النواس المرن

تعريف النواس المرن :

هو صُلْبٌ معلّقٌ بنابضٍ مرنٍ مهمل الكتلة حلقاتُهُ متباعدة يهتزّ بحركةٍ اهتزازيّةٍ حولَ مركزِ الاهتزاز

التابع الزمني للحركة الجيبية الانسحابية التوافقية البسيطة :

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

- φ الطَورُ الابتدائيُّ للحركة في اللحظة $t=0$ ويقدر بـ rad
- $(\omega_0 t + \varphi)$ طورُ الحركة في اللحظة t ويقدر بـ rad
- X_{max} سعةُ الحركة وتقدر بـ m
- ω_0 النبضُ الخاصُّ للحركة : يقابل السرعة الزاوية ويقدر بـ $rad.s^{-1}$
- x مطالُ الحركة في اللحظة t وهو متغير بتغير الزمن ويقدر بـ m

استنتاج قوة الإرجاع :

أولاً : حالة السكون : ⇦ يستطيلُ النابضُ استطالةً سكونيّة x_0 ويتوازنُ الجسمُ بتأثير قوّتين :

- قوّة ثقله $\bar{w}$ وقوّة توتّر النابض $\bar{F}_{s_0}$

⇦ توتّر في النابض القوّة $\bar{F}'_{s_0}$ التي تسبّبُ له الاستطالة x_0

$$F'_{s_0} = F_{s_0} = kx_0 \Rightarrow w = kx_0$$

ثانياً : ندرس حالة الحركة : ⇦ يتأثر بقوّتين :

قوّة ثقله $\bar{w}$ وقوّة توتّر النابض $\bar{F}_s$

⇦ توتّر في النابض القوّة $\bar{F}'_s$ التي تسبّبُ له الاستطالة $(\bar{x}+x_0)$

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

دراسة حركة النواس المرن واستنتاج طبيعة حركته ودوره الخاص :

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

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

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

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

فحركةُ النوّاس المرن غير المتخامد هي :

حركة جيبيّة انسحابية توافقية بسيطة

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

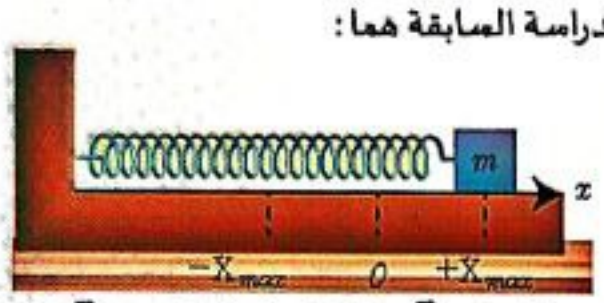
نلاحظ أن الدور الخاص :

⇦ لا يتعلّقُ بسعةِ الاهتزاز X_{max}

⇦ يتناسبُ طرداً مع الجذرِ التربيعيّ لكتلةِ الجسمِ المهتزّ m

⇦ يتناسبُ عكساً مع الجذرِ التربيعيّ لثابتِ صلابةِ النابض k

ملاحظة : في حال كان النواس المرن أفقياً يهتز على سطح أفقي أملس عندئذٍ يوجد/ *ختلافين* في الدراسة السابقة هما :



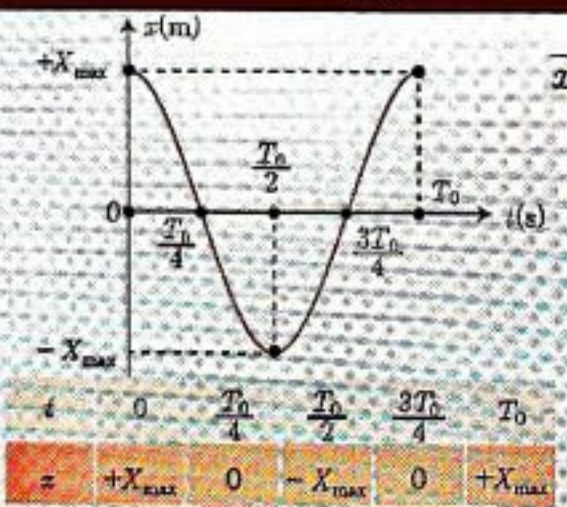
⇦ القوى الخارجية المؤثرة :

قوّة ثقل الجسم $\bar{w}$ وقوّة رد الفعل $\bar{R}$ وقوّة توتّر النابض $\bar{F}_s$

⇦ تؤثر في النابض القوّة $F'_s = F_s = k\bar{x}$ حيث لا يوجد استطالة سكونية x_0

ولكن *النتيجة نفسها* من ناحية طبيعة الحركة

التابع الزمني للمطال (تغيرات المطال بدلالة الزمن) :



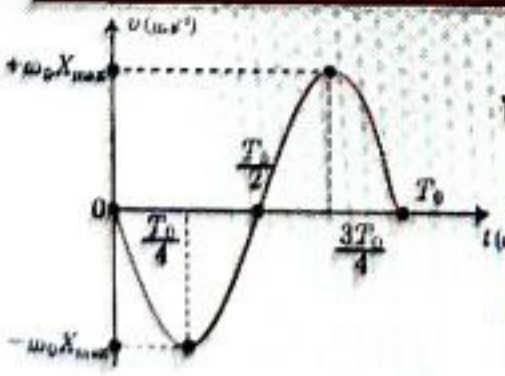
t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
x	$+X_{max}$	0	$-X_{max}$	0	$+X_{max}$

$$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$$
$$t = 0\ ,\ \bar{x} = +X_{max}$$
$$X_{max} = X_{max}\cos(0 + \bar{\varphi})$$
$$X_{max} = X_{max}\cos\bar{\varphi}$$
$$\cos\bar{\varphi} = 1$$
$$\varphi = 0\,rad$$
$$x = X_{max}\cos\omega_0 t$$

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

⇦ معدوماً : في مركز الاهتزاز $x=0$

التابع الزمني للسرعة (تغيرات السرعة بدلالة الزمن) :



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

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

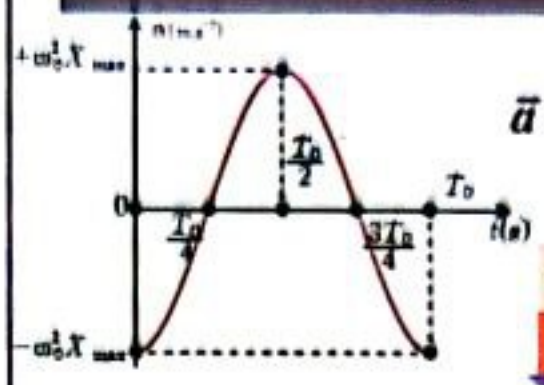
أ. مؤيد بكر 0988466306

تكون السرعة

⇦ عظمى في مركز الاهتزاز أي عندما $|x| = X_{max}$ $v_{max} = |\pm\omega_0 X_{max}|$

⇦ معدومة في الموضعين الطرفيّين أي عندما $v = 0$

التابع الزمني للتسارع (تغيرات التسارع بدلالة الزمن) :



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

$$= -\omega_0^2 \vec{x}$$

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

يكون التسارع

⇦ أعظمي في الموضعين الطرفيّين

عندما $\vec{x} = \pm X_{max}$ أي أن $a_{max} = |\pm\omega_0^2 X_{max}|$

⇦ معدوم في مركز الاهتزاز عندما $x = 0$ أي أن $a = 0$

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

الطاقة الميكانيكية في الحركة التوافقية البسيطة (النواس المرن غير المتخامد) :

إن $E = E_p + E_k$ ولكن $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ و $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

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

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

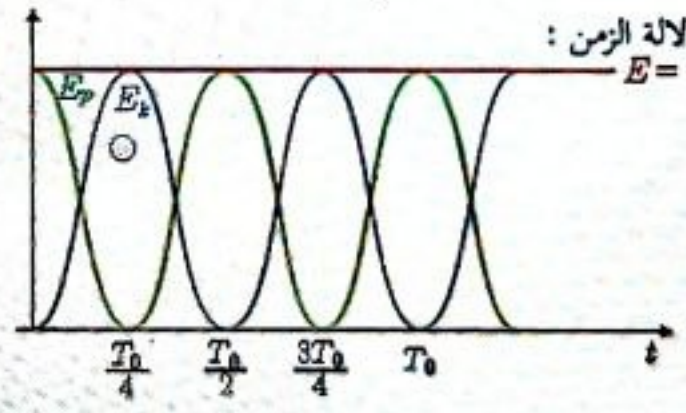
$$E_{tot} = \frac{1}{2} k X_{max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \overline{\varphi}) + \frac{1}{2} m \omega_0^2 X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t \oplus \overline{\varphi})$$

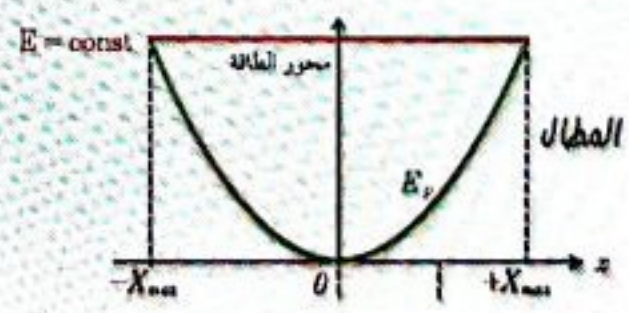
ولكن $m\omega_0^2 = k$

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

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

رسم تغيرات الطاقة بدلالة الزمن :





ملاحظة :

يمكنه رسم تغيرات الطاقة بدلالة المطال

علاقة الطاقة الحركية بدلالة X_{max} ، والمقارنة في موضعين A و B :

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

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

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

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

وبما أن $x_A < x_B$

نستنتج أنه بزيادة *القيمة المطلقة* للمطال تتناقص الطاقة الحركية

نواس الفتل

تعريف النواس المرن :

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

دراسة حركة نواس الفتل واستنتاج طبيعة حركته ودوره الخاص :

القوى الخارجية المؤثرة: **قوّة الثقل** $\vec{w}$ **وقوّة توتر السلك** $\vec{T}$

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

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني :

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

إن $\vec{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} = \vec{\Gamma}_{\vec{T}/\Delta} = 0$

لأنّ حاملَ كلٍّ منهما منطبقٌ على محور الدوران

$$(\vec{\theta})_t'' = -\frac{k}{I_\Delta}\vec{\theta}$$

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تقبلُ حلاً جيبيّاً من الشكل

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

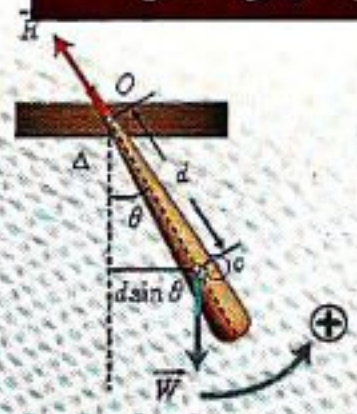
أ. مؤيد بكر 0988466306

النواس الثقلي المركب

تعريف النواس المركب :

كلُّ جسمٍ صُلبٍ يهتزُّ بتأثيرِ عزمِ قوةِ ثقلِه بالنسبةِ لمستوٍ شاقوليٍّ حولَ محورِ دورانٍ أفقيٍّ لا يمرُّ من مركزِ عطالتِه وعموديٍّ على مستويه

دراسة حركة النواس الثقلي المركب واستنتاج طبيعة حركته ودوره الخاص :



القوى الخارجية المؤثرة:

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

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني

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

إن $\vec{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$

لأنّ حاملَ القوّة يمرُّ من محور الدوران

وإن عزم قوة الثقل $\vec{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} = -mgd\sin\theta$

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

وهي معادلةٌ تفاضليةٌ من المرتبة الثانية تحتوي $\sin\theta$ بدلاً من θ فحلُّها ليس جيبياً ، ومن ذلك فإنّ حركة النوّاس الثقليّ هي حركةٌ اهتزازيّةٌ غيرُ توافقيّة ، ومن أجل السعات الزاوية الصغيرة $\theta \le 0.24rad$

تكون $\sin\theta \square \theta$ فتصبح المعادلة التفاضلية $\left(\bar{\theta}\right)''_t = -\frac{mgd}{I_{\Delta}}\bar{\theta}$

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

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

فحركةُ نوّاس الفتل غير المتخامد هي :

حركة جيبيّة دورانية تو افقية بسيطة

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

نلاحظ أن الدور الخاص :

- لا يتعلّقُ بالسعة الزاوية θ_{max}
- يتناسبُ طرداً مع الجذرِ التربيعيِّ لعزم عطالة الجملة I_{Δ}
- يتناسبُ عكساً مع الجذرِ التربيعيِّ لثابتِ فتل السلك k

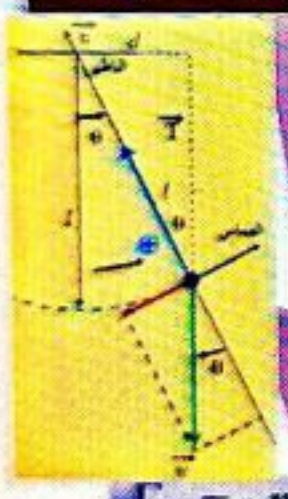
النواس الثقلي البسيط

تعريف النواس البسيط :

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

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

دراسة حركة النواس الثقلي البسيط واستنتاج طبيعة حركته ودوره الخاص :



القوى الخارجية المؤثرة:

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

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني

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

أي $\vec{\Gamma}_{\vec{T}/\Delta} = 0$

لأنّ حاملَ القوّة يلاقي محور الدوران

وإن عزم قوة الثقل $\Gamma_{\vec{w}} = -mg\ell\sin\theta$

وإن عزم عطالة الكرة $I_{\Delta} = m\ell^2$

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

وهي معادلةٌ تفاضليةٌ من المرتبة الثانية تحتوي $\sin\theta$ بدلاً من θ فحلُّها ليس جيبياً ، ومن أجل السعات الزاوية الصغيرة $\theta \le 0.24rad$

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

وهي معادلةٌ تفاضليةٌ من المرتبة الثانية تقبلُ حلاً جيبياً من الشكل

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

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

فحركةُ النوّاس الثقليّ المركب غير المتخامد من أجل السعات الزاوية الصغيرة هي:

حركةٌ جيبيّةٌ دورانيّة

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

وهي معادلةٌ تفاضليةٌ من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل

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

للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص للحركة

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

فحركةُ النواس الثقلي المركب غير المتخامد من أجل الشعات الزاوية الصغيرة هي :

حركةٌ جيبيّةٌ دورانيّة

علاقة الدور الخاص

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

نلاحظ أن الدور الخاص

- لا يتعلّقُ دورُ النوّاس البسيط بكتلته، ولا بنوع مادّة كرته
- النوسات صغيرة السّعة لها الدورُ نفسُه (متو اقتة فيما بينها)
- يتناسبُ طرداً مع الجذرِ التربيعيّ لطول الخيط ℓ
- يتناسبُ عكساً مع الجذرِ التربيعيّ لتسارع الجاذبية الأرضية g

ملاحظة : لاستنتاج التسارع المماسي نطبق قانون نيوتن الثاني ثم نسقط العلاقة على المحور المماسي:

فتكون

علاقة التسارع المماسي $a_t = -g \sin\theta$ حيث أن

مسقط قوة الثقل $-mg \sin\theta$

علاقة السرعة الخطية لكرة النوّاس البسيط في نقطة من مسار الكرة ، وعند المرور بالشاقول :

القوى الخارجية المؤثرة:

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

نطبق نظرية الطاقة الحركية

$$\sum \bar{w}_{\bar{F}} = \Delta \bar{E}_{k(1\to 2)} \Rightarrow \bar{w}_{\bar{w}} + \bar{w}_{\bar{T}} = E_{k2} - E_{k1}$$

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

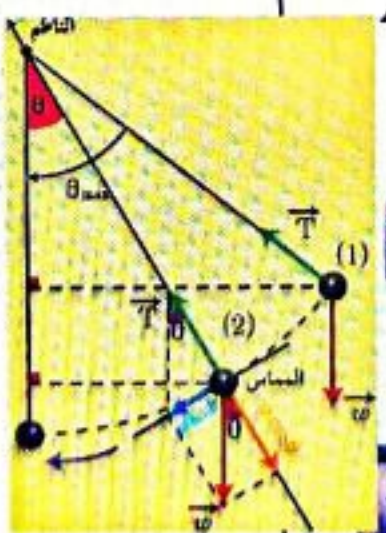
وإن $E_{k1} = 0$ لأنّ الكرة تُركَت دون سرعة ابتدائية

إن عمل قوة الثقل $\bar{W}_{\bar{w}} = w \cdot h = mg\ell(\cos\theta - \cos\theta_{max})$

حيث أن الارتفاع $h = \ell(\cos\theta - \cos\theta_{max})$

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

عند المرور بالشاقول $\theta = 0$ فإن $v = \sqrt{2g\ell(1 - \cos\theta_{max})}$



علاقة توتر الخيط لكرة النواس البسيط في نقطة من مسار الكرة ، وعند المرور بالشاقول :

نطبق قانون نيوتن الثاني $\sum \bar{F} = m\bar{a} \Rightarrow \bar{w} + \bar{T} = m\bar{a}$

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

إن مسقط قوة الثقل $-mg\cos\theta$

$$-w\cos\theta + T = ma_c$$

و $a_c = \frac{v^2}{\ell}$

$$T = mg\cos\theta + m\frac{v^2}{\ell} \Rightarrow T = mg(3\cos\theta - 2\cos\theta_{max})$$

عند المرور بالشاقول $\theta = 0$ فإن

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

الطاقةُ الميكانيكيّةُ للنوّاس الثقليّ البسيط :

طاقة ثابتة تساوي مجموع الطاقتين الكامنة الثقاليّة والحركيّة

حيث أنّ مبدأ قياس الطاقة الكامنة الثقاليّة هو المستوي الأفقيُّ المارُّ من مركز عطالة الكرة عند مرور النوّاس في وضع توازنه الشاقوليّ

ميكانيك السوائل المتحركة

الجريان المستقر :

- منتظم : السرعة ثابتة في جميع نقاط السائل بمرور الزمن
- غير منتظم : السرعة متغيرة من نقطة إلى أخرى بمرور الزمن

ميزات السائل المثالي :

- غير قابل للانضغاط : كتلته الحجمية ثابتة
- عديم اللزوجة : قوى الاحتكاك الداخلي بين مكوناته مهملة وبالتالي لا يوجد ضياع للطاقة
- جريانه مستقر . جريانه غير دوراني

معادلة الاستمرارية :

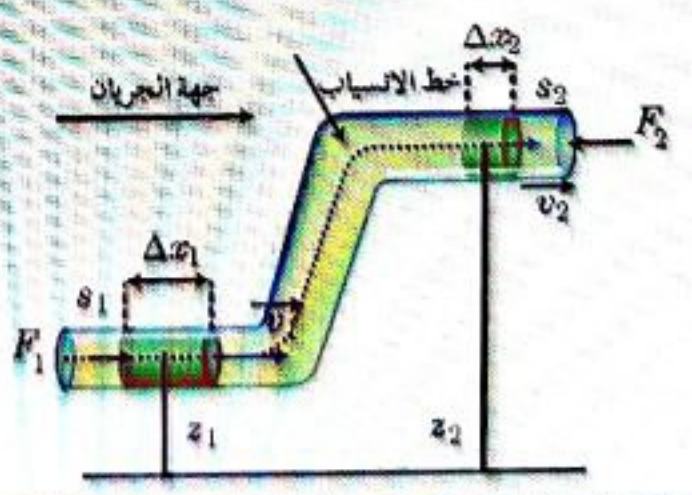
أنّ حجم كميّة السائل التي تعبر المقطع s_1 تساوي حجم كميّة السائل التي تعبر المقطع s_2 في المدّة الزمنيّة نفسها $Q'_1 = Q'_2$

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

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

نظرية برنولي :

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



حالة إن $W_1 = P_1 \cdot \Delta V \qquad W_2 = -P_2 \cdot \Delta V$

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

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

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

ولكن $W_T = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

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

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

حالة خاصة : إذا كان الأنبوب أفقياً فإن $Z_1 = Z_2$

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

الضغط في السوائل الساكنة (معادلة المانومتر) :

السائل الساكن تكون فيه $v_1 = v_2 = 0$

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

نظرية تورشيللي (سرعة خروج سائل من فتحة أسفل خزان كبير) :

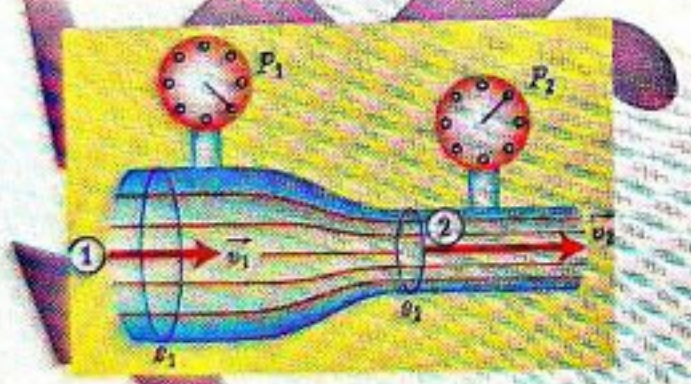
ينتقل السائل من سطح الخزان بسرعة $v_1 \approx 0$

السطح والفتحة معرضان للضغط الجوي النظامي $P_1 = P_2 = P_0$

فتكون سرعة خروج السائل من الفتحة $v_2 = \sqrt{2gh}$

سرعة خروج السائل تساوي سرعة سقوط الجسم السائل سقوطاً حراً من ارتفاع h

أنبوب فينتوري :



أنبوب أفقي $z_1 = z_2$ ومن معادلة الاستمرارية $v_2 = \frac{s_1}{s_2}v_1$

وبالتالي فإن $s_1 > s_2, P_1 > P_2$ $\quad P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left[\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2 - 1\right]v_1^2$

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

أ. مزيد بكر 0988466306

النسبية الخاصة

فرضيتا أينشتاين :

- سرعةُ انتشار الضوء ثابتةٌ مهما اختلفت سرعةُ المنبع أو المراقب
- القوانينُ الفيزيائية تبقى نفسها في جميع جمل المقارنة العطالية

تمدد الزمن :

معامل لورنتس ◦

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

الزمن يتمدد لأن $\gamma > 1 \Rightarrow t > t_0$

تقلص المسافات والأطوال :

$$\frac{L_0}{L} = \frac{t}{t_0} = \gamma > 1$$

المسافات : L_0 المسافة المقطوعة بالنسبة لمراقب خارجي (في المحطة على الأرض)

L المسافة المقطوعة بالنسبة لمراقب داخلي (رائد الفضاء)

الأطوال : L_0 طول المركبة بالنسبة للمراقب داخلي (رائد الفضاء)

L طول المركبة بالنسبة للمراقب الخارجي (في المحطة على الأرض)

إن المسافة والطول يتقلصان لأن $\gamma > 1 \Rightarrow L < L_0$

تكافؤ الكتلة والطاقة :

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

$$E = E_0 + E_k$$

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

الطاقة الكلية $E = m \cdot c^2$

من أين أتت الزيادة في الكتلة ؟

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

$$E_k = mc^2 - m_0c^2 = (m - m_0)c^2 = \Delta mc^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{E_k}{c^2}$$

كيف يصبح معامل لورنتس باستخدام دستور التقريب

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

المغناطيسية

جهة و شكل و عناصر الحقل المغناطيسي :

جهة خطوط الحقل المغناطيسي :

خارجَ المِغناطيس : من القطب الشماليّ إلى القطب الجنوبيّ

داخلَ المِغناطيس : من القُطبِ الجنوبيّ إلى القطبِ الشماليّ

في المغناطيس المستقيم : تكون الخطوط منحنية

في المغناطيس الفضوي : تكون الخطوط متسايرة

(مستقيمةٍ متوازيةٍ ولها الجهةُ نفسُها)

ويسمى الحقلُ المغناطيسيُّ منتظماً .

عناصر شعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ في نقطةٍ من الحقل :

الحامل : المستقيمُ الواصلُ بينَ قطبَي الإبرةِ المغناطيسيّة

الجهة : من القطبِ الجنوبيّ إلى القُطب الشماليّ للإبرة المغناطيسيّة

الشدة : تزدادُ بازديادِ سرعةِ اهتزازِ الإبرة المغناطيسيّةِ في تلك النقطة

كيف يمكن زيادة شدة الحقل المغناطيسي بين قطبي مغناطيس نضوي ؟

نزيد شدة الحقل المغناطيسي :

بوضع نواة حديدية بين قطبي مغناطيس نضوي ← تتمغنطُ نواةُ الحديد

← يتولّدُ منها حقلاً مغناطيسياً $\vec{B}'$ ← يُضافُ إلى الحقلِ المغناطيسيّ الأصليّ المغنِط $\vec{B}$ ← فيتشكّلُ حقلاً مغناطيسياً كلياً $\vec{B}_T$

عامل النفاذية المغناطيسي :

عاملُ النفاذية المغناطيسيّ μ : هو النسبةُ بينَ قيمةِ الحقل الكليّ $\vec{B}_T$ بوجودِ النواةِ الحديدية إلى قيمة الحقلِ المغناطيسيّ الأصليّ $\vec{B}$

$$\mu = \frac{B_T}{B}$$

يتعلّقُ عاملُ النفاذية المغناطيسيّ بعاملين :

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

مغناطيسية الأرض :

ينشأ الحقل المغناطيسي للأرض ← من الشحناتِ المتحركةِ في جوفها

تسلكُ الأرضُ سلوك مغناطيسٍ مستقيمٍ كبيرٍ :

قطبه الشمالي يقع بالقرب من القطب الجنوبي الجغرافي

وقطبه الجنوبي يقع بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي

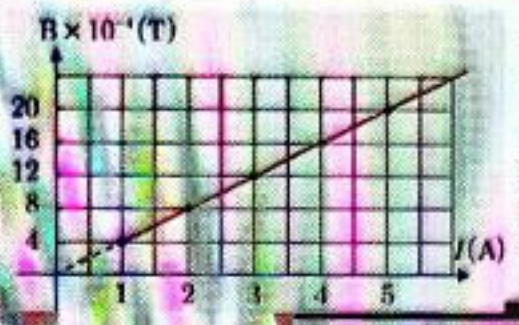
زاوية الميل وزاوية الإنحراف ومستويات الزوال :

- زاوية الميل : هي الزاوية بين مستوي الأبرة وخط الأفق
- زاوية الإنحراف : هي الزاوية بين مستوي الابرة ومستوي الزوال الجغرافي
- مستويات الزوال : هي المستويات الواصلة بين الأقطاب المغناطيسية والجغرافية

النتائج التجريبية لقياس شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن مرور تيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم في نقطة تقع على بعد معين من السلك

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

- الرسم البياني لتغيرات B بدلالة I



- ميل الخط البياني $k = \frac{B}{I} = const$

بينت الدراسات أنه يتعلق بعاملين

1. الأول : الطبيعة الهندسية للدارة k' شكل الدارة ، وموضع النقطة المعتبرة بالنسبة للدارة
2. الثاني : عامل النفاذية المغناطيسي في الخلاء $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7} Tm A^{-1}$

$$k = \mu_0 k' \Rightarrow B = \mu_0 k' I$$

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

- قوانين شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار الكهربائي :

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

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

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

عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار مار في سلك ناقل مستقيم، (وذلك في نقطة تبعد عنه مسافة d عن محور السلك) :

- الحامل : عمودي على المستوي المعيّن بالسلك والنقطة المعتبرة
- الجهة : عملياً : من S إلى N لإبرة مغناطيسية

نظرياً : حسب قاعدة اليد اليمنى

(لتكون سامتها موازياً للسلك ، حيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ، وتوجه باطن الكف نحو النقطة المدروسة ، فيشير إبهامها إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي)

- الشدة : $B = 2\cdot10^{-7}\frac{I}{d}$ حيث I شدة التيار الكهربائي (A)

B شدة الحقل المغناطيسي (T) $\quad$ d بعد النقطة عن السلك (m)

عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار مار في ملف دائري (وذلك في مركز الملف) :

- الحامل : عمودي على مستوي الملف
- الجهة : عملياً : من S إلى N لإبرة مغناطيسية

نظرياً : حسب قاعدة اليد اليمنى

(تضعها فوق الملف ، حيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ، وتوجه باطن الكف نحو مركز الملف ، فيشير إبهامها إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي)

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

حيث I شدة التيار الكهربائي (A) $\quad$ B شدة الحقل المغناطيسي (T)

N عدد لفات الملف (lap) $\quad$ r نصف قطر الملف الوسطي (m)

عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار مار في ملف حلزوني (وشيعة) (وذلك في مركز الوشيعة) :

- الحامل : محور الوشيعة
- الجهة : عملياً : من S إلى N لإبرة مغناطيسية

نظرياً : حسب قاعدة اليد اليمنى

(تضعها فوق الوشيعة ، بحيث توازي أصابعها إحدى الحلقات ، حيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ، فيشير إبهامها إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي)

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

حيث I شدة التيار الكهربائي (A) $\quad$ B شدة الحقل المغناطيسي (T)

N عدد لفات الوشيعة (lap) $\quad$ l طول الوشيعة (m)

التدفق المغناطيسي :

$$\vec{\Phi} = \vec{B}\cdot\vec{s}$$

$$\Phi = N\cdot B\cdot s\cdot\cos\alpha$$

حيث Φ التدفق المغناطيسي $(weber)$ $\quad$ B شدة الحقل المغناطيسي (T)

N عدد لفات الملف (lap) $\quad$ s مساحة سطح الدارة (m^2) $\quad$ $\alpha = (\vec{B},\vec{n})$

أعظمي $\alpha = 0$ $\vec{B} // \vec{n}$ على حامل واحد وبجهة واحدة B يعامد مستوي الدارة	معدوم $\alpha = \frac{\pi}{2}$ $\vec{B} \perp \vec{n}$ B يوازي مستوي الدارة	أصغري $\alpha = \pi$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين
التدفق موجب $\Phi > 0$ الزاوية حادة $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$		التدفق سالب $\Phi < 0$ زاوية منفرجة $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$

أ. مزيد بكر 0988466306

مغناطيسية المواد الحديدية :

المواد الحديدية تتكون من ثنائيات أقطاب مغناطيسية موزعة عشوائياً فمحصلتها معدومة ولكن مع وجود حقل مغناطيسي تتوجه ثنائيات الأقطاب المغناطيسية باتجاه الحقل وتصبح محصلتها غير معدومة فتصبح قطعة الحديد ممغنطة

فعل الحقل المغناطيسي في الشوارد الكهربائية

تعريف القوة المغناطيسية (قوة لورنز) :

هي القوة التي يؤثر بها الحقلُ المغناطيسيّ في الجُسيمات المشحونة المُتحرِّكة ضمنَ المنطقة التي يسودُها الحقلُ بقوةٍ مغناطيسيّة حيثُ تُغيِّرُ هذه القوّة من مسارِ حركةِ هذه الجُسيمات

العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية (قوة لورنز) ثم اكتب العلاقة الشعاعية لها

الشحنة المتحركة q شدة الحقل المغناطيسي B سرعة الشحنة v

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

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

عناصر شعاع القوة المغناطيسية :

- نقطة التأثير : الشحنة المتحركة.
- الحامل : عمودي على المستوي المحدد بالشعاعين $\vec{v},\vec{B}$
- الجهة : تُحدَّدُ بقاعدةِ اليد اليُمنى

(يكون ساعدها موازياً شُعاعَ سرعةٍ، حيث تكون الأصابعُ بعكس جهةِ شُعاعِ السُرعة للشحنات السالبة، وبجهةِ شُعاعِ السُرعة للشحنات الموجبة ، ويخرجُ شُعاعُ الحقل المغناطيسيّ من راحة الكف ، فيشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ القوّة المغناطيسية)

- الشدة : $F=qvB\sin\theta$

متى تكون القوة المغناطيسية عظمى ومتى تكون معدومة :

- عظمى $\vec{v}\perp\vec{B}\ ,\ \theta=\left(\vec{v},\vec{B}\right)=\frac{\pi}{2}$
- معدومة $\vec{v}\parallel\vec{B}\ ,\ \theta=\left(\vec{v},\vec{B}\right)=0$

تجربة ملقي هلمهولتز :

يتولّد حقلٌ مغناطيسيّ مُنتظمٌ بين ملفّين دائريّين مُتوازيَين يمرُّ فيهما التيّارُ ذاته ، حيث يؤثِّرُ هذا الحقلُ في الحزمة الإلكترونية بقوة مغناطيسية، عموديّةً على شُعاع سرعتها، تكتسبُ تسارُعاً ثابتاً ، يُعامِدُ شُعاعَ السّرعة ، فتكونُ حركتُها دائريّةً مُنتظمة

دراسة حركة الكترون يتحرك ضمن منطقة التي يسودها حقل مغناطيسي مُنتظم :

يخضع الإلكترونُ لتأثيرِ القوّة المغناطيسيّة فقط بإهمال قوّة ثقله

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

وبحسبِ خواص الجداء الشعاعي $\vec{a}\perp\vec{v}$ فالحركةُ دائريّةٌ مُنتظمة

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

ولإيجاد علاقة الدور

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\pi}{v}\frac{m_e v}{eB}\Rightarrow\boxed{T=\frac{2\pi m_e}{eB}}$$

تعريف القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس) :

هي القوة التي يؤثِّرُ بها الحقلُ المغناطيسيّ في السّلك النّاقل بقوّةٍ ثابتة ، تتعلّقُ جهتها بجهةِ التيار، وجهةِ شُعاعِ الحقل المغناطيسيّ المُؤثِّرة

استنتاج العلاقة المُعبِّرة عن القوة الكهرطيسية :

أن القوة الكهرطيسية تساوي مُحصّلة القوى المغناطيسية

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

العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية :

شدّةِ التيّار المارّ بالسّلك I شدة الحقل المغناطيسي B

طول الجزء الخاضع للحقل L

و $\sin\theta$ حيث أن $\hat{\theta}=\left(\vec{IL}\wedge\vec{B}\right)$

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

عناصر شعاع القوة القوة الكهرطيسية :

- نقطة التأثير : منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم
- الحامل : عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشُعاعُ الحقل المغناطيسي
- الجهة : تحقق الأشعة $\left(\vec{IL},\vec{B},\vec{F}\right)$ ثلاثيةً مباشرةً وفق قاعدةِ اليد اليُمنى (نضع يدنا على الناقل بحيثُ يدخلُ التيارُ من الساعد ويخرجُ من رؤوس الأصابع ويخرجُ شعاعُ الحقل المغناطيسي من راحة الكف ، فيشير الإبهامُ إلى جهة القوة الكهرطيسية)
- الشدة : $F = ILB\sin\theta$

متى تكون القوة الكهرطيسية عظمى ومتى تكون معدومة ؟

- عظمى $\vec{IL}\perp\vec{B}\ ,\theta=\left(\vec{IL},\vec{B}\right)=\frac{\pi}{2}$
- معدومة $\vec{IL}\parallel\vec{B}\ ,\theta=\left(\vec{IL},\vec{B}\right)=0$

دولاب بارلو يخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم B

- نقطة التأثير : منتصف نصف القطر الشاقوليّ السفليّ الخاضع للحقلِ المغناطيسيّ المُنتظمَ.
- الحامل : عمودي على المستوي المحدد بنصفِ القطرِ الشاقولي السفليّ وشُعاع الحقل المغناطيسيّ المُنتظَم.
- الجهة : تحقّقُ الأشعة $\left(\vec{Ir},\vec{B},\vec{F}\right)$ ثلاثيّةً مُباشرةً وفق قاعدةِ اليد اليُمنى (نضع يدنا على نصفِ القطرِ الشاقوليّ السفليّ بحيثُ يدخلُ التيارُ من الساعد ويخرجُ من رؤوس الأصابع، ويخرجُ شُعاعُ الحقل المغناطيسيّ من راحةِ الكفّ ، فيشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ القوّة الكهرطيسية)
- الشدة : $F = IrB$ حيث $\sin\theta=1$ لأن $\theta=\left(\vec{Ir},\vec{B}\right)=\frac{\pi}{2}$

عبارة عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل) :

تنتقل الساق مسافة Δx ..

تمسح سطحاً $\Delta s = L\Delta x$ ...

القوة الكهرطيسية عملاً محركاً موجباً

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

"عندما تنتقلُ دارةٌ كهربائيةٌ أو جزءٌ من دارةٍ كهربائيةٍ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌ، فإنَّ عملَ القوَّة الكهرطيسيَّة المسبّبة لذلك الانتقال يساوي جداءَ شدّةِ التيّار المارّ في الدّارة في تزايُد التدفُّق المغناطيسيّ الذي يجتازُها"

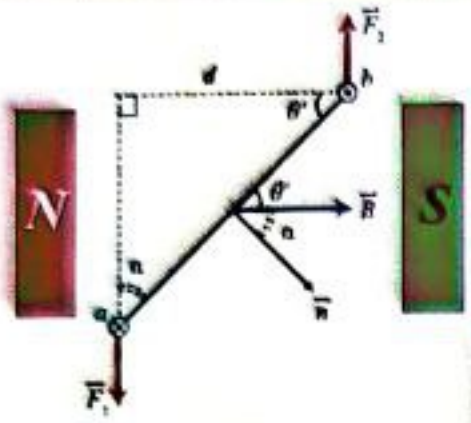
المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك :

يؤثّرُ الحقلُ المغناطيسيّ المُنتظَم في الإطار بمُزدوجةٍ كهرطيسيّةٍ تنشأ عن القوّتين الكهرطيسيّتين المؤثرتين في الضّلعين الشّاقوليتين وتعملُ على تدوير الإطار من وضعه الأصليّ حيثُ التدفُّقُ المغناطيسيّ معدومٌ إلى وضع توازنه المُستقرّ حيثُ يكونُ التدفُّقُ المغناطيسيّ الذي يجتازه أعظميًّا.

قاعدةُ التدفُّق الأعظميّ :

"إذا أثّر حقلٌ مغناطيسيّ في دارةٍ كهربائيّةٍ مُغلقةٍ حرّةِ الحركة تحرّكت بحيثُ يزدادُ التدفُّقُ المغناطيسيّ الذي يجتازُها من وجهها الجنوبيّ وتستقرُّ في وضعٍ يكونُ التدفُّقُ المغناطيسيّ أعظميًّا"

استنتاج عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار :



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

حيث أن $M = NIs$ هو العزم المغناطيسي ويقدر بـ $A\cdot m^2$

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

وتحدد جهته بجهةِ إبهام يدٍ يُمنى تلتفُّ أصابعُها بجهةِ التيّار

استنتاج العلاقة بين زاوية دوران الإطار θ' وشدة التيار I المار في الإطار:

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

وبفرض أن θ' زاوية صغيرة فإن $\cos\theta' \approx 1$ وبالتالي

$$NIsB\cos\theta' = k\theta' \Rightarrow \theta' = \frac{NsB}{k} \Rightarrow \theta' = GI$$

كيف نزيد حساسية المقياس الغلفاني عملياً من أجل التيار نفسه :

باستخدام سلك أرفع (من الفضة/من نفس المادة) (لتصغير ثابتِ الفتل)

منصة نجادي التعليمية
NAJADI EDUCATIONAL PLATFORM

التحريض الكهرطيسي

نص قانون فاراداي :

يتولد تيار متحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدومُ هذا التيارُ بدوام تغيُّرِ التدفُّق لينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسيّ المحرّض

نص قانون لنز :

إن جهة التيار المتحرض في دارة مغلقة تكون بحيث يُنتج أفعالاً تعاكس السَّببَ الذي أدى إلى حدوثه

تعليل نشوء هذا التيار المتحرض عند تقريب أو إبعاد مغناطيس من أحد وجهي وشيعة :

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

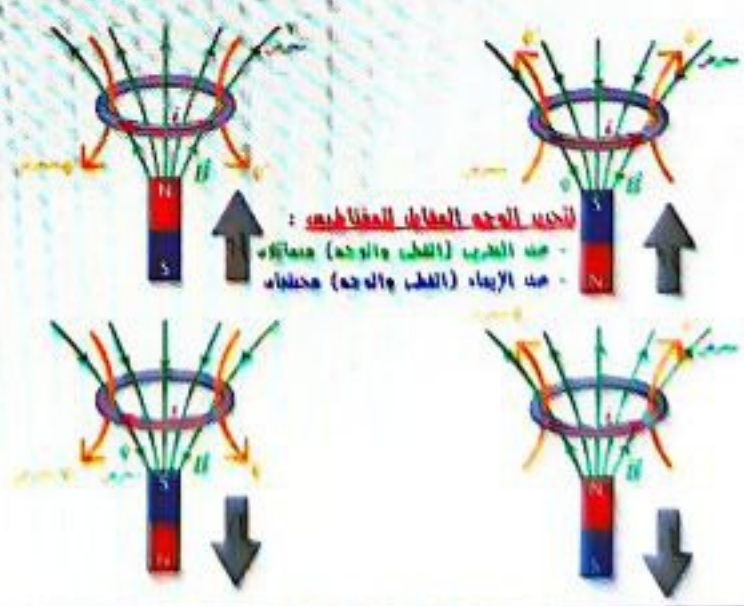
اكتب العلاقة الرياضية المُعبّرة عن القوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\mathcal{E}$:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\partial \bar{\Phi}}{\partial t}$$ حيث تتناسب القوّة المُحرّكة الكهربائية المُتحرّضة:

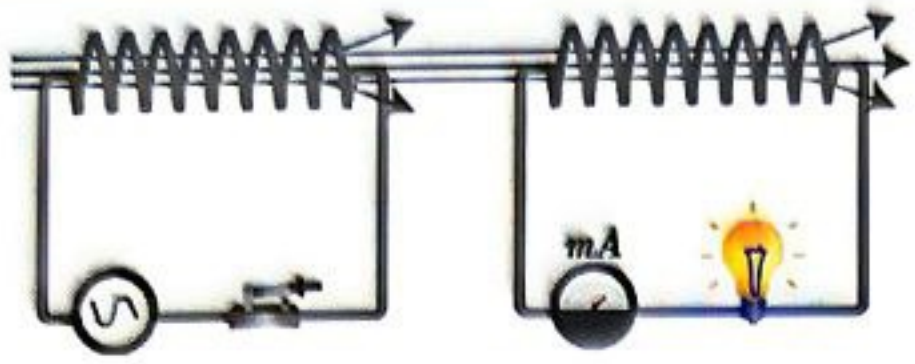
طرداً مع تغيّر التدفق المغناطيسيّ **المُحرّض**

وعكساً مع زمنِ تغيُّر التّدفُّق المغناطيسيّ **المُحرِّض**

وتنسجمُ الإشارة السّالبة مع قانون لنز



تجربة الوشيعتان نصل إحداهما بمأخذ لمولّد تيارٍ كهربائيّ متناوب جيبي ونصل الأخرى إلى مصباح كهربائيّ ومقياس ميكرو أمبير :

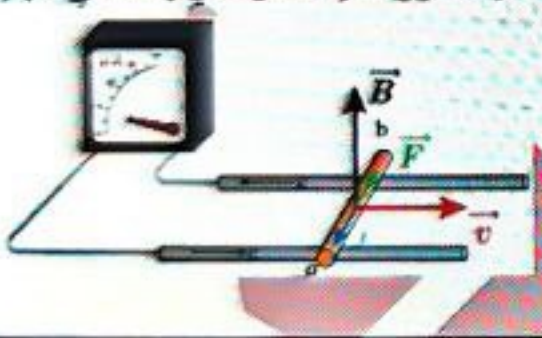


عند إغلاق دارة الوشيعة الأولى نلاحظ إضاءةَ المصباح الموصولِ بينَ طرفي الوشيعةِ الثّانية وانحرافِ مؤشّرِ مقياس الميكرو أمبير مما يدل على تولّدُ تيارٌ كهربائيٌّ متحرض في الدّارةِ الثّانيةِ على الرّغم من عدم وجودِ مُولّدٍ فيها

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

التعليل الإلكتروني لنشوء التيار المتحرض والقوة المحركة الكهربائية المتحرضة في تجربة السكتين في حال كانت الدارة مغلقة :

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



التعليل الإلكتروني لنشوء القوة المحركة الكهربائية المتحرضة في تجربة السكتين في حال كانت الدارة مفتوحة :

عندَ **تحريكِ السّاق** على سكّتين معزولتين في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ **تنشأُ القوّة المغناطيسيّة** وبتأثيرِ هذهِ القوّةِ **تنتقلُ الإلكتروناتُ** الحرّةُ من **أحدِ طرفَي السّاق** الذي يكتسبُ شحنةً **مُوجبةً**، وتتراكمُ في **الطّرفِ** الآخرِ الذي يكتسبُ شحنةً **سالبةً** فينشأُ بينَ طرفَي السّاق **فرقاً في الكمونِ** يمثّلُ **القوّةَ المُحرّكةَ الكهربائيّة المُتحرّضة** $\varepsilon = U$

أ. مزيد بكر 0988466306

مبدأ المولد : استنتاج العلاقة المحددة لشدة التيار المتحرض في تجربة السكتين التحريضية ، وبرهان تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

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

يقابلها مسافة $\Delta x = v\,\Delta t$

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

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

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

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

فتكون الاستطاعة الكهربائية الناتجة

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

ولكن عند تحريك الساق تنشأ قوة كهرطيسية، جهتها بعكس جهة حركة الساق المسببة للشوء التيار المتحرض، ولاستمرار تولد التيار يجب التغلب على هذه القوة الكهرطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية

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

الطاقة الميكانيكية تحولت إلى طاقة كهربائية .. $\Rightarrow P = P'$

مولد التيار المتناوب الجيبي (AC أحادي الطور):

استنتاج التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الناشئة

يتكون مولد التيار المتناوب الجيبي من :

إطار ، مغناطيس نضوي ، حلقتين R_1 و R_2

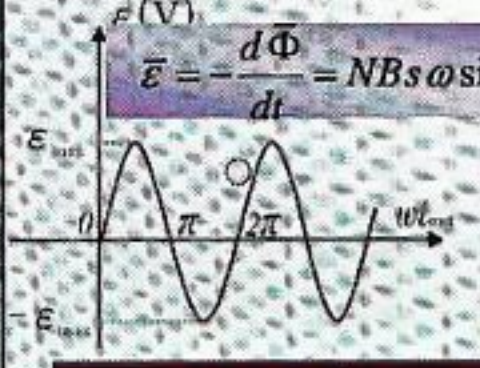
مسفرتان معدنيتان ناقلتان K_1 و K_2

تنقلان التيار إلى الدار الخارجية

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

وأن السرعة الزاوية لدوران الإطار ثابتة فإن الزاوية التي يدورها الإطار $\alpha = \omega t$ وبالتالي فإن $\Phi = NBs\cos\omega t$

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



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

ومنه $\varepsilon_{max} = \omega NBs$

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

مبدأ المحرك : برهان تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية

عندَ مرورِ التيّارِ الكهربائيّ في الساق الخاضعة لتأثير الحقل المغناطيسيّ المنتظم فإنّها تتأثّرُ بقوّةٍ كهرطيسيّةٍ شدتُها $F = ILB$ تعملُ هذه القوة على تحريكِ الساق بسرعةٍ ثابتةٍ فتكونُ الاستطاعةُ الميكانيكيّةُ الناتجةُ

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

لكن عند انتقال الساق بسرعة $\vec{v}$ يقابلها مسافة $\Delta x = v\,\Delta t$

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

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

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

ولاستمرار مرور تيار المولد يجب تقديمُ استطاعةٍ كهربائيّةٍ

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

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

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

A) منع المحرك من الدوران

B) السماح للمحرك بالدوران

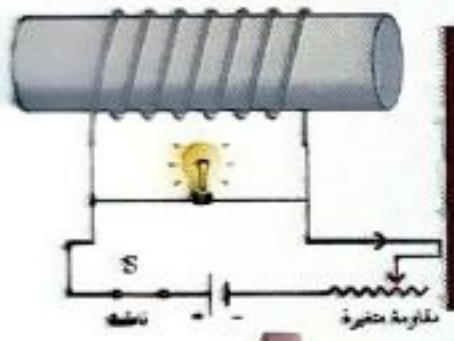
عندَ إغلاقِ القاطعةِ ومنعِ المُحرّك من الدّوران يتوهّجُ المصباحُ وبدلُ المقياسُ على مرورِ تيارٍ كهربائيّ له شدّةٌ معيّنة .

عندَ السّماحِ للمُحرّك بالدّوران تبدأُ سرعتُه بالازديادِ فيقلُّ توهّجُ المصباح وتنقصُ دلالةُ المقياس مما يدلُّ على مرورِ تيارٍ كهربائيّ شدّته أصغرُ .

- *التعليل* : يوجدُ في المُحرّك وشيعةٌ، يمرُّ فيها تيارٌ كهربائيٌّ، تدورُ بتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيّ، وبسببِ هذا الدّورانِ يتغيّرُ التّدفّقُ المغناطيسيُّ من خلالِ الوشيعةِ لذلك يتولد في المحرك قوّةٌ مُحرّكة كهربائية تحريضيّةٌ عكسيّةٌ مُضادّةٌ للقوّة المُحرّكة الكهربائيّة المُطبّقة بينَ قطبَي المولّد تتوقّفُ على سرعةِ دورانِ المُحرّك

في الشكل المرسوم جانباً حيث إضاءة خافتة , صف مع التعليل ما يحدث للمصباح عند :

A) فتح القاطعة B) إغلاق القاطعة



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

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

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

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

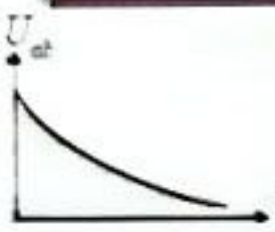
الدارة المهتزة

تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة خلال دور واحد :

تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة , فيزداد تيار الوشيعة ببطء حتى يصل إلى قيمة عظمى نهاية ربع الدور الأول من التفريغ عندما تفقدُ المكثفة كاملَ شحنتِها , فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية عظمى $E_L = \frac{1}{2}LI^2_{max}$

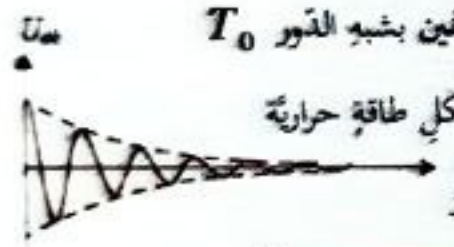
ثم يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبحَ تيارُها معدوماً وتصبح شحنة المكثفة عظمى , فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}$ وهذا يتحقّقُ في نهايةِ نصفِ الدّورِ الأوّل أما في نصفِ الدّورِ الثّاني: تتكرّرُ عمليتا الشّحن والتّفريغ في الاتّجاه المُعاكِس نظراً لتغيُّرِ شحنة اللّبوسَين

أنواع التفريغ في دارة (R,L,C) في كل من حالات المقاومة الآتية : كبيرة , صغيرة , مهملة



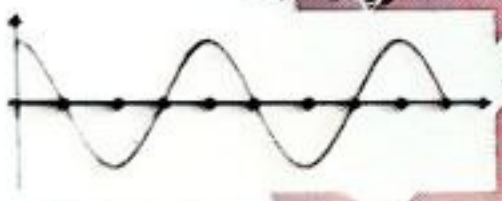
⇦ R كبيرة يكونُ التّفريغُ لا دورياً باتّجاهٍ واحدٍ

حيثُ أن طاقةُ المكثّفةِ تتبدّدُ بالكامل دفعةً واحدةً في أثناءِ تفريغِ شحنتِها الأولى عبرَ الوشيعةِ ومُقاومة الدّارة



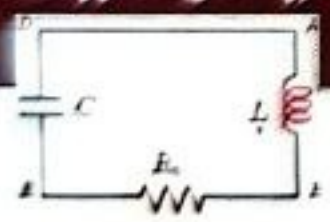
⇦ R صغيرة يكونُ التّفريغ دورياً مُتخامِداً باتّجاهَين بشبهِ الدّور T_0

حيث أن الطّاقةَ تتبدّدُ تدريجياً على شكلِ طاقةٍ حراريّة بفعلِ جولٍ ممّا يؤدّي إلى تخامُد الاهتزاز



⇦ R مهملة يكون التّفريغُ جيبياً باتّجاهَين سعةُ الاهتزازِ فيه ثابتةٌ (غير متخامد) بدورِه الخاصّ T_0

استنتاج المعادلة التي تصف اهتزاز الشحنة وعبارة الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة غير المتخامدة (علاقة تومسون) :



$$\bar{u}_{AB} + \bar{u}_{BE} + \bar{u}_{ED} + \bar{u}_{DA} = 0$$

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

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

استنتاج علاقة الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة :

بحسبِ قانونِ كيرشوف الثّاني

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

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

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

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

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

القسم الثاني $Lidi$ يمثّلُ الطّاقةَ الكهرطيسيّةَ المُختزَنة في الوشيعةِ

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

وهي العلاقةُ المُحدّدة للطّاقة الكهرطيسيّة المُختزَنة في الوشيعة

ويمكنُ أن تُكتبَ بالشّكل $E_L = \frac{1}{2}LII = \frac{1}{2}\Phi I$

تعريف الهنري :

الهنري : هو ذاتيةُ دارةٍ مغلقة يجتازها تدفق مغناطيسي قدره ويبر واحد عندما يمر فيها تيار قدره أمبير واحد

استنتاج العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة L , وعلاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية بدلالة شدة التيار المتغير الذي يجتازها :

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

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

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

منصة نجاحي التعليمية
NAJAHI EDUCATIONAL PLATFORM

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

نعوض فنجد

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

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

وهي مُعادلة تفاضُليّة من المرتبة الثانية **تصفُ اهتزازاً متخامداً للشُحنةِ** الكهربائيّةِ في دارةٍ كهربائيّةٍ R,L,C

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

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

وهي مُعادَلةٌ تفاضُليّةٌ من المرتبة الثّانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل

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

الشُحنةِ مرّتين بالنّسبة للزّمن نجدُ

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

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

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

بالمقارنة مع المعادلة التفاضلية نجد أن النبض الخاص

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

الدور الخاص (علاقة طومسون)

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

تابعَ الشُحنة لدارةَ اهتزازٍ كهربائي :

بما أنَّ $\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ مبدأ الزّمن لحظةَ إغلاقِ الدّارة فإنّ

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

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

تابعُ شدّةِ التيّار المارّ في دارةَ اهتزازٍ كهربائي :

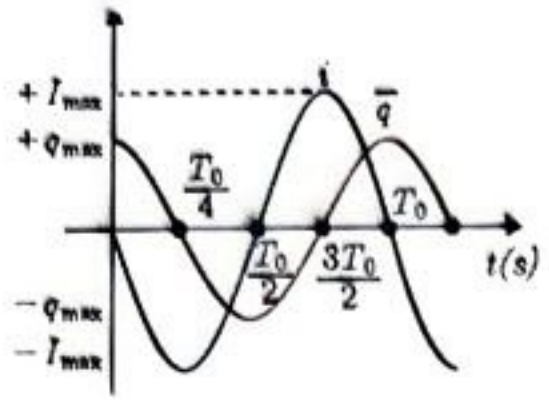
$$i = (q)'_t \Rightarrow i = -\omega_0 q_{max}\sin\omega_0 t$$

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

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

$$i = I_{max}\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) \quad ; \quad I_{max} = \omega_0 q_{max}$$

رسم المُنحنيات البيانيّة لكلٍ من الشُحنة والشدّة بدلالة الزّمن،ماذا نستنتج؟



نستنتج أنه عندما تكونُ شحنةُ المكثفة عُظمى تنعدمُ شدّةُ التيار في الوشيعة وعندما تكونُ الشِدّةُ عُظمى في الوشيعة تنعدمُ شحنةُ المكثفة وبالتالي يكون تابعُ الشِدّةِ على ترابُعٍ متقدّم بالطّور مع تابعِ الشُحنة

استنتاج الطاقة الكلية في الدارة المهتزة :

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

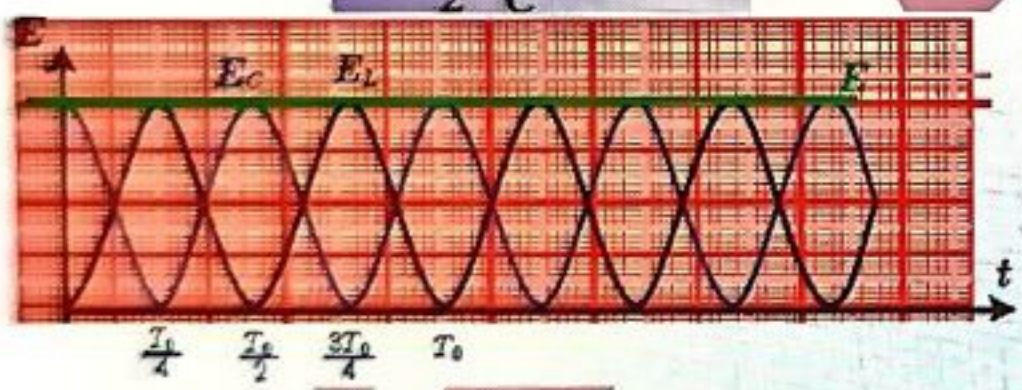
$$\Rightarrow E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$$

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

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

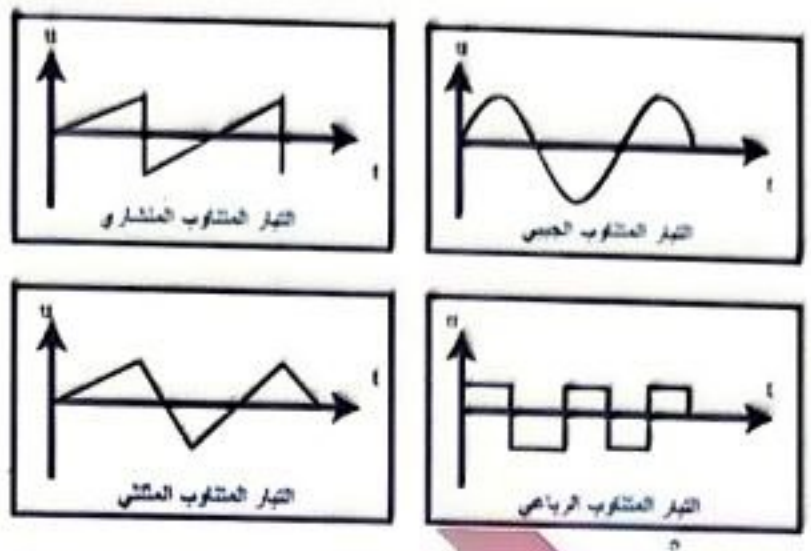
$$= \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}\left[\cos^2\omega_0 t + \sin^2\omega_0 t\right]$$

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



منصة نجاحي التعليمية
NAJAHI EDUCATIONAL PLATFORM

التيار المتناوب الجيبي



نشوء التيار المتواصل :

ينشأ التيار المتواصل من حركة الالكترونات الحرة باتجاه واحد من الكمون المُنخفِض إلى الكمون المُرتفِع بسبب وجود حقل كهربائيّ ناتجٍ عن التّوتُّر المُطبّق

نشوء التيار المتناوب :

ينشأ التيار المتناوب من الحركة الاهتزازية للإلكترونات الحرة حول مواضِعَ وسطيّةٍ بسعةٍ صغيرةٍ من مرتبةِ الميكرو متر بتواتر مساوٍ لتواتُر التيّار وتنتج الحركة الاهتزازية للإلكترونات عن الحقل الكهربائي المُتغيّر بالقيمةِ والاتّجاه والذي ينتشرُ بسرعةِ الضَّوء بجوارِ النّاقل وينتج هذا التغير في الحقل الكهربائي من تغيُّرِ قيمةِ وإشارةِ التّوتُّر

ملاحظة : تسمى الاهتزازات الكهربائيّة بالاهتزازات القسريّة لأن الإلكتروناتُ تهتزُّ في الدّارةِ بالنّبض الذي يفرضُه المُولّد

شرطي تطبيق قوانين أوم في التيار المتواصل على دارة التيار المتناوب :

الدارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة . تو اتر التيار المتناوب الجيبي صغير

الاستطاعات في التيار المتناوب :

المتوسطة المستهلكة : هي معدّل الطاقةِ الكهربائيّة المُقدّمة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\varphi$

الظاهرية : أكبر قيمةٍ للاستطاعةِ المتوسّطة $\varphi = 0 \Rightarrow P_A = I_{eff} U_{eff}$

وتسمى النسبة بينهما عامل الاستطاعة

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

استنتج قوانين أوم في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة صرفة :

إن تابع التّوتُّر اللّحظيّ بين طرفي المقاومة $\bar{u} = R\bar{i} = RI_{max}\cos\omega t$

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

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

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

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

بالمُقارنة بين تابعَي الشِدّة والتّوتُّر نجدُ أنّ فرق الطور بينهما $\varphi_R = 0 rad$

اي انّ المُقاوَمة تجعلُ التّوتُّرَ المطبّق بين طرفيها على تو افقٍ بالطّور مع الشِدّة

الاستطاعةُ المتوسّطةُ المُستهلكة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\bar{\varphi}$

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

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

حيث تُصرف الطاقة في المقاومة حرارياً بفعل جول

استنتج قوانين أوم في دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة المقاومة :

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

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

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

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

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

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

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

بالمُقارنة بين تابعَي الشِدّة والتّوتُّر نجدُ أنّ الوشيعةَ مُهمَلةَ المُقاوَمة تجعلُ التّوتُّرَ اللّحظيّ يتقدّمُ بالطّور على الشِدّة اللّحظيّة بمقدار $\frac{\pi}{2} rad$

الاستطاعةُ المتوسّطةُ المُستهلكة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\bar{\varphi}$

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

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

استنتج قوانين أوم في دارة تيار متناوب تحوي مكثفة :

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

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

أ. مزيد بكر 0988466306

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

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

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

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

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

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

بالمُقارَنة بينَ تابعَي الشِدَّة والتوتُر نجدُ أنّ المكثفة تجعلُ التوتُّرَ يتأخَّرُ عن التيّارِ بمقدارِ $\frac{\pi}{2} rad$

الاستطاعةُ المُتوسِّطةُ المُستهلكة $P_{avg} = I_{eff} U_{eff} \cos\bar{\varphi}$

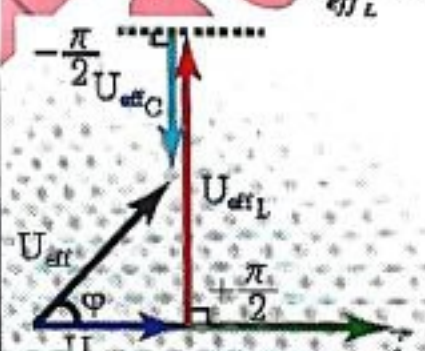
ولكن من أجل المكثفة $\varphi_C = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi_C = 0$

أي أنَّ المكثفة لا تستهلكُ طاقة $\Rightarrow P_{avgC} = 0$

الممانعة الأومية الكلية لدارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية R ووشيعة L مقاومتها مهملة ومكثفة سعتها C موصولة على التسلسل باعتبار $X_L > X_C$

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

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



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

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

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

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

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

✧ عامل الاستطاعة $\cos\bar{\varphi} = \frac{U_{eff_R}}{U_{eff}} = \frac{RI_{eff}}{ZI_{eff}} = \frac{R}{Z}$

رسم إنشاء فرينل للدارة السابقة في كل من الحالات الثلاث الآتية

✧ $X_L > X_C$

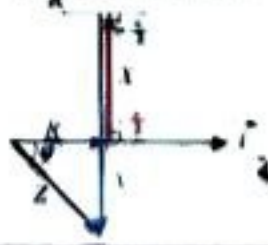
التوتُر مُتقدِّم بالطور على الشِدَّة

ويقال عن الدارة أنها ذات ممانعة ذاتية

✧ $X_L < X_C$

التوتُر مُتأخِّراً بالطور عن الشِدَّة

ويقال عن الدارة أنها ذات ممانعة سعوية

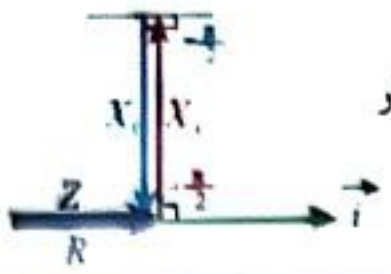


✧ $X_L = X_C$

التوتر على توافق بالطور مع التيار

ويقال عن الدارة أنها

في حالة تجاوب كهربائي (طنين)



حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) :

تحدث حالة التجاوب في دارات الوصل على التسلسل

وتتحقق عندما تكون الإنساعية = الردية $X_L = X_C$

وتكون ممانعة الدارة أصغر ما يمكن $Z = R$

وتكون شدة التيار المنتجة أكبر ما يمكن $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$

التوتر على توافق في الطور مع الشدة (التيار) حيث $\varphi = 0$

عامل استطاعة الدارة $\cos\varphi = 1$

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة أكبر ما يمكن

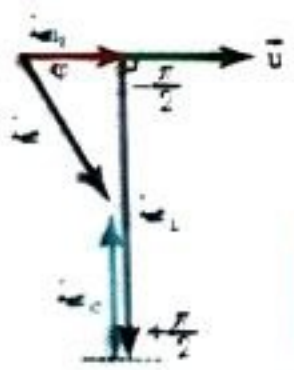
النبضُ الخاصُّ لاهتزاز الإلكترونات الحرّة يُساوي النبض القسري $\omega = \omega_0$

استنتاج العلاقة المحددة لدور الطنين :

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

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

استنتاج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R ووشيعة L مقاومتها مهملة ومكثفة سعتها C موصولة على التفرع:



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

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

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

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

عامل الاستطاعة $\cos\bar{\varphi} = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff}}$

استنتاج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R ووشيعة L مقاومتها مهملة موصولتين على التفرع:

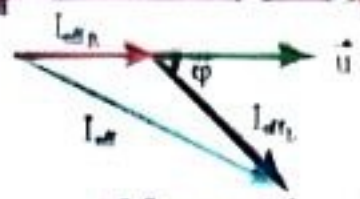
$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L}$$

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

أ. مؤيد بكر 0988466306

استنتاج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R ووشيعة L ذات مقاومة r موصولتين على التفرع:

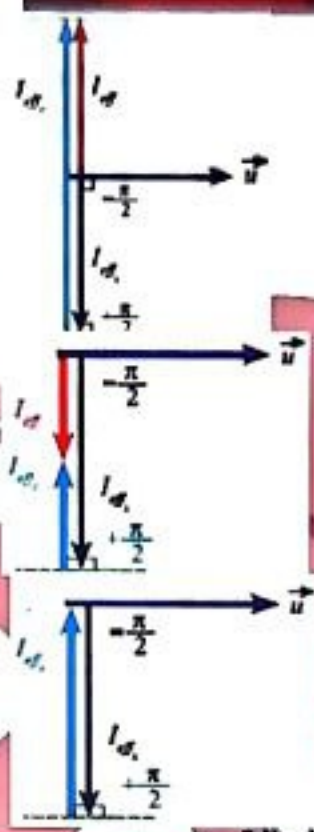


$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

بالتربيع نجد

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

استنتاج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة المقاومة ومكثفة موصولتين على التفرع في كل من الحالات



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

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

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

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

استنتاج العلاقة المحددة للتواتر في الدارة الخانقة للتيار :

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

$$\Rightarrow f_0 = \omega_r / 2\pi = \frac{1}{\sqrt{LC}} / 2\pi = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$$

لماذا تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر :

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

لماذا تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر :

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

لماذا لا تمرر المكثفة تياراً متواصلاً عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل في حين أنها تُمرر التيار المتناوب :

لا تسمحُ المكثفةُ بمرور التيار المتواصل بسبب وجود العازل بين لبوسيها حيث أنه في التيار المتواصل يكون التواتر معدوماً $f = 0$
وبالتالي فإن الممانعة تكون لا نهائية $\Rightarrow X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \infty$

تسمحُ المكثفةُ بمرور التيار المتناوب لأنّ المكثفة تُبدي ممانعة $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ بسبب الحقل الكهربائي الناتج عن شحنتها

المحولة الكهربائية

تعريف المحولة الكهربائية :

هي جهازٌ كهربائيٌّ يعتمدُ على حادثةِ التّحريض الكهرطيسيّ, يعملُ على تغييرِ التّوتُّرِ المُنتج والشِّدَّةُ المُنتجةُ للتيارِ المُتناوب, دونَ أن يتغيّرَ تقريباً من الاستطاعةِ المنقولة ، أو من تواترِ التيارِ ، أو شكلِ اهتزازِ التيار

ما هي آلية عمل المحولة الكهربائية عند تطبيق توتر متناوب جيبي :

عند تطبيق توتر متناوب جيبي بين طرفي الدارة الأولية يمر تيار متناوب فيتولد حقل مغناطيسي متناوب, تعملُ النّواةُ الحديديّة على تمريرِ كاملِ تدفُّقه إلى الدارة الثانوية تقريباً ، فتتولد فيها قوة محركة كهربائية تساوي التّوتُّر المُتناوب الجيبيّ بينَ طرفيها بإهمالِ مُقاوَمة أسلاكِ الوشائع في المُحوّلة , فيمر تيار متناوب له تواترُ التيّار المارّ في الأوليّة.

العلاقة المعبرة عن نسبة التحويل :

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

أشكال الاستطاعة الضائعة في المحولة الكهربائية :

استطاعة كلّيّة ضائعة حرارياً $P_L = P'_P + P'_S$

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

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

استطاعة كهربائية ضائعة مغناطيسياً P_M

نتيجة هروب جزء من خطوط الحقل المغناطيسي خارج النواة الحديدية

أ. مؤيد بكر 0988466306

كيف يمكن تحسين كفاءة عمل المحولة ؟

لتحسين كفاءة عمل المُحوّلة تُصنَع :

- أسلاكُ الوشيعة من النُّحاس ذي المُقاومة النوعيّة الصّغيرة
لتقليل الطّاقة الكهربائيّة الضّائعة بفعل جول .
- النّواةُ الحديدية من شرائح رقيقة من الحديد اللّين معزولةٌ عن بعضها البعض
لتقليل أثر التيارات التحريضيّة .

مردود المحولة الكهربائية :

هو نسبةُ الاستطاعةِ الكهربائيّةِ المُفيدةِ التي نحصلُ عليها
من الدّارة الثّانويّة إلى الاستطاعة الكهربائيّة الدّاخلة إلى الدّارة الأوليّة

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

وذلك باعتبارِ عاملِ الاستطاعة قريباً جداً من الواحِد

حيث أن P الاستطاعةُ المُتولّدة من منبعِ التيّارِ المُتناوِب

P' الاستطاعةُ الضّائعةُ حراريّاً في أسلاكِ النّقل بفعلِ جول

U_{eff} التوتُّر المُنتج بينَ طرفَي المنبع

I_{eff} شدة التيار المنتجة R مُقاوَمة أسلاكِ النّقل

كيف نجعل المحولة مثالية ؟

بجعل المردودُ يقتربَ من الواحد وذلك بتصغيرُ مُقاوَمةِ أسلاك النّقل R

أو تكبيرُ U_{eff} باستعمال مُحوّلاتٍ رافعةٍ للتوتُّر عندَ مركزِ توليد التيّار

الأمواج المستقرة العرضية

استنتاج معادلة المطال المحصّل لاهتزاز نقطة n من موجة عرضية مُستقِرّة :

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

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

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

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

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

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

وذلك باعتبار سعة الموجة المستقرة في النقطة n $Y_{max/n} = 2Y_{max}\left|\sin\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right|$

معادلة أبعاد عقد وبطون الاهتزاز عن النهاية المقيدة في الموجة المستقرة العرضية:

عقد الاهتزاز N

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

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

بطون الاهتزاز A

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

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

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

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

استنتاج تواتر اهتزاز وتر مُهتز على نهاية مقيدة :

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

استنتج تواتر اهتزاز وتر مُهتز على نهاية طليقة :

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

العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الاهتزاز العرضيّ في وتر مُهتز واستنتاج علاقة تواتر الوتر المشدود بدلالة قوة الشد F_T

تتناسب سرعةُ انتشارِ الاهتزازِ العرضيّ في وتر مُهتزّ

- طرداً مع الجذرِ التّربيعيّ لقوّة الشّدّ F_T

مع الجذر التّربيعيّ للكتلة الخطيّة μ عكساً $\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

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

حيث أن f تواتُر الصّوت البسيط الصّادر عن الوتر، ويُقدَّرُ بالهرتز Hz

F_T قوّةُ شدِّ الوتر، وتُقدَّرُ بالنّيوتن N L طولُ الوتر، وتُقدَّرُ بالمتر m

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

n عددٌ صحيحٌ يُمثّلُ عددَ المغازل المُتكوّنة في الوتر و رتبة الصّوت الصّادر عنه (المطروح)

الأمواج الكهرطيسية :

تتألّفُ من حقلَين مُتعامِدَين: حقلٍ كهربائيّ $\vec{E}$ وحقلٍ مغناطيسي $\vec{B}$

تتولّد بوساطة هوائي مرسل يُوضعُ في محرقٍ عاكسٍ بشكل قطع مكافئ -دوري

عندما تُلاقي الأمواج الكهرطيسيّة الواردة الحاجز المعدني فإنها تنعكس عنه وتتداخلُ مع الأمواج الكهرطيسيّة المُنعكِسة لتؤلّف أمواجاً كهرطيسيه مستقرة.

نكشف عن $\vec{E}$ بوساطة هوائي مستقبل سمعه موازياً للهوائي المرسل يُمكِنُ تغيير طوله حيث يكون أصغرُ طولٍ للهوائي المُستقبِل يساوي $\lambda/2$

نكشف عن $\vec{B}$ بوساطة حلقة نحاسية عمودية على $\vec{B}$ فيولد فيها توتراً ذليجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

حيث يكون الحاجز الناقل المسوي عقدةً للحقل الكهربائي وبطناً للحقل المغناطيسي

الأمواج المستقرة الطولية

الأمواج المُستقرّة الطوليّة في نابض:

- إن عقد الاهتزاز عبارة عن حلقات ساكنة سعة الاهتزاز فيها معدومة لأنه تصلها الموجة الطولية الواردة والموجة الطولية المنعكسة على تعاكس دائم.

- إن بطون الاهتزاز عبارة عن حلقات مهتزة سعة الاهتزاز فيها عظمى لأنه تصلها الموجة الطولية الواردة والموجة الطولية المنعكسة على توافق دائم.

- إن بطونَ الاهتزازِ هي عقدٌ للضّغط في الأمواج المُستقِرّة الطوليّة في نابض.

- إن عقدَ الاهتزازِ هي بطونٌ للضّغط في الأمواج المُستقِرّة الطوليّة في نابض.

الأمواجِ المُستقِرّة الطوليّة في أنبوبِ هواءِ المِزمار:

عندَما تهتزُّ طبقة الهواء المُجاورة للمنبع ينتشرُ هذا الاهتزاز طولياً في هواء المِزمار كلّه ليَنعكسَ على النهاية فتتداخلُ الأمواجُ الواردةُ معَ الأمواج المُنعكِسة داخل الأنبوب لتؤلّفَ جملةُ أمواجٍ مُستقِرّة طولية حيث يتكون عندَ النّهاية المُغلَقة عقدةٌ للاهتزاز أمّا عندَ النّهاية المفتوحة يتكوّنُ بطنٌ للاهتزاز

استنتاج تواتر الصوت البسيط الذي يصدره مزمار متشابه الطرفين :

إن طول المزمار يساوي عدداً صحيحاً من نصف طول الموجة

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

استنتج تواتر الصوت البسيط الذي يصدره مزمار مختلف الطرفين :

إن طول المزمار يساوي عدداً فردياً من ربع طول الموجة

$$\frac{N}{N_1} = \frac{\text{عدد اللقات الكلي}}{\text{عدد لقات طبقة واحدة}} = \text{عدد الطبقات}$$

العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الصوت في الغازات :

✧ تتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة حرارته المطلقة (كلفن) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}}$

تتناسب سرعتا انتشار الصوت في غازين مختلفين عكساً مع الجذر التربيعي لكثافتهما بالنسبة للهواء، وذلك في نفس درجة الحرارة $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

الإلكترونيات

النماذج الذرية والطيوف

المبادئ الرئيسية التي اعتمد عليها بور في شرح الطيوف الذرية :

1. إنَّ تغيُّرَ طاقةِ الذَّرّة مُكمَّم.
2. لا يُمكِنُ للذّرّة أنْ تتواجدَ إلّا في حالات طاقية مُحدَّدة، كلّ حالةٍ منها تتميّزُ بسويّة طاقية محددة.
3. عندَما ينتقلُ الإلكترون في ذرّةٍ مُثارّة من سويّة طاقية E_2 الى سويّة طاقية E_1 فإنَّ الذّرّة تُصدِرُ فوتوناً طاقتُه تساوي فرق الطّاقة بينَ السّويّتين، أي $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$

طبيعة حركة الإكترون على مساره , والقوى التي يخضعُ لها :

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

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

$$F_C = m_e a_C = m_e\frac{v^2}{r}$$ قوة عطالة نابذة

فرضيات بور :

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

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

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

العلاقات المحددة لنصف قطر مسار الإلكترون في ذرة الهيدروجين والطاقة الكلية له:

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

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

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

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

هي طاقةُ الحالةِ الأساسيّة للهيدروجين

أ. مؤيد بكر 0988466306

نستنتج أنه لكي تتأين ذرّة الهدروجين يجب إعطاؤها طاقة تكفي لنقل الإلكترون من حالة ارتباطه في السّوية الأساسيّة إلى حالة عدم الارتباط أي إلى طاقة معدومة، أي يلزمُ إعطاء طاقة أكبرُ أو تُساوي $13.6\ eV$

الطاقة الكلية للإلكترون في مداره في جملة (إلكترون – نواة) :

① قسم سالب هو الطّاقةُ الكامنة نتيجة تأثّره بالحقل الكهربائيّ النّاتج عن النّواة

② قسم موجب هو الطّاقة الحركيّة النّاتجة عن دورانه حولَ النّواة

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

الإشارة السالبةُ سببها أنّها طاقةُ ارتباطٍ تُشكّلُ طاقةَ التّجاذُب الكهربائيّة الجزء الأكبرَ منها .

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

منشأ الطّيوف الذرية , وأنواعُها :

إن الطيف الذري مكوّن من عددٍ من الخطوط الطّيفيّة بتواتُراتٍ مُختلِفة كلٌّ من هذه الخطوط يُمثّلُ انتقالَ الإلكترون بينَ سويّتَين طاقيّتَين في الذرّة .

الطيوف نوعان :

① الطيوفُ المُستمِرّة : هي الطّيوفُ التي تظهرُ فيها جميعُ ألوان الطّيف على هيئةِ مناطقَ مُتجاورةٍ من دونِ وجودِ فواصلَ بينها , مثل طيوفُ إصدارات الأجسام الصّلبة المتّاجنة (طيف مصباح التنغستن , طيف الإصدار الشمسي)

② الطّيوفُ المُتقطِّعة : يتكوّنُ طيفُ الإصدار لهذه المنابع من خطوطٍ طيفيّة مُنفصِلة , مثل طيوفُ المصابيح الغازيّة (طيف إصدار ذرات الهيدروجين , طيف مصباح بخار الزئبق)

سلاسلُ الطّيف الخطّي للهيدروجين :

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

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

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

التحليل الطّيفي :

تعتمدُ تقاناتُ التّحليل الطّيفيّ للموادّ على امتصاصٍ أو إصدارِ ذرّاتها للطّاقة , حيث تُشكّلُ في مجموعِها طيفاً خطيّاً مميّزاً للمعدنِ المدروس على شكل إشعاع يمكن من خلاله كشفُ المادة التي يتم تحليلها ومعرفة تركيبها الكيميائيّ , وتُعَد تواترُاتُ هذه الإشعاعات أو أطوالُها الموجيّة مُميّزة للعنصر فيُمكِنُ استخدامُها للتّعرُّف عليه .

الانتزاع الإلكتروني وتسريعها

طاقة انتزاع الإلكترون E_s من سطح المعدن :

هي الطّاقة الدّنيا اللّازمة لانتزاعِ الإلكترونِ من سطحِ معدنٍ , تتعلق بمُتحوّلات المعدن : العدد الذّرّيّ , كثافة المعدن , طبيعة الرّوابط

لانتزاعِ إلكترون حرٍّ من سطح معدنٍ ونقله مسافةً صغيرة dl خارجَ المعدن يجبُ تقديمُ طاقةٍ :

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

حيث أن: E_s طاقة الانتزاع و W_s عمل الانتزاع

U_s فرق كمون الانتزاع بينَ سطحِ المعدنِ والسّطحِ الخارجيّ

E الحقل الكهربائيّ المُتولّد عن الأيوناتِ الموجبة عندَ سطحِ المعدن

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

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

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

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

حيث أن

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

طرقُ انتزاعِ إلكترون من سطحِ المعدن :

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

② الفعلُ الكهرحراريّ : تُقدّمُ الطّاقةُ اللّازمة لانتزاعِ الإلكترون على شكلِ طاقةٍ حراريّةٍ

③ مفعولُ الحثّ : تُقدّمُ الطّاقةُ اللّازمة لانتزاعِ الإلكترون عن طريق قذفِ سطحُ المعدنِ بحزمةٍ من الجُسيماتِ ذات الطّاقة الكافية

تسريع الإلكترونات :

يتم بإخضاعها لحقولٍ كهربائيّةٍ ساكنة أو حقول مغناطيسيّة ساكنة أو كليهما معاً

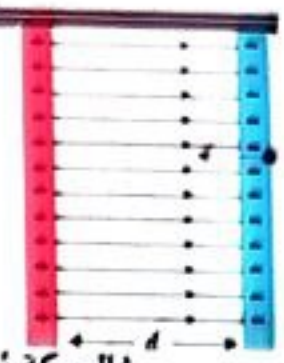
دراسة حركة إلكترون ساكن من اللبوس السالب إلى الموجب لمكثفة :

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

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

بالإسقاط على محور له منحى وجهة الحركة

أ. مزيد بكر 0988466306



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

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

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

فالحركة مُستقيمةٌ مُتسارعةٌ بانتظام

$v^2 - v_0^2 = 2ad \quad ; \quad v_0 = 0$

$\Rightarrow v^2 - 0 = 2\frac{eU}{m_e d}d \Rightarrow v = \sqrt{2\frac{eU}{m_e}}$

نستنتج أنه تزداد سرعةُ خروج الإلكترون من نافذة اللبوس الموجب بزيادةِ فرق الكمون بينَ اللبوسين .

دراسة حركة إلكترون يتحرك بسرعة $\vec{v}$ ليدخل بين اللبوسين الأفقيين لمكثفة عمودياً على شعاع الحقل الكهربائي $\vec{v} \perp \vec{E}$:

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

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

بالإسقاط على المحورين $\vec{ox}, \vec{oy}$

$\overrightarrow{ox} \begin{cases} v_{ox} = v_0 = v \\ F_x = 0 \Longrightarrow a_x = 0 \Longrightarrow v_x = const \end{cases}$

فالحركةُ مُستقيمةٌ منتظمة

$x = vt + x_0 \quad ; x_0 = 0 \quad \Rightarrow x = vt \quad \ldots\ldots ①$

$\overrightarrow{oy} \begin{cases} v_{oy} = 0 \\ F_y = F \Longrightarrow m_e a_y = e\frac{U}{d} \\ \Longrightarrow a_y = \frac{eU}{m_e d} = const \end{cases}$

فالحركة مُستقيمةٌ مُتسارعةٌ بانتظام

$y = \frac{1}{2}a_y t^2 + v_{0y}t + y_0 ; (v_{0y} = 0, y_0 = 0) \Rightarrow y = \frac{1}{2}\frac{eU}{m_e d}t^2 \ldots ②$

من ① نجد أن $t = \frac{x}{v}$ نعوض في ② فنجد $y = \frac{1}{2}\frac{eU}{m_e d v^2}x^2$

ومنه فإن المسار محمول على جزء من قطع مكافئ

الأشعّة المهبطيّة

تعريف الإنفراغ الكهربائي والأشعة المهبطية :

الانفراغ الكهربائي : هو شرارةٌ كهربائيّة تحدُثُ عبرَ العازل الفاصل بينَ جسمين مشحونين بفرق كمون كافٍ .

الأشعة المهبطية : هي عبارة عن إلكتروناتٍ مُنتزعةٍ من مادة المهبط ومن إلكتروناتِ تأين الذرات الغازية بجوار المهبط يُسرّعُها الحقلُ الكهربائيُ الشديدُ الناتج عن التوتر المطبّق بينَ قطبي أنبوب التفريغ الكهربائي .

أنبوب التفريغ الكهربائي (أنبوب كروكس) :

أنبوب زجاجي طوله 50cm وقطره 4cm يثبت في طرفيه مهبط ومصعد ويوجد فتحة مخلية ضغط بوساطتها يُمكنُ التحكُم بضغط الغاز داخل الأنبوب يتمُ توصيلُ طرفي الأنبوب إلى دارة تيار DC عالي التوتر من مرتبة 50Kv

شرطا توليد الأشعة المهبطية :

① فراغٌ كبيرٌ في الأنبوبِ يتراوحُ الضَغطُ فيه بينَ $(0.01\text{-}0.001mmHg)$

② توتّرٌ كبيرٌ نسبياً بينَ قطبَي الأنبوب حيثُ يولّدُ حقلاً كهربائياً شديداً بجوار المهبط

آلية توليد الأشعّة المهبطية :

عندَ تطبيقِ توتّرٍ كهربائيّ كبيرٍ بينَ قطبَي الأنبوبِ تتّجهُ الأيونات المُوجبة نحوَ المهبط بسرعةٍ كبيرةٍ حتّى تصلَ إلى المهبط وتصدمَه . فيتم انتزاع بعضٍ من الإلكتروناتِ الحرّة من سطحِ معدنِ المهبطِ الّذي يقومُ بدفعها لتبتعدَ عنه نظراً لشحنتها السّالبة ويسرّعُها الحقل الكهربائيّ لتصدُمَ من جديد، في أثناءِ توجُهِها نحوَ المصعد، ذراتٍ غازيةٍ جديدةٍ وتُسبّبُ تأيّنها، وتتشكّلُ أيوناتٌ موجبةٌ جديدةٌ تتّجهُ نحوَ المهبطِ لتولّدَ إلكتروناتٍ جديدةً

خواص الأشعّة المهبطية :

❶ تنتشرُ وفقَ خطوطٍ مُستقيمةٍ ناظميّة على سطحِ المهبط *(إذا كانَ المهبطُ مستوياً فالحزمةُ مُتوازية , إذا كانَ المهبطُ مُقعّراً فالحزمةُ مُتقاربة , إذا كانَ المهبطُ مُحدّباً فالحزمةُ مُتباعدة)* , ❷ تُسبّبُ تألّق بعضِ الأجسام (الزجاج العادي يتألق بالأخضر , كبريتات الكالسيوم تتألق بالأصفر البرتقالي) , ❸ ضعيفةُ النفوذ ❹ تحملُ طاقةً حركيّة , ❺ تتأثرُ بالحقلِ الكهربائيّ , ❻ تتأثرُ بالحقلِ المغناطيسيّ , ❼ تُنتجُ أشعةً سينيّة , ❽ تؤيّنُ الغازات , ❾ تعملُ عملَ الأشعّة الضّونيّة .

الفعل الكهرحراري

الفعل الكهرحراري :

هو انتزاعُ إلكتروناتٍ حرّةٍ من سطحِ معدنٍ بتسخينه إلى درجةِ حرارةٍ مُناسبة

آلية حدوث الفعل الكهرحراري :

باستمرارِ التّسخين يزدادُ خروجُ الإلكتروناتِ من ذراتِ سطحِ المعدنِ وتزدادُ شحنةُ المعدنِ ممّا يزيدُ من قوّةِ جذبِ المعدنِ للإلكتروناتِ المُنطلقة فتتشكّلُ سحابةٌ إلكترونيّة، كثافتُها ثابتةٌ حولَ سطحِ المعدن

حيث يزداد عددُ الإلكتروناتِ المُنتزعة من سطح المعدن كلّما :
قلّ الضّغطُ المُحيطُ بسطحه . ارتفعت درجةُ حرارة المعدن

أجزاء راسم الاهتزاز الإلكتروني :

- المدفع الإلكتروني : يتألف من :
  ① المهبط : صفيحة معدنيّة يُطبّقُ عليها توتُر سالب
  يُصدرُ إلكتروناتٍ بالفعل الكهرحراريّ
  ②شبكة وهنلت : وهي أسطوانة تحيط بالمهبط في قاعدتها
  ثقب ضيّق تعمل على ضبطِ الحزمة الإلكترونيّة
  عن طريق : تجميع الإلكترونات الصّادرة عن المهبط في نقطةٍ
  تقعُ على محورِ الأنبوب , والتّحكّم بعددِ الإلكترونات النّافذة
  من ثقبها من خلالِ تغيير التّوتُر السّالب المُطبّق على الشّبكة ممّا
  يغيّرُ من شدّة إضاءة الشّاشة .
  ③ مصعدان: لتسريع الحزمة الإلكترونيّة بتطبيق توتر عالي .

- الجملة الحارفة : يتألف من :
  مُكثّفة لبوساها أفقيّان و مُكثّفة لبوساها شاقوليّان
  تُستخدمان لحرف الحزمة الإلكترونيّة شاقوليّاً وأفقيّاً.

- الشّاشة المُتألّقة : يتألف من ثلاث طبقات من :
  الزجاج , والغرافيت , وكبريت الزّنك.

نظرية الكم والفعل الكهرضوئي

الفرضيتين اللتين قامت عليهما نظرية الكم :

- فرضية بلانك : افترضَ بلانك أنّ الضّوءَ والمادّة يُمكنُهما تبادُل الطّاقة من خلالِ كمّيات مُنفصلة من الطّاقة سُمّيَت كمّات الطّاقة ، تُعطى طاقةُ كلّ كمّة بالعلاقة $E = \hbar . f = \frac{h c}{\lambda}$
- فرضية أينشتاين : افترضَ أينشتاين أنّ الحزمة الضّوئيّة مُكوّنةٌ من فوتوناتٍ كمّات الطّاقة طاقةُ كلٍّ منها $E=hf$ ويحصلُ تبادل للطّاقة مع المادّة من خلال امتصاص أو إصدار فوتونات

خواص الفوتون :

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

تجربة هرتز :

عند تعريض صفيحة الزنبلة المشحونة بشحنة سالبة لضوء مصباح بخار الزئبق:

- تُنتزعُ الإلكتروناتِ من صفيحةِ الزّنبلة بالفعل الكهرضوئيّ ممّا يؤدّي إلى فقدانها لشحنتها السّالبة حتّى تتعادل، فتنطبق وريقتا الكاشف
- عند وضع لوح زجاجي لا يتغيّر انفراج وريقتي الكاشف الكهربائي لأن اللّوحُ الزّجاجيّ يمتص الأشعّة فوق البنفسجيّة المسؤولة عن انتزاع الإلكترونات، بينما يسمحُ بمرور الأشعّة المرئيّة والأشعّة تحتَ الحمراء التي لا تمتلكُ الطّاقة الكافية لانتزاع الإلكترونات
- عند شحن الصفيحة بشحنة موجبة نجدُ أنّ وريقتي الكاشف لا يتغيّرُ انفراجها إنّ الإلكتروناتِ التي يجري نزعها يُعاد جذبُها إلى الصّفيحة

الفعلِ الكهرضوئيّ بالاستنادِ إلى فرضيّة أينشتاين :

اقترحَ أينشتاين أنّه عندما يسقطُ فوتون على معدنٍ فإنّ هذا الفوتون يتم امتصاصُه عن طريق تقديم طاقته للإلكترون , وهنا نُميّز ثلاث حالات :

- إذا كانت طاقةُ الفوتون مُساويةً لعملِ الانتزاع فإنّ ذلك يؤدّي إلى انتزاعِ الإلكترون، وخروجه من المعدن، ولكن بطاقةٍ حركيّةٍ معدومة، وتواتُر الموجة عندئذٍ يمثّلُ تواتُر العتبة اللازمة لانتزاع الإلكترون

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

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

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

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

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

مقارنة بين فرضيّة أينشتاين والنظرية الموجية الكلاسيكية :

فرضيّة أينشتاين	النظرية الموجية الكلاسيكية
لا يحدثُ الفعلُ الكهرضوئيّ إذا كانَ تواتُرُ الضّوء الوارد أقلّ من تواتُر العتبة	يحدثُ الفعلُ الكهرضوئيّ عند جميع التّواتُرات بحسب شدّةِ الضّوء الوارد
لا تزدادُ الطّاقةُ الحركيّة للإلكترون المُنتزَع بزيادةِ شدّةِ الضّوء الوارد	تزدادُ الطّاقةُ الحركيّة للإلكترون المُنتزَع بزيادةِ شدّة الضّوء الوارد
تزدادُ الطّاقةُ الحركيّة العُظمى للإلكترون المُنتزَع بزيادة تواتُر الضّوء الوارد	لا علاقةَ بينَ طاقةِ الإلكترون وتواتُر الضّوء الوارد
يحدثُ انتزاعٌ للإلكتروناتٍ من سطحِ المعدنِ آنيّاً	يحتاجُ الإلكترونُ لزمنٍ امتصاص الفوتون الوارد حتّى يُنتزع

معادلة أينشتاين في الفعل الكهرضوئي:

$$E_k = E - E_s = hf - hf_s = h\frac{c}{\lambda} - h\frac{c}{\lambda_s}$$

$$E_k = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s}\right)$$

الخليّة الكهرضوئيّة :

تتألف الخليّة الكهرضوئيّة من حبابة زجاجيّة من الكوارتز مُخلاة من الهواء تحتوي مسرى معدني يغطي سطحه طبقة رقيقة من معدن قلوي تتلفى الضّوء، يسمى المهبط كما تحتوي على مسرى آخر يسمى المصعد

عندَ تعرُّضِ المهبط للحزمة الضّوئيّة تُنتزَعُ بعضُ الإلكتروناتِ من الصّفيحة، وتنطلقُ بسرعةٍ غيرِ معدومة

عندما يكون كمونُ المصعد أعلى من كمون المهبط تعملُ القوّة الكهربائيّة على تسريعِ الإلكتروناتِ المتّجهة إلى المصعد. ويزدادُ بذلك عددُ الإلكترونات الّتي تصلُ إليه، فتزدادُ شدّةُ التيّار نتيجة لذلك حتى تصلَ قيمتُها العُظمى I_s فنقولُ إنّ التيّارَ وصلَ إلى حالةِ الإشباع

عندما يكونُ كمونُ المهبط أعلى من كمونِ المصعد عندئذٍ لا يمرُّ تيارٌ كهربائيٌّ في الخليّة ويسمى هذا الكمون بكمون الإيقاف U_0

الأشعّة السّينيّة

تعريف الأشعة السينية ؟ اشرح آلية توليدها :

هي أمواجٌ كهرطيسيّةٌ، أطوالُ موجاتها قصيرةٌ جدّاً

اشرح آلية توليد الأشعة السينية :

تُنتزَعُ الإلكتروناتُ من سلكِ التّنغستين نتيجةَ تسخينه ثم يتم تُسرَّعُ الإلكتروناتُ المنتزعة بالحقل الكهربائيّ الشديد المُطبّق بينَ المصعد والمهبط. تصطدِمُ الإلكتروناتُ المُسرّعة بذرّاتِ الهدف مما يؤدي إلى انتزاعِ إلكترون من إلكترونات الطبقة الدّاخليّة في ذرّات الهدف، ويُخلّفُ وراءه ثقباً. ينتقلُ أحدُ إلكترونات من الطبقاتِ الأعلى لذرّاتِ مادة الهدفِ بسرعةٍ ليحلَّ في الثّقب ويترافقُ ذلك بإصدار فوتوناتٍ ذاتِ طاقةٍ عاليةٍ جداً تُمثّل الأشعة السّينيّة

أقصرُ طول موجة يُمكنُ أن تنطلق به فوتونات الأشعة السّينيّة :

الطاقة العظمى لفوتونات = الطاقة الحركية للإلكترونات المسرّعة التي تُسبّبُ اصدارَها

$$E = E_k \Rightarrow hf_{max} = eU$$

$$\Rightarrow h\frac{C}{\lambda_{min}} = eU \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hC}{eU}$$

نستنتجُ أنّ اقصرَ طولِ موجةٍ لفوتون الأشعّة السّينيّة يتوقّفُ على فرق الكمون الكهربائيّ المُطبّق بينَ طرفي أنبوب توليد الأشعّة السّينيّة.

خواص الأشعّة السّينيّة :

❶ ذاتُ طبيعةٍ مَوجيّة (هي أمواجٌ كهرطيسيّة أطوالُ موجاتها قصيرةٌ جدّاً) .
❷ ذاتُ قدرةٍ عاليةٍ على النّفاذ . ❸ تَصدُر عن ذرّاتِ العناصرِ الثّقيلة .
❹ تُشبِهُ الضّوءَ المَرئيّ . ❺ تُسبّبُ التّألقَ لبعضِ الأجسام الّتي تسقطُ عليها .
❻ لا تملكُ شحنةً كهربائيّة (لذلك لا تتأثّرُ بالحقلين الكهربائيّ والمغناطيسيّ) .
❼ تؤثّرُ في الأنسجة الحيّة (تُخربها) . ❽ تؤيّنُ الغازات

العوامل التي تتوقف عليها قابليّةُ امتصاصِ ونفاذُ الأشعّة السّينيّة :

① ثخن المادّة : يزدادُ الامتصاص وينقص النفاذ كلّما ازدادَ ثخنُ المادّة
② كثافة المادّة : يزدادُ الامتصاص وينقص النفاذ كلّما ازدادَت كثافة المادّة
③ طاقة الأشعّة : ينقص الامتصاص ويزداد النفاذ كلّما ازدادَت طاقة الأشعّة المُرتبطة بقيمةِ فرقِ الكمونِ المُطبّق على أنبوبِ توليدِها .

أنواع الأشعة السينية من حيث الطاقة :

① الأشعة اللينة : أطوال موجاتها $1nm < \lambda < 13.6nm$
طاقتها منخفضة نسبياً وامتصاصها كبير ونفوذها قليل
② الأشعة القاسية : أطوال موجاتها $0.001nm \le \lambda \le 1nm$
طاقتها عالية وامتصاصها قليل ونفوذها كبير

أشعّة الليزر

تعريف الليزر :

هو عبارةٌ عن إشعاعٍ كهرطيسيّ يرسلُ كمّيات من الضّوء مُتساوية من حيثُ التّواتر والطّور تظهرُ على هيئةِ حزمةٍ ضوئيّة تتّسمُ بالطّاقةِ العاليةِ ذاتِ تماسُكٍ شديد

مقارنة بين الإصدار المحثوث والإصدار التلقائي في الليزر :

الإصدار التلقائي	الإصدار المحثوث
يحدثُ بوجود حزمةٍ ضوئيّة واردة أو بعدم وجودها فالذرة المثارة تعودُ تلقائياً بعدَ مُدّةٍ زمنيّةٍ قصيرةٍ إلى المُستوى الأدنى. وهذا يصاحبُه إصدارُ فوتون	يحدثُ عند تعرُّض الذّرة المُثارة لحزمةٍ ضوئيّة في هذه الحالة يؤدّي مرورُ فوتون بجوار الذّرة المُثارة إلى تحفيز إلكترون الذّرة المثار فيصدرُ فوتونٌ آخرُ
يحدثُ في جميع الاتّجاهات	لهُ الفوتون الصادر في نفسِ جهة الفوتون الوارد
طولُ الفوتون الصادرُ يُمكنُ أن يأخذَ أيّ قيمة	طولُ الفوتون الصادر يطابقُ طولَ الفوتون الوارد

خواص حزمة الليزر :

❶ وحيدةُ اللّون *(أي لها ذاتُ التّواتر)*.

❷ مُترابطةٌ بالطّور *(لها طولُ الفوتون الّذي حثّها نفسُه)*.

❸ انفراجُ حزمةِ اللّيزر صغيرٌ *(أي لا يتوسّعُ مَقطعُ الحزمة كثيراً عندَ الابتعاد عن منبعِ اللّيزر)*

مكونات جهاز الليزر :

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

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

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

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

③ جملةُ الضّخّ : هي المؤثر أو المصدر الخارجي الذي يقومُ بتقديم الطاقةِ للوسَط المُضخّم فيعمل على إثارة الذّرّات للتّعويض عن انتقال الذّرّات إلى الحالة الأساسيّة نتيجة الإصدار المحثوث

وهناك ثلاث طرق للضخ : الضوئي , والكهربائي , والكيميائي .

أنواع واستخدامات الليزر :

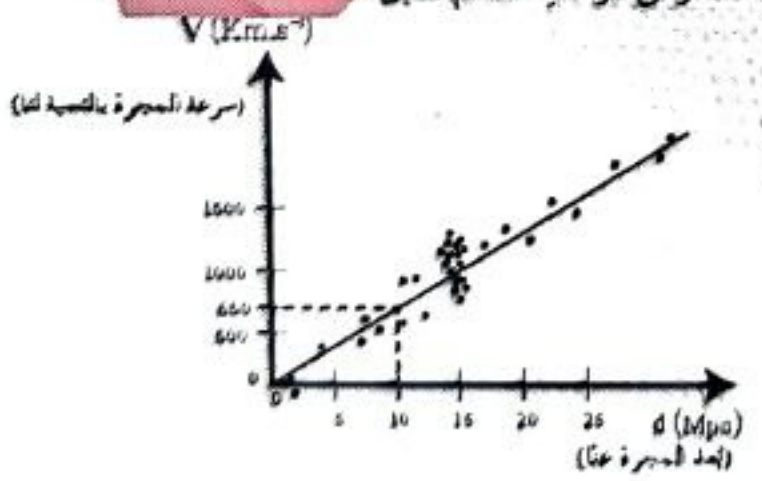
- الليزرات : الغازية , الصلبة , الياقوتية , السائلة .
- يستخدم في : طب العيون , العمليات الجراحية , إظهار الصّور ثلاثيّة الأبعاد , ماسحات الباركود , عمليّات لحام وقصّ المعادن وثقبها .

الفيزياء الفلكية

مفاهيم :

- إشعاعُ الكواكبِ أكثرُ ثباتاً من إشعاعِ النُّجوم
- مواقعُ الكواكبِ متغيّرة أمّا النُّجوم فتبقى في تشكيلات ثابتة
- تتحرّكُ الكواكبُ في مجالٍ مُعيَّن بالنّسبة لمُراقبٍ على الأرض أمّا النُّجومُ فهي تنتشرُ على امتدادِ القبةِ السّماويّة
- باستخدامِ التّلسكوب تبدو الكواكبُ أكثرَ وضوحاً أمّا النُّجومُ فتبقى نقاطاً مُضيئةً
- في النُّجوم يندمجُ الهدروجين ليعطيَ الهليوم، ويتحوّلُ النّقصُ في الكتلةِ نتيجةَ ذلكَ إلى طاقةٍ وفقَ العلاقةِ $\Delta E = \Delta m c^2$
- الإشعاعُ النّجميّ : يُمكِنُ تحديدُ كتلةِ النّجم، وعمرِه، وتركيبه الكيميائيّ، وعدّةِ خصائصَ أخرى بمُلاحَظةِ ودراسةِ طيفِه وشِدّة إضاءته وحركته
- الانزياحُ نحوَ الأحمر: لاحظ العالم "هابل" انزياحُ الطيف الصادر عن المجرات نحوَ اللون الأحمرِ
- تأثيرُ دوبلر: عندما يكون منبع الاهتزاز ساكناً فإن الموجة تشغل مسافة تساوي طول الموجة $\lambda = \frac{v}{f}$
  - عندما يتحرك المنبع بسرعة $\acute{v}$ فإن الموجة تشغل المسافة $\acute{\lambda} = \frac{v+\acute{v}}{f} = \frac{v+\acute{v}}{\frac{v}{\lambda}} = \left(1+\frac{\acute{v}}{v}\right)\lambda$
  - أي أن $\acute{\lambda} > \lambda$
  - نستنتج أنه عندَما يبتعدُ منبعٌ موجيٌّ عن مُراقبٍ فإنَّ الطولَ الموجيَّ يزدادُ، وبما أنَّ الضّوءَ ذا الطّولِ الموجيّ الأكبر هو الأحمرُ، فعندما يبتعدُ المنبعُ الضّوئيُّ عن المُراقبِ ينزاحُ الطّيفُ نحوَ الأحمر
- ثابت هابل : لاحظَ هابلُ انزياحَ طيفِ المَجرّاتِ الأكثرِ بُعداً عنّا نحوَ الأحمر؛ أي ازدياد في الطّول الموجيّ، وهذا يعني وفقَ دوبلر زيادةً في سرعةِ الابتعادِ عنّا .

التّمثيلُ البيانيّ المُجاور يعبّرُ عن سرعةِ المَجرّاتِ بدلالةِ بُعدِها عنّا وفقَ دراسةِ العالم هابل :



- بدراسة زيادة سرعة المجرّات بدلالة بُعدها عنا توصّل هابل إلى أنّ المجرّة كلّما كانت أبعد كانت سرعةُ ابتعادها أكبر
- يمكن حساب هذه السرعة وفق العلاقة $v = H_0 \cdot d$
v سرعة المجرة بالنسبة لنا , H_0 ثابت هابل , d بعد المجرة

أنواع النجوم : 1- مفردة (الشمس) 2- ثنائية (الإزار , العُنا)

نظريةُ الانفجارِ الأعظم : تفترض هذه النظرية :

- أن الكون كان عبارة عن نقطة منفردة صغيرة جداً ذات كثافة عالية جداً من المادّة و الحرارة الّتي تفوق الخيال . ثمّ حدث الانفجارُ العظيمُ وبدأت المادّةُ تأخذُ أشكالها، فتشكّلت في البدايةِ الجُسيماتُ الأوليّةُ، ثمّ الذرّاتُ والجُزيئاتُ والغبارُ الكونيّ، فالنُجومُ والمجرّاتُ، واستمرّ توسُّعُ الكونِ إلى يومِنا هذا
- أسُسها الفيزيائية :
  - الانزياحُ نحوَ الأحمرِ لِطَيفِ المجرّات
  - وجودُ تشويشٍ ضعيفٍ لموجاتٍ راديويّة قادمة بشكلٍ مُنتظمٍ تماماً من جميعِ اتّجاهاتِ الكون
  - وجودُ كمّياتٍ هائلةٍ من الهيدروجين والهليوم في النُجوم

المجرّة : هي نظامٌ كونيٌّ مُكوَّنٌ مِن تجمُّعٍ هائلٍ مِن النُجوم و الغبار والغازاتِ التي ترتبطُ معاً بقوى تجاذُبٍ مُتبادَلة، وتدورُ حولَ مركزٍ مُشترَكٍ

الثقوبُ السَّوداء : إن قوّةُ التّجاذُبِ الكُتليّ بينَ جسمينِ تتناسبُ طرداً مع كتلتَيهما، وعكساً معَ مربّعِ البُعدِ بينَهما، فتُصبحُ القوة لانهائيّة عندَما يتناهى البُعدُ بينَ الكتلتَين إلى الصّفر

لحساب سرعة الإفلات من جاذبية الأرض (السرعة الكونية الثانية)

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

G ثابتُ التّجاذُبِ العالميّ M كتلة الأرض r نصف قطر الأرض

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

كلّما نقُصَ نصفُ قطرِ الجسمِ الجاذِب وزادَت كثافتُه، ازدادَت سرعةُ الإفلاتِ اللّازمة للتّحرُّرِ

وبما أنّه لا يُمكِنُ لأيّ جسمٍ أن تتجاوزَ سرعتُه سرعةَ الضّوءِ , فحتى يكون الجسم الجاذب لا يمكن الإفلات منه حتى الضوء , يجب أن يكون نصف قطره :

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

يسمى نصف قطر شفارتزشيلد

ويسمى هذا الجسم عندئذٍ بالثقب الأسود

وتُسمّى الحدودُ التي لا يُمكِنُ بعدَها الإفلاتُ من الجاذبيّة أفق الحدث

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

النواس المرن

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

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

★ حالات حساب φ عندما $t=0$:

$x = X_{max} \rightarrow \varphi = 0\ rad$ ⇦

$x = -X_{max} \rightarrow \varphi = \pi\ rad$ ⇦

$x = \frac{X_{max}}{2} \rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{3} rad \leftarrow v < 0$ ⇦

$\varphi = -\frac{\pi}{3} rad \leftarrow v > 0$

$x = 0 \rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2} rad \leftarrow v < 0$ ⇦

$\varphi = -\frac{\pi}{2} rad \leftarrow v > 0$

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

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

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

ويتناسب **طرداً** مع الجذر التربيعي لكتلة الجسم m

وعكساً مع الجذر التربيعي لثابت صلابة النابض k

ويمكن حساب الدور إذا أعطانا الزمن اللازم للانتقال بين الوضعين الطرفيين

عندئذٍ نضرب الزمن المعطى بـ 2 لإيجاد T_0

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

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

★ لحساب سعة الحركة X_{max} :

- قد تُعطى صراحةً في نص السؤال "بسعة اهتزاز"
- إذا أعطانا طول القطعة المستقيمة التي يرسمها النواس أثناء حركته

عندئذٍ نقسم الطول المعطى على 2 لإيجاد X_{max}

- ويمكن حسابها من شروط البدء عندما تكون $t=0$

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

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

★ لحساب طور الحركة الابتدائي φ :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

من أجل المرور : الأول ← الثاني ← الثالث ← الرابع

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

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

تنبيه لا يمكننا استخدام الطريقة الذهنية إلا إذا كان المطال أعظمياً $x=X_{max}$

في اللحظة $t=0$ أي عندما تكون $\varphi = 0$

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

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

★ **الاستطالة السكونية** : واحدها متر m

$$x_0 = \frac{w}{k} = \frac{mg}{m\omega_0^2} = \frac{g}{\omega_0^2} = \frac{T_0^2}{4}$$

★ **قراءة التمثيل البياني** :

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

نواس الفتل

★ **الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة** :

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

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

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

إن الدور لا يتعلق بالسعة الزاوية θ_{max}

ويتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لعزم عطالة الجملة I_Δ

وعكساً مع الجذر التربيعي لثابت فتل السلك k

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

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

r نصف قطر السلك ℓ طول السلك

★ لحساب **السعة الزاوية** θ_{max} : ملحوظة : (الدورة = 2π)

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

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

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

★ لحساب **طور الحركة** الابتدائي φ :

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

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

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

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

السرعة الزاوية العظمى (طويلة) $w_{max} = \omega_0\theta_{max}$

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

التسارع الزاوي الأعظمي (طويلة) $\alpha_{max} = w_0^2\cdot\theta_{max}$

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

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

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

النواس الثقلي المركب

★ **الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة** :

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

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

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

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

أ. مؤيد بكر 0988466306

حيث أن I_Δ هو عزم عطالة الجملة حول محور الدوران

m هي مجموع كتل مكونات الجملة

d بُعد محور الدوران عن مركز عطالة الجملة

وهي تحسب من العلاقة $\boxed{d=\frac{\sum m_i \bar{r}_i}{\sum m_i}}$

حيث $\bar{r}$ هي بُعد محور الدوران عن الكتلة أو عن مركز عطالة الجسم

ونأخذ اصطلاحاً (موجبة + أو سالبة -)

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

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

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

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

أو السعة أو الطاقة الحركية ... $\boxed{\sum \bar{W} = \Delta \bar{E}_k}$

آخذين بعين الاعتبار أن $E_k=\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$ و $h=d(\cos\theta-\cos\theta_{max})$

عندئذٍ يمكن كتابة العلاقة المباشرة :

ثم نعزل المطلوب .. $\boxed{mgd(\cos\theta-\cos\theta_{max})=\frac{1}{2}I_\Delta\omega^2}$

مع مراعاة أن m, d, I_Δ مقادير للجملة المهتزة

حيث $\cos\theta=1$ عند وضع التوازن الشاقولي

السرعة الزاوية w ثابتة لكل نقاط الجملة , أما السرعة الخطية v متغيرة

حسب البعد عن محور الدوران r , والعلاقة التي تربط بينهما هي $v=r\cdot w$

النواس الثقلي البسيط

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

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

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

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

وإن النوسات الصغيرة السعة لها الدور نفسه

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

وعكساً مع الجذر التربيعي لتسارع الجاذبية الأرضية

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

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

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

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

أو السعة أو الطاقة الحركية ... $\boxed{\sum W = \Delta E_k}$

آخذين بعين الاعتبار أن $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ و $h=\ell(\cos\theta-\cos\theta_{max})$

عندئذٍ يمكن كتابة العلاقة المباشرة :

ثم نعزل المطلوب .. $\boxed{g\ell(\cos\theta-\cos\theta_{max})=\frac{1}{2}v^2}$

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

نستخدم العلاقة $\boxed{T_0=T_0}$ (مركب ← بسيط)

وبطريقة سريعة يساوي **مربع نصف الدور**

★ لحساب **توتر الخيط** T :

نستخدم العلاقات $\boxed{T=m\left[g+\frac{v^2}{\ell}\cos\theta\right]=mg(3\cos\theta-2\cos\theta_{max})}$

حيث $\cos\theta=1$ عند وضع التوازن الشاقولي

بكالوريا النواس الثقلي

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

★ **التدفق الكتلي** Q (المنسوب الكتلي) :

$\boxed{Q=\frac{m}{\Delta t}}$ هو كمية السائل التي تعبر مقطع الأنبوب s خلال وحدة الزمن

★ **التدفق الحجمي** Q' (المنسوب الحجمي)(معدل الضخ) :

$$\boxed{Q'=\frac{V}{\Delta t}=\frac{s\cdot\Delta x}{\Delta t}=s\cdot v}$$

$\boxed{\Delta t=\frac{V}{Q'}=\frac{m}{Q}}$ زمن التفريغ $\boxed{v=\frac{Q'}{s}}$ سرعة التدفق

★ **العلاقة بين التدفق الكتلي والتدفق الحجمي** $\boxed{Q=\rho Q'}$

نموذج

★ **معادلة الاستمرارية** : تُستخدم لحساب سرعة دخول وخروج السائل ..

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{s_2}{s_1} \qquad Q'=s_1v_1=s_2v_2$$

سرعة التدفق عند فتحتي الدخول والخروج $v_1=\frac{Q'}{s_1}, v_2=\frac{Q'}{s_2}$

★ **معادلة برنولي** : تُستخدم لحساب ضغط دخول وخروج السائل ..

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

وفي حالة كان الأنبوب أفقياً فإن $z_1=z_2$

★ **سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة أسفل خزان واسع جداً :**

$$v_2=\sqrt{2gh}$$

★ لحساب **العمل الميكانيكي** اللازم لضخ السائل :

$$W=W_1+W_2+W_3$$
$$=P_1\Delta V-P_2\Delta V-mg\left(z_2-z_1\right)$$

★ إذا كانت فتحة الخروج مثقبة (n ثقباً) فتصبح $s_2=ns_2$ في معادلة الاستمرارية

★ **الكتلة الحجمية** : $\rho=\frac{m}{V}$ وتقدر بـ $kg.m^{-3}$

ولحساب **كتلة الجسم** $m=\rho V$

للتحويل من $g.cm^{-3}$ إلى $kg.m^{-3}$ نضرب بـ 1000

للتحويل من L إلى m^3 نقسم على 1000 أي نضرب بـ 10^{-3}

$$1\text{Pa}=1\frac{\text{N}}{\text{m}^2}=1\frac{\text{Nm}}{\text{m}^3}=1\frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

النسبية الخاصة

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

★ $\frac{t}{t_0}=\frac{L_0}{L}=\frac{m}{m_0}=\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

★ **الطاقة الكلية** $E=E_K+E_0 \quad , \quad E=m\cdot c^2$

حيث أن الطاقة الحركية $E_K=E-E_0$

والطاقة السكونية $E_0=m_0\cdot c^2$

عندما يعطينا $v=\frac{x}{y}c$ عندئذٍ ننظر إلى الكسر :

فإذا كان مربع المقام أكبر بواحد من مربع البسط عندئذٍ تكون γ تساوي المقام

للتحويل من سنة ضوئية إلى متر نضرب بـ c أي بـ $3\times10^{+8}$

الكتل		المسافات		الأطوال		الأزمنة	
مراقب خارجي	مراقب داخلي	مراقب خارجي	مراقب داخلي	مراقب خارجي	مراقب داخلي	مراقب خارجي	مراقب داخلي
m	m_0	L_0'	L'	L	L_0	t	t_0

المغناطيسية

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

التيارات الكهربائية تولد حقولاً مغناطيسية في

سلك مستقيم	ملف دائري	وشيعة
$B=2\cdot10^{-7}\frac{I}{d}$	$B=2\pi\cdot10^{-7}\frac{NI}{r}$	$B=4\pi\cdot10^{-7}\frac{NI}{\ell}$

لحساب عدد اللفات في طبقة واحدة	لحساب عدد اللفات الكلي
عدد لفات طبقة واحدة × قطر السلك = طول الوشيعة	عدد اللفات × محيط اللفة = طول السلك
$\ell=2r'\cdot N_1$	$\ell'=2\pi r\cdot N$
$N_1=\frac{\ell}{2r'}$	$N=\frac{\ell'}{2\pi r}$

لحساب عدد الطبقات

عدد الطبقات $=\frac{\text{عدد اللفات الكلي}}{\text{عدد لفات طبقة واحدة}}=\frac{N}{N_1}$

عامل النفاذية المغناطيسي

عامل النفاذية المغناطيسي $\mu=\frac{\text{شدة الحقل المغناطيسي الكلي}}{\text{شدة الحقل المغناطيسي الأصلي}}=\frac{B_r}{B}$

الفيزياء الكهرطيسي

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة .

القوة المغناطيسية (لورنز)	
$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$	
$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ العلاقة الشعاعية	
$\theta = (\vec{v}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ أعظمي	$\theta = (\vec{v}, \vec{B}) = 0$ معدوم

القوة الكهرطيسية (لابلاس)	
$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$	
$\vec{F} = \vec{IL} \wedge \vec{B}$ العلاقة الشعاعية	
$F = I \cdot r \cdot B$ دولاب بارلو	
$F = N \cdot I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$ إذا كان لدينا N لفة	
$\theta = (\vec{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ أعظمي	$\theta = (\vec{IL}, \vec{B}) = 0$ معدوم

★ نصف قطر المسار الدائري لإلكترون ضمن حقل مغناطيسي منتظم :

$r = \frac{m_e v}{eB}$ $\quad T = \frac{2\pi m_e}{eB}$ ودور حركته

لحساب الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي في دولاب بارلو (يؤثر على نصفه السفلي حقل مغناطيسي منتظم) وذلك لمنعه من الدوران .

نستخدم العلاقة المباشرة : $m' = \frac{\Gamma_{\vec{F}}}{r \cdot g} = \frac{F}{2g}$

★ عمل القوة الكهرطيسية (نظرية ماكسويل) :

$W = F \cdot \Delta x$ $\quad W = I \cdot \Delta\Phi$

في تجربة السكتين عند إمالة السكتين لحساب أي مطلوب نستخدم العلاقة المباشرة:

$w \tan\alpha = F$

في تجربة السلك (الساق) المغموس في الزئبق نستخدم العلاقة المباشرة :

$[ON] \cdot F = [OC] \cdot w \sin\alpha$

حيث أن $[ON]$ بعد نقطة تأثير قوة لابلاس عن محور الدوران

$[OC]$ نصف طول السلك

في دراسة التأثير المتبادل بين سلكين يمر بهما تيارين كهربائيين :

إذا كان التياران بجهة واحدة عندئذٍ يحدث تجاذب بين السلكين

زاوية انحراف إبرة البوصلة	زاوية ميل إبرة البوصلة
$\tan\theta = \frac{B}{B_H}$	المركبة الأفقية $\cos i = \frac{B_H}{B}$
	المركبة العامودية $\sin i = \frac{B_v}{B}$

التدفق المغناطيسي		
$\Phi = B \cdot s \cdot \cos\alpha$ واحدته ويبر weber		
$\Phi = N \cdot B \cdot s \cdot \cos\alpha$ إذا كان لدينا N لفة		
أعظمي $\alpha = 0$	معدوم $\alpha = \frac{\pi}{2}$	أصغري $\alpha = \pi$
موجب		سالب

★ الدورانات :

عندما يكون B يوازي مستوي الإطار أو $\vec{B} \perp \vec{n}$ فإن $\alpha = \frac{\pi}{2}$

(وتكون زاوية دوران الإطار θ' والزاوية α متتامتان أي $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}$)

عندما يكون B يعامد مستوي الإطار أو $\vec{B} // \vec{n}$ فإن $\alpha = 0$

(وتكون زاوية دوران الإطار θ' والزاوية α متساويتان أي $\alpha = \theta'$)

★ إذا كان لدينا سلكين متوازيين يمر فيهما تيارين كهربائيين فإنه :

في نقطة واقعة بين السلكين :

- إذا كان التياران بجهة واحدة فالحقلين بجهتين متعاكسين
- إذا كان التياران بجهتين متعاكستين فالحقلين بجهة واحدة

في نقطة واقعة خارج السلكين :

- إذا كان التياران بجهة واحدة فالحقلين بجهة واحدة
- إذا كان التياران بجهتين متعاكستين فالحقلين بجهتين متعاكسين

★ إذا كان لدينا سلكين متوازيين يمر فيهما تيارين كهربائيين بجهة واحدة فإن محصلة الحقلين المغناطيسيين الناتجين عن التيارين تنعدم في نقطة تقع بين السلكين وأقرب إلى السلك الأصغر تياراً .

★ إذا كان لدينا ملفين في مستو واحد أحدهما أكبر من الآخر عندئذٍ يوجد أربعة احتمالات للحقل المغناطيسي المطلوب المتولد عن التيار المار في أحد الملفين :

أمام الرسم وأكبر من B أمام الرسم وأصغر من B

خلف الرسم وأكبر من B خلف الرسم وأصغر من B

ولمعرفة الخيار الصحيح نتبع منطقياً القواعد المتبعة في تحصيل حقلين بجهة واحدة أو بجهتين متعاكستين ..

إذا كان التيارين بجهتين متعاكستين عندئذٍ يحدث تنافر بين السلكين

$$F_{1\to2} = 2\times10^{-7}\frac{I_1 I_2}{d}L_2$$

ويكون

$$F_{2\to1} = 2\times10^{-7}\frac{I_1 I_2}{d}L_1$$

★ المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك :

هو جهاز يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربائية صغيرة جداً وقياس شدتها

يمكن استخدام العلاقة المباشرة :

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

عزم المزدوجة الكهرطيسية

$$\Gamma_\Delta = N\cdot I\cdot s\cdot B\cdot\sin\alpha = M\cdot B\cdot\sin\alpha$$

العزم المغناطيسي $M = N\cdot I\cdot s$ ويقدر بـ $A.m^2$

زاوية دوران الإطار $\theta' = \frac{NsB}{k}I = G\cdot I$

ثابت حساسية المقياس الغلفاني $G = \frac{NsB}{k} = \frac{\theta'}{I}$ $rad.A^{-1}$

التوازن المستقر يعني أن التدفق أعظمي أي $\alpha = 0$

التحريض الكهرطيسي

★ الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

★ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة :

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\Phi}}{\Delta t} = -L\frac{d\bar{i}}{dt}$$

واحدتها volt في

قوة السكون

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

حيث أن تغير التدفق المغناطيسي يحسب من إحدى العلاقات :

$$\Delta\bar{\Phi} = N(\Delta B)S\cos\alpha,\ \Delta\bar{\Phi} = NB(\Delta S)\cos\alpha,\ \Delta\bar{\Phi} = NBS(\Delta\cos\alpha)$$

★ شدة التيار المتحرض :

$$\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = -\frac{\Delta\bar{\Phi}}{R\cdot\Delta t}$$

واحدته A

في قوة السكون

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

★ تحديد جهة التيار المتحرض :

إذا كانت $\varepsilon > 0$, $\Delta\Phi < 0$

فتكون جهة التيار المتحرض هي بجهة أصابع يد يمنى يشير إبهامها إلى جهة الحقل المتحرض الموافق لجهة الحقل المحرض لأنه متناقص

عندئذٍ يكون : "$\vec{B}_{محرض}$ و $\vec{B}'_{متحرض}$ على حامل واحد وبجهة واحدة"

إذا كانت $\varepsilon < 0$, $\Delta\Phi > 0$

فتكون جهة التيار المتحرض هي بجهة أصابع يد يمنى يشير إبهامها إلى جهة الحقل المتحرض المعاكس لجهة الحقل المحرض لأنه متزايد

عندئذٍ يكون : "$\vec{B}_{محرض}$ و $\vec{B}'_{متحرض}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين"

★ قواعد لنز :

عند تقريب أحد قطبي مغناطيس من أحد وجهي دارة كهربائية :

فإن التدفق المغناطيسي يتزايد فيكون الحقلين المحرض والمتحرض

على حامل واحد وبجهتين متعاكستين

ويكون القطب والوجه متماثلان

عند إبعاد مغناطيس عن أحد من أحد وجهي دارة كهربائية :

فإن التدفق المغناطيسي يتناقص فيكون الحقلين المحرض والمتحرض

على حامل واحد وبجهة واحدة

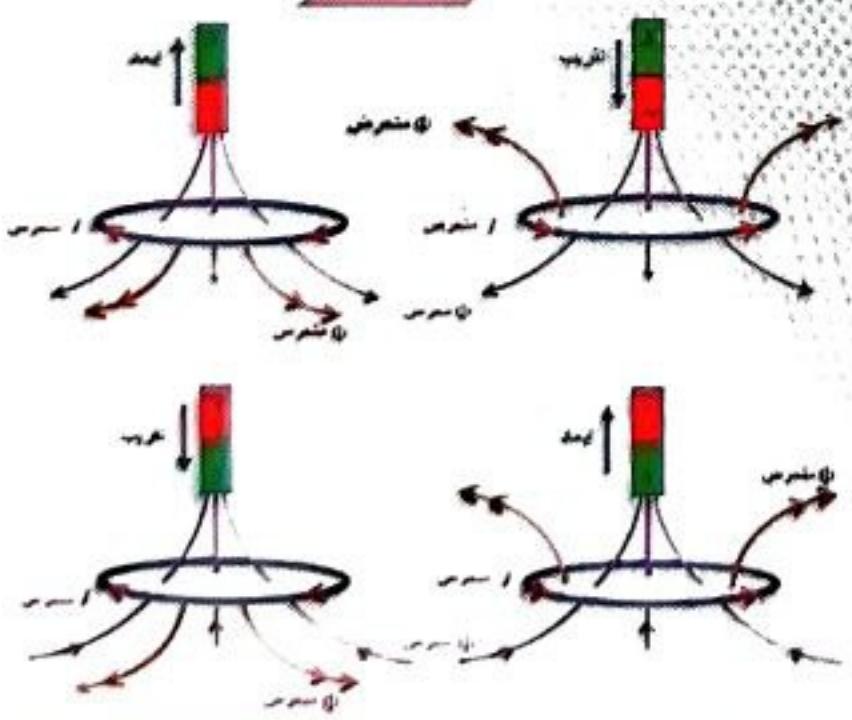
ويكون القطب والوجه مختلفان

الوجه الشمالي : تكون فيه جهة دوران التيار المتحرض بعكس جهة دوران عقارب الساعة

ويخرج منه شعاع الحقل المغناطيسي المتحرض

الوجه الجنوبي : تكون فيه جهة دوران التيار المتحرض بجهة دوران عقارب الساعة

ويدخل عبره شعاع الحقل المغناطيسي المتحرض



أ. مؤيد بكر 0988466306

الدارة المهتزة

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

★ في اللحظة $t=0$ تكون شحنة المكثفة عظمى $q=q_{max}$ $U=U_{max}$

★ الدور الخاص في الدارة المهتزة (علاقة طومسون) : $T_0=2\pi\sqrt{LC}$

$N=\frac{\ell'}{2\pi r}$ $s=\pi r^2$

$L=4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$ $L=10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}$

★ النبض الخاص $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}=2\pi f_0$, التواتر الخاص $f_0=\frac{1}{T_0}$

★ تابع الشحنة : $\bar{q}=q_{max}\cos\omega_0 t$

★ تابع شدة التيار : $\bar{i}=(\bar{q})'=-\omega_0 q_{max}\sin\omega_0 t$

$\Rightarrow \bar{i}=\omega_0 q_{max}\cos\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right)$

تابع شدة التيار متقدم بالطور عن تابع الشحنة بمقدار $\frac{\pi}{2}$

★ شدة التيار الأعظمي : $I_{max}=\omega_0 q_{max}$

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

★ الطاقة الكلية = الطاقة الكهربائية + الطاقة الكهرطيسية

المختزنة في المكثفة المختزنة في الوشيعة

$E=E_C+E_L$

$E_C=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

★ $E_L=\frac{1}{2}LI^2_{max}$

★ $E_L=\frac{q^2_{max}}{2C}$

جدول الفوارق بين مبدأي	
المولـد	المحـرك
لا يوجد مولد	يوجد مولد
تجربة السكتين التحريضية	تجربة السكتين الكهرطيسية
تحرك	تتحرك
لا يوجد تيار في بداية التجربة	يوجد تيار في بداية التجربة
لا يوجد قوة كهرطيسية في بداية التجربة	يوجد قوة كهرطيسية في بداية التجربة
التيار متحرض i	التيار $\bar{I}$
ε قوة محركة كهربائية متحرضة	ε قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية
الاستطاعة الميكانيكية مقدمة	الاستطاعة الكهربائية مقدمة
الاستطاعة الكهربائية ناتجة	الاستطاعة الميكانيكية ناتجة

★ التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة : $\varepsilon=\varepsilon_{max}\sin\omega t$ حيث أن $\varepsilon_{max}=NBS\omega$

★ ذاتية الوشيعة : $L=\frac{\Phi}{i}$ $L=4\pi\cdot10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$ واحدتها هنري H

★ لحساب المقاومة عند إمالة السكتين $R=\frac{BL\nu\cos\alpha}{i}$

★ الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة : $E_L=\frac{1}{2}LI^2=\frac{1}{2}\Phi I$

★ الاستطاعة الكهربائية: $P=\varepsilon\cdot i$

★ الاستطاعة الحرارية : $P'=R\cdot i^2$

★ قوانين مباشرة سريعة لحل أسئلة الأتمتة : $L=10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}$ $\Delta\Phi=L\Delta I$ $\varepsilon=-L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

التيار المتناوب الجيبي

العلاقات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

★ الممانعة الكلية في دارة :

تحوي (مقاومة صرفة R ، وشيعة L مقاومتها r ، مكثفة C)

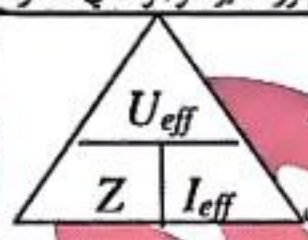
$$Z=\sqrt{(R+r)^2+(X_L-X_C)^2}$$

يمكن حساب Z من إحدى قوانين الجذر ..

حسب محتويات الدارة .. وذلك بعد حذف الرموز الغير موجودة في الدارة

يمكن استخدام المثلث للدارة بشكل عام ..

أو لأي جزء من أجزاء الدارة بشكل مستقل



شدة التيار المنتجة I_{eff}	التوتر المنتج U_{eff}
$I_{eff}=\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	$U_{eff}=\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$
ويمكن حسابهما من المثلث ◄	
$I_{max}=I_{eff}\sqrt{2}$	$U_{max}=U_{eff}\sqrt{2}$

التابع الزمني للتيار	التابع الزمني للتوتر
$i=I_{max}\cos(\omega t+\varphi)$	$u=U_{max}\cos(\omega t+\varphi)$
في الوصل على التسلسل	في الوصل على التفرع
I ثابتة ($\varphi=0$) — U مجموع	U ثابتة ($\varphi=0$) — I مجموع

$$\vec{I}_{eff}=\vec{I}_{eff_1}+\vec{I}_{eff_2}$$

$$I^2_{eff}=I^2_{eff_1}+I^2_{eff_2}+2I_{eff_1}I_{eff_2}\cos(\varphi_2-\varphi_1)$$

وشيعة ذات المقاومة		وشيعة مهملة المقاومة		المكثفة		المقاومة الصرفة	
الممانعة $Z_L=\sqrt{r^2+X_L^2}$		الردية $X_L=L\omega$		الإنساعية $X_C=\frac{1}{\omega C}$		الممانعة $X_R=R$	
تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل
حادة سالبة	حادة موجبة	$\varphi=+\frac{\pi}{2}$	$\varphi=-\frac{\pi}{2}$	$\varphi=+\frac{\pi}{2}$	$\varphi=-\frac{\pi}{2}$	$\varphi=0$	

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة	
على التسلسل (وفي أجزاء الدارة)	على التفرع
$P_{avg}=I_{eff}U_{eff}\cos\bar{\varphi}$	$P_{avg}=P_{avg_1}+P_{avg_2}..$
حرارياً (للمقاومة) $P_{avg}=RI^2_{eff}$	

عامل الاستطاعة	
على التسلسل (وفي أجزاء الدارة)	على التفرع
$\cos\bar{\varphi}=\frac{R}{Z}$	$\cos\bar{\varphi}=\frac{P_{avg}}{I_{eff}U_{eff}}$
	أو من المجموع الشعاعي لشدات التيار المنتجة

المقاومة الداخلية للوشيعة r		
تيار متواصل	من قانون الجذر	من عامل الإستطاعة
$r=\frac{u}{i}$	$Z=\sqrt{\ }$	$\cos\varphi$

ذاتية الوشيعة L		
$L=4\pi\cdot10^{-7}\frac{N^2s}{\ell}$	الوشيعة مهملة المقاومة	الوشيعة ذات مقاومة
	من $X_L=L\omega$	$Z_L=\sqrt{r^2+\omega^2L^2}$

خصائص التجاوب الكهربائي (الطنين) في الوصل على التسلسل	
الممانعة أصغر ما يمكن	$Z=R$
شدة التيار المنتجة أكبر ما يمكن	$I_{eff}=\frac{U_{eff}}{R}$
الإنساعية = الردية	$X_L=X_C\Rightarrow\omega L=\frac{1}{\omega C}$ حيث C السعة المكافئة لجملة المكثفات
التوتر على توافق بالطور مع الشدة	$\varphi=0$
الاستطاعة المتوسطة المستهلكة أكبر ما يمكن	$P_{avg}=I'_{eff}U_{eff}\cos\bar{\varphi}$
عامل الاستطاعة يساوي الواحد	$\cos\varphi=1$

◄ لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة بعد حدوث التجاوب نأخذ بعين الاعتبار أن I_{eff} (تغيرت) وأن U_{eff} (لم تتغير) و $\cos\varphi=1$

- التحاوب الكهربائي يحدث عادةً بعد إضافة جهاز إلى الدارة الموصولة على التسلسل
- عند إضافة جهاز إذا بقيت الشدة المنتجة للتيار نفسها

عندئذٍ : نستخدم (بعد الإضافة) $Z = Z'$ (قبل الإضافة)

- في الوصل على التفرع إذا أصبحت شدة التيار على وفاق بالطور مع فرق الكمون عندئذٍ نستخدم إنشاء فرينل في إيجاد المطلوب ..
- "جهاز ذاتيته مُهمَلة" ⇐ "مقاومة صرفة"
- "جهاز ذاتيته صرفة" ⇐ "وشيعة مقاومتها مهملة"
- "الوصل بين طرفي جهاز" ⇐ "الوصل على التفرع"
- إذا غمسنا مقاومة في مسعر يحوي ماء .. أو إذا كان مردود التسخين 100% نطبق مبدأ مصونية الطاقة :

كمية الحرارة التي يأخذها الماء = الطاقة الحرارية التي تقدمها المقاومة

$$P_{avg} \cdot t = m \cdot c_0 \cdot \Delta t \Rightarrow I_{eff} U_{eff} \cos\varphi \cdot t = m \cdot c_0 \cdot \Delta t$$

تذكرة مكثفات		
نوع الضم	تسلسل	تفرع
السعة المكافئة	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots$	$C_{eq} = C_1 + C_2 \dots$
المكثفات متماثلة	$C_{eq} = \frac{C_1}{n}$	$C_{eq} = nC_1$
لتحديد طريقة الضم	$C_{eq} < C_1$	$C_{eq} > C_1$
	إذا كان البسط نفسه فالكسر صاحب المقام الأكبر هو الكسر الأصغر	

الحوالة الكهربائية

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

★ نسبة التحويل : $\mu = \frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_S}} = \frac{N_S}{N_P}$

رافعة للتوتر: $N_S > N_P \Rightarrow U_{eff_S} > U_{eff_P}$

خافضة للشدة: $\mu > 1$ $I_{eff_P} > I_{eff_S}$

خافضة للتوتر: $N_S < N_P \Rightarrow U_{eff_S} < U_{eff_P}$

رافعة للشدة: $\mu < 1$ (ليست أصغر من الصفر) $I_{eff_P} < I_{eff_S}$

★ نحسب الشدة المنتجة أو التوتر المنتج : من إحدى الخطوات الآتية :

- من نسبة التحويل
- من الاستطاعة المتوسطة المستهلكة
- من إحدى القوانين المناسبة التي مرت معنا في درس التيار المتناوب

★ الاستطاعة الضائعة حرارياً $P' = RI_{eff_S}^2$

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

الأمواج المستقرة العرضية

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

★ في الانعكاس على نهاية مقيدة تكون جهة الإشارة المنعكسة **تعاكس** جهة الإشارة الواردة فيكون **فرق الطور** $\varphi' = \pi rad$

★ معادلة مطال نقطة n من وتر خاضع لتأثير موجتين واردة ومنعكسة معاً

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

$Y_{\max/n} = 2Y_{\max}\left|\sin\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right|$ حيث أن سعة اهتزاز النقطة n

★ معادلة أبعاد عقد الاهتزاز N : $x = n\frac{\lambda}{2}$ $n = 0,1,2,\dots$

★ معادلة أبعاد بطون الاهتزاز A : $x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$ $n = 0,1,2,\dots$

★ الوترُ المشدود: هو جسمٌ صلبٌ مرنٌ أسطوانيّ طولُه كبيرٌ بالنّسبة لنصف قطرِ مقطعِه، مشدودٌ بينَ نقطتينِ ثابتتينِ تؤلّفانِ عقدتَي اهتزازٍ (وهو يصنع موجة عرضية على نهاية مقيدة)

★ في الاهتزازات الحرة في وتر مرن مشدود :

- عندما ننقر الوتر من منتصفه ونتركه يتشكل مغزل واحد
- عندما ننقر الوتر من ربعه ونثبته من منتصفه يتشكل مغزلين
- عندما ننقر الوتر من سدسه ونثبته من ثلثه يتشكل ثلاث مغازل

★ يمكن توليدُ الاهتزاز العرضي توليداً باستخدام سلكٍ نحاسيٍ مشدودٍ بأن نمرر فيه تياراً جيباً متناوباً مناسباً، ولمحيطِ الوتر مغناطيس نصوي ليهتزَّ بالتجاوب شكوناً بمعرلاً واحداً، ويكونُ توترُ الوترِ النُّحاسيِ مساوياً لتوترِ التيارِ المتناوب.

المسافة بين			
متجاورين	بطنين متتاليين	متخالفين	بطن وعقدة متتاليين
	عقدين متتاليين		عقدة وبطن متتاليين
نقطتين لهما نفس الحالة الاهتزازية		$\frac{\lambda}{4}$	
$\frac{\lambda}{2}$			

طول الوتر	$L = n\frac{\lambda}{2}$	
عدد المغازل	$n = \frac{2L}{\lambda}$	
طول الموجة	$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{v}{f}$	
التواترات	$L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \frac{nv}{2L}$	حيث $n = 1,2,3,...$ عدد المغازل وتسمى المدروجات (الأساسي $n = 1$)

- عدد أطوال الموجة = طول الوتر ÷ طول الموجة = $\frac{L}{\lambda}$
- عند تغيير عدد المغازل n يتغير طول الموجة λ فنحسبه من جديد ..

سرعة الانتشار	
$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$	حيث الكتلة الخطية $\mu = \frac{m}{L} = \rho\pi r^2$
$v = \lambda \cdot f$	

- لا تتغير الكتلة الخطية μ بتغيّر طول الوتر L ..

قوة الشد	
$f = \frac{n}{2L}\cdot v = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$	$F_T = \mu v^2$
F_T نربع ثم نعزل	

- لحساب كتلة الوتر m من F_T بتعويض μ ثم عزل m ..
- كثافة جسم صلب = الكتلة الحجمية للمادة ÷ الكتلة الحجمية للماء

★ في الانعكاس على نهاية طليقة تكون جهة الإشارة المنعكسة

توافق جهة الإشارة الواردة فيكون فرق الطور $\varphi' = 0rad$

طول الوتر	$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$
طول الموجة	$\lambda = \frac{4L}{2n-1} = \frac{v}{f}$
التواترات الخاصة	$L = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{4L}$ حيث $n = 1,2,3,...$ عدد المغازل وتسمى المدروجات (الأساسي $n = 1$)

الأمواج المستقرة الطولية

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة .

الأعمدة الهوائية والمزامير	
عمود هوائي (أنبوب صوتي) مفتوح مزمار متشابه الطرفين	عمود هوائي (أنبوب صوتي) مغلق مزمار مختلف الطرفين
ذو فم نهايته مفتوحة	ذو فم نهايته مغلقة
طول العمود / المزمار $L = n\frac{\lambda}{2}$	$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$
التوترات $L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \frac{nv}{2L}$	$L = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow$ $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$
حيث $n = 1,2,3,...$ مدروجات الصوت (رتبة) (الرنين) (الأساسي $n = 1$)	حيث $2n-1 = 1,3,5,...$ مدروجات الصوت (رتبة) (الرنين) (الأساسي $2n-1 = 1$)
التواتر الأساسي $f_1 = \frac{v}{2L} \Rightarrow f = n \cdot f_1$	التواتر الأساسي $f_1 = \frac{v}{4L} \Rightarrow f = (2n-1)\cdot f_1$

- المزمار أنبوبٌ أسطوانيٌ أو موشوريٌ، مقطعُه ثابتٌ وصغيرٌ بالنسبة إلى طوله
- جدرانُه خشبيةٌ أو معدنيةٌ ثخينةٌ لكي لا تشاركَ في الاهتزاز
- لكي يُصدرَ المزمارُ مدروجاته المختلفة نزيدُ نفخ الهواء فيه تدريجياً
- يُمكنُ إصدارُ مدروجات المزمار ذي اللّسان بتغيير طول اللّسان
- في الأعمدة الهوائية المغلقة والمزامير مختلفة الطرفين لا يوجد مدروجات زوجية بل فردية فقط حيث نضع رقم المدروج مباشرةً $2n-1$
- إن بطون الاهتزاز هي عقد للضغط أما عقد الاهتزاز هي بطون للضغط

سرعة انتشار الصوت في الغازات

$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{D_2}{D_1}}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$
حيث كثافة الغاز $D=\frac{M}{29}$	$T(K)=t(^\circ C)+273$
$M(H_2)=1\times2=2$	
$M(O_2)=16\times2=32$	

- تبقى السرعة نفسها إذا بقي الغاز نفسه ودرجة الحرارة نفسها
- عندما يكون الصوت موافقاً لصوت آخر فيكون لهما نفس التواتر
- عندما يطلب منا حساب طول مزمار آخر فهذا يعني أن نكتب قانون طول المزمار الجديد L' ثم نرى هل تغير كل من التواتر f والسرعة v ... ثم نعوض ..
- البُعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين مُتعاقبين) $L=\frac{\lambda}{2}$
- عندَ استخدام رنّانة تواتُرها كبيرٌ نحصلُ على عمودٍ هوائيّ طولُه قصيرٌ
- يحدثُ تضخيمٌ وتقويةٌ للصّوتِ في أثناءِ انتقالِه عبرَ الأنابيبِ نتيجةَ حدوثِ انعكاساتٍ مُتكرّرة داخلَه , وتزدادُ وضوحاً في الأنابيبِ الضيّقة
- نسمعُ صوتاً شديداً عالياً عندَما يكونُ تواتُر الرّنانة يساوي تواتُر الهواء في عمود الأنبوب
- تتكوّنُ عقدةُ اهتزازٍ عندَ سطح الماء السّاكن لأنّه يمنعُ الحركة الطّوليّة للهواء (حيثُ يُعتبَر نهاية مُغلَقة) , وبطن اهتزاز تقريباً عندَ فوّهةِ الأنبوبِ (نهاية مفتوحة)
- طولُ أقصرِ عمودٍ هوائيّ فوقَ سطحِ الماءِ يحدثُ عندَه التّجاوب (الرّنين الأوّل) يُساوي $\frac{\lambda}{4}$
- طولُ العمودِ الهوائيّ فوقَ سطحِ الماءِ يحدثُ عندَه التّجاوب (الرّنين الثاني) يُساوي $\frac{3\lambda}{4}$
- نجعل مزمار ذي فم متشابه الطرفين من الناحية الاهتزازية يجعل نهايته مفتوحة
- نجعل مزمار ذي فم مختلف الطرفين من الناحية الاهتزازية يجعل نهايته مغلقة
- نجعل مزمار ذي لسان متشابه الطرفين من الناحية الاهتزازية يجعل نهايته مغلقة
- نجعل مزمار ذي لسان مختلف الطرفين من الناحية الاهتزازية يجعل نهايته مفتوحة

الإلكترونيات

الملاحظات والأفكار والقوانين لحل أسئلة الأتمتة :

- قوة الجذب الكهربائي $F_E=k\frac{e^2}{r^2}$ ، $F_E=F_C$
- قوة العطالة النابذة $F_C=m_e a_C=m_e\frac{v^2}{r}$
- قوة التجاذب الكتلي $F=G\frac{m_e m_p}{d^2}$

- لحساب الطاقة (المتحررة / المقدمة) (فرق الطاقة بين سويتين) :

$\Delta E=E_2-E_1=h\cdot f$; $eV \xrightleftharpoons[+1.6\times10^{-19}]{\times1.6\times10^{-19}} J$

حيث أن $f=\frac{\Delta E}{h}=\frac{c}{\lambda}=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{v}{2\pi r}$ ، $\lambda=\frac{hc}{\Delta E}=\frac{c}{f}$ (الواحدات دولية)

- تأثير الضغط في أنبوب الأشعة المهبطية :
  - عند ضغط $110mmHg$ لا نلاحظُ انفراغاً في الأنبوب
  - عند ضغط $100mmHg$ نسمعُ طقطقاتٍ تدلُّ على حدوثِ تفريغ
  - عند ضغط $10mmHg$ تختفي الطقطقات ويظهر عمود ضوئي متحالس من المهبط إلى المصعد

- تسريع الإلكترونات بحقل كهربائي :

لحساب سرعة إلكترون يتحرك بدون سرعة إبتدائية من اللبوس السالب إلى اللبوس الموجب يوجد طريقتان : ← باستخدام العلاقة الأساسية في التحريك

← باستخدام نظرية الطاقة الحركية

$v=\sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$ ، $F=e\cdot E$ ، $U=E\cdot d$ حيث أن

- تأثير الحقل الكهربائي في إلكترون له سرعة إبتدائية عمودية على خطوط الحقل

لإيجاد معادلة حامل مسار الالكترون ندرس الحركة باستخدام العلاقة الأساسية في التحريك

- لحساب عدد الإلكترونات : $It=Ne \Rightarrow N=\frac{It}{e}$

- لحساب الطاقة الحركية : $E_k=E-E_S$ ، $E_k=\frac{1}{2}m_e v^2$ ، $E_k=eU$

- لحساب (طاقة / تواتر / طول موجة) (الضوء / الفوتون) : $E=h\cdot f=h\cdot\frac{c}{\lambda}$

- لحساب (طاقة / تواتر / طول موجة) (الإنتزاع / العتبة) : $E_s=h\cdot f_s=h\cdot\frac{c}{\lambda_s}$

- لحساب كمية حركة الفوتون $P=\frac{h}{\lambda}$
- لحساب استطاعة الموجة الكهرطيسية $P=Nhf$
- لحساب سرعة الإلكترون : $E_k=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v=\sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$

$$F_E = F_c = m_e \frac{v'}{r} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{r \cdot F_E}{m_e}}}$$

شرط انتزاع الإلكترونات / الحجيرة الكهرضوئية :

$$E \geq E_t \Rightarrow f \geq f_t \Rightarrow \lambda \leq \lambda_t$$

شرط الفعل الكهرضوئي : $E > E_t \Rightarrow f > f_t \Rightarrow \lambda < \lambda_t$

لحساب أقصر طول موجة لفوتونات الأشعة السينية الصادرة : نستخدم

الطاقة العظمى لفوتونات = الطاقة الحركية للإلكترونات

$$E = E_k \Rightarrow hf_{max} = eU$$

$$h\frac{C}{\lambda_{min}} = eU \Rightarrow \boxed{\lambda_{min} = \frac{hC}{eU} = \frac{hC}{E_k}}$$

تم بعونه تعالى

كلمة أخيرة

إن نوطة (المفاتيح الذهبية) مكونة من ثلاثة أقسام

قسم نظري والذي يحوي شرح كاف وواف لكل فقرات الكتاب

وقسم عملي يحوي الأفكار والملاحظات والقوانين والطرق السريعة اللازمة لحل أسئلة الأتمتة ..

وقسم بنك أسئلة مؤتمتة

هذه النوطة يُمكن من خلالها الوصول إلى الـ400 بإذن الله

- نبدأ أولاً بدراسة الأسئلة النظرية الواردة في النوطة (فهم عميق)
- نقرأ الأفكار والملاحظات الواردة في النوطة ونحفظ القوانين
- جيّداً ونطلع على طرق حل أسئلة الأتمتة لأنها مفاتيح لحل الأسئلة وقواعد علينا مراعاتها في الحل ..
- حل بنك الأسئلة المذكورة في النوطة وذلك بناءاً على الأفكار والملاحظات التي درسناها .. وهنا أأكد أن لا حاجة لأية أسئلة خارجية

تمنياتي لكم بدراسة مُيسّرة وأن يكون التوفيق مُرافقاً لكم في كل خطوة

أ. مؤيد بكر

تم شرح المنهاج وحل كل مسائله

على قناة (مؤيد بكر أكاديمية الفيزياء الإلكترونية)

على اليوتيوب

مؤيد بكر