((الأسئلة النظريـــــة فـــي الفيزياء))

ملف شامل يحتوي على جميع الأسئلة
النظرية في كتاب الفيزياء
على شكل سؤال و جواب

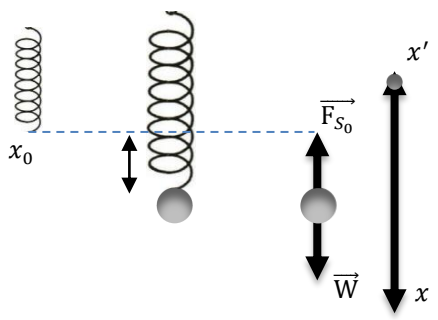
لطلاب الثالث الثانوي العلمـــي دورة 2024

إعداد المدرس عبد القادر الجـــلود

سيجزيك الله بقدر تعبك ، صبرك ، كفاحك...
حارب حتى النهـــاية إياك أن تستسلم...ثمة حلم يجب أن يتحقق

(الأسئلة النظرية في النواس المرن)

1- برهن ان محصلة القوى المؤثرة في مركز عطالة الجسم الصلب في النواس المرن هي قوى ارجاع من الشكل $F = -K.X$



الحل: حالة السكون:

تؤثر في الجسم قوتان

ثقل الجسم $\overrightarrow{W}$

قوة توتر النابض $\overrightarrow{F_{s0}}$

نطبق شرط التوازن الانسحابي $\sum\overrightarrow{F} = \vec{0}$ ←

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

بالإسقاط على محور $\overrightarrow{xx'}$ موجه نحو الأسفل :

$$W - F_{s_0} = 0 \implies W = F_{s0}$$

لكن تؤثر في نهاية النابض قوة شد F_{s_0} نحو الأسفل وتساوي ثقل الجسم المعلق في حالة السكون

$$F'_{s_0} = F_{s_0} = kx_0 \implies W = k.x_0 \ldots\ldots\ldots (1)$$

حالة الحركة : عند إزاحة الجسم مسافة x نحو الأسفل وتركه ليهتز على جانبي وضع توازنه ليخضع ل قوة الثقل $\overrightarrow{W}$ الثابتة وقوة توتر النابض $\overrightarrow{F_s}$

نطبق شرط التحريك الانسحابي. $\sum\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

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

نسقط على محور $\overrightarrow{xx'}$ الموجه نحو الأسفل لنجد:

$$W - F_s = m \cdot a \ldots\ldots\ldots (2)$$

لكن يؤثر في النابض قوة شد F'_s ناتجة عن الإزاحة $(x_0 + x)$ حيث :

لكن $F'_s = k(x_0 + x)$

$$F'_s = F_s \Rightarrow F'_s = F_s = k(x_0 + x)$$

نعوض في (2)نجد:

$$kx_0 - k(x_0 + x) = m \cdot a \quad ; F = m \cdot a \Rightarrow F = -K.X$$

2- انطلاقاً من العلاقة: $F = -K.X$ في النواس المرن بين طبيعة حركته مستنتجاً دوره الخاص. وهل يتعلق الدور بسعة الاهتزاز .

الحل : $\overline{F} = -k\overline{x}$

$$m \cdot a = -k\,\overline{x}$$

$$m \cdot (x)''_t = -k\,\overline{x} \Rightarrow (x)''_t = -\frac{k}{m} \cdot x \qquad (1)$$

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

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

باشتقاق هذه العلاقة مرتين بالنسبة للزمن نجد:

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

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

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

بالمطابقة بين العلاقتين (1) و (2)نجد

$$-\omega_0^2 \cdot \overline{x} = -\frac{k}{m} \cdot \overline{x} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} > 0$$

وهذا محقق لأن m و k موجبان لذلك نستنتج أن حركة الجسم المعلق بالنابض (النواس المرن) هي حركة جيبيه انسحابيه توافقية بسيطة (هزازة توافقية بسيطة) تابع مطالها :

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

استنتاج الدور الخاص T_0 :

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

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

بالمساواة بين العلاقتين السابقتين نجد:

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

لا علاقة للدور بسعة الاهتزاز لأنه لا يحويها في علاقته.

3- اكتب الشكل العام لتابع مطال النواس المرن ثم استنتج شكله المختزل علماً أن الجسم كان ساكناً في بدء الزمن في نقطة مطالها $+X_{max}$ وارسم المنحني البياني له خلال دور كامل .

$$\overline{x} = X_{max}\, cos(\omega_0 t + \overline{\varphi}) \qquad \text{(الشكل العام)}$$

نعوض شروط البدء $t = 0$. $\overline{x} = X_{max}$ في تابع المطال لنجد :

$$X_{max} = X_{max}\cos(\omega_0(0) + \bar{\varphi})$$

$$1 = \cos(\bar{\varphi}) \implies \bar{\varphi} = 0\,rad$$

فيصبح التابع بشكله المختزل:

$$\bar{x} = X_{max}\cos\omega_0 t$$

أعظمي عندما : $\cos(\omega_0 t) = \pm 1$

نعوض في تابع المطال نجد : $\bar{x} = \pm X_{max}$

وهذا محقق في (الوضعين الطرفيين)

معدوم عندما $\cos\omega_0 t = 0 \implies x = 0$ وهذا محقق في وضع التوازن

4- انطلاقا من الشكل المختزل لتابع المطال للنواس المرن غير المتخامد : $x = X_{max}\cos\omega_0 t$ أستنتج تابع السرعة وبين رياضياً الأوضاع التي تكون فيها السرعة :

a) عظمى(طويلة) **b)** معدومة ثم ارسم المنحني البياني لتابع السرعة خلال دور كامل

الحل:

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

$$\bar{v} = \frac{d\bar{x}}{dt} = (x)'_t$$

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

a- تكون السرعة عظمى:

عندما $\sin(\omega_0 t) = \pm 1 \implies \cos(\omega_0 t) = 0$

نعوض في تابع المطال نجد : $\bar{x} = 0$

أي أن السرعة عظمى في وضع التوازن وتحسب طويلة (موجبة) $v_{max} = \omega_0 \cdot X_{max}$

b- معدومة عندما:

$$\sin(\omega_0 t) = 0 \implies \cos(\omega_0 t) = \pm 1$$

نعوض في تابع المطال نجد $\bar{x} = \pm X_{max}$ أي ان السرعة تنعدم في الوضعين الطرفيين للحركة

5- انطلاقا من الشكل المختزل لتابع المطال للنواس المرن غير المتخامد : $x = X_{max}\cos\omega_0 t$ أستنتج تابع التسارع ثم بين أثابت أم متغير هذا التسارع وحدد جهته وبين متى يكون اعظمي ومتى يكون معدوم مع رسم المنحني البياني له خلال دور كامل

الحل:

$$\bar{x} = X_{max}\cos\omega_0 t$$

التسارع هو المشتق الاول للسرعة وهو المشتق الثاني للمطال بالنسبة للزمن

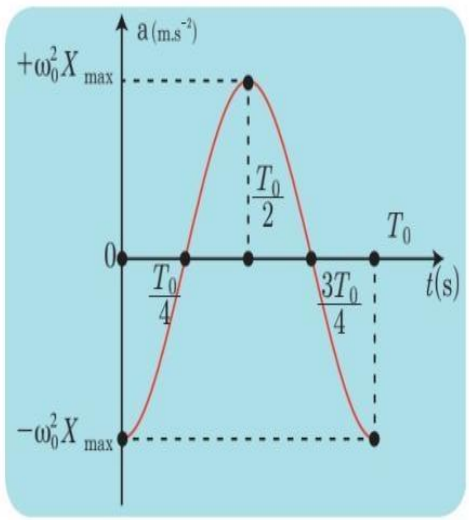
$$\bar{a} = \frac{d\bar{v}}{dt} = (v)'_t = (x)''_t$$

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

نشتق تابع السرعة مرة بالنسبة للزمن:

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

$$\bar{a} = -\omega_0^2 \cdot \bar{x}$$



التسارع يتناسب طرداً مع المطال x ويعاكسه بالإشارة ويتجه دوماً نحو مركز التوازن(0)

أثابت أم متغير؟ متغير بتغير المطال ($\bar{x}$ غير ثابت) لذلك التسارع غير ثابت

أعظمي عندما:

طويلة $\bar{x} = \pm X_{max} \Longrightarrow a_{max} = \omega_0^2 \cdot X_{max}$

وذلك في الوضعين الطرفيين للحركة

- ينعدم عند المرور في وضع التوازن $\bar{x} = 0 \Longrightarrow a = 0$

6- أستنتج عبارة الطاقة الميكانيكية لهزازة توافقية بسيطة . وما هو شكل الطاقة الميكانيكية عندما : $X = \mp X_{max}$ في الوضعين الطرفيين وما هو شكل الطاقة الميكانيكية عندما: $X=0$ في وضع التوازن.

إن الطاقة الميكانيكية للنواس المرن هي مجموع الطاقتين الكامنة المرونية والطاقة الحركية

$$E = E_p + E_k \dots\dots\dots (1)$$

الطاقة الكامنة المرونية

$$E_k = \frac{1}{2} k x^2$$

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

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

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

تابع السرعة : $v = -\omega_0 X_{max} sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

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

لكن $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Longrightarrow k = m \cdot \omega_0^2$

$$\Longrightarrow E_k = \frac{1}{2} k X_{max}^2 sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \dots\dots\dots (3)$$

نعوض العلاقتين 2 و 3 في 1.

$$E = E_p + E_k$$

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

نخرج $\frac{1}{2} k X_{max}^2$ عامل مشترك

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} k X_{max}^2 [cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) + sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})]$$

لكن حسب قواعد المثلثات

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

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

الطاقة الميكانيكية (الكلية) في النواس المرن هي مقدار ثابت وتتناسب طرداً مع مربع سعة الاهتزاز

a- في الوضعين الطرفيين : $\bar{x} = \pm X_{max}$

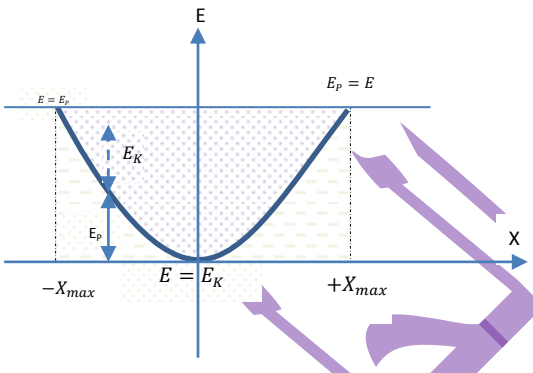
تكون $v = 0$(سرعة معدومة) $\leftarrow E_k = 0$

الطاقة كامنة فقط $E = E_p$

b- في وضع التوازن : $x = 0 \leftarrow E_p = 0$

الطاقة حركية فقط $E = E_k$

7- أشرح تبادل الطاقة في النواس المرن خلال دور كامل ، ثم أرسم المنحني البياني لتغيرات الطاقة الكامنة بدلالة المطال.



في المطال $+X_{max}$ الطاقة كامنة فقط وباقتراب الجسم من وضع التوازن تزداد سرعته فتزداد E_k وتنقص E_p حتى تنعدم تماماً في مركز التوازن $E = E_k$ بابتعاد المتحرك عن وضع التوازن تتناقص سرعته فتنقص E_k وتزداد E_p لتصبح $E = E_p$ في $-X_{max}$

$E_k = 0$ هذا خلال نصف دور وفي نصف الدور الثاني يستمر التبادل بين الطاقتين أي نقصان في إحداهما هو زيادة في الاخرى وتبقى $E = const$

8- فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية :a) تتجه قوة الارجاع دوماً نحو مركز التوازن(o) وتتفق مع جهة التسارع a؟؟

$\bar{F} = -k.\bar{x}$ تدل $(-)$على أن جهة F تعاكس جهة المطال أي تتجه دوماً نحو مركز التوازن

$m \neq 0$ و $F = m \cdot a$ فإن جهة F و a دوماً جهة واحدة حسب المبدأ الأساسي في التحريك

b) جسم يقف في وضع التوازن لسبب من الاسباب فإذا زال السبب يبقى ساكناً؟؟

عندما بتوقف الجسم في مركز الاهتزاز يكون

$\sum \vec{F} = \vec{W} + \vec{F_{S_0}} = \vec{0}$ وحسب مبدأ العطالة الجسم الساكن يبقى ساكن

c) جسم يقف بين وضع التوازن والمطال الأعظمي الموجب فإذا زال السبب يعود للحركة لكن بسعة جديدة؟؟

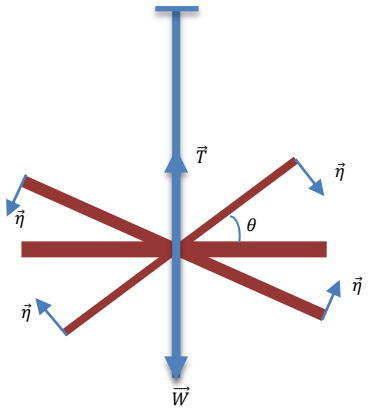
يعود الجسم للحركة لأن $\sum\vec{F} \neq \vec{0}$،ولا تبقى السعة X_{max} نفسها لأن الوضع الجديد الذي باشر الجسم حركته منه $x < X_{max}$ والجسم في هذا الوضع اختزن طاقة كامنة مرونية جديدة

9) عدد خواص شعاع فرينل .

1. **طويلته ثابتة وتساوي سعة الحركة X_{max}**
2. **يصنع في اللحظة $t = 0$ مع المحور xx' زاوية φ هي زاوية الطور الإبتدائي للحركة**
3. **يصنع حامله مع المحور xx' الزاوية $(\omega_0 t + \varphi)$ في اللحظة t**
4. **يدور بسرعة زاوية ω_0 تقابل نبض الحركة الجيبية**
5. **مسقطه القائم على محور xx'يمثل مطال الحركة الجيبية الإنسحابية في اللحظة t**

(الأسئلة النظرية في نواس الفتل)

1 – ساق افقية متجانسة نعلقها من منتصفها بسلك فتل شاقولي لنشكل نواساً للفتل، وبعد أن تتوازن تديرها عن وضع توازنها بزاوية ما ونتركها دون سرعة ابتدائية، حدد القوى المؤثرة على الساق ثم استنتج عزم الإرجاع.



القوى الخارجية المؤثرة في الساق:

1- $\vec{w}$ ثقل الساق

2- $\vec{T}$ توتر سلك التعليق

أما في سلك الفتل تنشأ مزدوجة فتل $\vec{\eta}$ عزمها إرجاعي تقاوم عملية الفتل

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني:

$$\sum \Gamma_{\vec{F}} = I_\Delta \cdot \bar{\alpha}$$

عزم عطالة الساق بالنسبة لسلك I_Δ

التسارع الزاوي. α

$$\Gamma_{\vec{w}} + \Gamma_{\vec{T}} + \Gamma_{\vec{\eta}} = I_\Delta \cdot \bar{\alpha}$$

بما أن قوة توتر السلك وقوة ثقل الساق ينطبقان على محور الدوران Δ فعزمها معدوم ويبقى عزم مزدوجة الفتل الناشئ عن تدوير القسم السفلي لسلك الفتل يتناسب طرداً مع زاوية الفتل ويعاكسها بالإشارة :

$$\Gamma_{\vec{\eta}} = -k\,\bar{\theta}$$

حيث k ثابت سلك الفتل $(m.N.rad^{-1})$

وهي علاقة عزم الإرجاع الذي يعيد الساق إلى وضع توازنها كلما ابتعدت عنه.

3- انطلاقاً من العلاقة : $\Gamma_\eta = I_\Delta . \alpha$ في نواس الفتل غير المتخامد بين طبيعة الحركة ثم استنتج دوره الخاص .

$$\Gamma_{\vec{\eta}} = -k\,\bar{\theta} \quad , \Gamma_{\vec{w}} = \Gamma_{\vec{T}} = 0$$

$$\Rightarrow \quad -k\,\bar{\theta} = I_\Delta \cdot \bar{\alpha}$$

$$I_\Delta \cdot \bar{\alpha} = -k\,\bar{\theta}$$

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

$$(\theta)''_t = -\frac{k}{I_\Delta}\,\bar{\theta} \qquad \boxed{1}$$

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

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

نشتق مرتين بالنسبة للزمن نجد: (للتأكد من صحة الحل الجيبي)

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

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

$$(\theta)''_t = -\omega_0^2 \cdot \bar{\theta} \qquad \boxed{2}$$

<u>بالمساواة بين العلاقة 1 و 2 نجد:</u>

$$-\omega_0^2 \cdot \bar{\theta} = -\frac{k}{I_\Delta}\,\bar{\theta}$$

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

وهذا ممكن لأن k و I_Δ موجبان ولذلك حركة نواس الفتل هي حركة جيبية دورانية نبضها الخاص ω_0

<u>(هزازة جيبية دورانية) تابع مطالها:</u>

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

استنتاج الدور الخاص:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \quad \boxed{1} \qquad , \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}} \quad \boxed{2}$$

<u>بالمساواة بين 1 و 2 نجد :</u>

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

عند شروط ابتدائية مناسبة يعطى تابع المطال الزاوي لنواس الفتل بالعلاقة : $\theta = \theta_{max}\, cos\omega_0 t$ أستنتج منه تابعي السرعة الزاوية والتسارع الزاوي وبين متى يكون التسارع :

1) **أعظمي(طويلة)** ***2)*** **معدوم**

(تابع السرعة)

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

(تابع التسارع)

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

أعظمي عندما:

طويلة $\bar{\theta} = \pm\theta_{max} \Rightarrow \bar{\alpha}_{max} = \omega_0^2 \cdot \theta_{max}$

وذلك في الوضعين الطرفيين للحركة

- **ينعدم عند المرور في وضع التوازن** $\bar{\theta} = 0 \Rightarrow \bar{\alpha} = 0$ **((أحتمال يأتي مع الرسم ...نرسم كما في النواس المرن))**

- فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية:

a) نواس فتل يقف بعيداً عن وضع التوازن لسبب من الأسباب فإذا زال السبب فإنه يعود للحركة.

الحل: بعيداً عن وضع التوازن $\theta \neq 0$ **عزم الإرجاع او عزم مزدوجة الفتل غير معدوم لذلك يعود الجسم للحركة.**

b) حركة نواس الفتل هي حركة جيبية دورانية مهما كانت السعة الزاوية للحركة.

لأن دور اهتزازها لا علاقة له بالسعة الزاوية للحركة $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$ **ولا يتغير الدور مهما زدنا من السعة.**

أستنتج عبارة الطاقة الميكانيكية لهزازة جيبية دورانية . وما هو شكل الطاقة الميكانيكية عندما : $\theta = \mp\theta_{max}$ **في الوضعين الطرفيين وما هو شكل الطاقة الميكانيكية عندما:** $\theta = 0$ **في وضع التوازن**

إن الطاقة الميكانيكية للنواس المرن هي مجموع الطاقتين الكامنة والطاقة الحركية

$$E = E_p + E_k \dots\dots\dots (1)$$

الطاقة الكامنة

$$E_p = \frac{1}{2} k \theta^2 ; \quad \theta = \theta_{max} cos(\omega_0 t + \varphi) \quad \text{تابع المطال}$$

$$\Rightarrow E_p = \frac{1}{2} k \theta_{max}^2 . cos^2(\omega_0 t + \varphi) \dots\dots\dots (2)$$

الطاقة الحركية $E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \cdot \omega^2$

تابع السرعة : $\omega = -\omega_0 . \theta_{max} sin(\omega_0 t + \varphi)$

$$\Rightarrow E_k = \frac{1}{2} I_\Delta \cdot \omega_0^2 \cdot \theta_{max}^2 sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

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

$$\Rightarrow E_k = \frac{1}{2} k\theta_{max}^2 . sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \dots\dots\dots (3)$$

نعوض العلاقتين 2 و 3 في 1.

$$E = E_p + E_k$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} k\,\theta_{max}{}^2 . cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} I_\Delta \cdot \omega_0^2 \cdot \theta_{max}{}^2 sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

نخرج $\frac{1}{2} k\,\theta_{max}{}^2$ عامل مشترك

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} k\,\theta_{max}{}^2 [\, cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) + sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})]$$

لكن حسب قواعد المثلثات

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

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} k\,\theta_{max}{}^2 = const$$

الطاقة الميكانيكية (الكلية) في النواس المرن هي مقدار ثابت وتتناسب طرداً مع مربع سعة الاهتزاز

a- في الوضعين الطرفيين : $\bar{\theta} = \pm\theta_{max}$

تكون $\omega = 0$ (سرعة معدومة) $\leftarrow E_k = 0$

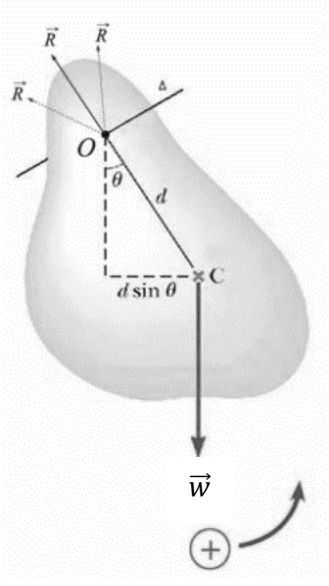
الطاقة كامنة فقط $E = E_p$

b- في وضع التوازن : $\theta = 0 \leftarrow E_p = 0$

الطاقة حركية فقط $E = E_k$

(الأسئلة النظرية في النواس الثقلي المركب)

1 ــ جسم صلب كتلته (m) مركز عطالته (C) نعلقه بمحور دوران افقي مار بنقطة (O) تبعد مسافة (d) من مركز عطالته ،نزيح الجسم عن وضع توازنه الشاقولي بحيث يصنع زاوية($\theta_{max} > 0.24rad$) مع الشاقول ونتركه دون سرعة ابتدائية ليهتز في مستو شاقولي أدرس طبيعة حركة الجسم.



الحل:

القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{W}$: ثقل الجسم.

$\vec{R}$قوة رد فعل محور الدوران على الجسم

نطبق نظرية التسارع الزاوي:

$$\sum \Gamma_{\vec{F}} = I_\Delta \cdot \bar{\alpha} \Rightarrow \Gamma_{\vec{w}} + \Gamma_{\vec{R}} = I_\Delta \cdot \bar{\alpha}$$

I_Δ : عزم عطالة الجسم حول محور الدوران.

α: التسارع الزاوي.

لكن $\Gamma_{\vec{R}} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ تلاقي محور الدوران.

أما عزم قوة الثقل:

$\Gamma_{\vec{w}} = -B \cdot m \cdot g$ (إشارة السالب لأن الدوران مع عقارب الساعة) (عزم سالب)

(ضلع مقابل للزاوية) $B = d\sin\theta$ من الرسم (المثلث المخطط)

$$\Rightarrow \Gamma_{\vec{w}} = -d\sin\theta \cdot m \cdot g \Rightarrow -d\sin\theta \cdot m \cdot g + 0 = I_\Delta \cdot \bar{\alpha}$$

$$\Rightarrow -m \cdot g \cdot d\sin\theta = I_\Delta \cdot (\bar{\theta})_t{}''$$

$$\Rightarrow (\theta_t'') = -\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta} \cdot \sin\theta$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية لا تقبل حلاً جيبياً (علل) لأنها تحوي على $\sin\theta$ بدلاً من $\bar{\theta}$ $\Leftarrow$

لذلك تكون حركة النواس الثقلي في حالة السعات الكبيرة هي حركة غير جيبيه. (لا تقبل حلاً جيبياً)

2- في النواس الثقلي المركب لدينا المعادلة التفاضلية الآتية: $(\theta)_t'' = -\frac{mgd}{I_\Delta}\sin\theta$ ما طبيعة هذه الحركة، ولماذا؟

إلام تؤول هذه المعادلة في حالة السعات الزاوية الصغيرة؟ انطلاقا من المعادلة الناتجة بين طبيعة حركة النواس الثقلي المركب مستنتجا دوره الخاص.

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية لا تقبل حلاً جيبياً (علل) لأنها تحوي على $\sin\theta$ بدلاً من $\bar{\theta}$ $\Leftarrow$

لذلك تكون حركة النواس الثقلي في حالة السعات الكبيرة هي حركة غير جيبيه. (لا تقبل حلاً جيبياً)

أما: في حالة السعات الزاوية الصغيرة $\theta < 14^\circ$ أو $\theta < 0.24\ rad$ يكون $\sin\theta \approx \theta$ لذلك تصبح العلاقة السابقة:

$$(\bar{\theta})_t{}'' = -\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta} \cdot \bar{\theta} \quad \boxed{1}$$

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

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

بالاشتقاق مرتين بالنسبة للزمن نجد: (للتأكد من صحة الحل الجيبي)

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

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

بالمساواة بين $\boxed{1}$ وَ $\boxed{2}$ نجد: $\Leftarrow -\omega_0^2 \cdot \bar{\theta} = -\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta}\bar{\theta}$

$$\omega_0^2 = \frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta}} > 0$$

وهذا محقق لأن ما تحت الجذر كله موجب، فحركة النواس الثقلي المركب بسعات صغيرة هي حركة جيبيه دورانيه نبضها الخاص ω_0.

استنتاج الدور الخاص T_0: $\boxed{2}$ $\omega_0 = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta}}$ وَ $\boxed{1}$ $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$

بالمساواة بين $\boxed{1}$ وَ $\boxed{2}$ نجد:

$$\frac{2\pi}{T_0}=\sqrt{\frac{m\cdot g\cdot d}{I_\Delta}}\Rightarrow T_0\cdot\sqrt{m\cdot g\cdot d}=2\pi\cdot\sqrt{I_\Delta}\Rightarrow T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\cdot g\cdot d}}$$

3- فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة:

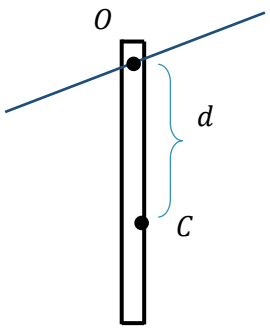
a)يؤخر نواس ميقاتية عند نقله الى قمة جبل بعد ان كان يدق الثانية على مستوٍ على سطح البحر؟؟

$T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\cdot g\cdot d}}$ كلما زادت g قلت T_0 والعكس، كلما قلت g زادت T_0 التناسب عكسي فعندما نرتفع $\Leftarrow$ تقل g

$\Leftarrow T_0$ يزداد $\Leftarrow$ تؤخر الميقاتية.

b)لا يتعلق الدور الخاص لساق متجانسة تنوس حول محور مار من طرفها العلوي بكتلتها ويبقى دورها نفسه مهما زدنا من كتلة النواس الثقلي؟؟

الحل: $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\cdot g\cdot d}}$



هايغنز $I_\Delta=I_{\Delta/c}+m\cdot d^2=\frac{1}{12}m\cdot\ell^2+m\cdot\left(\frac{\ell}{2}\right)^2\Rightarrow I_\Delta=\frac{1}{3}m\cdot\ell^2$

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{1\cdot m\cdot\ell^2}{3\cdot m\cdot g\cdot\frac{\ell}{2}}}=2\pi\sqrt{\frac{2\cdot\ell}{3\cdot g}}$$

لا علاقة للدور بالكتلة

4- عرف النواس الثقلي البسيط نظرياً وعملياً ثم استنتج عبارة دوره الخاص انطلاقاً من علاقة دور النواس الثقلي المركب في حالة السعات الزاوية الصغيرة.

النواس الثقلي البسيط عملياً:

هو عبارة عن كرة صغيرة كتلتها (m) كثافتها النسبية كبيرة معلقة بخيط خفيف لا يمتط طوله (ℓ) كبير أمام نصف قطر الكرة.

النواس الثقلي البسيط نظرياً:

هو عبارة عن نقطة مادية تهتز بتأثير ثقلها على بعد ثابت (ℓ)من محور أفقي ثابت.

استنتج دوره الخاص T_0:

من علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي المركب $T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{m\cdot g\cdot d}}$ لكن البعد $d=\ell$ (طول الخيط) $I_\Delta=m\,d^2=m\ell^2$ $\Leftarrow$

فيصبح الدور:

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

سؤال: اشرح كيف يتم تبادل الطاقة في النواس الثقلي البسيط خلال دور كامل؟

الطاقة الميكانيكية هي مجموع الطاقتين الطاقة الكامنة الثقالية E_P و الطاقة الحركية E_K

- **عند مرور الجسم في الوضعين $\pm\theta_{max}$ تنعدم سرعته (سرعة الكرة) فتنعدم الطاقة الحركية وتصبح $E=E_P$.**

- عند مرور النواس بوضع التوازن تكون E_K عظمى وتنعدم E_P $\Longleftarrow E = E_K$ وهكذا يستمر التبادل بالابتعاد عن (O) تتناقصE_K وتزداد E_P.

وبالاقتراب من (O) تزداد E_K وتنقصE_P أي زيادة في إحدى الطاقتين ويؤدي الى نقصان في الأخرى بحيث $E = const$.

الطاقة الكامنة الثقالية: $E_P = m \cdot g \cdot h$

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

(الأسئلة النظرية في مقاومة الهواء وميكانيك السوائل)

1- تنشأ مقاومة الهواء عن نوعين من القوى ما هما وما سبب نشوء كل منهما؟ وأي من هاتين القوتين تسبب ما يسمى بمقاومة الشكل. قارن بينهما في حال السرعات الصغيرة والكبيرة.

1. قوى الاحتكاك: وتنشأ عن لزوجة الهواء، حيث تحتك جزيئات الهواء وتنزلق عند اصطدامها بالجسم.
2. قوى الضغط: تنشأ عن تجمع جزيئات الهواء في مقدمة الجسم (تسبب زيادة في الضغط) وتخلخلها خلف الجسم (تسبب نقصان في الضغط)

قوى الضغط تسبب ما يسمى بمقاومة الشكل للتخفيف منها نلجأ للشكل المغزلي الإنسيابي

قوى الاحتكاك: تظهر في حال السرعات الصغيرة.

قوى الضغط: تظهر في حال السرعات الكبيرة.

2- ادرس العوامل المؤثرة في مقاومة الهواء على جسم يسقط بحركة انسحابية مستقيمة ثم أكتب العلاقة الرياضية التي تجمع تلك العوامل في حال السرعات المتوسطة.

عامل السطح: تزداد مقاومة الهواء بازدياد السطح الظاهري للجسم. السطح الظاهري وهو مساحة سطح مرتسم الجسم على مستوٍ يعامد شعاع سرعته.

عامل الشكل: عند تساوي السطوح الظاهرية لعدة أجسام فإنه تنقص مقاومة الهواء باقتراب شكل الجسم من الشكل المغزلي.

عامل السرعة: عندما تكون سرعة الجسم محصورة بين $(1 - 280) m.s^{-1}$فإن مقاومة الهواء تتناسب طرداً مع مربع سرعة الجسم.

عامل الكتلة الحجمية ρ: تتناسب مقاومة الهواء طرداً مع الكتلة الحجمية للهواء ρ. الكتلة الحجمية

$\rho(kg.m^{-3})$; $F_r = \frac{1}{2} k\, \rho\, s\, v^2$ العلاقة الرياضية

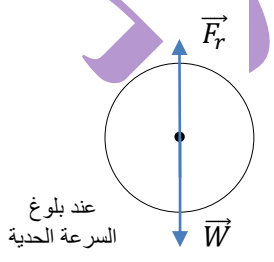
3- أدرس حركة سقوط جسم صلب يسقط في هواء ساكن من ارتفاع مناسب بحركة انسحابية مستقيمة مبيناً طبيعة حركته قبل وبعد بلوغ السرعة الحدية إذا علمت ان مقاومة الهواء تعطى بالعلاقة:$F_r = \frac{1}{2} k.\rho.s.v^2$.وكيف تؤول العلاقة من أجل سقوط جسم كروي نصف قطره r وكتلته الحجميةρ_s.

جملة المقارنة: خارجية ، الجملة المدروسة: كرة.

القوى الخارجية المؤثرة:

1- قوة الثقل الثابتة: $\overrightarrow{W}$

2- قوة مقاومة الهواء (المتغيرة):$\overrightarrow{F_r}$ (في بدء السقوط معدومة)



نطبق العلاقة الأساسية في التحريك $\sum \overrightarrow{F} = m \cdot \vec{a} \Longrightarrow \overrightarrow{W} + \overrightarrow{F_r} = m \cdot \vec{a}$

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل نجد:

$$W - F_r = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{W - F_r}{m} \quad ; W > F_r \Rightarrow a > 0$$

فالحركة تكون قبل بلوغ السرعة الحدية (مستقيمة) متسارعة (يتناقص فيها التسارع)

تزداد سرعة الجسم (حركة متسارعة) فيزداد معها F_r حتى يصبح

$$W = F_r \Rightarrow W - F_r = 0 \Rightarrow a = 0$$ ينعدم التسارع

وتصبح حركة الجسم مستقيمة منتظمة سرعتها ثابتة وهي السرعة الحدية v_t وهي أعظم سرعة يبلغها جسم يسقط في هواء ساكن عندما تنعدم محصلة القوى المؤثرة في الجسم.

استنتاج v_t:

$$W = F_r \Rightarrow m \cdot g = \frac{1}{2} k \cdot \rho \cdot S \cdot v_t^2 \Rightarrow v_t = \sqrt{\frac{2\, m \cdot g}{k \cdot \rho \cdot S}}$$

من أجل جسم كروي $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$; $m = \rho_s \cdot V$

السطح الظاهري للكرة هو دائرة $S = \pi \cdot r^2$

$$\Rightarrow v_t = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \rho_s \cdot g}{k \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2}} \Rightarrow v_t = \sqrt{\frac{8 \cdot r \cdot \rho_s \cdot g}{3 \cdot k \cdot \rho}}$$

ملاحظة: في حال سقط الجسم في الخلاء(لايوجد هواء) تصبح حركته مستقيمة متسارعة بانتظام تسارعها ثابت.
لو طلب التسارع في بدء السقوط (كانت مقاومة الهواء معدومة) فالتسارع هنا يساوي تسارع الجاذبية الأرضية.

((ميكانـــيك السوائل))

4 ــ استنتج العلاقة المعبرة عن ضغط سائل ساكن متوازن يقع على عمق h من سطح السائل. ثم اكتبها بدلالة الضغط الجوي.
الحل: نأخذ نقطة (a) واقعة داخل السائل على عمق h من سطح السائل ولنأخذ سطحاً s أفقياً موازياً لسطح السائل الساكن تنتمي إليه النقطة.

ثقل عمود السائل الواقع فوق النقطة يسبب ضغطاً P:

$$P = \frac{F}{s} \quad ; F = W = m \cdot g$$; W ثقل عمود السائل

$$P = \frac{m \cdot g}{s} \quad ; \quad m = \rho \cdot V$$; m كتلة عمود السائل

$$P = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{s}$$ ρ: الكتلة الحجمية للسائل

$V = s \cdot h \Rightarrow P = \frac{\rho \cdot s \cdot h \cdot g}{s} \Rightarrow P = \rho \cdot h \cdot g$ حجم عمود السائل

h: ارتفاع عمود السائل

أما الضغط الكلي =ضغط السائل + الضغط الجوي

$$P_{total} = P + P_0 \Longrightarrow \boxed{P_{total} = \rho \cdot h \cdot g + P_0}$$

إذا قل الإرتفاع للنصف يقل الضغط للنصف.

5- اكتب خاصية الأوانــي المستطرقة:

الاواني المستطرقة: يقع السطح الحر لسائل متوازن في مستو أفقي واحد لأن نقاطه تخضع للضغط ذاته

هي أوانٍ لها اشكال وفروع مختلفة (مستوي الماء فيها واحد) النقاط التي لها نفس العمق تتلقى نفس قيمة الضغط.

$$P_a = P_b = P_c \quad \& \quad h_a = h_b = h_c$$

6- مم تتألف رافعة السيارات (الرافعة الهيدروليكية):

تتألف رافعة السيارات من اسطوانتين مساحة مقطع الأولى S_1 ومساحة مقطع الثانية S_2 بحيث $S_1 < S_2$ وتتصلان بأنبوب وتكون كل منهما مغلقة بمكبس يمكنه الحركة دون احتكاك وتملأن بالزيت الذي نفترضه غير قابل للانضغاط.

7- اكتب نص قانون باسكال (انتقال الضغط)واستنتج عبارة تضخيم القوة ثم برهن أن العمل المنجز على المكبس الأول يساوي العمل المنجز عل المكبس الثاني في رافعة السيارات.

قانون باسكال: ((إن أي تغير في الضغط المطبق على سائل ساكن محصور في وعاء ينتقل بكامله إلى نقاط السائل وإلى جدران الوعاء))

عند ما نطبق قوة صغيرة F_1 على سطح الصغير S_1 تسبب ضغطاً P_1 ينتقل عبر السائل إلى السطح الكبير S_2 مسبباً قوة كبيرة F_2 تسبب ضغطاً P_2.

حسب قانون باسكال: $P_1 = P_2$

نعوض نجد: $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Longrightarrow F_2 = \frac{S_2}{S_1} \cdot F_1$

بما أن $S_1 < S_2$ (شرط التضخيم) $\Longleftarrow F_1 < F_2$ وهذا ما ندعوه بتضخيم القوة.

هل العمل على المكبس الأول يساوي العمل على المكبس الثاني؟؟ نعم يساويه

العمل على المكبس الأول $W_1 = F_1 \cdot \Delta x_1 = P_1 \cdot S_1 \cdot \Delta x_1 \Longrightarrow$

$$\overline{W_1} = P_1 \cdot V_1 \quad ; V_1 = S_1 \cdot \Delta x_1$$

العمل على المكبس الثاني $W_2 = F_2 \cdot \Delta x_2 = P_2 \cdot S_2 \cdot \Delta x_2 \Longrightarrow$

$$\overline{W_2} = P_2 \cdot V_2 \quad ; V_2 = S_2 \cdot \Delta x_2$$

بما أن $P_1 = P_2$ حسب باسكال و $V_1 = V_2$ وهو المطلوب $\Longleftarrow W_1 = W_2$

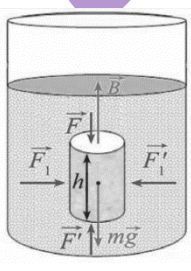
8- جسم اسطواني يغمر في سائل لا يذوب معه ولا يتفاعل برهن أن شدة دافعة أرخميدس تساوي ثقل السائل المزاح واكتب النص الفيزيائي لدافعة ارخميدس وعناصرها.

الضغط على الوجه العلوي للجسم الواقع على عمق h_1:

فتكون القوة التي يؤثر بها السائل في هذا الوجه $P_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 + P_0$

$$F_1 = P_1 \cdot s = (\rho \cdot g \cdot h_1 + P_0)s \Longrightarrow$$

$$F_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot s + P_0 \cdot s$$



الضغط على الوجه السفلي للجسم الواقع على عمق h_2 من سطح السائل:

$$P_2 = \rho \cdot g \cdot h_2 + P_0$$

فتكون القوة التي يؤثر بها السائل في هذا الوجه:

$$F_2 = P_2 \cdot s = (\rho \cdot g \cdot h_2 + P_0)s \Longrightarrow$$

$$F_2 = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot s + P_0 \cdot s$$

شدة محصلة القوتين هي عبارة عن شدة دافعة أرخميدس B:

شرط أرخميدس $B = F_2 - F_1 > 0$

$$\Longrightarrow B = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot s + P_0 \cdot s - (\rho \cdot g \cdot h_1 \cdot s + P_0 \cdot s)$$

$$\Longrightarrow B = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot s - \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot s$$

$$\Longrightarrow B = \rho \cdot g \cdot s(h_2 - h_1) \Longrightarrow B = \rho \cdot g \cdot s \cdot h$$

$$h = h_2 - h_1 \quad ; \quad (\text{إرتفاع الجسم})$$

$$V = s \cdot h \Longrightarrow B = \rho \cdot g \cdot V \quad ; m = \rho \cdot V \quad ;$$

$$\Longrightarrow \boxed{B = m \cdot g = W}$$

شدة دافعة أرخميدس = ثقل السائل المزاح.

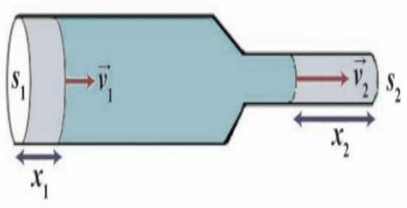
النص الفيزيائي: إذا غمر جسم بشكل جزئي أو كلي في سائل لا يذوب ولا يتفاعل معه فإن السائل يدفع الجسم بقوة عناصرها:

1-الحامل: الشاقول. 2- الجهة نحو الأعلى (من الأسفل نحو الأعلى) 3- الشدة: تساوي ثقل السائل المزاح $(B = W)$

4-نقطة التأثير: مركز ثقل الجسم(إذا كان الجسم ساكن لا يحوي تجويف)

9- سائل متجانس كتلته (m) **يملأ أنبوب مقطعا طرفيه مختلفان** S_2, S_1 **بحيث يتحرك فيه السائل ولا يتجمع، استنتج معادلة الاستمرارية أو أثبت أن:**

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = const$$



كمية السائل الداخلة عبر المقطع s_1 **خلال زمن** Δt **=كمية السائل الخارجة عبر المقطع** s_2 **خلال** Δt **نفسها**

نعرف المنسوب الكتلي Q **أنه: كمية السائل التي تقطع مقطع الأنبوب** S **خلال واحدة الزمن.**

$$Q = \frac{m}{\Delta t} \quad (kg \cdot s^{-1})$$

$$Q_1 = Q_2 \Longrightarrow \frac{m_1}{\Delta t} = \frac{m_2}{\Delta t}$$

m **كتلة السائل,** V **حجم كمية السائل,** x **المسافة التي قطعتها كتلة السائل,** v**سرعة السائل،** s**مساحة المقطع الذي يتدفق السائل من خلاله.**

$$m_1 = m_2 \Longrightarrow \rho \cdot V_1 = \rho \cdot V_2 \Longrightarrow \rho \cdot s_1 \cdot x_1 = \rho \cdot s_2 \cdot x_2$$

$$\rho \cdot s_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = \rho \cdot s_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t \Longrightarrow s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 \Longrightarrow$$

$$Q_1 = s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 = const \Longrightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{s_1}{s_2}$$

تزداد سرعة السائل كلما قلت مساحة سطح المقطع

يمكن الاستنتاج بطريقة ثانية: المنسوب الحجمي $Q' = \frac{V}{\Delta t}$ $m^3 \cdot s^{-1}$

$$Q'_1 = Q'_2 \Rightarrow \frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t} \Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow s_1 \cdot \Delta x = s_2 \cdot \Delta x \Rightarrow$$

$$s_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = s_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t \Rightarrow Q'_1 = s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 = const$$

سؤال خارجي: استنتج العلاقة بين Q الكتلي و Q' الحجمي:

$$Q = \frac{m}{\Delta t} = \frac{\rho \cdot V}{\Delta t} = \rho \cdot Q' \text{ كتلي} \; ; \; Q' = \frac{V}{\Delta t} \text{ حجمي}$$

$$\Rightarrow Q = \rho \cdot Q' \text{ كتلي} \Leftarrow \text{حجمي}$$

سؤال امتحاني: (هام): اكتب العلاقة المعبرة عن المنسوب الكتلي Q واشرح رموزها ثم اكتب العلاقة المعبرة عن المنسوب الحجمي $Q`$ واشرح رموزها

$$Q = \frac{m}{\Delta t} \text{ كتلي} \qquad kg \cdot s^{-1}$$

Q :كمية السائل التي تعبر مقطع الانبوب (S) خلال واحدة الزمن $kg \cdot s^{-1}$

m : كتلة السائل التي تعبر المقطع (S) خلال الزمن Δt (kg)

Δt : الفترة الزمنية اللازمة (S)

$$Q` = \frac{v}{\Delta t} \text{ حجمي}$$

$Q`$: حجم السائل الذي يعبر مقطع الانبوب خلال واحدة الزمن (المنسوب الحجمي) $m^3 \cdot s^{-1}$

V : حجم كمية السائل التي تعبر المقطع (S) خلال زمن Δt

سؤال 2018: اكتب معادلة الاستمرارية وماذا تستنتج منها

تزداد سرعة انسياب السائل عندما تنقص مساحة سطح المقطع S الذي يتدفق السائل من خلاله $\frac{v_2}{v_1} = \frac{S_1}{S_2}$

10- أكتب نص نظرية برنولي:

مجموع الضغط والطاقة الحركية لوحدة الحجوم والطاقة الكامنة الثقالية (طاقة الوضع) لوحدة الحجوم في نقطة من خط الإنسياب لسائل تساوي مقداراً ثابتاً ولا تتغير عند أي نقطة أخرى من هذا الخط.

النص الرياضي لمعادلة برنولي:

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

$$\Rightarrow P + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot Z = const$$

كيف تؤول معادلة برنولي في حال كان الأنبوب أفقي و ماذا تستنتج منها :

حالة خاصة $Z_1 = Z_2$

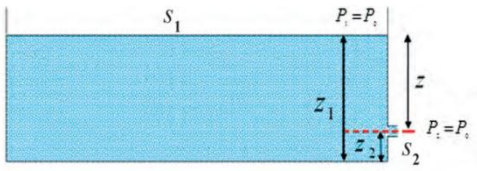
$$\Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2 - \frac{1}{2}\rho \cdot v_1^2 \Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} \cdot (v_2^2 - v_1^2)$$

نستنتج: ضغط السائل يقل كلما زادت سرعته ويزداد الضغط بنقصان السرعة كون ρ ثابتة.

11-يحتوي خزان على سائل كتلته الحجمية ρ مساحة سطح مقطعه s_1 كبيرة بالنسبة إلى فتحة جانبية صغيرة مساحة مقطعها s_2 تقع قرب قعره وعلى عمق h من السطح الحر للسائل استنتج سرعة تدفق السائل من الفتحة الجانبية أسفل الخزان أنطلاقاً من معادلة برنولي:

نطبق نظرية برنولي على جزء صغير من السائل انتقل من سطحه وضع (1) بسرعة ابتدائية معدومة $v_1 = 0$ ليخرج من الفتحة وضع (2) بسرعة v_2:

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



لكن: $P_1 = P_2 = P_0$ ولدينا $v_1 = 0$

تصبح المعادلة: $\rho \cdot g \cdot Z_1 = \frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot Z_2$

$$\rho \cdot g \cdot Z_1 - \rho \cdot g \cdot Z_2 = \frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2 \Rightarrow g \cdot Z_1 - g \cdot Z_2 = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$g \cdot (Z_1 - Z_2) = \frac{1}{2}v_2^2 \Rightarrow g \cdot Z = \frac{1}{2}v_2^2 \quad ; Z = Z_1 - Z_2$$

$$\boxed{v = \sqrt{2 \cdot g \cdot Z}}$$

12- فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية (إذا لزمت):

a- تصل حبات البرد الكبيرة الى الأرض قبل حبات البرد الصفيرة بالرغم من أنهما تشكلتا في اللحظة ذاتها.

من أجل كرتين من النوع نفسه لكن $r_2 < r_1$

$$\frac{v_{t_1}}{v_{t_2}} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} \quad ; v_{t_2} < v_{t_1} \Leftarrow r_2 < r_1$$

لذلك تصل حبات البرد الكبيرة إلى الأرض قبل حبات البرد الصغيرة بالرغم من أنهما تشكلتا في نفس اللحظة وسقطتا من نفس الارتفاع

b- مقاومة الهواء على قرص أكبر منها على اسطوانة لها نفس السطح الظاهري.

لأن نقصاً مفاجئاً في الضغط يحدث خلف القرص بينما تخففه جدران الأسطوانة.

c- يزداد الضغط عند نقطة من السائل كلما ازداد عمقها. الضغط يتعلق فقط بالارتفاع (h) كلما زاد العمق كلما زاد الضغط

$$P = \rho \cdot h \cdot g$$

d- تصل كرة الرصاص الى الأرض قبل كرة الخشب علماً أن لهما نفس نصف القطر.

الكرة الأكثف تصل الأرض أولاً إذا سقطتا من نفس الارتفاع:

$$\frac{v_{t_1}}{v_{t_2}} = \sqrt{\frac{\rho_{s_1}}{\rho_{s_2}}}$$ تناسب طردي

لذلك تصل كرة الرصاص قبل كرة الخشب المساوية لها بالحجم. $v_{t_2} < v_{t_1} \Leftarrow \rho_{s_2} < \rho_{s_1}$

E- يصل المظلي للأرض بسرعة حدية لا تتجاوز بضعة أمتار في الثانية.

بفضل السطح الظاهري الكبير لمظلته.

فسر ما يلي (سوائل جديد 2024):

1- اختلاف سرعة جريان الماء عبر مقاطع مختلفة المساحة في مجرى نهر جريانه أفقي:

الحل: $Q' = s \cdot v \Longrightarrow v = \frac{Q'}{s}$

$$(\text{ثابتة}) Q_1 = Q_2$$

أما المساحة (s) فهي متغيرة فكما قلت (s) زادت v والعكس صحيح.

2- عدم تقاطع خطوط الانسياب لسائل ما.

الحل: لأن خط الإنسياب يمس في كل نقطة شعاع السرعة $\vec{v}$ فلو فرضنا خطين للإنسياب تقاطعا في نقطة ما فيكون للجسيم سرعتان بالمكان نفسه واتجاهين مختلفين.

3- يضيق مقطع الماء المتدفق من صنبور ماء أثناء سقوطه كلما اقتربت من سطح الأرض.

الحل: لأن سرعة جسيمات السائل تزداد كلما ابتعد عن فوهة الصنبور وبالتالي وينقص الضغط عندها ويكون الضغط المجاور لها أكثر فيضغطها نحو الداخل.

4- تستطيع خراطيم السيارات إيصال الماء لإرتفاعات ومسافات كبيرة.

الحل: $s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2$ السرعة تناسب عكساً مع المساحة فكلما قلت مساحة المقطع كلما زادت سرعة خروج الماء منه.

5- يتأثر ضغط الدم عند الأشخاص المصابين بانسداد شرياني جزئي.

مكان الإنسداد ينقص (s) فتزداد v فينقص P

((الأسئلة النظرية في المغناطيسية))

1- في تجربة الأرجوحة الكهرطيسية عندما نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في الساق ونخضعها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم فإنها تنحرف علل ذلك. ماذا يحدث لو غيرنا من تموضع أقطاب التيار الكهربائي أو أقطاب الحقل. كيف نزيد من شدة الإنحراف؟

تنحرف الساق تحت تأثير قوة لابلاس الكهرطيسية. عند تغير تموضع أقطاب التيار أو الحقل تتغير جهة إنحراف الساق.

لزيادة شدة الإنحراف نزيد من (شدة التيار الكهربائي أو شدة الحقل المغناطيسي أو طول الجزء من الناقل المستقيم الخاضع لتأثير الحقل المغناطيسي)

2 – عدد العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس) ثم اكتب العلاقة الرياضية التي تجمعها. وأكتب عناصرها موضحاً ذلك بالرسم وذلك في تجربة السكتين الكهرطيسية؟

العوامل المؤثرة في شدة قوة لابلاس (القوة الكهرطيسية $\vec{F}$)

(I)شدة التيار الكهربائي
(B)شدة الحقل المغناطيسي
(L)طول الجزء من الناقل المستقيم الخاضع لتأثير الحقل المغناطيسي
(θ) الزاوية بين الناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي المؤثر

- **وقد تمت الدراسة بتغيير إحدى العوامل وثبات الأخرى ووجِدَ أن:**

تتناسب شدة القوة الكهرطيسية طرداً مع شدة التيار I وطرداً مع شدة الحقل المغناطيسي B وطرداً مع طول الجزء من الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي B وتتناسب طرداً مع الزاوية θ بين $\vec{L}$ I وشعاع الحقل المغناطيسي المؤثر.

$$F = K \cdot I \cdot L \cdot B \sin\theta$$

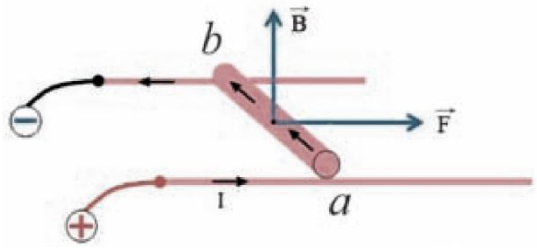
حيث K ثابت التناسب قيمته في الجملة الدولية $k = 1$

$$\Longrightarrow \boxed{F = I \cdot L \cdot B \sin\theta}$$

$\boxed{\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}}$ ← العبارة الشعاعية لقوة لابلاس.

عناصر شعاع القوة الكهرطيسية:

1. نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.
2. الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي.
3. الجهة: تحقق الأشعة $I\vec{L}$. $\vec{B}$. $\vec{F}$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى:



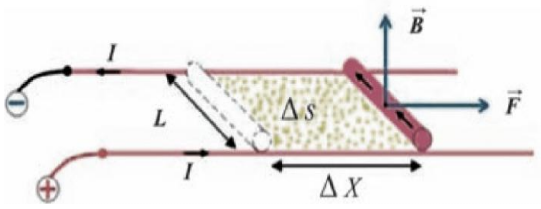
- التيار يدخل من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع.
- شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف.
- جهة القوة الكهرطيسية هي جهة إبهام اليد اليمنى.
- الشدة: تعطى بالعلاقة $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$

θ الزاوية بين $\vec{B}$ و $I\vec{L}$.

3 – استنتج عبارة عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل) في تجربة السكتين الكهرطيسية ،حيث يكون شعاع الحقل المغناطيسي$\vec{B}$ عمودياً على المستوي الأفقي للسكتين موضحاً ذلك بالرسم. ثم أكتب نص نظرية مكسويل

تنتقل الساق الأفقية موازية لنفسها مسافةΔxفتمسح سطحاً $\Delta s = L \cdot \Delta x$ وتنتقل نقطة تأثير القوة الكهرطيسية في حاملها وبجهتها مسافةΔx

تقوم القوة الكهرطيسية بعمل محرك موجب$W > 0$



$W = F \cdot \Delta x$ (القوة × الانتقال)

$W = I\,L\,B \cdot \Delta x$; $F = I\,L\,B$; $\sin\theta = 1$

$W = I\,B \cdot \Delta s$

لكن: $\Delta\phi = B\Delta s > 0$ ← تزايد التدفق

عبارة عمل القوة الكهرطيسية ⟶ $\boxed{w = I \cdot \Delta\phi}$

نص نظرية مكسويل:

((عندما تنتقل دارة كهربائية – أو جزء من دارة كهربائية – في منطقة يسودها حقل مغناطيسي فإن عمل القوة الكهرطيسية المسببة لذلك الإنتقال يساوي جداء شدة التيار المار في الدارة في تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها))

4 – اكتب مبدأ عمل المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك ،ثم انطلاقاً من شرط التوازن الدوراني استنتج العلاقة بين زاوية دوران الإطار الصغيرةθ' وشدة التيار الكهربائي الصغيرة المارة بالإطار.

مبدؤه: يعتمد على دوران دارة كهربائية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي

: من شرط التوازن الدوراني.

$$\sum\overline{\Gamma_\Delta} = 0 \Longrightarrow \overline{\Gamma_{\Delta\text{كهرطيسية}}} + \overline{\Gamma_{\vec{n}\backslash\Delta}} = 0 \quad *$$

$\overline{\Gamma_\Delta} = d' \cdot F$; $d' = d.\sin\alpha$; d طول الضلع الأفقي

$F_1 = F_2 = F = N\,I\,L\,B \sin\frac{\pi}{2}$; L طول الضلع الشاقولي ;

$\overrightarrow{\Gamma_\Delta} = N \cdot I \cdot d \cdot L \cdot B \cdot \sin\alpha \Longrightarrow$ سطح الأطار $s = d \cdot L$

$$\overline{\Gamma_\Delta} = N \cdot I \cdot s \cdot B \cdot sin\,\alpha \qquad *'$$

وهي عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية لكن

$$\theta' + \alpha = \frac{\pi}{2} \qquad (\text{متتامتان})$$

قبل دوران الملف $\alpha = \frac{\pi}{2}$ وبعد دوران بزاوية أصبحت $\theta' + \alpha = \frac{\pi}{2}$

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

باعتبار θ صغيرة $\Longleftarrow cos\,\theta' \approx 1$

$$\Longrightarrow \overline{\Gamma_\Delta} = N\,I\,s\,B\,cos\,\theta' \Longrightarrow \overline{\Gamma_\Delta} = N\,I\,s\,B$$

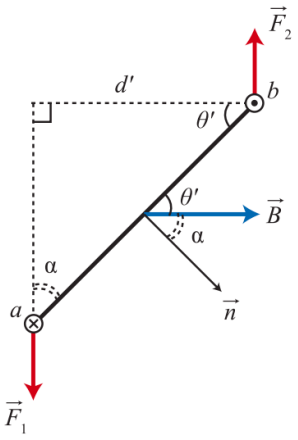
عزم مزدوجة الفتل $\overline{\Gamma_{\vec{n}\backslash\Delta}}$

$$\overline{\Gamma_{\vec{n}\backslash\Delta}} = -k\theta' \qquad *''$$

نعوض $*'$ و $*''$ في $*$ نجد: $N\,I\,s\,B = k\,\theta' \Longrightarrow \theta' = \frac{N\,s\,B}{k} \cdot I$

ندعو المقدار $G = \frac{N\,s\,B}{k}$ ثابت المقياس الغلفاني

وهو المطلوب $\theta' = G \cdot I$



لزيادة حساسية المقياس نزيد من قيمة G ويكون ذلك بإنقاص قيمة (k) مقام G

ويتحقق ذلك باستخدام سلك رفيع جداً من الفضة أي إنقاص $2r$ قطره أو استخدام سلك طويل

$$K = k' \frac{(2r)^4}{L}$$

5 - يؤثر الحقل المغناطيسي في الشحنات المتحركة بقوة مغناطيسية والمطلوب : a) استنتج العبارة الشعاعية لهذه القوة المغناطيسية انطلاقاً من العبارة الشعاعية لقوة لابلاس

إن الحقل المغناطيسي يؤثر في الشحنات الكهربائية المتحركة بقوة مغناطيسية فتنحرف عن مسارها لإستنتاج هذه القوة ننطلق من العبارة الشعاعية لقوة لابلاس (1) $\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$

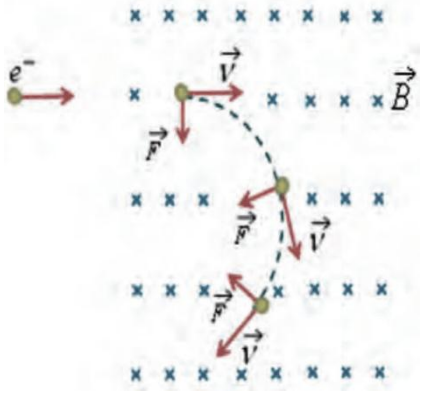
لكن تقطع الشحنة المتحركة q بالسرعة $\vec{v}$ خلال الفاصل الزمني Δt مسافة مستقيمة $\overrightarrow{\Delta L}$. ((المسافة=السرعة × الزمن))

$$\overrightarrow{\Delta L} = \vec{v} \cdot \Delta t \qquad (2)$$

وتكافئ الشحنة المتحركة تياراً كهربائياً شدته: (3) $I = \frac{q}{\Delta t}$

نعوض في قانون لابلاس $\vec{F} = I\overrightarrow{\Delta L} \wedge \vec{B}$ نجد:

العبارة الشعاعية لقوة لورنز المغناطيسية $\boxed{\vec{F} = q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}}$ $\Longrightarrow \vec{F} = \frac{q}{\Delta t} \cdot \vec{v}\,\Delta t \wedge \vec{B}$



b) حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة المغناطيسية ثم بين متى تنعدم هذه القوة.

1. نقطة التأثير: الشحنة المتحركة.
2. الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالشعاعين $\vec{B}$ و $\vec{v}$
3. الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى كالتالي:

نجعل ساعد اليد منطبقاً على حامل شعاع السرعة $\vec{v}$ أصابع اليد بعكس جهة$\vec{v}$ إذا كانت الشحنة سالبة وبجهة$\vec{v}$ إذا كان الشحنة موجبة * يخرج الحقل$\vec{B}$ من راحة الكف ويشير الإبهام إلى جهة القوة المغناطيسية $\vec{F}$.

4. الشدة: $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin(q\vec{v}\hat{}\vec{B})$

$\theta(q\vec{v}\hat{}\vec{B})$

6- يدخل الكترون شحنته e يتحرك بسرعة (v) الى منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم ناظمي شدته B بشكل تتعامد فيه سرعته مع خطوط الحقل المغناطيسي برهن أن المسار الذي يرسمه الإلكترون دائري، واستنتج العلاقة المحددة لنصف قطر هذا المسار.

يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الالكترون المتحرك بسرعة $\vec{v}$ بقوة لورنز

$$\vec{F} = e\,\vec{v} \wedge \vec{B} \Rightarrow \sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \text{لورنز } \vec{F} = m_e \cdot \vec{a} \quad (\text{الثقل مهمل})$$

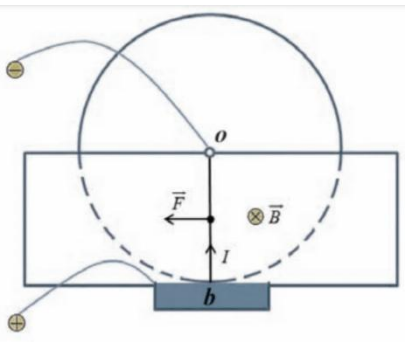
$$e\vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\,\vec{v} \wedge \vec{B}$$

من خواص الجداء الشعاعي $\vec{a} \perp \vec{v}$ $\vec{a} \perp \vec{B}$ وبما أن$\vec{v}$ محمول على المماس فالتسارع ناظمي وحركة الالكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة.

$$\vec{a}\begin{cases} a_t = 0 \\ a_c = a = \dfrac{v^2}{r} \end{cases} \Rightarrow \frac{e}{m_e} \cdot v \cdot B = \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m_e \cdot v}{e \cdot B}$$

7 - مم يتألف دولاب بارلو، وما هو مبدأ عمله، أرسم شكلاً توضيحياً له ونامتب عناصر شعاع القوة الكهرطيسية التي يخضع لها الدولاب .

يتألف من قرص معدني من النحاس أو الألمنيوم، يمكنه أن يدور في مستوٍ شاقولي حول محور أفقي مار بمركزه (C) ويلامس بحافته السفلى زئبقاً.



نصل محور القرص وحوض الزئبق بقطبي مولد لتيار متواصل ونخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي منتظم أفقي متولد عن مغناطيس نضوي.

يدور القرص بفعل القوة الكهرطيسية يبين الدولاب مبدأ عمل المحركات الكهربائية

تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية

عناصر القوة الكهرطيسية المؤثرة في دولاب بارلو:

1- نقطة التأثير: منتصف القسم الخاضع للحقل المغناطيسي $\vec{B}$ (منتصف r)

2- الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالقرص وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$.

3- الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى:

نضع يدنا اليمنى فوق نصف قطر القرص السفلي، التيار الكهربائي يدخل من ساعد اليد اليمنى ويخرج من رؤوس الأصابع، شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$يخرج من باطن الكف، الإبهام يشير إلى جهة القوة الكهرطيسية$\vec{F}$.

4- الشدة: $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$

((الأسئلة النظرية في التحريض الكهرطيسي))

1- نقرب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من احدى وجهي وشيعة وفق محورها يتصل طرفاها بمقياس ميكرو أمبير فتنحرف ابرة المقياس دالة على مرور تيار كهربائي والمطلوب:

a) فسر سبب نشوء هذا التيار b) اكتب عبارة القوة المحركة الكهربائية واشرح رموزها. واكتب نص قانون لنز

بسبب تغير التدفق المغناطيسي عبر الوشيعة بتغير الزمن.

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\overline{d\Phi}}{\overline{dt}}$$

ε: القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ε تقاس بالفولت V

تغير التدفق المغناطيسي $d\Phi$: يقاس بالويبر $(Weber)$

dt : زمن تغير التدفق المغناطيسي يقاس بالثانية (s)

نص قانون لنز: إن جهة التيار المتحرض في دارة مغلقة تكون بحيث ينتج افعالاً تعاكس السبب الذي ادى الى حدوثه.

2– اعتماداً على مبدأ عمل المولد الكهربائي للتيار المتناوب استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة التحريضية الكهربائية.

قبل الحل يتألف المولد من إطار مستطيل (ملف) قابل للدوران حول محور مار من مركزه يحوي Nلفة ومساحة سطحه s يدور في حقل مغناطيسي منتظم.

* أثناء دوران الملف بزاوية α يكون التدفق ϕ يجتاز الملف:

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

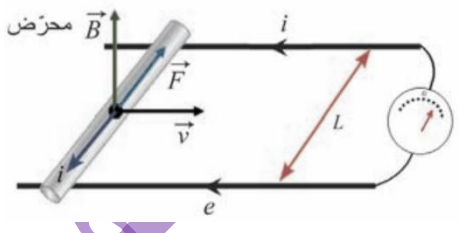
السرعة الزاوية للملف ω $\Leftarrow$ $\alpha = \omega \cdot t$

$$\phi = N \cdot B \cdot s \ cos\omega t$$

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -(-N \cdot B \cdot s \cdot \omega \cdot sin\,\omega t) \Rightarrow \varepsilon = N \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot sin\,\omega t$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{max}\ sin\,\omega t \quad ; \ \varepsilon_{max} = N \cdot B \cdot s \cdot \omega$$

4- ساق نحاسية طولها L تستند الى سكتين نحاسيتين أفقيتين متوازيتين نربط بين طرفي السكتين مقياس ميكرو أمبير ونضع الجملة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم B ناظمي على مستوي السكتين ونحرك الساق موازية لنفسها بسرعة ثابتة $\vec{v}$ بحيث تبقى على تماس مع السكتين استنتج بالرموز العلاقة المحددة لشدة التيار المتحرض بافتراض المقاومة الكلية للدارة R ثم ارسم شكلاً تخطيطياً تبين فيه كلاً من $(\vec{B}$ و$\vec{v}$ و$\vec{F}$ لورنتز وجهة التيار المتحرض)



إن حركة الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ خلال فاصل زمني Δt تنقلها مسافة:

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

فتمسح سطحاً: $\Delta s = L \cdot \Delta x$

ويتغير التدفق المغناطيسي: $\Delta s = L \cdot v \cdot \Delta t$

$$\Delta\Phi = B \cdot \Delta s = B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t$$

فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t}\right| = B \cdot L \cdot v$$

التيار المتحرض:

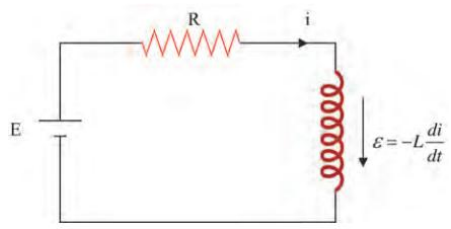
$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \cdot L \cdot v}{R}$$

5- استنتج العلاقة المعبرة عن ذاتية وشيعة طولها L عندما يمر فيها تيار متواصل شدته I علماً أن طول الوشيعة ℓ وعدد لفاتها N

$$\phi = L \cdot i \quad \text{ولدينا} \quad \phi = N\,B\,s \Longrightarrow L \cdot i = N \cdot s \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N \cdot i}{\ell} \Longrightarrow L = 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N^2\,s}{\ell}$$

6- استنتج عبارة الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة عندما تزداد فيها شدة التيار من $(0 \rightarrow I)$

نربط وشيعة مع مقاومة R ومولد قوته المحركة الكهربائية E على التسلسل فيصبح لدينا مولدان موصولان على التسلسل الأول هو المولد وقوته المحركة الكهربائية E



الثاني هو الوشيعة وقوته المحركة الكهربائية ε نطبق قانون أوم على الدارة:

$$E + \varepsilon = Ri$$

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

نضرب الطرفين idt فنجد:

$$E \cdot i \cdot dt - L \cdot idi = R \cdot i^2 \cdot dt \Longrightarrow E \cdot i \cdot dt = R \cdot i^2 \cdot dt + L \cdot idi$$

الحد الاول $E \cdot i \cdot dt$ الطاقة التي يقدمها المولد خلال زمن dt.

الحد الثاني $R \cdot i^2 \cdot dt$ الطاقة الضائعة حرارياً بفعل جول في المقاومة خلال زمن dt

الحد الثالث $L \cdot idi$ الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة خلال زمن dt لاستنتاجها E_L خلال زمن dt

نكامل هذا الحد بين (0 و I) نجد:

$$E_L = \int_o^I L \cdot idi = L\int_o^I idi$$

$$\text{تذكرة} \int xdx = \frac{x^2}{2} \quad \Longrightarrow \quad E_L = \frac{1}{2}L\,I^2$$

وهي الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة

بما أن: $\phi = L \cdot i$

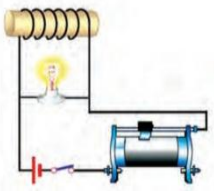
$$E_L = \frac{1}{2}\Phi\,I$$

7- فسر علمياً: نشوء القوة المحركة الكهربائية التحريضية في تجربة السكتين في كل من الحالتين : a) دارة مغلقة .

b) دارة مفتوحة.

الدارة المغلقة: عند تحريك الساق ضمن الحقل $\vec{B}$ بسرعة $\vec{v}$ فإن شحنة حرة (إلكترون) داخل الساق ستتحرك بالسرعة التي تتحرك بها الساق فتخضع لقوة لورنز $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ حامل القوة ينطبق على الساق فتتحرك الشحنات لأن الدارة مغلقة وتحريك الشحنات يؤدي إلى توليد تيار متحرض يعاكس جهة قوة لورنز

الدارة المفتوحة: نكتب نفس التفسير السابق لكن بما أن الدارة مفتوحة: تتراكم شحنات سالبة في أحد طرفي الساق وشحنات موجبة في الطرف الآخر فينشأ فرق في الكمون يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة.



8- لاحظ الشكل المجاور حيث اضاءة المصباح خافتة ....ماذا يطرأ على اضاءة المصباح عند فتح القاطعة ولماذا.؟؟؟

يضيء المصباح بشدة ثم ينطفئ

تتناقص شدة التيار المار في الوشيعة⟸ يتناقص التدفق المغناطيسي المتولد ذاتياً من قبل الوشيعة فتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة في الوشيعة أكبر من القوة المحركة الكهربائية للمولد وتكون قيمة $\frac{di}{dt}$ أكبر ما يمكن لأن dt صغير جدا(متناه في الصغر) فيتوهج المصباح بشدة ثم ينطفىء

عند إغلاق القاطعة:

تزداد شدة التيار من $(0) \leftarrow (I) \Longleftarrow$ تزداد شدة الحقل المغناطيسية من $0 \leftarrow (B)$

⟸يزداد التدفق المغناطيسي المتولد ذاتياً في الوشيعة من $(o \leftarrow \phi)$فيتولد في الوشيعة قوة محركة كهربائية تحريضية تمانع تيار المولد من المرور في الوشيعة فيمر هذا التيار في المصباح فيسبب التوهج الشديد ثم تخبو إضاءته بسبب تناقص قيمة $(\frac{di}{dt})$ وازدياد مرور التيار تدريجياً.

9- وشيعة ذاتيتها L وعدد لفاتها N يمر فيها تيار كهربائي متغير شدته i استنتج عبارة التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة من خلال الوشيعة ذاتها بدلالة ذاتيتها وشدة التيار المارة فيها. B) اكتب عبارة القوة المحركة التحريضية الذاتية ثم عرف الهنري.

عند مرور تيار في الدارة يتولد في الوشيعة حقل مغناطيسي يتدفق ضمن الوشيعة عندما نغير من جهة التيار الكهربائي المار في الوشيعة يتغير الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ المتولد ذاتياً في الوشيعة⟸

يتغير التدفق المغناطيسي في الوشيعة (ϕ)

يتناسب(ϕ) طرداً معB : $\phi = N\,B\,s\,\cos\alpha$

يتناسبB طرداً مع I

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N \cdot I}{\ell}$$

⟸ التدفق يتناسب طرداً مع شدة التيار نسمي عامل التناسب بـذاتية الوشيعة

$$\boxed{\phi = Li}$$

a) $\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$ الهنري: هو ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق قدره ويبر واحد عندما يمر فيها تيار شدته أمبير واحد.

((الأسئلة النظرية في التيار المتناوب))

1– فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب الجيبي ثم اكتب شرطا تطبيق قوانين أوم للتيار المتواصل على التيار المتناوب.

ينشأ التيار المتناوب الجيبي من الحركة الاهتزازية للإلكترونات حول مواضع وسطية بسعة صغيرة من مرتبة الميكرومتر وتواتر هذه الحركة = تواتر التيار الناتج

سبب هذه الحركة: الحقل الكهربائي المتغير بالقيمة والجهة الذي ينتشر بجوار الناقل بسرعة الضوء.

سبب التغير في الحقل الكهربائي: من تغير قيمة وإشارة فرق الكمون بين قطبي المنبع.

شرطاً تطبيق قوانين أوم للتيار المتواصل على دارة تيار متناوب:

1-أن يكون تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير.

2- *أن* تكون الدارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة.

2 – دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R ،نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{u}$ فيمر فيها تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية وفق التابع

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

a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة ثم اكتب العلاقة التي تربط بين التوتر المنتج والشدة المنتجة في هذه الدارة

b) اكتب عبارة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة ثم بين كيف تؤول في حالة المقاومة الصرفة.

حسب قانون أوم في المقاومة:

$$u = R \cdot\ i \Rightarrow u = R\, I_{\max}\ \cos\omega t$$

نسمي المقدار $X_R = R$ ممانعة المقاومة وتقدر بـالأوم

ولدينا $U_{max} = R \cdot\ I_{max} = X_R \cdot\ I_{max}$

ويعطى تابع التوتر اللحظي بشكله العام:

$$\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t)$$

بالمقارنة مع تابع الشدة اللحظية نجد $\varphi_R = 0$ أي إن التوتر على توافق في الطور مع الشدة (توافق في الطور)

للحصول على القيم المنتجة نقسم على $\sqrt{2}$

$$(U_{max} = X_R \cdot\ I_{max}) \ldots\ldots \div \sqrt{2}$$

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

العلاقة بين التوتر المنتج والشدة المنتجة $U_{eff} = X_R \cdot I_{eff}$

b) الاستطاعة المتوسطة المستهلكة

$$P_{avg} = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi\ ;\ \varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1\ \Rightarrow$$

$$P_{avg} = U_{eff}\ \cdot I_{eff}$$

في حال المقاومة الصرفة R نكتب

$$U_{eff} = X_R \cdot I_{eff} \qquad ; X_R = R$$

$$\Rightarrow P_{avg} = R\ \cdot I_{eff} \cdot\ I_{eff} \Rightarrow$$

الاستطاعة تصرف في المقاومة على شكل حرارة بفعل جول

$$P_{avg} = R\ \cdot I_{eff}^2$$

3 – دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتهاL،نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{u}$ فيمر فيها تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية وفق التابع

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

a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة ثم اكتب العلاقة التي تربط بين التوتر المنتج والشدة المنتجة في هذه الدارة

b) فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الوشيعة معدومة.

التوتر بين طرفي الوشيعة:

$$\bar{u} = L\frac{di}{dt}$$

$$\bar{u} = L(i)'_t\ ;\ i = I_{max}\cos(\omega t)$$

$$\bar{u} = L(-\omega\, I_{max}\sin\omega t)$$

حسب دساتير لإرجاع الى الربع الأول:

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

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

نسمي المقدار $X_L = \omega\cdot L$ (ممانعة الوشيعة او ردّية الوشيعة) ويقدر بالأوم

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

$$;U_{max} = X_L\cdot I_{max}$$

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

وهو تابع التوتر اللحظي

نجد من هذه العلاقة إن فرق الطور بين الشدة والتوتر هو $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ (ترابع متقدم) التوتر متقدم بالطور على الشدة بمقدار $+\frac{\pi}{2}$

للحصول على القيم المنتجة نقسم على $\sqrt{2}$

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

الاستطاعة المتوسط المستهلكة P_{avg}:

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

$$;cos\varphi = 0\ ,\ \ \varphi = \frac{\pi}{2}rad \Rightarrow P_{avg} = 0$$

الاستطاعة معدومة

فالوشيعة تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع الدور الأول لتعيدها كهربائياً خلال ربع الدور الثاني للدارة الخارجية

4 – دارة تيار متناوب تحوي مكثفة سعتها C نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{u}$ فيمر فيها تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية وفق التابع

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

a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة ثم اكتب العلاقة التي تربط بين التوتر المنتج والشدة المنتجة في هذه الدارة

b) فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في المكثفة معدومة.

من علاقة سعة المكثفة $C = \frac{q}{u} \Rightarrow u = \frac{q}{C}$

C: سعة المكثفة، q: شحنتها المتغيرة مع الزمن فخلال فاصل زمني dt تتغير الشحنة بمقدار dq ولدينا

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt \Rightarrow q = \int i \cdot dt = \int I_{max} \cdot \cos\omega t \cdot dt$$

$$q = I_{max} \int cos\, \omega t \cdot dt \quad ; \int \cos\omega t \cdot dt = \frac{1}{\omega}\sin\omega t \Rightarrow q = I_{max}\, \frac{1}{\omega}\sin\omega t$$

لكن حسب دساتير الارجاع الى الربع الاول:

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

$$\bar{u} = \frac{q}{c} = \frac{1}{c} \cdot \frac{1}{\omega} \cdot I_{max} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

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

ندعو المقدار $X_C = \frac{1}{\omega \cdot c}$ بممانعة المكثفة (اتساعية المكثفة) أو الممانعة السعوية للمكثفة وتقدر بواحدة الأوم(Ω)

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

فيكون التوتر بين طرفي المكثفة:

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

نلاحظ من هذه العلاقة أن فرق الطور بين التوتر المطبق والشدة هو $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}\ rad$

أي أن التوتر المطبق متأخر في الطور عن الشدة بمقدار $\frac{\pi}{2}$–أو الشدة متقدمة على التوتر بمقدار $+\frac{\pi}{2}$

للحصول على القيم المنتجة نقسم على $\sqrt{2}$

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

الاستطاعة المصروفة بين طرفي المكثفة

$$P_{avg} = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi \quad ; cos\varphi = 0 \ , \ \varphi = -\frac{\pi}{2} rad \Rightarrow P_{avg} = 0$$

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة معدومة المكثفة لا تستهلك أية طاقة لأنها تختزن طاقة كهربائية خلال ربع الدور الأول وتعيدها نفسها خلال الربع الذي يليه

5 – اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة وإتساعية المكثفة في التيار المتناوب واكتب العلاقة بينهما في حالة التجاوب الكهربائي واستنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة، ثم أقترح طريقتين لكي تتحقق العلاقة السابقة (علاقة الدور).

الردية: $X_L = \omega . L$

الاتساعية: $X_C = \frac{1}{\omega \cdot c}$

في حالة الطنين: : علاقة دور التيار المتناوب في حالة الطنين

$$X_L = X_c \Rightarrow \omega_r \cdot L = \frac{1}{\omega_r \cdot c} \Rightarrow \omega_r^2 = \frac{1}{L \cdot c}$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L \cdot c}} \quad ; \ \omega_r = 2\pi f_r$$

$\Rightarrow f_r = \frac{\omega_r}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot c}}$ تواتر الطنين

فيكون دور التيار في هذه الحالة:

$$f_r = \frac{1}{T_r} \Rightarrow T_r = \frac{1}{f_r} \Rightarrow \boxed{T_r = 2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

يمكن تحقيق علاقة الدور بتغيير تردد المنبع أو تغيير قيمة كل من L أو c أو كلاهما معاً.

6- يعطى تابع الشدة اللحظية بين طرفي دارة كهربائية تحوي على التسلسل مقاومة صرف R مع وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C بالعلاقة :

استنتج التوتر الأعظمي باستخدام إنشاء فرينل $i = I_{max} \cos\omega t$

ممانعة المقاومة $X_R = R$

ممانعة الوشيعة $X_L = \omega \cdot L$

ممانعة المكثفة $X_c = \frac{1}{\omega \cdot c}$

☒ تابع التوتر اللحظي الكلي:

$$\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

1. توتر أعظمي بين طرفي المقاومة:

$$U_{maxR} = R \cdot I_{max}$$

ويرسم بشكل منطبق على محور الشدة لأنه على توافق بالطور مع الشدة $\varphi_R = 0$

2. توتر أعظمي بين طرفي الوشيعة:

$U_{maxL} = \omega \cdot L \cdot I_{max}$ ويكون متقدم في الطور على الشدة بزاوية $+\frac{\pi}{2}$ ويمثل بشعاع يصنع زاوية $+\frac{\pi}{2}$ مع محور الشدة

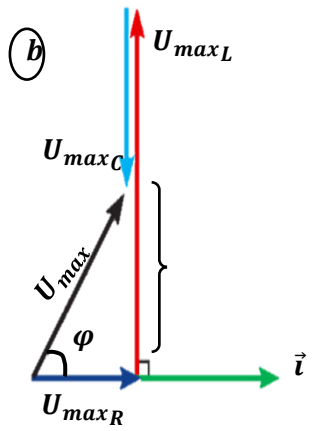
3. توتر أعظمي بين طرفي المكثفة:

$U_{max_C} = \frac{1}{\omega \cdot c} \cdot I_{max}$ ويكون متأخر في الطور عن الشدة بمقدار $\left(-\frac{\pi}{2}\right)$ ويمثل بشعاع يصنع زاوية $-\frac{\pi}{2}$ مع محور الشدة

التوتر الأعظمي الكلي:

$$\overrightarrow{U_{max}} = \overrightarrow{U_{max_R}} + \overrightarrow{U_{max_L}} + \overrightarrow{U_{max_C}}$$

من الشكل (b) نجد (حسب فيثاغورث)



تمثيل التوتر الأعظمي حسب فرينل

$$U_{max}^2 = U_{max_R}^2 + \left(U_{max_L} - U_{max_C}\right)^2$$

$$\Rightarrow U_{max} = \sqrt{U_{max_R}^2 + \left(U_{max_L} - U_{max_C}\right)^2}$$

$$U_{max} = I_{max}\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega \cdot c}\right)^2}$$

7- فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية عند اللزوم :

a- لاتمرر المكثفة تيار متواصل عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل بينما تسمح بمرور تيار متناوب جيبي عند وصل لبوسبها للمأخذ؟

من علاقة اتساعية المكثفة (ممانعتها):

$X_c = \frac{1}{\omega \cdot c} \Rightarrow X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot c}$ لكن في التيار المتواصل $f = 0 \Leftarrow X_c = \infty$ لذلك لا تمرر تيار متواصل (ممانعة لا نهائية)

b- تبدي المكثفة ممانعة كبيرة للتيارات منخفضة التواتر؟

$X_c = \frac{1}{2\pi f c} \Leftarrow$ التناسب عكسي بين X_c و f فكلما زادت f قلت X_c

c- تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر ؟

$X_L = \omega . L = 2\pi f . L \Leftarrow$ تناسب طردي بين X_L و f فكلما زادت f زادت X_L

d- تكون الشدة المنتجة واحدة في عدة أجهزة موصولة على التسلسل مهما اختلفت قيم ممانعاتها؟

I_{eff} هي نفسها في جميع الأجهزة الموصولة على التسلسل حيث أنه باختلاف الممانعات تختلف قيم التوتر وتبقى النسبة ثابتة $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$

((الأسئلة النظرية في المحولة الكهربائية والدارة المهتزة))

1 – أشرح آلية عمل المحولة واستنتج العلاقة التي تعطي التوتر المنتج بين طرفي دارتيها بدلالة عدد الفات.

آلية عملها:

عند تطبيق توتر متناوب جيبي U_P بين طرفي الوشيعة الأولية يمر تيار متناوب جيبي I_P في هذه الوشيعة يؤدي الى نشوء حقل مغناطيسي متناوب. تتدفق جميع خطوطه عبر النواة الحديدية المغلقة ليعبر من خلالها الى الوشيعة الثانوية.

هذا يؤدي الى نشوء قوة محركة كهربائية متحرضة تساوي التوتر المتناوب المتحرض U_S بإهمال مقاومة الأسلاك فينشأ في الثانوية تيار متناوب متحرض I_S له نفس تواتر التيار المرسل I_p، (نفوذية الحديد اللين المغناطيسية كبيرة جداً مقارنة مع الخلاء)

بفرض التوتر اللحظي بين طرفي الدارة الأولية :

$$\overline{u_P} = U_{max_P} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

ومقاومتها R_P وعدد لفاتها N_P والتدفق المغناطيسي الناتج عن مرور التيار فيها $\phi_P = N_P.\phi$

فتكون القوة المحركة الكهربائية التحريضية في الأولية:

$$\varepsilon_P = -N_P \frac{d\phi}{dt}$$

نطبق قانون أوم:

$$u_P + \varepsilon_P = R_P \cdot I_P \Rightarrow u_P = R_P \cdot I_P - \varepsilon_P \Rightarrow u_P = R_P \cdot I_P + N_P \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

$\overset{R_P \text{ صغيرة}}{\Longrightarrow}$ مهملة $\boxed{u_P = N_P \cdot \frac{d\phi}{dt} \ldots\ldots 1}$

وبفرض التوتر اللحظي بين طرفي الدارة الثانوية

$\overline{u_S} = U_{max_S} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ ومقاومتها R_s وعدد لفاتها N_s وشدة التيار المار فيها I_s

والتدفق المغناطيسي الناتج في دارتها $\phi_P = N_P.\phi$

القوة المحركة المتحرضة المتولدة في الدارة الثانوية

$$u_s = R_s \cdot I_s + N_s \frac{d\phi}{dt} \quad ; \quad \varepsilon_s = -N_s \frac{d\phi}{dt}$$

R_s صغيرة جداً لذلك تهمل $\Rightarrow \boxed{u_s = N_s \frac{d\phi}{dt} \ldots\ldots 2}$

نقسم العلاقة 2 على العلاقة 1 نجد:

$$\frac{u_s}{u_P} = \frac{U_{maxS}}{U_{max_p}} = \frac{N_s}{N_P} = \mu$$

نسمي μ نسبة التحويل:

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{N_s}{N_p}$$

نسمي هذه العلاقة ب معادلة المحولة

المحولة رافعة للتوتر عندما $\mu > 1 \Rightarrow N_p < N_s \Rightarrow U_{eff_p} < U_{eff_s}$

المحولة خافضة للتوتر عندما $\mu < 1 \Rightarrow U_{eff_p} > U_{eff_s}$ وَ $N_p > N_s$

2- استنتج عبارة مردود المحولة ثم بين كيف نجعله يقترب من الواحد.(ما نوع المحولة في أماكن توليد التيار وفي أماكن الاستخدام)

$$\eta = \frac{P_s}{P_p}$$

P_s: الاستطاعة المتوسطة التي نحصل عليها في الدارة الثانوية

P_p: الاستطاعة المقدمة

من مأخذ التيار المتناوب (المقدمة) (الدارة الاولية) η مردود المحولة

لكن : $P_s = P_p - P'; P' = R\, I_{eff_p}^2$

الاستطاعة الضائعة حرارياً بفعل جول في المحولة

$$\Rightarrow \eta = \frac{P_p - R\, I_{eff_p}^2}{P_p} = 1 - \frac{R\, I_{eff_p}^2}{U_{eff_p} \times I_{eff_p}} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{R \times I_{eff_p}}{U_{eff_p}}$$

وهي علاقة مردود المحولة

سؤال: كيف نجعله يقترب من الواحد:

يجب أن تكون الاستطاعة الضائعة حرارياً P' صغيرة. ويتحقق ذلك إما بأسلاك ذات مقاطع كبيرة أو تكبير U_{eff_p} وذلك برفع توتر المصدر.

في أماكن التوليد تكون المحولات رافعة للتوتر وفي أماكن الاستهلاك تكون خافضة للتوتر.

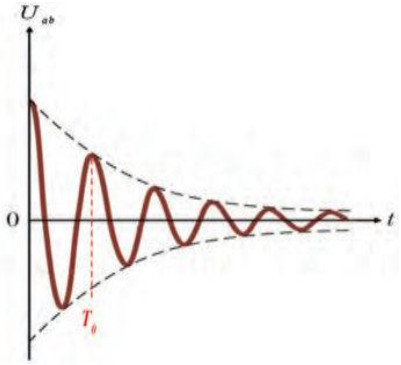
ماهي العوامل التي تمنع من تجاوز قيمة عظمى معينة للتوتر في خطوط النقل البعيدة للطاقة الكهربائية؟

عندما تتجاوز التوترات العالية حداً معيناً سيؤدي ذلك الى أذية الكائنات الحية لأن التوترات تؤدي الى تأين جزيئات الهواء المحيطة بخطوط النقل فيصبح الهواء ناقلاً.

الدارة المهتزة

1) يبين الشكل المجاور المنحني البياني بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن في أثناء تفريغ شحنتها في دارة مهتزة (R,L,C)والمطلوب:

a) ما شكل هذا التفريغ وما هو سبب تناقص الطاقة الكلية في هذه الدارة.



تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه السعة حتى تبلغ الصفر. بسبب الضياع الحراري للطاقة بفعل جول في المقاومة

b) كيف يصبح شكل التفريغ بإهمال مقاومة الدارة؟؟

تفريغ دوري متناوب جيبي.

c) متى يكون تفريغ المكثفة في الوشيعة لا دورياً؟ ولماذا؟

عندما تكون المقاومة كبيرة جداً بسبب الضياع الحراري الكبير للطاقة بفعل جول في المقاومة

3) اشرح كيف يتم تبادل الطاقة بين المكثفة الوشيعة خلال دور كامل؟

عند شحن المكثفة تحتزن شحنة عظمى q_{max} وتكون قد اختزنت طاقة كهربائية : $E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_{max}^2}{c}$

تقوم بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيزداد تيار الوشيعة ببطئ حتى يصل الى قيمة عظمى في نهاية ربع الدور الأول وتكون المكثفة قد فقدت كل شحنتها فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية: $E_L = \frac{1}{2} L i^2$

يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى ينعدم فتختزن المكثفة طاقة كهربائية $E = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_{max}^2}{c}$

أقل مما كانت عليه في الربع الأول وهذا هو نصف الدور الأول.

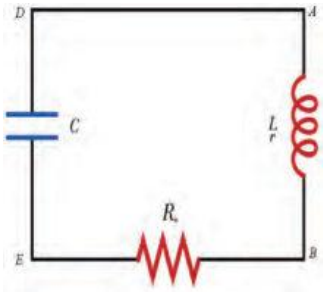
أما في نصف الدور الثاني: تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ في اتجاه معاكس بسبب تغيير شحنة اللبوسين وبسبب المقاومة الصغيرة تتبدد الطاقة تدريجياً على شكل طاقة حرارية بفعل جول

4)– في دارة كهربائية تحوي على التسلسل وشيعة (L,r) ومكثفة مشحونة سعتها C ومقاومة R_0 استنتج المعادلة التفاضلية التي تصف اهتزاز الشحنة، وكيف تؤول هذه المعادلة عندما R=0. انطلاقاً من المعادلة الناتجة استنتج علاقة تومسون.

الحل:

نشكل دارة تحوي على التسلسل وشيعة (L,r) مكثفة مشحونة c ومقاومة R_0

حسب قانون أوم وبعد اختيار اتجاه موجب للتيار تكون محصلة التوترات معدومة:



$$U_{AB} + U_{BE} + U_{ED} + U_{DA} = 0 \quad (1)$$

لكن $U_{DA} = 0$ لإهمال مقاومة اسلاك التوصيل

$U_{ED} = \frac{q}{c}$ التوتر بين طرفي المكثفة

$U_{BE} = R_0 \cdot i$ التوتر بين طرفي المقاومة

$U_{AB} = L(i)'_t + ri$ التوتر بين طرفي الوشيعة (L,r)

نعوض في (1) نجد: $L(i)'_t + ri + R_0 \cdot i + \frac{q}{c} = 0$

لكن $i = (q)'_t$ المشتق الاول للشحنة

$$\Rightarrow (i)'_t = (q)''_t$$

باعتبار $(R = R_0 + r)$ المقاومة الكلية في الدارة فتصبح العلاقة (2):

$$L(q)''_t + (R_0 + r)(q)_t' + \frac{1}{c}q = 0$$

$$L \cdot (q)''_t + R \cdot (q)'_t + \frac{1}{c}\,\overline{q} = 0 \quad (3)$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تصف اهتزاز الشحنة الكهربائية في الدارة (R, L, c)

سؤال: كيف تصبح المعادلة التفاضلية (3) عند اهمال المقاومة

$$L \cdot (q)''_t + \frac{1}{c}\,\overline{q} = 0 \Rightarrow (q)''_t = -\frac{1}{L \cdot c}\,\overline{q} \qquad (5)$$

انطلاقاً من العلاقة السابقة أوجد الدور الخاص للاهتزازات الحرة (علاقة تومسون)

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

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

استنتاج الدور: نشتق الحل الجيبي مرتين بالنسبة الزمن:

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

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

$$(q)''_t = -\omega_0^2 \cdot \bar{q} \quad (6)$$

بالمطابقة والمساواة بين (5) و(6) نجد:

$$-\omega_0^2 \cdot \bar{q} = -\frac{1}{L \cdot c}\bar{q} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{L \cdot c} \Rightarrow$$

النبض الخاص: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot c}}$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \; ; \; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot c}}$$

بالمساواة:

$$\frac{2\pi}{T_0} = \frac{1}{\sqrt{L \cdot c}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot c}$$

4- اكتب التابع الزمني للشحنة اللحظية في الدارة المهتزة مفترضاً $\varphi = 0$ ثم استنتج عبارة الشدة اللحظية ووازن بين الشدة والشحنة من حيث الطور مبيناً متى تكون الشدة عظمى ومتى تكون معدومة.

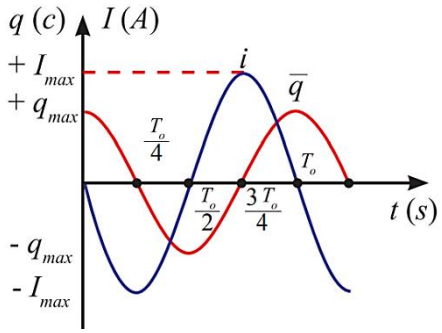
$$\bar{q} = q_{max} \cos \omega_0 t$$

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

حسب دساتير الارجاع الى الربع الأول:

$$-\sin \omega_0 t = +\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \boxed{\bar{\imath} = \omega_0 \cdot q_{max} \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

تابع الشدة يتقدم على تابع الشحنة بمقدار $\left(+\frac{\pi}{2}\right)$ ترابع متقدم



A. أعظمي عندما تنعدم الشحنة في المكثفة $I_{max} = \omega_o \cdot q_{max}$

B. معدوم عندما تكون الشحنة عظمى في المكثفة.

وهو على ترابع متقدم في الطور مع تابع الشحنة.

5) استنتج عبارة الطاقة الكلية في دارة مهتزة تحوي على التسلسل مكثفة مشحونة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L.وارسم الخطوط البيانية.

★ الطاقة الكلية: $E = E_c + E_L$

الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة: $E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{c}$

$$; q = q_{max}\, cos(\omega_0 t) \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_{max}^2}{c} cos^2(\omega_0 t) \quad (2)$$

الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة: $E_L = \frac{1}{2}\, Li^2$

$$; i = -\omega_0 \cdot q_{max}\, sin(\omega_0 t) \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} L \cdot \omega_0^2\, q_{max}^2\, sin^2(\omega_o t)$$

لكن $\omega_0^2 = \frac{1}{L \cdot c} \Rightarrow L \cdot \omega_0^2 = \frac{1}{c}$

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_{max}^2}{c} sin^2(\omega_0 t) \quad (3)$$

نعوض (2) و(3) في (1) $E = E_c + E_L$

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

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

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

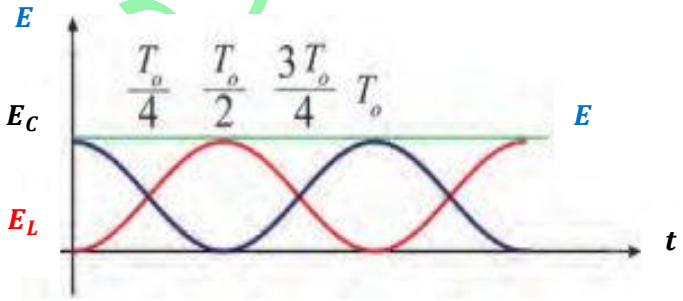
بنفس الطريقة $E = \frac{1}{2} L\, I_{max}^2 = const$ (الطاقة مقدار ثابت).

سؤال2020: تداخل تياران عالي التواتر ومنخفض التواتر في دارة تحوي فرعين أقترح جهازاً لكل فرع يمكن فصل التيارين؟؟

الفرع الأول مكثفة يمر فيها التيار عالي التواتر.

$X_c = \frac{1}{\omega \cdot c}$

الفرع الثاني وشيعة يمر فيها التيار منخفض التواتر $X_L = \omega \cdot L$



السؤال الخامس

((الأسئلة النظرية في الاهتزازات والأمواج))

1-في جملة أمواج مستقرة عرضية تعطى معادلة اهتزاز نقطة(n) من حبل مرن تبعد (x) عن النهاية المقيدة بالعلاقة:

$y_n(t) = 2Y_{max} sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right) sin(\omega t)$ استنتج العلاقة المحددة لأبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة؟ وكم تساوي المسافة بين عقدتين متتاليتين ؟

الحل: عقد الاهتزاز هي (N) نقاط سعة اهتزازها معدومة ⇐

$$Y_{max}/n = 0 \Rightarrow sin\frac{2\pi}{\lambda}x = 0 \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}x = \pi k \Rightarrow \boxed{x = k\frac{\lambda}{2}} ; k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

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

تطبيق: أوجد بعد العقدة الثالثة: $k = 2 \Rightarrow X_3 = 2 \times \frac{\lambda}{2} = \lambda$

بطون الاهتزاز A :هي نقاط ذات سعات اهتزاز عظمى دوماً ⇐

$$Y_{max/n} = 2Y_{max}$$

$$\left|sin\frac{2\pi}{\lambda}X\right| = 1 \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}X = \frac{\pi}{2} + \pi k \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}X = \frac{\pi}{2}(1 + 2k)$$

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

$$\frac{X}{\lambda} = (2k + 1)\frac{1}{4} \Rightarrow X = (2k + 1)\frac{\lambda}{4} \quad ; k = 0, 1, 2, 3 \dots$$

هي إعداد فردية من ربع طول الموجة يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على توافق دائم فتبقى سعتها عظمى،

المسافة بين بطنين متتاليين $\frac{\lambda}{2}$ المسافة بين عقدة اهتزاز وبطن يليها هي $\frac{\lambda}{4}$

بعد البطن الأول $k = 0 \Rightarrow X_1 = \frac{\lambda}{4}$

2- اكتب شرطا حدوث التجاوب في تجربة ملد على نهاية مقيدة بين الوتر كجملة مجاوبة والهزازة كجملة محرضة ثم استنتج تواتر الصوت البسيط الصادر عن الوتر.

أن يكون تواتر الهزازة يساوي تواتر الوتر أو أحد مضاعفاته $f_{\text{هزازة}} = kf_{\text{وتر}}$

أن يكون طول الوتر عدد صحيح من نصف طول الموجة $L = k\frac{\lambda}{2}$

استنتاج تواتر الصوت البسيط:

$$L = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = k\frac{v}{2f} \quad \Rightarrow f = k\frac{v}{2L} \qquad ; k = 1, 2, 3 \ldots$$

يسمى أول تواتر يولد مغزلاً واحداً ب التواتر الأساسي

$$f_1 = \frac{v}{2L} \qquad ; k = 1$$

بقية التواترات تسمى المدروجات $f = k\frac{v}{2L} = k.f_1$

3- استنتج تواتر الصوت البسيط الصادر عن وتر في تجربة ملد على نهاية طليقة.

استنتاج تواتر الصوت البسيط : يصدر الوتر صوته الأساسي عندما $L = \frac{\lambda}{4}$

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

$$\Rightarrow f = (2k-1)\frac{v}{4f} \qquad ; k = 1, 2, 3 \ldots$$

الصوت الأساسي عندما $k = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4f}$

4- عرف الوتر المشدود ثم اكتب عبارة سرعة انتشار الاهتزاز العرضي عل طول الوتر واشرح رموزها واكتب علاقة تواتر الصوت البسيط الصادر عن الوتر ، كيف يمكن للوتر أن يصدر مدروجاته؟

الوتر المشدود: هو جسم أسطواني صلب مرن طوله كبير بالنسبة لقطر مقطعه مشدود من نقطتين ثابتتين تؤلفان عقدتي اهتزاز في جملة أمواج مستقرة عرضية.

سرعة انتشار الاهتزاز العرضي في الوتر المهتز تتناسب.

1. طرداً مع الجذر التربيعي لقوة الشد F_T
2. عكساً مع الجذر التربيعي لكتلته الحظية μ ميو

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \qquad ; \mu = \frac{m}{L} \quad (kg \cdot m^{-1}($$

أعد الفادر الجاسود

كيف يمكن جعل الوتر يصدر صوته البسيط (المدروجات)

النقر عليه من جهة ومنع نقطة معينة من الاهتزاز من جهة أخرى

$$f = k\frac{v}{2L} \Longrightarrow \boxed{f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T \cdot L}{m}}}$$

f تواتر الصوت البسيط HZ ، F_T قوة الشد N ، L طول الوتر المرن (m)

μ الكتلة الخطية $kg \cdot m^{-1}$ ، K عدد المغازل أو رتبة الصوت (المدروجات).

5- كيف نولد جملة أمواج كهرطيسية مستقرة؟ وكيف يمكننا الكشف عن الحقلين الكهربائي والمغناطيسي وماذا يتشكل عند الحاجز؟

من هوائي مرسل فينتشر كل من الحقلين الكهربائي والمغناطيسي في الهواء المجاور، وتلاقي الأمواج الكهرطيسية حاجزاً ناقلاً مستوياً عمودياً على منحى الانتشار يبعد عن الهوائي المرسل بعداً مناسباً.

فتنعكس عنه وتتداخل الأمواج الواردة مع الأمواج المنعكسة لتؤلف جملة أمواج كهرطيسية مستقرة.

يتم الكشف عن الحقل الكهربائي عن طريق هوائي مستقبل يوضع بين الحاجز والهوائي المرسل وبشكل موازي له.

يتم الكشف عن الحقل المغناطيسي عن طريق حلقة نحاسية توضع بشكل عمودي على خطوط الحقل المغناطيسي

$\vec{B}$فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة بسبب تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

يتشكل عند الحاجز:

عقدة اهتزاز للحقل الكهربائي بطن اهتزاز للحقل المغناطيسي

عقدة الحقل $\vec{E}$هي بطن للحقل $\vec{B}$

6- كيف نجعل مزمار ذا لسان مختلف الطرفين من الناحية الاهتزازية،استنتج تواتر الصوت البسيط الذي يمكن أن يصدر عنه.

مزمار ذا لسان يعطي في بدايته عقدة اهتزاز ولجعله مختلف الطرفين يجب ان يتشكل في نهايته بطن اهتزاز ويكون ذلك بجعل نهايته مفتوحة (A)

استنتاج تواتر الصوت البسيط: طول المزمار = عدد فردي $\times \frac{\lambda}{4}$

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

الصوت الأساسي عندما $n = 1$ $\quad f = \frac{v}{4L}$

7- فسر ما يلي: a) السكون الدائم لعقد الاهتزاز؟

عقد اهتزاز سعتها معدومة وتكون فيها الموجه الواردة والموجه المنعكسة فيما بينها على تعاكس دائم في الطور.

b) بطون الاهتزاز سعات اهتزازها عظمى؟؟

بطون اهتزاز سعتها عظمى وتكون فيها الموجه الواردة والموجه المنعكسة فيما بينها على توافق دائم في الطور

c) انعكاس الامواج عند النهاية المفتوحة للمزمار؟ أو علل تشكل بطن عند النهاية المفتوحة للمزمار

لأن الانضغاط الوارد في هواء المزمار يزيح الطبقة الأخيرة من طبقات الهواء الى خارج المزمار فتسبب انضغاطا فيه مخلفاً وراءه تخلخلاً في الضغط لهواء المزمار يؤدي هذا التخلخل الى تهافت هواء المزمار ليملئ الفراغ في المزمار ينتج عن ذلك تخلخل ينتشر من آخر المزمار الى أوله وهذا التخلخل المنعكس يكون عكس الانضغاط الوارد

d) عند انتشار الأمواج الطولية في النابض المرن تكون عقد الاهتزاز هي بطون للضغط؟

لأنها تبقى في مكانها وتتحرك الحلقات المجاورة لها على الجانبين في جهتين متعاكستين فيحدث فيها تضاغط يليه تخلخل

سؤال: كيف نجعل مزمار ذو فم متشابه الطرفين من الناحية الاهتزازية .استنتج تواتر الصوت البسيط الصادر عنه

ذو فم يعطي في بدايته بطن اهتزاز A ولجعله متشابه الطرفين يجب أن يتشكل في نهايته بطن اهتزاز A ويتحقق ذلك بجعل نهايته مفتوحة

استنتاج تواتر الصوت البسيط الصادر من المزمار متشابه الطرفين

طول المزمار = عدد صحيح $\times$ نصف طول الموجه

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

سؤال: كيف نجعل مزمار ذو لسان متشابه الطرفين من الناحية الاهتزازية

مزمار ذا لسان يعطي في بدايته عقدة اهتزاز ولجعله متشابه الطرفين يجب ان يتشكل في نهايته عقدة N اهتزاز ويكون ذلك بجعل نهايته مغلقة

سؤال: كيف نجعل مزمار ذو فم مختلف الطرفين من الناحية الاهتزازية

ذو فم يعطي في بدايته بطن اهتزاز A ولجعله مختلف الطرفين يجب أن يتشكل في نهايته عقدة اهتزاز N ويتحقق ذلك بجعل نهايته مغلقة N

الأســـــئلة النـــــظريـــــــة في الالكترونيات :

1- تتألف الطاقة الكلية لإلكترون ذرة الهيدروجين في جملة (الكترون _ نواة) من قسمين أكتبهما وعمَ ينتج كلٍ منهما.

$$E = E_p + E_K$$

1) الطاقة الكامنة الكهربائية: ناتجة عن تأثره بالحقل الكهربائي للنواة الموجبة وهي القسم السالب

2) الطاقة الحركية الناتجة عن دورانه حول النواة. وهي القسم الموجب.

تحسب الطاقة الكلية في ذرة الهيدروجين

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \quad ;n \text{ رتبة المدار}$$

وتقدر $(e \cdot V)$ بـ إلكترون × فولط

وهي طاقة سالبة لأنها طاقة ارتباط.

القيمة المطلقة لهذه الطاقة تتناسب عكساً مع n^2 وتزداد طاقة الإلكترونات بازدياد رتبة المدار (n) أي مع ابتعاد الإلكترونات عن النواة.

2- استنتج مع الشرح علاقة طاقة انتزاع الكترون حر من سطح معدن.

لإنتزاع إلكترون حر من سطح معدن ونقله مسافة dl (صغيرة) خارج المعدن يجب تقديم طاقة أكبر تماماً من عمل القوة الكهربائية التي تشد الإلكترون نحو داخل المعدن:

$$W = F \cdot dl \quad ;F = e \cdot E$$

$$\Rightarrow W = e \cdot E \cdot dl$$

$V_d = E \cdot dl$ فرق الكمون بين سطح المعدن والوسط الخارجي

ويصبح قيمة العمل اللازم لإنتزاع مساوي طاقة الإنتزاع E_d $\Leftarrow$ $E_d = W$

$$E_d = e \cdot V_d$$

3- عدد مع الشرح طرق انتزاع الكترون حر من سطح معدن.

1- الفعل الكهرحراري: تسخين المعدن لدرجة حرارة معينة فتزداد سرعة الإلكترونات الحرة في سطح المعدن وتزداد طاقتها مما يؤدي لإنتزاعها وتحرر عدد منها.

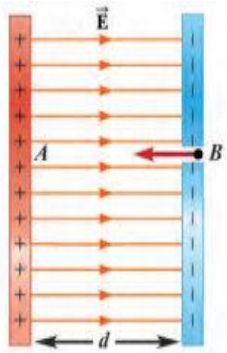
2- الفعل الكهرضوئي: تقدم طاقة على شكل طاقة ضوئية تواترها كافٍ لتحرير عدد من الإلكترونات.

3- قذف المعدن بحزم من الجسيمات: نقذف المعدن بجسيمات سرعتها مناسبة مما يؤدي الى إنتزاع الإلكترونات الحرة نتيجة اصطدامها بسطح المعدن.

4- ـ نطبق فرقاً في الكمون بين اللبوسين الشاقوليين لمكثفة مستوية، ثم ندخل الكتروناً ساكناً من نافذة في اللبوس السالب استنتج بالرموز العلاقة المحددة لسرعة هذا الإلكترون عندما يخرج من نافذة من اللبوس الموجب.

يخضع الإلكترون بإهمال ثقله لقوة كهربائية $\vec{F}$ ثابتة لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة.

تُكسب الإلكترون تسارعاً ثابتاً:



$$F = m_e \cdot a \Rightarrow e \cdot E = m_e \cdot a$$

$$\Rightarrow a = \frac{e \cdot E}{m_e} = const$$

وبذلك تكون حركة الإلكترون ضمن الحقل الكهربائي مستقيمة متسارعة بانتظام لاستنتاج السرعة نطبق العلاقة:

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

$$\Rightarrow v^2 = 2ad \Rightarrow v^2 = 2\frac{e \cdot E}{m_e}d \Rightarrow v^2 = \frac{2 \cdot e \cdot U_{AB}}{m_e}$$

فرق الكمون بين لبوسي المكثفة $E \cdot d = U_{AB}$;

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_{AB}}{m_e}}$$

<u>يوجد طريقة ثانية(نظرية الطاقة الحركية):</u> يخضع الإلكترون لقوة كهربائية ثابتة تقوم بنقله نحو اللبوس الموجب

نطبق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون بين اللبوسين A, B

$$\Delta E_K = \sum \overline{W}_{\vec{F}_{b \to a}}$$

$$E_{K2} - E_{K1} = \overline{W}_{\vec{F}} \Rightarrow E_{k_2} = F_e \cdot d$$

$$\Rightarrow E_{k_2} = e \cdot E \cdot d \Rightarrow \frac{1}{2} m_e v^2 = e\, U_{AB} \; ; \; v_1 = 0$$

$$U_{AB} = E \cdot d$$

$$m_e v^2 \cdot = 2 \cdot e \cdot U_{AB} \Rightarrow v^2 = \frac{2eU_{AB}}{m_e} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU_{A,B}}{m_e}}$$

5- أشرح آلية توليد الأشعة المهبطية ثم أكتب الشرطين الواجب توافرهما لتوليد هذه الأشعة.

يحتوي أنبوب الأشعة المهبطيّة على ذرات غازيّة وأيونات موجبة ناتجة عن التصادم بين هذه الذرات، وبفعل التوتر الكهربائي الكبير المطبق بين قطبي الأنبوب تتجه هذه الأيونات الموجبة نحو المهبط بسرعة كبيرة، فتؤيّن ما تلاقيه في طريقها من ذرات غازية حتى تصل إلى المهبط فتصدمه، ويساعد هذا الصدم على إنتزاع بعض من الإلكترونات الحرّة من سطح معدن المهبط الذي يقوم بدفعها لتبتعد عنه نظراً لشحنتها السالبة، ويسرّعها التوتر الكهربائي لتصدم من جديد أثناء توجهها نحو المصعد ذرات غازيّة جديدة فتسبّب تأيينها وتتشكل أيونات موجبة جديدة تتجه نحو المهبط لتولد إلكترونات جديدة وهكذا شرطا توليد الاشعة المهبطية:

1- فراغ كبير في الانبوب يتراوح الضغط فيه بين $(0.01 - 0.001)mmHg$

2- تطبيق توتر كبير نسبيا بين قطبي الانبوب حيث يولد حقلا كهربائيا شديدا جدا بجوار المهبط

6- عدد 4 من خواص الأشعة المهبطية ثم بين كيف يؤثر شكل المهبط على حزمة الأشعة المهبطية؟

1- تنتشر وفق خطوط مستقيمة ناظميه على سطح المهبط ويختلف شكل حزمة الاشعة حسب شكل المهبط (هام)

متوازية إذا كان مستوياً (المهبط)

متقاربة إذا كان (مقعراً)

متباعدة إذا كان محدباً

لا يؤثر مكان المصعد في مسارها المستقيم لضعف الحقل الكهربائي عنده

2- تسبب تألق بعض الاجسام يستفاد من هذه الخاصية في كشف الاشعة المهبطية

3- ضعيفة النفوذ: لا تستطيع ان تنفذ خلال صفيحة من المعدن

4- تحمل طاقة حركية: يمكنها ان تدير دولابا خفيفا لان سرعتها $2 \times 10^7 - 6 \times 10^7$

5- تتأثر بالحقل الكهربائي: تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة مما يدل على انها مشحونة بكهرباء سالبة

6- تتأثر بالحقل المغناطيسي تنحرف تحت تأثير قوة لورنز المغناطيسية

7- ماطبيعة الأشعة المهبطية وكيف يتم التحقق من ذلك تجريبياً؟

تتكون من إلكترونات منتزعة من مادة المهبط ومن إلكترونات تأين الذرات الغازية بجوار المهبط بسرعها الحقل الكهربائي الشديد الناتج عن التوتر المطبق بين قطبي الانبوب

نتحقق من ذلك تجريبيا عند انحرافها نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة مما يدل على انها تحمل شحنة سالبة

8- نضع صفيحة من التوتياء فوق قرص كاشف كهربائي ثم نشحنها بشحنة سالبة فتنفرج وريقتا الكاشف ، ماذا يحدث عندما يسقط عليها ضوء صادر عن قوس كهربائي ،علل ذلك؟؟ نعيد نفس التجربة لكن نضع لوح زجاجي بين المصباح وصفيحة الزنك فسر ماذا يحدث؟؟

تتقارب الوريقتان حتى تنطبقان السبب

عند تعرض الصفيحة (التوتياء) لأشعة المصباح يجري إنتزاع الإلكترونات الحرة منها وهذا يسمى الفعل الكهرضوئي

بعد إنتزاع الإلكترونات تنفرهم شحنة الصفيحة السالبة فتبتعد الإلكترونات عنها مما يؤدي الى فقدانها تدريجيا لشحنتها السالبة حتى تتعادل

عند وضع لوح زجاجي : تبقى الوريقتان كما هما السبب الاشعة التي عبرت اللوح الزجاجي لم تتمكن من إنتزاع الإلكترونات في الصفيحة لو كان السبب هو ضعف الشدة الضوئية فإننا زدنا الشدة بتقريب المصباح لكن بقي انفراج الوريقتين على حاله أي نستنتج أنّ الشدة الضوئية لا علاقة لها بإنتزاع الإلكترونات أي السبب هو: الاشعة فوق البنفسجية التي لها طاقة كبيرة والتي منعها لوح الزجاج من المرور وسمح فقط للأشعة المرئية وتحت الحمراء التي لا تحمل طاقة كافية لإنتزاع الإلكترونات

تقوم صفيحة الزنك المشحونة إيجابياً بجذب الإلكترونات المنتزعة من الصفيحة وبالتالي تبقى شحنة الصفيحة كما هي وبالتالي لا يتغير انفراج وريقتي الكاشف

9- نضع صفيحة من التوتياء فوق قرص كاشف كهربائي ثم نشحنها بشحنة موجبة فتنفرج وريقتا الكاشف ، ماذا يحدث عندما يسقط عليها ضوء صادر عن قوس كهربائي ،علل ذلك؟؟

تبقى الوريقتان كما هما السبب تقوم صفيحة الزنك المشحونة إيجابياً بجذب الإلكترونات المنتزعة من الصفيحة وبالتالي تبقى شحنة الصفيحة كما هي وبالتالي لا يتغير انفراج وريقتي الكاشف

10- استنتج العلاقة المحددة لكمية حركة الفوتون ثم اكتب بقية خواصه. واكتب عبارة استطاعة الموجة الكهرطيسية واشرح رموزها.

* **يمتلك كمية حركة تحسب من العلاقة:**

$$P = m.c$$

ومن علاقة أينشتاين $E = m.c^2$

$$P = \frac{E}{C^2}.C = \frac{E}{C} = \frac{hf}{\lambda f} \Rightarrow \boxed{P = \frac{h}{\lambda}}$$

توضيح: $E = m.c^2 \Rightarrow m = \frac{E}{C^2}$

(كتلة الفوتون) عندما يسلك سلوك جسيم اما عندما يسلك سلوك موجه تواترها f

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow c = \lambda.f$$

طاقة الفوتون:

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

* يواكب موجه كهرطيسية تواترها f
* شحنته الكهربائية معدومة
* يتحرك بسرعة الضوء في الخلاء C
* طاقته تساوي $E = h.f$

استطاعة الموجة الكهرطيسية التي تسقط على سطح معين $P = N \cdot h.f$ ((نهفة))

N عدد الفوتونات التي يتلقاها السطح في واحدة الزمن

11- عندما يسقط فوتون على معدن يمكنه أن يصادف إلكتروناً ويقدم له كامل طاقته وبذلك يجري امتصاصه وفق 3 احتمالات أشرحها .

1. إذا كانت طاقة الفوتون مساوية لطاقة الإنتزاع $W_s = h\,f$ فإن ذلك يؤدي الى إنتزاع الإلكترون وخروجه من المعدن ولكن بطاقة حركية معدومة وتواتر الموجه عندئذ تمثل تواتر العتبة اللازمة للإنتزاع f_s $\lambda = \lambda_s$, $E = E_s$, $f = f_s$
2. إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من طاقة الإنتزاع فإنه يجري إنتزاع الإلكترون من المعدن باستهلاك جزء من طاقة الفوتون يساوي W_s ويبقى الجزء الآخر مع الإلكترون على شكل طاقة حركية أي يخرج الإلكترون بطاقة حركية $E_K = hf - W_s$ أي $f > f_s$

$$\lambda < \lambda_s$$

$$E > W_S$$

3. إذا كانت طاقة الفوتون أصغر من طاقة الإنتزاع فإن الطاقة الحركية للإلكترون تزداد ويبقى مرتبط بالمعدن $E < E_s$

$$f < f_s$$

$$\lambda > \lambda_s$$

نستنتج ان هنالك عتبة لطول موجه الحزمة الضوئية الواردة على المعدن حتى يجري إنتزاع الإلكترونات من المعدن أي حتى يحصل إنتزاع يجب ان يكون طول الموجة أصغر او يساوي هذه العتبة $\lambda \leq \lambda_s$

12- عرف الفعل الكهرضوئي و مم تتألف الحجيرة الكهرضوئية. وماهو شرط حدوث الفعل الكهرضوئي

هو إنتزاع الإلكترونات من المادة عند تعرضها لإشعاعات كهرطيسية مناسبة

تتألف الحجيرة الكهرضوئية:

1) حبابة من الكوارتز مفرغة من الهواء

2) مهبط ضوئي c صفيحة من الفضة مغطاة بطبقة من معدن قلوي
مصعد A حلقة معدنية تعمل على تجميع الإلكترونات الصادرة عن المهبط.

شرط حدوث الفعل الكهرضوئي؟

$$E > W_s \quad \text{او} \quad hf > W_s$$

$$f > f_s \qquad \lambda < \lambda_s$$

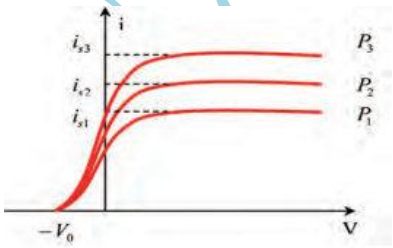
13- في الحجيرة الكهرضوئية عندما نضاء بضوء وحيد اللون تواتره مناسب حيث فرق الكمون بين المصعد والمهبط V=0 يمر تيار علل ذلك؟؟ وعند زيادة فرق الكمون يصل التيار الى قيمة معينة ويتوقف عن الزيادة علل ذلك؟ وعندما يكون فرق الكمون أصغر من الصفر ماذا يحدث؟

عندما $V = 0$ نلاحظ مرور تيار في الدارة وذلك لان بعض الإلكترونات التي تخرج من المهبط C بتأثير الطاقة الضوئية تحمل طاقة حركية كافية للوصول للمصعد A

عندما يكون $V > 0$ يتولد حقل كهربائي بين المصعد والمهبط وتعمل القوة الكهربائية على تسريع الإلكترونات المتجهة الى المصعد وتزداد بذلك عدد الإلكترونات الواصلة الى المصعد A وتزداد شدة التيار لتصل الى قيمة عظمى I_S تسمى تيار الاشباع وبذلك يكون المصعد قد التقط جميع الإلكترونات المنتزعة من المهبط وهذا ما يفسر انه لا تتغير شدة التيار أكثر من هذا الحد على الرغم من زيادة التوتر الكهربائي بين المصعد والمهبط

عندما $V < 0$ تخضع الإلكترونات المنتزعة من المهبط لقوة كهربائية تعاكس جهة الحقل الكهربائي وتعمل هذه القوة على إعادة الإلكترونات الى المهبط مما يؤدي الى تناقص شدة التيار أي انه كلما نقص فرق الكمون V بين المصعد والمهبط اكثر كلما نقص عدد الإلكترونات التي تصل الى المصعد A وبالتالي تتناقص قيمة شدة التيار حتى تصل الى مرحلة لا يستطيع أي إلكترون الوصول للمصعد A وعندها تنعدم شدة التيار لذلك يدعى هذا الكمون بكمون الإيقاف $V = -V_0$ وهذا مايفسر عدم مرور أي تيار عندما يكون التوتر الكهربائي V اقل من هذه القيمة

14- اكتب نتائج تأثير الاستطاعة الضوئية على تيار الحجيرة الكهرضوئية ثم ارسم المنحنيات المميزة $(i = f(V_{(AC)}))$



$$P = N \cdot h \cdot f$$

يزداد عدد الفوتونات التي تسقط على المهبط بزيادة شدة استطاعة الحزمة الضوئية وبالتالي فإن الحزمة الضوئية سوف تحرر عدد أكبر من الإلكترونات مما يؤدي الى زيادة قيمة تيار الاشباع I_S بحسب قيمة P

$$P_3 > P_2 > P_1$$

$$\Rightarrow I_{S_3} > I_{S_2} > I_{S_1}$$

15- اشرح كيف تتحرر فوتونات الأشعة السينية ثم استنتج اقصر طول موجة لفوتونات الأشعة السينية وعلى ماذا يتوقف.

عندما تسقط إلكترونات الأشعة المهبطية على ذرات مادة الهدف فإنها تصطدم بـالإلكترونات الطبقة الداخلية فإن أحد إلكترونات الطبقة الداخلية يكتسب طاقة لينتقل من مداره الى المدار الأعلى الذي يليه تاركا مكانه فارغا (إنتزاع الكترون)

يعود أحد الإلكترونات من المدار ليملئ مكانه مطلقا طاقة على شكل فوتون (أشعة سينية)

- طاقة فوتون الأشعة السينية تساوي الطاقة الحركية للإلكترون الذي سبب إصدارها

$$E = E_K$$

$$h \cdot f_{max} = e \cdot U \Longrightarrow h.\frac{c}{\lambda_{min}} = e.U \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{h \cdot c}{e.U}$$

U : التوتر الكهربائي بين طرفي الانبوب (V) فولت

h : ثابت بلانك $(J.s)$، c : سرعة انتشار الضوء في الخلاء $(m.s^{-1})$

أقصر طول موجة لفوتون الأشعة السينية يتوقف على التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي أنبوب توليد الأشعة السينية

16- يتوقف نفوذ وامتصاص الأشعة السينية على ثلاث عوامل منها طاقة الأشعة المستخدمة عدد العاملين الباقيين مع الشرح.

وعلل لماذا الاشعة السينية لها قدرة عالية على النفوذ؟؟؟

أ- ثخن المادة: تزداد نسبة الأشعة الممتصة وتقل نسبة النافذة كلما ثخن المادة

ب- كثافة المادة: المواد ذات الكثافة العالية جيدة الامتصاص (الرصاص) بينما المواد ذات الكثافة المنخفضة ضعيفة الامتصاص (الخشب)

ذات قدرة عآلية على النفوذ بسبب قصر طول موجتها

17 - نرسل حزمة من الأشعة السينية على كرة كاشف كهربائي مشحون ماذا يطرأ على وريقتيه ،مع التعليل؟؟

تتقارب الوريقتان حتى تنطبقان السبب تقوم الأشعة السينية عندما تسقط على كرة كاشف كهربائي بتفريغ شحنته و السبب: تؤين الهواء المحيط بالكاشف فتجذب الكرة الأيونات المخالفة لشحنتها مما يسبب اعتداله

18- قارن بين الاشعة السينية والاشعة المهبطية من حيث (الطبيعة _ الشحنة _ التأثر بالحقلين الكهربائي والمغناطيسي)

1- الطبيعة: المهبطية إلكترونات. السينية أمواج كهرطيسية
2- الشحنة المهبطية (سالبة الشحنة) السينية: لاتحمل أي شحنة كهربائية.
3- التأثر بالحقل الكهربائي: المهبطية تتأثر السينية لا تتأثر

19- وازن بين مبدأ إصدار الأشعة السينية والفعل الكهرضوئي؟

الفعل الكهرضوئي: إصدار الكترونات عن طريق ارسال اشعاعات ضوئية تواترها مناسب.

الأشعة السينية: إصدار فوتونات عن طريق قذف المعدن بإلكترونات سريعة

20 - عدد خواص الفوتون الصادر عن الاصدار المحثوث .
خواص الفوتون الصادر عن الإصدار المحثوث (الليزر)

1- طاقته تساوي طاقة الفوتون الوارد . 2- جهة حركته تنطبق على جهة حركة الفوتون الوارد

3- جهة حركته تنطبق على جهة حركة الفوتون الوارد . 4- طوره يطابق طور الفوتون الوارد.

21- قارن بين الاصدار التلقائي والاصدار المحثوث.
1- الإصدار التلقائي يحدث سواء كانت هناك حزمة واردة على الذرات المثارة ام لم يكن هناك حزمة واردة بينما لا يحدث الإصدار المحثوث الا بوجود حزمة ضوئية واردة يحقق تواترها f العلاقة $\Delta E = h \, . f$

ΔE : فرق الطاقة بين السوية المثارة والسوية الأساسية

2- الإصدار التلقائي يحدث في جميع الاتجاهات وطور الفوتون الصادر يمكن ان يأخذ أي قيمة بينما جهة الفوتون الصادر في الإصدار المحثوث محدودة بجهة الفوتون المسبب للإصدار وطور الفوتون الصادر يطابق طور الفوتون الوارد (المسبب للإصدار)

22- عدد خواص حزمة الليزر.
1- وحيدة اللون أي تتمتع بالتواتر نفسه
2- مترابطة بالطور أي أن الفوتونات الناتجة عن الإصدار المحثوث تتمتع بطور واحد هو طور الفوتون الذي حثها
3- انفراج حزمة الليزر صغير أي ان مقطع الحزمة لا يتوسع كثيرا عند الابتعاد عن منبع الليزر

23- متى يكون الوسط مضخم ؟ وعلل استخدام الضخ في جهاز الليزر وعدد طرق الضخ.
يكون الوسط مضخم عندما تكون عدد الذرات في السوية المثارة أكبر من عدد الذرات في السوية غير المثارة.

طرق الضخ:

1) **الانفراغ الكهربائي:** يسمح بإثارة الذرات الى السوية المرغوبة او إلى سوية أعلى بواسطة شرارة كهربائية حيث تقوم الذرات بإصدارات غير محثوثة للعودة الى السوية المرغوبة

2) **الضخ الضوئي:** يستخدم فيها: منبع ضوئي مثل لمبة الكزينون او ليزر آخر نقوم بإثارة الذرات الى سوية أعلى من تلك التي تؤدي الى الإصدار الليزري فتعود الذرات الى السوية المثارة التي تسبب الإصدار الليزري

24- عدد أسس ميكانيك الكم، واشرح واحدة منها.

فرضية بلانك: افترض بلانك أن الضوء والمادة يمكنهما تبادل الطاقة من خلال كميات منفصلة من الطاقة سميت (كمّات الطاقة). وقد وضع العالقة الآتية التي تحدد طاقة كل كمّة:

$$E = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda} \dots\dots (1)$$

حيث h :ثابت بلانك، fتواتر الإشعاع.

فرضية أينشتاين: في عام 1905 استعان أينشتاين بنظرية بلانك لشرح الفعل الكهرضوئي، كما سنرى في درس الفعل الكهرضوئي، حيث فرض أينشتاين أن الحزمة الضوئية مكونة من فوتونات (حبيبات طاقة) تساوي $E = h.f$ ويحصل تبادل الطاقة مع المادة من خلال امتصاص أو إصدار فوتونات.

تبادل الطاقة على المستوى الذري: في العام 1913 استخدم بور تكميم الضوء لشرح الطيوف الذرية، عندما ينتقل الإلكترون في ذرة من سوية طاقية E_2 إلى سوية طاقية أدنى E_1فإن الذرة تصدر فوتونا طاقته:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hf \dots\dots (2)$$

25- عدد المبادئ التي وضعها العالم بور في ميكانيك الكم.

وضع المبادئ الآتية:

1-إن تغير طاقة الذرة مكممة.

2- لا يمكن للذرة إلا أن تتواجد في حالات طاقية محددة كل حالة منها تتميز بسوية طاقة محددة.

3-يصدر فوتون بتواتر f عندما يحدث في الذرة انتقال إلكترون من سوية طاقة E_2 إلى سوية طاقة أدنى E_1 بحيث:

$$E_2 - E_1 = h\,f$$

مع رجائي لكم بالتوفيق والتفوق الدائم ...أ. عبد القادر احمد الجلود