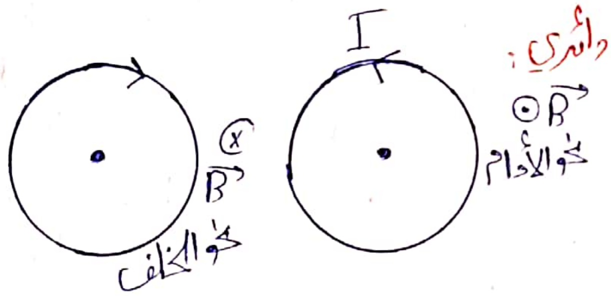
$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N}{l} I$

الرسم: تيار مستقيم

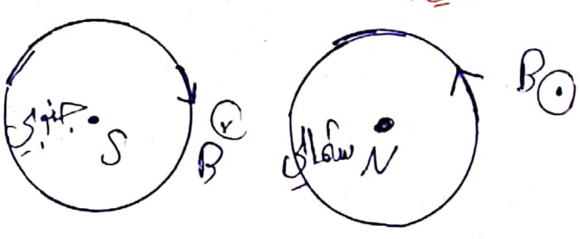


⊙ نحو الأمام
⊗ نحو الخلف

ملف دائري:



ملف حلزوني:



◆ حدد عناصر $\vec{B}$ في نقطة من الحقل؟

نقطة التأثير: النقطة الموجودة بها الإبرة المغناطيسية - الحامل: المستقيم الواصل بين قطبي الإبرة المغناطيسية - الجهة: من القطب الجنوبي للإبرة المغناطيسية إلى قطبها الشمالي - الشدة: تزداد بازدياد سرعة اهتزاز الإبرة في تلك النقطة (T تسلا)

◆ عامل النفاذية المغناطيسي: $\mu = \frac{B_t}{B}$

μ: عامل النفاذية المغناطيسي لا واحدة قياس له.

B_t: شدة الحقل المغناطيسي الكلي تقدر شدته بالتسلا (T)

B: شدة الحقل المغناطيسي الأصلي، شدته بالتسلا.

العوامل المؤثرة: a. طبيعة المادة من حيث قابليتها للمغنطة «قابلية جزيئاتها للترتيب». b. شدة الحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$ «مغناطيس صغير أو كبير».

◆ فسر؟ تكاثف خطوط الحقل المغناطيسي ضمن النواة الحديدية أو تتقارب برادة الحديد عند طرفي النواة.

تتمغنط نواة الحديد لأن جزيئاتها تترتب وتتولد عنها حقل مغناطيسي $\vec{B'}$ إضافي يضاف إلى الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ الأصلي الممغنط فتشكل حقلاً مغناطيسياً كلياً $\vec{B_t}$.

◆ فسر؟ مغناطيسية الأرض.

بسبب الشحنات المتحركة في سوائل جوف الأرض (أيونات موجبة، إلكترونات سالبة) التي تولد بحركتها تيارات كهربائية داخل الأرض ينشأ عنها حقول مغناطيسية.

◆ $B = KI$ ما العوامل المؤثرة على K؟

K ثابت يمثل ميل المستقيم. العوامل المؤثرة:

الأول: الطبيعة الهندسية للدارة: شكل الدارة، موضع النقطة المعتبرة بالنسبة للدارة أي K' «بعد النقطة التي نكشف عنها المناصر». الثاني: عامل النفاذية المغناطيسي μ_0 وقيمته في الخلاء: $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ T.m.A^{-1}$

◆ اكتب عناصر شعاع السطح.

• نقطة التأثير: مركز الملف. • الحامل: الناظم

• الجهة: جهة الناظم «دوماً» جهة الناظم بجهة إبهام يد يمنى تلتف مع التيار يدخل من وجهها الجنوبي ويخرج من وجهها الشمالي. • الشدة: S مساحة سطح الدارة واحدة قياسها m^2.

◆ تعريف التدفق المغناطيسي مع دلالات الرموز.

التدفق المغناطيسي Φ الذي يجتاز دارة كهربائية مستوية في الخلاء بالعلاقة:

$\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S}$ العلاقة الشعاعية

$\Phi = BS\cos\alpha$ قانون التدفق

من أجل دارة تحوي N لفة تصبح العلاقة:

$$\Phi = NBS\cos\alpha$$

Φ التدفق المغناطيسي تقدر بال Weber.

B شدة الحقل المغناطيسي الذي يجتاز الدارة تقدر بالتسلا (T)

α: الزاوية الكائنة بين شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ و الناظم على السطح $\hat{\alpha} = (\vec{B}, \vec{n})$.

فسر؟ تصبح قطعة الحديد ممغنطة عندما تخضع لحقل مغناطيسي خارجي. تتوجه ثنائيات الأقطاب المغناطيسية داخل القطعة باتجاه الحقل المغناطيسي الخارجي أي تكون أقطابها الشمالية المغناطيسية باتجاه الحقل المغناطيسي الخارجي وتصبح محصلتها غير معدومة.

2 فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي:

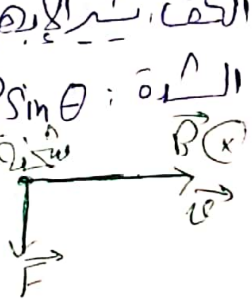
◆ العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية + العبارة الشعاعية + العناصر. * شدة القوة تتناسب طرداً مع: مقدار الشحنة المتحركة q - شدة الحقل المغناطيسي المؤثرة B - سرعة الشحنة v - $\sin\theta$ جيب الزاوية بين شعاع سرعة الشحنة وشعاع الحقل المغناطيسي $\hat{\theta} = (\vec{v}, \vec{B})$.

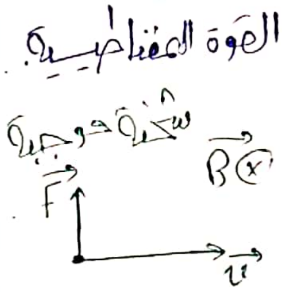
شدة القوة: $F = qvB\sin\theta$

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

العناصر: نقطة التأثير: الشحنة المتحركة. الحامل: عمودي على المستوي المحدد بشعاع السرعة وشعاع الحقل المغناطيسي - الجهة: تحدد بقاعدة اليد اليمنى: نجعل الساعد يوازي شعاع سرعة الشحنة المتحركة، الأصابع بعكس جهة شعاع السرعة للشحنات السالبة وبجهة شعاع السرعة للشحنات الموجبة. يخرج شعاع الحقل المغناطيسي من راحة الكف. يشير الإبهام إلى جهة القوة المغناطيسية.

الشدة: $F = qvB\sin\theta$





◆ استنتاج علاقة نصف القطر بعد برهان حركة الالكترون دائرية + استنتاج الدور + كيف يصبح المسار بعد الخروج من منطقة الحقل.

(أ) برهان أن حركة الالكترون دائرية منتظمة:

يخضع الإلكترون لتأثير القوة المغناطيسية فقط بإهمال قوة ثقله:

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

$$\vec{F}_{\text{مغناطيسية}} = m_e \vec{a}$$

$$e\vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \vec{a}$$

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

بحسب خواص الجداء الشعاعي فإن $\vec{a} \perp \vec{v}$ ⇐ الحركة دائرية منتظمة.

(ب) استنتاج علاقة نصف القطر:

نطبق لورنز $F = F_c$

$$evB = m_e a_c$$

$$evB = m_e \frac{v^2}{r}$$

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

m_e كتلة الإلكترون، v سرعة الإلكترون، e القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون، B شدة الحقل المغناطيسي

ج) استنتاج الدور:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{\frac{v}{r}} \quad , \quad T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$T = \frac{2\pi m_e}{eB}$$

(د) يعود الحركة لتصبح مستقيمة منتظمة لأن $B = 0 \Rightarrow F = 0 \Rightarrow a = 0$

$v = const$ مستقيمة منتظمة.

◆ القوة الكهرطيسية (العوامل + الاستنتاج + العبارة الشعاعية + العناصر).

تزداد شدة القوة الكهرطيسية بزيادة كل من: شدة التيار المار بالسلك I - شدة الحقل المغناطيسي المؤثرة B - طول الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي L - تتعلق بـ $\sin\theta$ حيث θ الزاوية الكائنة بين الناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي المؤثر. استنتاج عبارة القوة الكهرطيسية

$$F_{\text{كهرطيسية}} = N F_{\text{مغناطيسية}}$$

$$F_{\text{كهرطيسية}} = N e v B \sin\theta$$

لكن $v = \frac{L}{\Delta t}$ $\quad F = \frac{Ne}{\Delta t}(LB\sin\theta)$

ولدينا $q = Ne$ $\quad F = \frac{q}{\Delta t}(LB\sin\theta)$

ولكن $I = \frac{q}{\Delta t}$ $\quad F = ILB\sin\theta$

العبارة الشعاعية: $\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$

عناصر شعاع القوة الكهرطيسية:

نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم - الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي - الجهة: تحقق الأشعة $(I\vec{L}, \vec{B}, \vec{F})$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى: نجعل اليد اليمنى منبسطة على الناقل بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ويخرج شعاع الحقل $\vec{B}$ من راحة الكف فيشير الإبهام إلى جهة القوة الكهرطيسية $\vec{F}$ - الشدة: $F = ILB\sin\theta$

◆ عناصر F في دولاب بارلو.

نقطة التأثير: منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم - الحامل: عمودي على المستوي المحدد بنصف القطر الشاقولي السفلي وشعاع الحقل المغناطيسي المنتظم - الجهة: تحقق الأشعة $I\vec{r}, \vec{B}, \vec{F}$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى:

تجعل اليد اليمنى منبسطة على نصف القطر الشاقولي السفلي - يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع - يخرج شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ من راحة الكف - جهة الإبهام إلى جهة القوة الكهرطيسية $\vec{F}$
الشدة: $F = IrB$

◆ عمل القوة الكهرطيسية في تجربة السكتين + نص نظرية مكسويل. تنتقل الساق الأفقية موازية لنفسها مسافة Δx فتمسح سطحاً $\Delta S = L\Delta x$ حيث تنتقل نقطة تأثير القوة الكهرطيسية على حاملها وبجهتها مسافة Δx فتنجز عملاً محركاً (موجباً) $W > 0$

$$W = F\Delta x$$
$$W = IBL\Delta x$$
$$W = IB\Delta S$$

لكن $\Delta\Phi = B\Delta S > 0$ يمثل تزايد التدفق المغناطيسي
نعوض فنجد: $W = I\Delta\Phi > 0$

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

◆ فسر؟ دوران الإطار + قاعدة التدفق الأعظمي + استنتاج عزم المزدوجة.

دوران الإطار: يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الإطار بمزدوجة كهرطيسية تنشأ عن القوتين الكهرطيسيتين المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين وتعمل على تدوير الإطار حول محور دورانه من وضعه الأصلي حيث التدفق المغناطيسي معدوم إلى وضع توازنه المستقر حيث يكون التدفق المغناطيسي الذي يجتازه أعظمياً.

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.

استنتاج عزم المزدوجة الكهرطيسية:
العزم = ذراع القوة × شدة القوة

$$\Gamma_\Delta = d'F$$

d': طول ذراع المزدوجة الكهرطيسية

$$d' = d\sin\alpha \rightarrow \text{زاوية دوران الإطار}$$

α: الزاوية الكائنة بين شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ والناظم $\vec{n}$ على سطح الإطار.

إن شدة القوة الكهرطيسية من أجل N لفة معزولة ومتماثلة:

$$F = NILB\sin\frac{\pi}{2}$$

نعوض فنجد $\Gamma_\Delta = NILBd\sin\alpha$
لكن $S = Ld$ مساحة سطح الإطار

$$\Gamma_\Delta = NIS\,B\sin\alpha$$

عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية

ملاحظة: يسمى الجداء NIS بالعزم المغناطيسي M

$$\Gamma_\Delta = MB\sin\alpha \qquad \vec{M} = NI\vec{S}$$

◆ العلاقة الشعاعية لعزم المزدوجة + عناصر شعاع العزم $\vec{M}$.

العلاقة الشعاعية للعزم: $\vec{\Gamma}_\Delta = \vec{M} \wedge \vec{B}$

العناصر: نقطة التأثير: مركز مستوي الإطار - الحامل: ناظمي على مستوي الإطار - الجهة: جهتة بجهة إبهام اليد اليمنى تلتف أصابعها بجهة التيار (أي يخرج شعاع العزم المغناطيسي من الوجه الشمالي للدارة).

◆ المقياس الغلفاني (عرف + المبدأ + استنتاج θ').

عرف: المقياس الغلفاني هو جهاز يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربائية صغيرة الشدة وقياسها.

مبدأ عمله: عندما يمر تيار كهربائي في الإطار فإنه يدور بزاوية صغيرة θ' فيشير مؤشر المقياس إلى قراءة معينة عندما يتوازن الإطار والأعلى قيمة شدة التيار المار.

استنتاج θ': عند إمرار التيار الكهربائي المراد قياس شدته I في إطار المقياس فإن الحقل المغناطيسي المنتظم يؤثر في الإطار بمزدوجة كهرطيسية تسبب دوران الإطار حول محور دورانه فينشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل تمانع استمرار الدوران ويتوازن الإطار بعد أن يدور بزاوية صغيرة θ' عندما يتحقق شرط التوازن الدوراني:

$$\sum \Gamma_\Delta = 0$$

مزدوجة كهرطيسية $\Gamma_\Delta + \Gamma'_{/\Delta} = 0$ مزدوجة الفتل

$$NISB\sin\alpha - K\theta' = 0$$

$$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\sin\alpha = \cos\theta'$$

$$NISB\cos\theta' - K\theta' = 0$$

باعتبار θ' زاوية صغيرة فإن: $\cos\theta' \simeq 1$

$$NISB - K\theta' = 0$$

$$NISB = K\theta'$$

$$\theta' = \frac{NSB}{K} I$$

$$\theta' = GI$$

حيث G ثابت المقياس الغلفاني يعبر عن حساسية المقياس الغلفاني حيث تزداد حساسية المقياس الغلفاني كلما زادت G ويتم ذلك عملياً باستبدال سلك الفتل بسلك أرفع منه من المادة نفسها « لتصغير ثابت الفتل K ».

3) التحريض الكهرطيسي:

◆ فسر؟ ظاهرة التحريض الكهرطيسي + قانون فارادي.

ظاهرة التحريض الكهرطيسي:

① إن تقريب المغناطيس أو إبعاده يؤدي إلى تغير التدفق المغناطيسي (بالزيادة أو بالنقصان) وبالتالي تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة تسبب مرور التيار الكهربائي المتحرض. ② إن إضاءة المصباح الموصول بين طرفي الوشيعة الثانية وانحراف مؤشر مقياس الميكرو أمبير فيهما يدل على نشوء تيار متحرض على الرغم من عدم تحريك أي من الوشيعتين ويعلل ذلك أن الوشيعة الأولى تولد حقلاً مغناطيسياً متناوباً جيبياً فيتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الوشيعة الثانية وتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة تسبب مرور التيار الكهربائي المتحرض.

قانون فارادي: يتولد تيار كهربائي متحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم هذا التغير بدوام تغير التدفق لينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسي المتحرض.

◆ اكتب نص قانون لنز.

إن جهة التيار المتحرض في دارة مغلقة تكون بحيث ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه.

◆ العوامل المؤثرة بـ ε + القانون.

تتناسب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ε.
طرداً مع تغير التدفق المغناطيسي المتحرض $d\Phi$.
عكساً مع زمن تغير التدفق المغناطيسي المتحرض dt.

القانون: $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$ حيث تنسجم الإشارة السالبة مع قانون لنز

◆ التعليل الالكتروني لنشوء التيار المتحرض والقوة المحركة الكهربائية المتحرضة في حالة (دارة مغلقة أو مفتوحة) ① في الدارة المغلقة: ينحرف مؤشر مقياس الميكرو أمبير دليل مرور تيار كهربائي متحرض - عند تحريك الساق بسرعة ثابتة عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإن الإلكترونات الحرة في الساق ستتحرك

بهذه السرعة وسطيا هم خضوعهم لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنها تخضع لتأثير القوة المغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ وبتأثير هذه القوة تتحرك الإلكترونات الحرة في الساق وتتولد قوة محركة كهربائية تحريضية تسبب مرور تيار كهربائي متحرض عبر الدارة المغلقة جهته الإصطلاحية بعكس جهة حركة الالكترونات الحرة أي بعكس جهة القوة المغناطيسية. ② في الدارة المفتوحة:

عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ على سكتين معزولتين في منطقة يسودها حقل مغناطيسي تنشأ القوة المغناطيسية وبتأثير هذه القوة تنتقل الإلكترونات الحرة من أحد طرفي الساق الذي يكتسب شحنة موجبة وتتراكم في الطرف الآخر الذي يكتسب شحنة سالبة فينشأ في طرفي الساق فرقاً في الكمون يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\varepsilon = U_{ab}$

◆ بين تحول الطاقة الميكانيكية إلى كهربائية في المولد الكهربائي (استنتاج ε + i + P الكهربائية + P')

أ) القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ε:

$$\Delta x = v\Delta t$$

تغير السطح بمقدار:

$$\Delta S = L\Delta x$$

$$\Delta S = Lv\Delta t$$

تغير التدفق بمقدار:

$$\Delta\phi = B\Delta S = BLv\Delta t$$

تتولد قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right|$$

$$= \frac{BLv\Delta t}{\Delta t} \rightarrow \varepsilon = BLv$$

ب) التيار المتحرض i:

بما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متحرض شدته:

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$i = \frac{BLv}{R}$$

ج) الاستطاعة الكهربائية الناتجة P:

$$P = \varepsilon i$$

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

$$P = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

د) P':

$$P' = Fv$$

لدينا

$$F = iLB\sin\frac{\pi}{2}$$

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

$$F = iLB$$

لكن:

$$i = \frac{BLv}{R}$$

$$F = \frac{BLv}{R}(LB)$$

$$F = \frac{B^2L^2v}{R}$$

$$P' = Fv = \frac{B^2L^2v}{R}v$$

$$P' = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

◆ استنتج العلاقة المحددة لـ ε في تجربة مولد التيار المتناوب الجيبي A_C.

$$\Phi = NBS\cos\alpha$$

حيث:

$$\alpha = \omega t$$

$$\Phi = NBS\cos\omega t$$

تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ε:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$\varepsilon = NSB\omega\sin\omega t$$

تكون ε عظمى عندما

$$\sin\omega t = 1$$

$$\varepsilon_{max} = NSB\omega$$

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

◆ بين تحول الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية في المحرك:

$F = ILB$ كهرطيسية

$P' = Fv$ ميكانيكية

$P' = ILBv$ ①

$\Delta\phi = B\Delta S = BL\Delta x = BLv\Delta t$

$\Delta\phi = BLv\Delta t$

فتتولد في الساق قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية تعاكس مرور تيار المولد فيها بحسب قانون لنز تعطى قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon' = \left|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{BLv\Delta t}{\Delta t}\right| = BLv$$

ولاستمرار مرور تيار المولد يجب تقديم استطاعة كهربائية:

$P = \varepsilon' I$ كهربائية

$P = BLvI$ ②

من ① و ② نجد: $P'_{\text{ميكانيكية}} = P_{\text{كهربائية}}$

وبهذا الشكل تتحول الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية

◆ فسر ?! ظاهرة التحريض الذاتي.

① عند فتح القاطعة يتوهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ

يحدث هذا نتيجة التحريض الذاتي في الوشيعة حيث أن فتح القاطعة يؤدي إلى تناقص شدة التيار المار في الوشيعة فيتناقص تدفق الحقل المغناطيسي المتولد في الوشيعة خلال الوشيعة ذاتها الأمر الذي يولد قوة كهربائية محركة متحرضة في الوشيعة أكبر من القوة المحركة الكهربائية للمولد لأن زمن تناقص الشدة متناهي الصغر حيث تكون قيمة $\frac{di}{dt}$ أعلى ما يمكن لحظة فتح القاطعة.

② عند إغلاق القاطعة يتوهج المصباح ثم تخبو إضاءته؟

تتزايد شدة التيار وبالتالي يتزايد تدفق الحقل المغناطيسي المتولد عن الوشيعة عبر الوشيعة ذاتها فيتولد فيها قوة محركة كهربائية متحرضة تمانع مرور التيار فيها ويمر التيار في المصباح فقط فحسبيا توهج قبل أن تخبو إضاءته بسبب تناقص قيمة $\frac{di}{dt}$ وازدياد

مرور التيار تدريجياً في الوشيعة حتى ثبات الشدة فتنعدم القوة المحركة الكهربائية المتحرضة في الوشيعة.

« الوشيعة حاجب بدور محرض ومتحرض في آن معاً »

◆ عرف الهنري + علاقة L.

الهنري: H هو ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق مغناطيسي قدره ويبر واحد عندما يمر فيها تيار قدره أمبير واحد. * علاقة L:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2S}{l}$$

◆ استنتج العلاقة المحددة للطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.

بحسب قانون كيرشوف الثاني:

$$\sum E = Ri$$

$$E_{\text{مولد}} + \varepsilon_{\text{وشيعة}} = Ri$$

$$E - L\frac{di}{dt} = Ri$$

$$E = Ri + L\frac{di}{dt}$$

نضرب طرفي العلاقة بـ idt:

$$Eidt = Ridt + Lidi$$

المقدار $Eidt$ يمثل الطاقة التي يقدمها المولد خلال الزمن dt حيث القسم الأول: Ri^2dt يمثل الطاقة الضائعة حرارياً بفعل جول في المقاومة خلال dt - القسم الثاني: $Lidi$ يمثل الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة خلال dt.

$$E_L = \int_0^I Lidi$$

$$E_L = \frac{1}{2}LI^2$$

بدلالة التدفق:

$$\Phi = LI$$

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$E_L = \frac{1}{2}\Phi I$$

14 الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر:

♦ مم تتألف الدارة المهتزة ولماذا نسمي الزمن بشبه الدور ومتى يكون التفريغ لادوري ومتى يصبح التفريغ جيبي * تتألف الدارة المهتزة من مكثفة ووشيعة ذات المقاومة الصغيرة بالدارة المهتزة الحرة المتخامدة

* نسمي الزمن بشبه الدور لأن زمن التفريغ ثابت وسعة الاهتزاز متناقصة. * التفريغ لادوري: إذا المقاومة كبيرة بشكل كاف «باتجاه واحد».

* دوري متخامد: إذا المقاومة صغيرة «باتجاهين شبه الدور T_0». * يصبح التفريغ جيبي: إذا أهملنا المقاومات - عوضنا الطاقات الضائعة. «سعة الاهتزاز فيه ثابتة - دوره الخاص T_0 وهو مهتز دائم».

♦ في دارة (R, L, C) استنتج المعادلة التفاضلية.

$$u_{AB} + u_{BE} + u_{ED} + u_{DA} = 0 \quad *$$

$u_{DA} = 0$ لإهمال مقاومة أسلاك التوصيل.

$u_{ED} = \frac{q}{C}$ التوتر بين طرفي المكثفة

$u_{BE} = R_0 i$ التوتر بين طرفي المقاومة

$u_{AB} = L i' + r i$ التوتر بين طرفي الوشيعة

نعوض في *

$$L(i)'_t + ri + R_0 i + \frac{q}{C} = 0$$

$$R = R_0 + r \qquad i = (q)'_t$$

$$L(q)''_t + R(q)'_t + \frac{1}{C} q = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية فيه R لا تقبل حلاً جيبياً. نصف اهتزاز الشحنة الكهربائية في دارة كهربائية تحتوي C, L, R.

♦ في دارة (L, C) اكتب المعادلة التفاضلية + استنتج عبارة الدور الخاص مع دلالات الرموز (طومسون).

$R = 0$

$$L(q)''_t + \frac{1}{C} q = 0$$

$$(q)''_t = -\frac{1}{LC} q$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية بالنسبة لـ q تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

q_{max}: الشحنة العظمى للمكثفة.

ω_0: النبض الخاص - φ: الطور الابتدائي في اللحظة $t = 0$ - $(\omega_0 t + \varphi)$: طور الحركة في اللحظة t.

عبارة الدور الخاص للاهتزازات الحرة غير المتخامدة:

نشتق تابع الشحنة مرتين بالنسبة للزمن.

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

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

$$(q)''_t = -\omega_0^2 q$$

نجد أن: $(q)''_t = -\frac{1}{LC} q$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

لكن $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$

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

$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ تسمى علاقة طومسون

T_0 دور الاهتزازات الكهربائية وتقدر بالثانية s

L ذاتية الوشيعة وتقدر بالهنري H.

C سعة المكثفة ومقدرها في الجملة الدولية الفاراد F.

◆ كيف يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة.

1) تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيزداد 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 معدوماً وتصبح شحنة المكثفة عظمى فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_C=\frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{c}$ وهذا يتحقق في نهاية نصف الدور الأول.

2) في نصف الدور الثاني: تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغير شحنة اللبوسين.

3) عندما تكون مقاومة الوشيعة صغيرة فإن الطاقة تتبدد تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول مما يؤدي إلى تخامد الاهتزاز / فسر /

4) عند وجود مقاومة كبيرة في الدارة فإن الطاقة التي تعطيها المكثفة إلى الوشيعة والمقاومة تتحول إلى حرارة بفعل جول في المقاومة ونسمي عندئذ التفريغ لا دوري حيث تتبدد طاقة المكثفة بالكامل دفعة واحدة في أثناء تفريغ شحنتها الأولى عبر الوشيعة ومقاومة الدارة.

◆ استنتج الطاقة الكلية في الدارة المهتزة.

الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة $E_C=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة $E_L=\frac{1}{2}L i^2$

$E=E_C+E_L$ الطاقة الكلية

$$E=\frac{1}{2}\frac{q^2}{c}+\frac{1}{2}L i^2$$

لكن $q=q_{max}\cos(\omega_0 t)$

$$i=-\omega_0 q_{max}\sin(\omega_0 t)$$

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

لكن $\omega_0^2=\frac{1}{Lc}$

$$E=\frac{1}{2c}q_{max}^2\cos^2\omega_0 t+\frac{1}{2}L\left(\frac{1}{Lc}\right)q_{max}^2\sin^2\omega_0 t$$

$$=\frac{1}{2c}q_{max}^2\left(\underbrace{\sin^2\omega_0 t+\cos^2\omega_0 t}_{1}\right)$$

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

$$E=\frac{1}{2}L I_{max}^2$$

◆ فسر؟! تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة أو تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر.

1) تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة: ممانعة الوشيعة مهملة المقاومة ((ردية الوشيعة)) تعطى:

$$X_L=\omega L=2\pi f L$$

نجد أن ردية الوشيعة تتناسب طرداً مع تواتر التيار ففي حالة التيارات عالية التواتر تكون ممانعة الوشيعة كبيرة.

2) تبدي المكثفة ممانعة صغيرة: ممانعة المكثفة (الاتساعية) تعطى:

$$X_c=\frac{1}{\omega c}=\frac{1}{2\pi f c}$$

نجد أن الاتساعية تتناسب عكساً مع تواتر التيار وهي صغيرة جداً في التيارات عالية التواتر لذلك تبدي المكثفة سهولة لمرور هذه التيارات.

5) التيار المتناوب الجيبي:

◆ شرط تطبيق قوانين أوم في التيار المتواصل على دارة تيار متناوب.

الدارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة، تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير.

◆ المكثفة ومرور التيار المتناوب

فسر لا تسمح المكثفة بمرور التيار المتواصل؟!

بسبب وجود العازل بين لبوسيها

فسر؟! تسمح المكثفة بمرور التيار المتناوب. لأنه عند وصل لبوسي مكثفة بمأخذ تيار متناوب فإن مجموعة الإلكترونات الحرة التي بسبب مأخذ التيار المتناوب اهتزازها تشحن لبوسي المكثفة خلال ربع دور بشحنتين متساويتين ومن نوعين مختلفين دون أن تخترق عازلها ثم تتفرغان في ربع الدور الثاني وفي النوبة الثانية (الربعين الثالث والرابع) تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ مع تغير شحنة كل من اللبوسين

فسر؟! تبدي المكثفة ممانعة للتيار المتناوب.
بسبب الحقل الكهربائي الناتج عن شحنتها ((المكثفة))

♦ كيف نفصل تيار عالي التواتر عن منخفض التواتر.
نستخدم دارة تحوي على التفرع مكثفة ووشيعة يمر التيار عالي التواتر في المكثفة لأنها تبدي ممانعة صغيرة لها $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ " f كبيرة، X_C صغيرة " ويمر التيار منخفض التواتر في الوشيعة لأنها تبدي ممانعة صغيرة للتيار المنخفض وكبيرة للتيار عالي التواتر.

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

f منخفض. X_L صغيرة ".

♦ متى تحدث حالة الطنين + الحالات السبعة.

★ تحدث حالة الطنين إذا كان النبض الخاص لاهتزاز الإلكترونات الحرة ω_0 يساوي النبض القسري ω الذي يفرضه المولد ويسمى نبض الطنين ω_r.

★ الحالات السبعة: 1 ردية الوشيعة تساوي اتساعية المكثفة 2. $X_L = X_C$ ممانعة الدارة أصغر ما يمكن 3. $Z = R$ شدة التيار المنتجة أكبر ما يمكن. 4. $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ التوتر المطبق على توافق بالطور مع الشدة 5. $\varphi = 0\,rad$ الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة أكبر ما يمكن 6. التوتر المنتج بين طرفي المنبع يساوي التوتر المنتج بين طرفي المقاومة $U_{eff} = U_{effR}$ لأن التوتر المنتج بين طرفي الوشيعة يساوي بالقيمة التوتر المنتج بين طرفي المكثفة ويعاكسه بالجهة $U_{effL} = U_{effC}$ 7. عامل استطاعة الدارة يساوي الواحد.

♦ استنتاج دور وتواتر الطنين.
في حالة الطنين الكهربائي:

$$X_L = X_C$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$$

$$\omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\frac{2\pi}{T_r} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

الدور $T_r = 2\pi\sqrt{LC}$

التواتر $f_r = \frac{1}{T_r} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

♦ فسر؟! الدارة الخانقة للتيار + استنتاج f_r + T_r. إذا كان $X_L = X_C$ فإن $I_{effL} = I_{effC}$ وبالتالي

$$I_{eff} = I_{effL} - I_{effC}$$

$$I_{eff} = 0$$

تنعدم الشدة في الدارة الخارجية وتسمى الدارة في هذه الحالة بالدارة الخانقة للتيار ويكون عندها $\omega_r = \omega$

$$X_L = X_C$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$$

$$\omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$T_r = \frac{1}{f_r}$$

$$T_r = 2\pi\sqrt{LC}$$

استنتاج f_r

$$\omega = 2\pi f_r \Rightarrow f_r = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

6 المحولات الكهربائية:

♦ علاقة μ / نسبة التحويل.

$$\mu = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}} = \frac{N_s}{N_p}$$

♦ متى تكون المحولة رافعة - خافضة - مثالية.

* تكون المحولة رافعة للتوتر خافضة للشدة إذا كانت $\mu > 1$.

* تكون المحولة خافضة للتوتر رافعة للشدة إذا كانت $\mu < 1$.

♦ استنتاج علاقة مردود نقل الطاقة ومتى يقترب من الواحد.

يعطى مردود النقل بالعلاقة:

$$\eta = \frac{P - P'}{P}$$

حيث P: الاستطاعة المتولدة من منبع التيار المتناوب (المنوبة) - P': الاستطاعة الضائعة حرارياً في أسلاك النقل بفعل جول.

$$\eta = \frac{P}{P} - \frac{P'}{P}$$

$$= 1 - \frac{P'}{P}$$

باعتبار عامل الاستطاعة قريباً جداً من الواحد:

$P = U_{eff} I_{eff}$

U_{eff} التوتر المنتج بين طرفي المنبع

$P' = R I_{eff}^2$

R مقاومة أسلاك النقل

$$\eta = 1 - \frac{R I_{eff}^2}{U_{eff} I_{eff}}$$

$$\eta = 1 - R \frac{I_{eff}}{U_{eff}}$$

يقترب من الواحد: لكي يقترب المردود من الواحد ينبغي تصغير مقاومة أسلاك النقل R أو تكبير U_{eff} يتم ذلك باستعمال محولات رافعة للتوتر عند مركز توليد التيار ثم خفضه على مراحل عند الاستخدام.

♦ فسر؟ ارتفاع درجة حرارة الشاحن (المحولة) + طريقة تحسين الكفاءة.

الارتفاع: بسبب ضياع جزء من الطاقة الكهربائية حرارياً بفعل جول - تيارات فوكو التحريضية.

طريقة تحسين الكفاءة: 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 (تيارات فوكو).

سابعاً: الأمواج المستقرة:

♦ استنتاج أماكن عقد وأماكن بطون الاهتزاز.

$$Y_{max/n} = 2 Y_{max} \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \right|$$

عقد الاهتزاز N: نقاط سعة اهتزازها معدومة دوماً:

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

نهاية مقيدة
$\varphi' = \pi \ rad$

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = n\pi$$

$$x = n \frac{\lambda}{2}$$

حيث $n = 0, 1, 2, 3$

أعداد صحيحة من نصف طول الموجة يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على تعاكس دائم فتكون ساكنة دوماً وتؤلف عقد اهتزاز N وتكون المسافة بين كل عقدتين متتاليتين $\frac{\lambda}{2}$.

بطون الاهتزاز A: نقاط سعة اهتزازها عظمى دوماً:

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

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = (2n+1) \frac{\pi}{2}$$

$$x = (2n+1) \frac{\lambda}{4}$$

حيث $n = 0, 1, 2, 3$ أعداد فردية من ربع طول الموجة يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على توافق دائم فتكون سعة الاهتزاز فيها عظمى دوماً وتؤلف بطون اهتزاز A وتكون المسافة بين كل بطنين متتاليين $\frac{\lambda}{2}$ والمسافة بين كل عقدة وبطن يليه $\frac{\lambda}{4}$.

◆ استنتاج التواتر على نهاية مقيدة - طليقة.

1) تجربة ملد على نهاية مقيدة:

$L = n\frac{\lambda}{2}$; $\lambda = \frac{v}{f}$

$\varphi' = \pi \, rad$ تعاكس بالطور

$L = n\frac{v}{2f}$

$f = n\frac{v}{2L}$

حيث n عدد صحيح موجب $n = 1, 2, 3, 4, \dots$
يسمى أول تواتر يولد مغزلاً واحداً التواتر الأساسي.

$n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{2L}$ المدروج الأول (الأساسي).

وتسمى بقية التواترات من أجل $n = 1, 2, 3, 4 \dots$ تواترات المدروجات

$f = n\frac{v}{2L} = n f_1$

2) تجربة ملد على نهاية طليقة:

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

$\varphi' = 0 \, rad$ توافق بالطور

$L = (2n-1)\frac{v}{4f}$

$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$

حيث n عدد صحيح موجب $n = 1, 2, 3, 4 \dots$
ويمثل $(2n-1)$ مدروج الصوت الصادر وعندما يكون طول الوتر $L = \frac{\lambda}{4}$ فإنه يصدر صوتاً أساسياً تواتره

$n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4L}$

وعندما يكون طول الوتر $L = 3\frac{\lambda}{4}$ فإنه يصدر مدروجه الثالث تواتره:

$n = 2 \Rightarrow f_3 = 3\frac{v}{4L}$

◆ العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الاهتزاز العرضي في الوتر المهتز: 1) طرداً مع الجذر التربيعي لقوة الشد F_T. 2) عكساً مع الجذر التربيعي لكتلة وحدة الطول من الوتر المتجانس وتسمى الكتلة الخطية μ

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

$Const = 1$ $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

الكتلة الخطية للوتر: $\mu = \frac{m(kg)}{L(m)}$ واحدتها $kg.m^{-1}$.

◆ كيف تتولد وممَّ تتألف وكيف تتشكل الموجة الكهرطيسية المستوية + كيف نكشف عن $\vec{E}$ و $\vec{B}$ + دلالات مستويات N و A + أنواع أمواج الطيف.

تولد الأمواج الكهرطيسية المستوية: بواسطة هوائي مرسل يوضع في محرق عاكس بشكل قطع مكافئ دوراني - تتألف من: حقلين متعامدين: حقل كهربائي $\vec{E}$ وحقل مغناطيسي $\vec{B}$ - تتشكل الأمواج الكهرطيسية المستقرة من: عندما تلاقي الأمواج الكهرطيسية الواردة حاجزاً معدنياً ناقلاً مستوياً عمودياً على منحى الانتشار ويبعد عن الهوائي المرسل بعداً مناسباً تنعكس عنه وتتداخل الأمواج الكهرطيسية الواردة مع الأمواج الكهرطيسية المنعكسة. الكشف عن الحقل الكهربائي $\vec{E}$: بواسطة هوائي 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 $\frac{\lambda}{2}$. الكشف عن الحقل المغناطيسي $\vec{B}$: بواسطة حلقة نحاسية عمودية على $\vec{B}$ فيتولد فيها تياراً نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها. دلالات مستويات العقد N والبطون A: 1) توالي مستويات N يدل حينها الكاشف على دلالة صفرى ومستويات A على دلالة عظمى متساوية الأبعاد عن بعضها مقدارها $\frac{\lambda}{2}$ بين كل مستويين لهما الحالة الاهتزازية نفسها. 2) مستويات عقد الحقل الكهربائي هي مستويات بطون للحقل المغناطيسي وبالعكس. 3) الحاجز الناقل المستوي عقدة للحقل الكهربائي وبطن للحقل المغناطيسي. أنواع أمواج الطيف: الأمواج الطويلة مثل الأمواج الراديوية والرادارية والمكروية. الأمواج القصيرة مثل الضوء المرئي والأشعة السينية وأشعة غاما والأشعة الكونية.

♦ نوعي المنابع الصوتية + نوعي المزمار.

أنواع المنابع الصوتية: ① المنبع ذو الفم «مفتوح»: نهاية غرفة صغيرة مفتوحة يدفع فيها الهواء وينساق ليخرج من شق ضيق وتتشكل عند الفم بطن اهتزاز (عقدة ضغط). كيف نجعل منبع ذو فم متشابه الطرفين؟ نجعل نهايته مفتوحة. كيف نجعل منبع ذو فم مختلف الطرفين؟ نجعل نهايته مغلقة. ② المنبع ذو لسان «مغلق»: يتألف من صفيحة مرنة تدعى اللسان قابلة للاهتزاز مثبتة من أحد طرفيها تقطع جريان الهواء لها تواتر المنبع و تتشكل عند اللسان عقدة اهتزاز (بطن ضغط). كيف نجعل منبع ذو لسان متشابه الطرفين؟ نجعل نهايته مغلقة. كيف نجعل منبع ذو لسان مختلف الطرفين؟ نجعل نهايته مفتوحة.

♦ كيف نحصل على مزمار متشابه الطرفين أو مختلف الطرفين + استنتاج عبارة تواتر الصوت البسيط الصادر

المزمار متشابه الطرفين: منبع ذو فم يتشكل عنده بطن اهتزاز ونهايته مفتوحة يتشكل عندها بطن اهتزاز أو منبع ذو لسان تتشكل عنده عقدة اهتزاز ونهايته مغلقة تتشكل عندها عقدة اهتزاز.

المزمار مختلف الطرفين: منبع ذو فم تتشكل عنده بطن اهتزاز ونهايته مغلقة تتشكل عندها عقدة اهتزاز أو منبع ذو لسان تتشكل عنده عقدة اهتزاز ونهايته مفتوحة تتشكل عندها بطن اهتزاز. استنتاج عبارة تواتر الصوت البسيط الصادر: (أ) المزمار متشابه الطرفين:

$$L = n\frac{\lambda}{2}$$

حيث $n = 1, 2, 3 ...$ عدد صحيح موجب و $\lambda = \frac{v}{f}$

$$L = n\frac{v}{2f}$$

$$f = n\frac{v}{2L}$$

$n=1$, $n=2$, ...

1 2 3 4

f: تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار (Hz) - L: طول المزمار (m)

v: سرعة انتشار الصوت في غاز المزمار ($m\,s^{-1}$)

n: عدد صحيح موجب يمثل رتبة صوت المزمار.

نصدر المزمار صدوحات المختلفة: نزيد نفخ الهواء فيه تدريجياً كما يمكن إصدار صدوحات المزمار ذي اللسان بتغيير طول اللسان.

(ب) المزمار مختلف الطرفين:

$$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$$

حيث $n = 1, 2, 3 ...$ عدد صحيح موجب ولكن $\lambda = \frac{v}{f}$

$$L = (2n-1)\frac{v}{4f}$$

$$f = (2n-1)\frac{v}{2L}$$

$n=1$, $n=2$, ...

1 3 5 7

f: تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار (Hz) L: طول المزمار (m) - v: سرعة انتشار الصوت في غاز المزمار ($m\,s^{-1}$) - $(2n-1)$: يمثل رتبة صوت المزمار (صدوحات الصوت).

♦ كيف تتشكل الأمواج المستقرة العرضية وماذا ينتج عن تداخل الموجة الواردة والمنعكسة + فرق الطور (اختياري)

★ تتشكل الأمواج المستقرة العرضية نتيجة التداخل بين موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة على نهاية مقيدة تعاكسها بجهة الانتشار ولها التواتر نفسه والسعة نفسها. ★ ينتج عن تداخلها: ① نقاط تهتز بسعة عظمى تسمى بطون الاهتزاز يرمز لها بـ A حيث تلتقي فيها الأمواج الواردة والمنعكسة على توافق دائم. ② نقاط تنعدم فيها سعة الاهتزاز تسمى عقد الاهتزاز يرمز لها بـ N حيث تلتقي فيها الأمواج الواردة والمنعكسة على تعاكس دائم.

♦ فسر؟ تسمية الموجة بالمستقرة.
تبدو الموجة وكأنها تهتز مراوحة في مكانها فتأخذ شكلاً ثابتاً.

♦ استنتج تابع المطال لنقطة n من الوتر.

$$y_n(t) = y_1(t) + y_2(t)$$

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

$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\frac{\alpha-\beta}{2}\cos\frac{\alpha+\beta}{2}$$

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

♦ كيف يمكن توليد الاهتزاز العرضي فيزيائياً.

باستخدام سلك نحاسي مشدود بقوة شد مناسبة بأن نمرر فيه تياراً جيبياً متناوباً مناسباً ونحيط الوتر بمغناطيس نضوي خطوط حقله عمودية على السلك وفي وضع مناسب في المنتصف حالاً ليهتز بالتجاوب مكوناً مغزلاً واحداً ويكون تواتر الوتر النحاسي مساوياً لتواتر التيار المتناوب.

♦ متى تتحقق حالة التجاوب. إذا كان تواتر الهزازة يساوي إلى مضاعفات صحيحة التواتر الأساسي للوتر $f = nf_1$ وتكون سعة الاهتزاز عند البطون أكبر بكثير من السعة العظمى للهزازة وفي هذه الحالة تتكون الأمواج المستقرة.

♦ استنتاج علاقة تواتر الوتر المشدود.

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

f: تواتر الصوت البسيط الصادر عن الوتر (Hz)

F_T: قوة شد الوتر تقدر بالنيوتن N - L: طول الوتر تقدر بالمتر (m) - μ الكتلة الخطية للوتر تقدر $Kg.m^{-1}$

n عدد صحيح يمثل عدد المغازل المتكونة في الوتر أو رتبة الصوت الصادر عنه (المدروج).

$\mu = \rho S$, $S = \pi r^2$, $\mu = \rho \pi r^2$

♦ كيف تنشأ الأمواج المستقرة الطولية.

تنشأ الموجة الناتجة عن تداخل الأمواج الطولية الواردة والأمواج الطولية المنعكسة.

♦ فسر؟ تضخيم وتقوية الصوت.

نتيجة حدوث انعكاسات متكررة داخله فتتولد عنها أمواج مستقرة ذات نغمات صوتية واضحة وتزداد وضوحاً في الأنابيب الضيقة.

♦ العمود الهوائي المغلق والمفتوح وكيف نغير الطول.

العمود الهوائي المغلق: هو أنبوب اسطواني الشكل مفتوح من طرف ومغلق من الطرف الآخر والمملوء بجزيئات الهواء الساكنة. نغير الطول: بإضافة الماء.

طول هذا الأنبوب عند التجاوب يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ — $n = 1, 2, 3$

العمود الهوائي المفتوح: أنبوب اسطواني الشكل مفتوح الطرفين والمملوء بجزيئات الهواء الساكنة.

نغير الطول: بإضافة أنبوب آخر قطره أقل.

طول هذا الأنبوب عند التجاوب يساوي عدداً صحيحاً من نصف طول الموجة $L = n\frac{\lambda}{2}$ — $n = 1, 2, 3...$

♦ تعليل الموجة المستقرة الطولية في أنبوب هواء المزمار. عندما تهتز طبقة الهواء المجاورة للمنبع تنتشر هذا الاهتزاز طولياً في هواء المزمار كله لينعكس على النهاية - تتداخل الأمواج الواردة مع الأمواج المنعكسة داخل الأنبوب لتؤلف جملة أمواج مستقرة طولية وتكون عند النهاية المغلقة عقدة للاهتزاز أما عند النهاية المفتوحة تكون بطن للاهتزاز

نعلل ذلك بأن الانضغاط الوارد إلى طبقة الهواء الأخيرة يزيحها إلى الهواء الخارجي فتسبب انضغاطاً فيه وتخلخلاً وراءها مما يستدعي تهافت هواء المزمار ليملأ الفراغ وينتج عن ذلك تخلخل ينتشر من نهاية المزمار إلى بدايته وهو منعكس الانضغاط الوارد.

لونا ابراهيم

<< الفيزياء الفلكية >>

1) فسر انزياح الطيف نحو الأحمر؟! عندما يبتعد منبع موجي عن مراقب فإن الطول الموجي يزداد وبما أن الضوء ذا الطول الموجي الأكبر هو الأحمر فعندما يبتعد المنبع الضوئي عن المراقب ينزاح الطيف نحو الأحمر.

2) عدد الأسس الفيزيائية لنظرية الانفجار العظيم.

1) الانزياح نحو الأحمر لطيف المجرات.
2) وجود تشويش ضعيف لموجات راديوية واردة بشكل منتظم تماماً من جميع اتجاهات الكون وبالشدة نفسها المتوقعة في وقتنا الحاضر لإشعاع الانفجار الأعظم.
3) وجود كميات هائلة من الهيدروجين والهيليوم في النجوم.

3) استنتج v سرعة الإفلات من الأرض (السرعة الكونية الأولى).

$$E_K = E_P$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = F_G r$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = G \frac{mM}{r^2} r$$

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

حيث v: سرعة الإفلات من الأرض (السرعة الكونية الثانية)

G: ثابت التجاذب العالمي - M كتلة الأرض (الجسم الجاذب)

r: نصف قطر الأرض.

* السرعة الكونية الأولى: هي السرعة المدارية التي تجعل الجسم يدور ضمن مدار حول الجسم الجاذب.

لونا ابراهيم