الاهتزازات الجيبية الأنسحابية

النواس المرن غير المتخامد

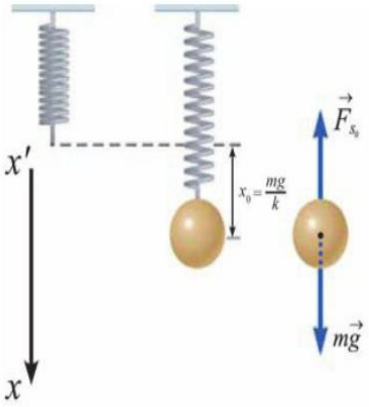
تصنف الحركات الاهتزازية إلى نوعين بحسب القوى المؤثرة ماهما مع الشرح ؟

حركة توافقية بسيطة : يخضع فيها الجسم إلى قوة إرجاع تعيده إلى وضع توازنه كلما ابتعد عنه

حركة اهتزازية متخامدة : يخضع الجسم إلى قوى مبددة للطاقة (قوى احتكاك) إضافة للقوى السابقة وتنتهي الحركة إلى السكون . بعد أن يؤدي الجسم عدد من الاهتزازات

عرف النواس المرن : نابض مرن ثابت صلابته k مهمل الكتلة حلقاته متباعدة يعلق به جسماً كتلته m ويهتز الجسم بتأثير مرونة النابض بوضعين متناظرين حول مركز الاهتزاز .

برهن في النواس المرن أن محصلة القوى المؤثرة في الجسم المعلق إلى النابض هي قوة ارجاع تتناسب شدتها طرداً مع المطال؟ (دورة 2016 ثانية)



جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة: (جسم- نابض)

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

$\vec{F_{s_o}}$: قوة توتر النابض وتسبب له استطالة سكونية x_0

الجسم ساكن: نعلق الجسم بنابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة فيستطيل استطالة سكونية x_0 فيتوازن الجسم (يبقى ساكناً) في النقطة 0 (وضع التوازن) تحت تأثير القوتين السابقتين

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{w} + \vec{F_{s_o}} = \vec{0}$$

نسقط على xx' نجد : $w - F_{s_o} = 0 \Rightarrow \quad w = F_{s_o}$

ولكن : $w = mg$ و $F_{s_o} = k\,x_0$

$$\boxed{mg = kx_0}$$

الجسم متحرك: نحرك (نزيح) الجسم شاقولياً نحو الأسفل بمقدار $\bar{x}$ ونتركه ليقوم بحركة اهتزازية إلى جانبي وضع التوازن فيخضع الجسم لتأثير قوتين قوة توتر الناض $F_s = k(x_0 + \bar{x})$,

قوة ثقل الجسم $\vec{w}$ ، ويؤثر في نهاية النابض قوة $\vec{F'_s} = \vec{F_s}$

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

$$\vec{w} + \vec{F_s} = m\,\vec{a}$$

نسقط على xx' نجد : $w - F_s = m\,\bar{a}$

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

$$kx_0 - kx_0 - k\bar{x} = m\,\bar{a}$$

$$-k\bar{x} = m\,\bar{a}$$

$$-k\bar{x} = \sum \bar{F}$$

$$\boxed{\bar{F} = -k\bar{x}}$$

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

تطبيق 1: أكتب عناصر قوة الإرجاع

- نقطة التأثير : مركز عطالة الجسم الصلب
- الحامل : القطعة المستقيمة التي يرسمها مركز العطالة
- الجهة : نحو مركز التوازن **0** دوماً
- الشدة : $\bar{F}(N) = k(N.m^{-1}).\bar{x}(m)$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

تطبيق 2: ارسم الأشعة التالية $\vec{F}$, $\vec{a}$, $\vec{v}$, $\vec{p}$ لحركة النواس المرن خلال دور واحد :

.....

انطلاقاً من العلاقة ($m\bar{a} = -k\bar{x}$) استنتج طبيعة الحركة في النواس المرن (الهزازة التوافقية البسيطة) ومن ثم استنتج الدور الخاص (دورة 2013 الأولى – 2015 الثانية)

.....

تطبيق 3: نواس مرن ثابت صلابته ($k=50Nm^{-1}$) ويحمل جسماً صلباً كتلته ($m=2Kg$) والمطلوب :

1- أوجد الدور الخاص للنواس و تواتر الاهتزاز ونبضه الخاص

2- إذا استبدلنا الكتلة المعلقة بكتلة أخرى ($m'=9m$) , أحسب الدور الخاص الجديد

3- أحسب قوة الإرجاع في نقطة مطالها ($2cm$)

.....

انطلاقاً من الشكل العام لتابع المطال $\bar{x} = x_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ وفي شروط بدء مناسبة حيث $t = 0$ نفرض $\bar{x} = x_{max}$ استنتج الشكل المختزل لتابع المطال :

عندما $(t = 0)$ نفرض $\bar{x} = x_{max}$ نعوض في الشكل العام لتابع المطال:

$$\bar{x} = x_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$
$$\bar{x}_{max} = x_{max}\cos\bar{\varphi}$$
$$\cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \bar{\varphi} = 0$$

الشكل المختزل (أبسط شكل): $\boxed{\bar{x} = x_{max}\cos\omega_0 t}$

تطبيق 4: نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صبته (k) نعلق في نهايته كتلة ($m=1kg$) فتهتز بدور ($T_0 = 2\ s$) والمطلوب :

1- أحسب ثابت صلابة النابض

2- أحسب الاستطالة السكونية

3- إذا استبدلنا بالنابض نابض آخر ثابت صلابته ($k'=2k$) , *أحسب الدور الجديد* (T'_0)

4- نشد الكتلة نحو الأسفل ونتركها بدون سرعة ابتدائية في المطال الاعظمي الموجب حيث سعة الاهتزاز $(t = 0$ و $\bar{x} = 10cm)$ استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام مبيّناً قيم ثوابته .

.....

تطبيق 5: هزازة جيبية انسحابية تحمل جسم كتلته ($m=100g$) نسحب الجسم نحو الأسفل ونتركه بدون سرعة ابتدائية فيرسم قطعة مستقيمة طولها ($L=10cm$) بتواتر ($f_0=5Hz$) والمطلوب :

1- استنتج التابع الزمني انطلاقاً من شكله العام علماً أن الجسم كان في المطال الأعظمي الموجب ساكن آنياً لحظة بدء الزمن

2- أوجد ثابت صلابة النابض

.....

انطلاقاً من الشكل المختزل لتابع المطال $\bar{x} = x_{max}\cos\omega_0 t$ بيّن متى يكون المطال أعظمي ومتى يكون معدوم موضحاً بالرسم البياني لتابع المطال خلال دور واحد:

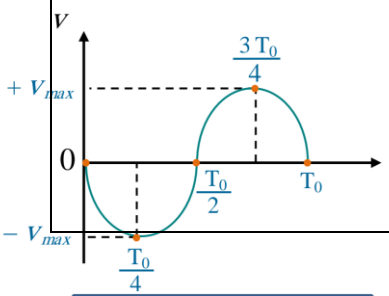
يكون المطال أعظمياً : عندما يكون $\cos\omega_0 t = \pm 1$ فيكون

$\bar{x} = \pm x_{max}$ أي في الوضعين الطرفيين

يكون المطال معدوم : : عندما يكون $\cos\omega_0 t = 0$ فيكون

$\bar{x} = 0$ أي في وضع التوازن

انطلاقاً من الشكل لتابع المطال $\bar{x} = x_{max}\cos\omega_0 t$ استنتج تابع السرعة , وبيّن متى تكون السرعة أعظمية ومتى تكون معدومة موضحاً بالرسم البياني لتابع السرعة خلال دور واحد: (دورة 2015 الأولى -2017 الأولى)



كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيو

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

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

السرعة عظمى :

$$\sin \omega_0 t = \pm 1 \Rightarrow \cos \omega_0 t = 0$$
$$\Rightarrow \bar{x} = 0 \Rightarrow \bar{v} = \pm \omega_0 x_{max}$$ عظمى

$$\bar{v} = \omega_0 x_{max}$$ عظمى طويلة

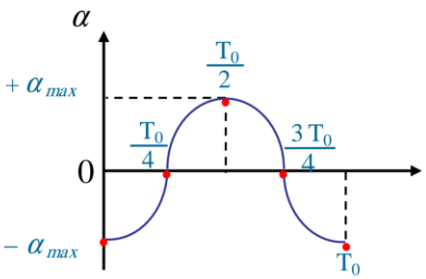
أي تكون السرعة عظمى عند المرور بوضع التوازن (0)

السرعة معدومة :

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

أي تنعدم السرعة في الوضعين الطرفيين

انطلاقاً من الشكل لتابع المطال $\bar{x} = x_{max} \cos \omega_0 t$ استنتج تابع التسارع , وبيّن متى تكون التسارع أعظمي ومتى يكون معدوم , موضحاً بالرسم البياني لتابع التسارع خلال دور واحد : (دورة 2014 الثانية)



- تابع التسارع: هو المشتق الأول لتابع السرعة أو المشتق الثاني لتابع المطال

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

فالحركة متغيرة فقط.

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

يكون التسارع أعظمي : في الوضعين الطرفيين

$$\bar{x} = \pm x_{max} \Rightarrow a = \pm \omega_0^2 x_{max}$$

يكون التسارع معدوم : في وضع التوازن (مركز التوازن)

$$\bar{x} = 0 \Rightarrow a = 0$$

تطبيق 6: هزازة توافقية بسيطة كانت في مبدأ الزمن في المطال الأعظمي السالب وسعة الاهتزاز (10cm) ساكنة آنياً فاهتزت بدور خاص (8s) ، والمطلوب :

1- استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام
2- استنتج تابع السرعة وأحسب السرعة العظمى طويلة
3- استنتج تابع التسارع وأحسب التسارع الأعظمي (طويلة)
4- أحسب التسارع في نقطة مطالها (-3cm)

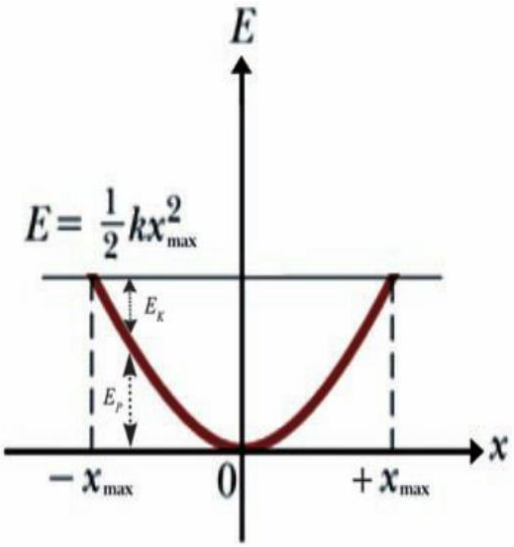
.....

تطبيق 7: نابض مرن مهمل الكتلة حلاقاته متباعدة ثابت صلابته (k) نعلق في نهايته جسم كتلته (m=1kg) نشدّه نحو الأسفل فيكون التابع الزمني لمطال حركته $\bar{x} = 0.4 \cos 20t$, والمطلوب :

1- أوجد سعة الاهتزاز ودور الحركة وتواترها
2- أوجد ثابت صلابة النابض و الاستطالة السكونية
3- أوجد تابع السرعة وتابع التسارع
4- حدد موضع الجسم لحظة بدء الزمن
5- حدد موضع الجسم في لحظة $(t=\frac{\pi}{60}\ s)$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

استنتج علاقة الطاقة الميكانيكية في الهزازة التوافقية البسيطة (النواس المرن) , وبين شكل الطاقة في كل من الوضعين الطرفيين ووضع التوازن وبالاقتراب والابتعاد عن كل منهما موضحاً بالرسم البياني (دورة 2016 أولى)



$$E_{\text{ميكانيكية}} = E_{k\ \text{حركية}} + E_{p\ \text{كامنة}}$$

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

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

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

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

ولكن: $k = m\omega_0^2$ نعوض ونخرج عامل مشترك $\sin^2x+\cos^2x=1$

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

$$\sin^2x+\cos^2x=1 \boxed{\Rightarrow E = \frac{1}{2}kx_{max}^2 = const}$$

نلاحظ أن الطاقة الميكانيكية ثابتة وتتناسب طرداً مع مربع سعة الاهتزاز

مناقشة الطاقة :

في الوضعين الطرفين :

$$x = x_{max} \rightarrow v = 0 \rightarrow E_k = 0 \rightarrow E = E_p$$

عند مرور المتحرك في وضع التوازن :

$$x = 0 \rightarrow E_p = 0 \rightarrow E = E_k$$

باقتراب المتحرك من مركز التوازن تزداد v ,فتزداد E_k وتنقص E_p حتى تنعدم في مركز التوازن 0

بابتعاد الجسم عن مركز التوازن تتناقص v فتنقص E_k وتزداد E_p لتصبح $E = E_p$ في الوضعين الطرفيين $x = \pm x_{max}$

نلاحظ أنه يحدث أثناء الاهتزاز تبادل من كامنة إلى حركية وبالعكس مع بقاء الطاقة الميكانيكية بإهمال القوى المبددة للطاقة.

تطبيق [8]: نقطة مادية كتلتها (1kg) تهتز بحركة توافقية بسيطة وبسعة اهتزاز (10cm) وبنبض خاص ($\omega_0 = \frac{\pi}{2}\text{rad.s}^{-1}$) والمطلوب :

1- أحسب الطاقة الميكانيكية لهذه الهزازة

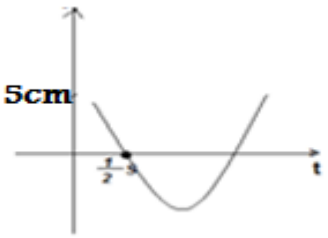
2- أحسب قيمة التسارع لحظة بدء الزمن وشدة قوة الإرجاع حينئذ

3- أحسب الطاقة الحركية للنقطة المادية في نقطة مطالها (0.01m)

4- أحسب الطاقة الحركية في نقطة مطالها ($\frac{x_{max}}{3}$)

.....

تطبيق [9]: اقرأ الخط البياني المجاور وأجب عن الأسئلة الآتية:



1- ماذا يمثل الخط البياني.

2- عين شروط البدء واستنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام.

3- عين زمن مرور الجسم بوضع التوازن للمرة الأولى.

.....

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

أولاً: أجب عن الأسئلة التالية :

1) اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) إن طبيعة الحركة لمركز عطالة الجسم الذي يشكل هزازة توافقية بسيطة هي :

A) مستقيمة متغيرة بانتظام متسارعة نحو مركز الاهتزاز .
B) مستقيمة متباطئة بانتظام نحو مركز الاهتزاز .
C) مستقيمة متسارعة نحو مركز الاهتزاز .
D) مستقيمة متباطئة نحو مركز الاهتزاز .

2) بالاقتراب من مركز الاهتزاز بالهزازة التوافقية البسيطة ، وبإهمال القوى المبددة للطاقة :

A) تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حركية .
B) تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية وحرارية .
C) تزداد الطاقة الكامنة ، وتنقص الطاقة الحركية .
D) تنقص الطاقة الكامنة ، وتزداد الطاقة الحركية .

3) عند وصول الهزازة التوافقية البسيطة إلى أحد الوضعين الطرفيين $\overline{X} = \mp X\,max$ تنعدم :

A) الطاقة الكامنة .
B) الطاقة الميكانيكية .
C) قيمة التسارع ، وقيمة السرعة .
D) قيمة السرعة ، ويكون التسارع أعظمي .

4) عندما يمر الجسم في مركز التوازن o في الهزازة التوافقية :

A) ينعدم التسارع ، ويقف الجسم .
B) تنعدم السرعة ، ويقف الجسم .
C) تنعدم السرعة ، والتسارع ويقف الجسم .
D) ينعدم التسارع ، ولا يقف الجسم

5) يتوقف الجسم المهتز في الهزازة التوافقية البسيطة عن الحركة بانعدام :

A) السرعة في $+X_{max}$ فقط .
B) التسارع عند المرور في o .
C) السرعة والتسارع في o .
D) طاقته الحركية .

6) حركة توافقية بسيطة ، سعة اهتزازها X_{max} دورها T_0 ، نضاعف سعة الاهتزاز فيصبح دورها T'_0 هو :

A) $T'_0=T_0$ B) $T'_0=2T_0$ C) $T'_0=4T_0$ D) $T'_0=\frac{T_\circ}{2}$

7) حركة توافقية بسيطة لجسم ، كتلته m معلق بنابض ، ودور حركته T_0 نجعل الكتلة $m'=4m$ فيصبح دوره T'_0 :

A) $T'_0=T_0$ B) $T'_0=2T_0$ C) $T'_0=\frac{T_\circ}{2}$ D) $T'_0=4T_0$

8) هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن مهمل الكتلة ثابت صلابة النابض k معلق شاقولياً ، ويحمل في نهايته السفلية جسماً كتلته m ، دورها T_0 . إذا استبدلنا بالكتلة m كتلة ($m'=2m$) وبالنابض آخر ثابت صلابته $k'=\frac{k}{2}$ فيصبح الدور للهزازة التوافقية :

A) $T'_0=T_0$ B) $T'_0=\frac{T_\circ}{2}$ C) $T'_0=2T_0$ D) $T'_0=4T_0$

2) أعط تفسيراً علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة لكل مما يأتي :

1) يهتز جسم بمرونة نابض (هزازة توافقية بسيطة) :

A) **يقف الجسم في مركز الاهتزاز لسبب من الأسباب ، فإذا زال سبب التوقف ، نجد أن الجسم يبقى ساكناً**

$\sum \vec{F} = \vec{W} + \vec{F}_s = \vec{0}$ تنعدم محصلة القوى الخارجية وحسب مبدأ العطالة يبقى الجسم ساكناً .

B) **إذا حصل التوقف في موضع x بين مركز الاهتزاز وبين Xmax وزال سبب التوقف ، يعود الجسم للحركة ، ولا تبقى السعة Xmax للاهتزاز نفسها**

يعود الجسم إلى الحركة لأن $\sum \vec{F} \neq \vec{0}$ ولا تبقى السعة X_{max} نفسها لأن الوضع الجديد الذي باشر الجسم منه حركته الجديدة $x < X_{max}$ ويمتلك النابض طاقة كامنة مرونية E_P ولا يمتلك E_K

2) **تتجه القوة المعيدة دوماً نحو مركز الاهتزاز o ، وتتفق جهة $\vec{a}$ مع جهة $\vec{F}$ المعيدة**

$F = -k\bar{x}$ إشارة (−) تدل أن F يعاكس المطال / $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ إن $\vec{F}, \vec{a}$ بينهما ارتباط خطي أي لهما نفس الحامل ونفس الجهة بشرط $m > 0$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

ثانيا: حل المسائل الآتية :

المسألة رقم (1) :

نقطة مادية كتلتها (1 kg) تهتز بحركة توافقية بسيطة على قطعة مستقيمة ، طولها ($2X_{max}=20\ cm$) ، وكمية حركتها العظمى ($P_{max}=\frac{\pi}{20}kg.m.s^{-1}$) وباعتبار مبدأ الزمن لحظة مرور النقطة بمطالها الأعظمي الموجب . المطلوب :

1. أحسب النبض الخاص للحركة ودورها .
2. استنتج التابع الزمني لحركة النقطة المادية انطلاقاً من شكله العام .
3. عين لحظتي المرور الأول والثاني للنقطة المادية في مركز الاهتزاز .
4. أحسب الطاقة الميكانيكية لهذه الهزازة .
5. أحسب الطاقة الحركية للنقطة المادية عندما يكون مطالها ($x=\frac{X_{max}}{3}$)
6. أحسب قيمة التسارع ، وقوة الإرجاع لحظة المرور بنقطة ، مطالها ($x=5cm$)، وحدد جهة كل منهما .

المسألة رقم (2) :

نشكل هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن ، مهمل الكتلة ، حلقاته متباعدة ، ثابت صلابته ($k=100N.m^{-1}$) يثبت الى سقف من إحدى نهايتيه ، ويربط بنهايته الثانية جسم كتلته ($m=1kg$) والمطلوب :

-1 حساب استطالة النابض x_0 في حالة سكون الجسم المعلق .

-2 نزيح الجسم عن وضع توازنه شاقولياً نحو الأسفل وضمن حدود مرونة النابض مسافة قدرها ($5cm$) ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة ($t=0$) والمطلوب :

A) اكتب التابع الزمني للمطال معينا ثوابته انطلاقاً من الشكل العام لتابع المطال .

B) احسب شدة قوة الإرجاع (القوة المعيدة) في اللحظة ($t=0$) ، واحسب التسارع عندئذ .

C) أحسب التغير النسبي المرتكب في قياس دوره ، إذا قيست الكتلة بتغير نسبي (0.02) .

المسألة رقم (3) : (شبيه دورة 2013)

يتحرك جسم حركة جيبية انسحابية بحيث ينطلق في مبدأ الزمن من نقطة مطالها $+X_{max}$ ، فيستغرق (10s) حتى يصل إلى المطال المناظر $-X_{max}$ قاطعاً مسافة (10 cm) والمطلوب:

-1 استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .

-2 أحسب قيمة السرعة العظمى للحركة (طويلة) .

-3 أحسب تسارع الجسم لحظة مروره في وضع مطاله ($-x_{max}$) .

-4 بفرض أن كتلة الجسم المهتز بمرونة النابض ($m=1\ kg$) المطلوب حساب :

A) ثابت صلابة النابض. B) قوة الإرجاع في نقطة مطالها (2 cm) .

C) الطاقة التي يقدمها المجرب ليهتز بالسعة السابقة نفسها .

D) الطاقة الكامنة في نقطة مطالها $\bar{x}=2\ cm$ ، واحسب طاقتها الحركية عندئذٍ .

المسألة رقم (4) :

يهتز جسم معلق بنابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولياً بحركة توافقية بسيطة بدور خاص (1s) وبسعة اهتزاز (12cm) وبفرض مبدأ الزمن لحظة مرور الجسم بنقطة مطالها ($x=6cm$) , وهو يتحرك بالاتجاه السالب :

1 -استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .

2- بفرض أن كتلة الجسم المهتز m حسب مقدار الاستطالة السكونية للنابض.

المسألة رقم (5) :

تهتز نقطة مادية كتلتها (0.5 kg) بحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة , حلقاته متباعدة ، شاقولي وبدور (4 s) وبسعة اهتزاز (X_{max}=8 cm) فإذا علمت أن النقطة كانت في موضع مطاله ($\frac{X\ max}{2}$) في بدء الزمن وهي متحركة بالاتجاه السالب . المطلوب :

1. استنتج التابع الزمني لمطال حركة هذه النقطة بعد تعيين قيمة الثوابت .
2. عين لحظتي المرور الأول والثالث في وضع التوازن .
3. عين المواضيع التي يكون فيها شدة محصلة القوى عظمى ، وأحسب قيمتها ، وحدد موضعاً تنعدم فيه شدة هذه المحصلة
4. أحسب قيمة ثابت صلابة النابض ، وهل تتغير هذه القيمة باستبدال الكتلة المعلقة؟
5. أحسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص (1 S) .

المسألة رقم (6) :

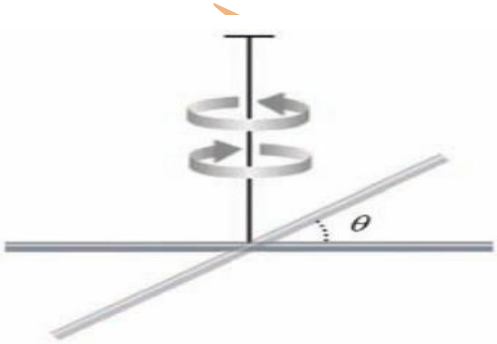
جسم كتلته m معلق بنابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة يشكل هزازة توافقية بسيطة وينجز (10) هزات في (5 s) ، أحسب الاستطالة السكونية x_0 لهذا النابض .

نعلق كتلة إضافية m´ بالإضافة إلى الكتلة السابقة m ، فيستطيل النابض استطالة x'_0 أحسب قيمتها إذا علمت أن الهزازة التوافقية الجديدة أنجزت (10) هزات خلال (6s)

($g=10\ m.s^{-2}$)

الاهتزازات الجيبية الدورانية

النواس الفتل غير المتخامد



عرف النواس الفتل :

هو عبارة عن ساق (أو قرص) متجانسة تعلّق من منتصفها بسلك فتل تهتز أفقياً حول محور شاقولي عند إزاحتها عن وضع التوازن الأفقي بزاوية θ

برهن في النواس الفتل أن العزم الحاصل هو عزم إرجاع .

جملة المقارنة : خارجية

القوى المؤثرة: $\vec{w}$ ثقل الساق (الجسم) , $\vec{T}$ توتر سلك التعليق

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

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

$\Gamma_{\vec{T}}$و$\Gamma_{\vec{w}} = 0$ تنطبقان على محور الدوران

$$-k\bar{\theta} + 0 + 0 = I_\Delta \bar{\alpha}$$

$$\boxed{\sum \bar{\Gamma}_\Delta = \bar{\Gamma}_{\vec{\eta}}}$$

أي أن المجموع الجبري للعزوم هو عزم إرجاع

انطلاقاً من العلاقة $-k\bar{\theta} = I_\Delta \bar{\alpha}$ استنتج طبيعة الحركة في النواس الفتل , ومن ثم استنتج دوره الخاص

(دورة 2014 -2017الأولى)

التسارع الزاوي هو المشتق الثاني لتابع الفاصلة الزاوية $\bar{\alpha} = (\bar{\theta})''_t$

$$-k\bar{\theta} = I_\Delta (\bar{\theta})''_t \Rightarrow (\bar{\theta})''_t = -\frac{k}{I_\Delta}\bar{\theta} \ldots (1)$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً من الشكل:

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

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

نشتق مرتين:

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

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

نجد أن **طبيعة الحركة** : جيبية دورانية بنبضها الخاص ω_0 بشرط k و I_Δ موجبان $\omega_0^2 = \frac{k}{I_\Delta} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}}$

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

أي أن الدور الخاص للنواس الفتل $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}}$

مناقشة علاقة الدور :

1- الدور لا يتعلق بالسعة θ_{max} ويقاس بالثانية (sec)

2- الدور يتناسب طردا مع الجذر التربيعي لعزم عطالة جسم النواس و واحدته ($kg.m^2$)

3- الدور يتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لثابت فتل سلك التعليق $k = k'\frac{(2r)^4}{L}$ و واحدته (**$m.N.rad^{-1}$**)

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية :

1- ضع إشارة صح (√) أمام العبارة الصحيحة ، وصحح العبارات الغلط لكل مما يأتي :

1) إن حركة نواس الفتل جيبية دورانية مهما كانت السعة الزاوية للحركة .

2) عند مرور نواس الفتل في وضع التوازن ينعدم المطال الزاوي ، وينعدم التسارع الزاوي ، ويقف نواس الفتل مباشرة .

2- أعط تفسيرا علميا باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة لكل مما يأتي :

1) نواس فتل يقف بعيداً عن وضع التوازن لسبب من الاسباب ويعود للحركة بعد زوال سبب التوقف .

$\varphi \neq 0$ (بعيد عن وضع التوازن)

$\Gamma_\mu = -k\theta \Leftarrow \Gamma_\mu \neq 0 \Leftarrow$ يعود إلى الحركة

2) نواس فتل توقف في وضع التوازن ، ثم زال سبب التوقف ، فإنه لا يعود للحركة

$\varphi = 0$ (في وضع التوازن)

$\Gamma_\mu = -k\theta \Leftarrow \Gamma_\mu = 0 \Leftarrow$ لا يعود إلى الحركة

3- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) عزم الإرجاع في نواس الفتل يعطى بالعلاقة :

A) $\Gamma = k^2\Theta$ B) $\Gamma = \frac{1}{2}k\Theta$ C) $\bar{\Gamma} = -k\bar{\theta}$ D) $\Gamma = k\Theta^2$

2) نواس فتل دوره الخاص T_0 نجعل طول سلك الفتل فيه نصف ما كان عليه ، فيصبح دوره :

A) $T'_0 = \frac{T_\circ}{2}$ B) $T'_0 = 2T_0$ C) $T'_0 = \sqrt{2}\,T_0$ D) $T'_0 = \frac{T_\circ}{\sqrt{2}}$

3) نواس فتل مكون من ساق متجانسة معلقة بسلك فتل شاقولي دوره الخاص (T_0) نقسم سلك الفتل إلى قسمين متساويين ، ثم نعلق الساق من منتصفها بنصفي سلك الفتل معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل فيصبح دوره الخاص (T'_0) :

A) $T'_0 = \frac{T_\circ}{2}$ B) $T'_0 = 2T_0$ C) $T'_0 = \sqrt{2}\,T_0$ D) $T'_0 = \frac{T_\circ}{\sqrt{2}}$

4) الطاقة الكامنة لنواس الفتل تعطى بالعلاقة :

A) $E_p=\frac{1}{2}k\Theta$ B) $E_p=\frac{1}{2}K\Theta^2$ C) $E_p=\frac{1}{2}kx$ D) $E_p=\frac{1}{2}kx^2$

ثانياً: حل المسألتين الآتيتين :

المسألة رقم (1) : (شبيهة 2017 الثانية)

يتألف نواس فتل من قرص متجانس نصف قطره (20 cm) معلق بسلك فتل شاقولي فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول محور عمودي على مستويه ومار من مركز عطالته ($0.02\ kg.m^2$) . ودوره الخاص (2 s) . المطلوب :

1. حساب قيمة كتلة القرص .
2. حساب قيمة ثابت الفتل لسلك التعليق .
3. استنتاج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام باعتبار أن مبدأ الزمن هو اللحظة التي ترك فيها القرص دون سرعة إبتدائية بعد أن ندير القرص بمقدار نصف دورة عن وضع توازنه بالاتجاه الموجب .
4. حساب السرعة الزاوية للقرص لحظة المرور الأول في وضع توازنه .
5. حساب التسارع الزاوي للقرص لحظة مرور القرص بوضع ($\bar{\theta}=-\frac{\pi}{2}$).
6. حساب الطاقة الميكانيكية لقرص نواس الفتل عند المرور في وضع توازنه .

(عزم عطالة القرص حول محور يمر من مركز عطالته : $I\Delta_{/c}=\frac{1}{2}Mr^2$)

المسألة رقم (2) :

ساق مهملة الكتلة طولها (0.2m) نثبت في كل من طرفيه كتلة نقطية (0.2kg) ونعلق منتصفها بسلك فتل شاقولي ثابت فتله ($0.1\ m.N.rad^{-1}$) ونثبت الطرف الاخر للسلك بنقطة ثابتة لنشكل بذلك نواسا للفتل نزيح الساق عن وضع توازنها الأفقي في مستو أفقي بسعة زاوية (1rad) فتهتز بحركة جيبية دورانية المطلوب :

1- أحسب الدور الخاص لنواس الفتل هل يتغير الدور بتغير الزاوية ؟ ولماذا ؟

2- أكتب التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقا من شكله العام بفرض أن مبدأ الزمن اللحظة التي تركت فيها الساق دون سرعة ابتدائية من وضع مطالها الأعظمي الموجب $+\theta_{max}$

3- أحسب السرعة الزاوية العظمى لاهتزاز الساق (طويلة) .

4- أحسب التسارع الزاوي لنواس الفتل بمطال $(-\theta_{max})$

5- إذا أردنا للدور أن ينقص بمقدار ( ) من قيمته الأصلية أحسب كم يجب أن يكون البعد بين الكتلتين ليتحقق ذلك.

المسألة رقم (3) : (شبيه دورة 2015 الأولى)

A) ساق أفقية متجانسة طولها($\ell= ab = 40\ cm$) معلقة بسلك فتل شاقولي يمر من منتصفها، نديرها في مستوٍ أفقي بزاوية ($\Theta = 60^\circ$) انطلاقاً من وضع توازنها، ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة t=0 فتهتز بحركة جيبية دورانية دورها الخاص (T_0=1s) فإذا علمت أن عزم عطالة الساق بالنسبة لسلك الفتل ($I_\Delta=2\times10^{-3}\ kg.m^2$) المطلوب:

1- استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.

2- أحسب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن.

3- أحسب قيمة التسارع الزاوي للساق عندما تصنع زاوية (-30) مع وضع توازنها .

B- نثبت بالطرفين a , b كتلتين نقطتين ($m_1=m_2=75g$) ، استنتج قيمة الدور الخاص الجديد للجملة المهتزة، ثم احسب قيمة ثابت فتل السلك.

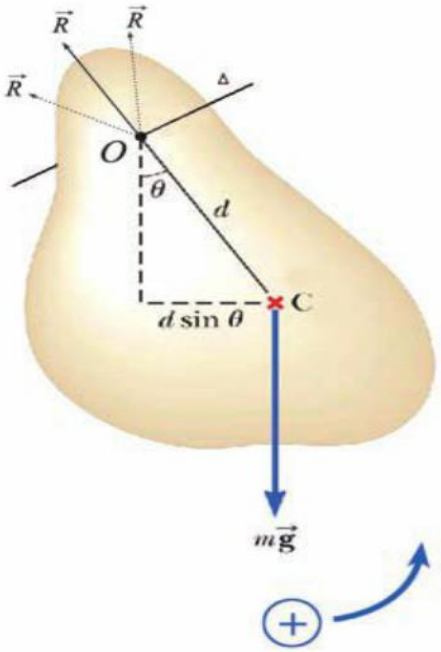
C- نقسم سلك الفتل لقسمين متساويين، ونعلق الساق بعدئذ بنصفي السلك معاً احدهما من الأعلى والآخر من الأسفل ومن منتصفها، ويثبت طرف هذا السلك من الأسفل بحيث يكون شاقولياً . استنتج قيمة الدور الخاص الجديد للساق (دون وجود كتل نقطية) افترض ($\pi^2=10$)

الاهتزازات غير التوافقية

النواس الثقلي المركب غير المتخامد

عرف النواس الثقلي

جسم ثقيل يهتز بتأثير ثقله فقط حول محور دوران أفقي ثابت عمودي على مستويه ولا يمر من مركز عطالته



الدراسة التحريكية .

جملة المقارنة : خارجية الجملة المدروسة : جسم صلب

القوى الخارجية المؤثرة: ثقل الجسم $\vec{w} = m\vec{g}$, رد فعل محور الدوران $\vec{R}$

نطبق نظرية التسارع الزاوي: $\sum \bar{\Gamma}_{\vec{F}} = I_\Delta . \bar{\alpha}$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{w}} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}} = I_\Delta \bar{\alpha}$$

لأن القوة تلاقي محور الدوران في كل لحظة فعزمها معدوم $\bar{\Gamma}_{\vec{R}} = 0$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{w}} = d' . w$$

ولكن $\sin\theta = \frac{d'}{oc} \Rightarrow d' = oc . \sin\theta$

ولدينا عزم الثقل $\bar{\Gamma}_{\vec{w}} = -mgd\sin\theta$, حيث oc=d

وعزم الثقل سالب لأن القوة تعمل على تدوير الجسم مع جهة دوران عقارب الساعة

ولا تنسى أن $\bar{\alpha} = (\bar{\theta})''_t$ $I_\Delta \bar{\alpha} = -mgd\sin\theta$

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

انطلاقاً من العلاقة $(\bar{\theta})''_t = -\frac{mgd}{I_\Delta}\sin\theta$ **و من أجل سعات صغيرة أقل من (0.24rad) برهن أن الحركة جيبية دورانية ثم استنتج عبارة دورها الخاص؟ (دورة 2014 الثانية)**

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

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

الفرض $\sin\theta = \theta$: زوايا صغيرة $\Rightarrow$ $\theta \le 14°,\ \theta \le 0.24rad$

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

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل :

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

بالاشتقاق مرتين :

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

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

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

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

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

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

استنتاج علاقة الدور :

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}}} \Rightarrow$$

علاقة الدور : $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$ ولا يتغير الدور بتغير السعة الزاوية طالما كانت صغيرة

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

حيث : I_Δ عزم عطالة الجملة حول محور الدوران ويقاس $(kg.m^2)$

$d = oc$ بعد مركز العطالة c عن محور الدوران o ويقاس (m)

m كتلة الجملة وتقاس (kg) , T_0 دور الحركة ويقاس (sec)

نلاحظ :

1- الدور لايتعلق بالكتلة m ويتناسب طرداً مع $\sqrt{I_\Delta}$ وعكساً مع $\sqrt{g}$ لذلك كلما زاد الإرتفاع نقصت الجاذبية فيزداد الدور وبالتالي الميقاتية (الساعة) تؤخر

2- نواس يدق الثانية أي دوره $(2s)$

3- دور النواس من أجل السعات الكبيرة (تكون الحركة دورانية لا جيبية ويتغير الدورة بتغير السعة الزاوية)

$$T'_0 \approx T_0\left(1 + \frac{\theta^2_{max}}{16}\right)$$

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية :

1- ضع إشارة صح (√) أمام العبارة الصحيحة ، وصحح العبارات الغلط لكل مما يأتي :

1) إن حركة النواس الثقلي جيبية دورانية مهما كانت السعة الزاوية للحركة .

2) إن حركة النواس الثقلي جيبية دورانية فقط بزاويا صغيرة السعة .

2- أعط تفسيرا علميا باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة لكل مما يأتي :

1) **يتعلق الدور الخاص لساق متجانسة تنوس حول محور مار من طرفها العلوي بكتلتها ويبقى الدور نفسه مهما زدنا من كتلة النواس الثقلي**

بزيادة الكتلة يزداد عزم العطالة في البسط وتزداد قيمة m في المقام بنفس النسبة فلا تتغير قيمة الدور .

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

لإيجاد I_Δ نطبق هايغنز:

$$I_\Delta = I_{\Delta/c} + md^2$$

$$d = \frac{\ell}{2} \quad , \quad I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m\ell^2$$

$$I_\Delta = \frac{1}{12}m\ell^2 + m\frac{\ell^2}{4} = \frac{1}{3}m\ell^2$$

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

نلاحظ:دور النواس الثقلي لا يتعلق بالكتلة m

2) **يؤخر نواس ميقاتية عند نقله إلى قمة جبل مرتفع بعد أن كان ينوس عند مستوى سطح البحر وذلك مع بقاء درجة الحرارة ثابتة .**

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ عند الارتفاع عن سطح الأرض فإن g تنقص وبالتالي يزداد T_0 أي عند قمة الجبل سيقضي زمناً أكبر لإنجاز الدور فهي تؤخر الميقاتية .

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) **ميقاتية ذات نواس ثقلي تدق الثانية في مستوٍ على سطح البحر ، ننقلها إلى قمة جبل فإنها :**

A) تبقى تدق الثانية B) تقدم C) تؤخر D) تقف الميقاتية عن الاهتزازات

2) **نواس ثقلي (يدق الثانية) بسعة زاوية صغيرة نزيد من كتلته العطالية حتى (أربعة أمثال) ما كانت عليه فيصبح دوره الخاص بسعة زاوية صغيرة (T0) :**

A) 4 s B) 2 s C) 1 s D) $s\frac{1}{2}$

ثانياً: حل المسائل الآتية :

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم (1): ساق متجانسة شاقولية طولها($\ell = 1.5\ m$)نعلقها من محور أفقي ثابت عمودي على مستويها الشاقولي ومار من طرفها العلوي .

1. احسب دور اهتزازاتها صغيرة السعة مع العلم أن عزم عطالة الساق حول محور مار من مركز عطالته ($I\Delta_{/c}=\frac{1}{12}mL^2$) .
2. أحسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس
3. نزيح الساق عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية ($\theta_{max}=60^\circ$)ونتركه دون سرعة ابتدائية ، استنتج العلاقة المحددة لسرعته الزاوية ω لحظة مروره بالشاقول بالرموز ثم أحسب قيمتها .
4. نأخذ الساق ونعلقها من منتصفها بسلك فتل شاقولي وبعد أن تتوازن تزاح عن وضع توازنها في مستو أفقي وتترك دون سرعة ابتدائية فتؤدي (10) نوسات خلال (5 s) وعندما يثبت في طرفيها كتلتان نقطيتان متماثلتان ($m_1=m_2=20\ g$) يصبح زمن النوسات العشر (10 s) . **المطلوب** :

A- استنتج كتلة الساق .

B- أحسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق . ($g=10\ m.s^{-2}$) ، ($\pi^2=10$)

المسألة رقم (2): (شبيه دورة 1998)

ساق متجانسة طولها ($\ell = m\frac{3}{2}$) نجعلها شاقولية ، ونعلقها من محور أفقي عمودي على مستويها الشاقولي ومار من طرفها العلوي ، نزيح الساق عن وضع توازنها بزاوية (60°) ، ثم نتركها دون سرعة ابتدائية . **المطلوب** :

1) استنتج بالرموز علاقة سرعتها الزاوية عند المرور بالشاقول ، وأحسب قيمتها ، ثم أحسب السرعة الخطية لمركز عطالتها علماً أن عزم عطالة الساق بالنسبة إلى محور مار من منتصفها وعمودي عليها ($I\Delta_{/c}=\frac{1}{12}mL^2$)

2) برهن أن دور اهتزازات الساق بسعة صغيرة يساوي (2) ثانية حول محور أفقي يبعد عن مركز عطالتها ($\frac{L}{6}$) ، وأحسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس الثقلي .

3) نأخذ الساق، ونعلقها من منتصفها بسلك فتل شاقولي وبعد أن تتوازن تزاح عن وضع توازنها في مستوٍ أفقي ، ونتركها دون سرعة إبتدائية فتؤدي (10) نوسات خلال (5 s) ، وعندما نثبت على طرفيها كتلتين نقطيتين متماثلتين ($m_1=m_2=20\ g$) يصبح زمن الدور (1 s) . استنتج عبارة كتلة الساق بدلالة الكتل النقطية، وأحسب كتلة الساق ، ثم أحسب ثابت فتل سلك التعليق . ($g=10\ m.s^{-2}$, $\pi^2=10$)

المسألة رقم (3) : (شبيه دورة 2016 أولى)

لدينا ساق معدنية متجانسة (ab) كتلتها ($m=3\ kg$) وطولها ($ab=\ell=1\ m$) نجعلها شاقولية ، ونعلقها من محور أفقي ثابت عمودي على مستويها الشاقولي ومار من منتصف الساق ، ونثبت في طرفيها السفلي كتلة نقطية ($m'=1\ kg$) .

1. أحسب دور النوسات صغيرة السعة لجملة النواس المتشكل باعتبار عزم عطالة الساق حول محورٍ مار من منتصفها وعمودي عليها ($I\Delta_{/c}=\frac{1}{12}m\ell^2$).
2. أحسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس .
3. نزيح الساق حتى تصنع زاوية (60°) مع وضع توازنها الشاقولي ، ونتركها دون سرعة ابتدائية .

A. استنتج بالرموز العلاقة المحددة للسرعة الزاوية للنواس لحظة المرور بالشاقول ، وأحسب قيمتها .

B. أحسب السرعة الخطية للكتلة m' لحظة المرور بالشاقول .

C. أحسب العزم الحركي لجملة النواس لحظة المرور بالشاقول ($g=10\ m.s^{-2}$)

نأخذ الساق ونجعلها شاقولية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية شدته($B=0.02\ T$) ونحركها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي بسرعة أفقية ثابتة ($2\ m.s^{-1}$).

المطلوب :

1. استنتج بالرموز العلاقة المحددة لفرق الكمون U_{ab} بين طرفي الساق وأحسب قيمته العددية .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

2. أرسم شكلاً تخطيطياً توضح فيه كلاً من الأشعة ($\vec{v}$ ، $\vec{B}$ ، $\vec{F}$ بورتر) مبيناً نوعي الشحنة على طرفي الساق .

المسألة رقم (4) : (شبيه دورة 2014 الأولى)

يتألف نواس ثقلي من ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها (1 m) تحمل في نهايتها العلوية كتلة نقطية (m_1=0.2 kg) وتحمل في نهايتها السفلية كتلة نقطية (m_2=0.6 kg) تهتز هذه الساق حول محور أفقي مار من منتصفها والمطلوب الآتي :

1. أحسب دور النواس في حالة السعات الصغيرة .
2. أحسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس .
3. أحسب دور النواس لو ناس بسعة زاوية (θ_{max}=0.4 rad) .
4. نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية (θ_{max}=60° rad) ونتركها دون سرعة ابتدائية .

A- استنتج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس لحظة مرورها بشاقول محور التعليق ، ثم احسب قيمتها عندئذٍ .

B- أحسب السرعة الخطية لمركز عطالة جملة النواس لحظة المرور بالشاقول .

5. نستبدل بالكتلة m_2 كتلة (m_1=0.2 kg) ونعلق الساق من منتصفها بسلك فتل شاقولي لنشكل بذلك نواساً للفتل ، نزيح الساق أفقياً عن وضع توازنها بزاوية θ_{max} ونتركها دون سرعة إبتدائية فتهتز بدور ($T_0=(2\pi)$s .

a. أحسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق

b. أحسب قيمة التسارع الزاوي لنواس الفتل عند المرور بوضع (θ=0.5 rad)

المسألة رقم (5) :

A. يتألف نواس ثقلي من قرص متجانس نصف قطره ($r=\frac{1}{6}$ m) يمكنه أن ينوس في مستوٍ شاقولي حول محور أفقي يمر بنقطة من محيطه وعمودي على مستويه الشاقولي .

1. استنتج العلاقة المحددة للدور الخاص للنواس بدلالة نصف قطره في حالة السعات الصغيرة ، انطلاقاً من علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي بالرموز ثم أحسب قيمته .

2. أحسب طول النواس الثقلي البسيط المواقت لهذا النواس .

3. نزيح القرص عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية ($\theta_{max}=60^\circ$) ونتركه دون سرعة إبتدائية ، استنتج العلاقة المحددة لسرعته الزاوية ω لحظة مروره بالشاقول بالرموز ثم أحسب قيمتها .

B. نعلق القرص من مركزه بسلك فتل شاقولي ثابت فتله ($k=8\times10^{-4}$ m.N.rad^{-1}) مكوناً نواس فتل ، ندير القرص عن وضع توازنه أفقياً حول سلك بزاوية ($\bar{\theta}=+30^\circ$) ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة (t=0) فيهتز بدور (T=4 s) .

1. أحسب عزم عطالة القرص حول محوره .

2. استنتج التابع الزمني لحركة القرص انطلاقاً من الشكل العام للمطال الزاوي .

3. أحسب الطاقة الحركية للقرص لحظة مروره في وضع التوازن .

عزم عطالة القرص حول محوره ($I_{\Delta/c}=\frac{1}{2}mr^2$) ، ($g=10$ m.s^{-2} ، $\pi^2=10$)

المسألة رقم (6) : (شبيه دورة 2000 + 2014 – 2016 دورة ثانية)

يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس ، كتلته m نصف قطره ($r=\frac{2}{3}$ m) يمكن أن يهتز شاقولياً حول محور أفقي مار من نقطة على محيطه .

1) انطلاقاً من العلاقة العامة لدور النواس الثقلي المركب ، استنتج العلاقة المحددة لدوره الخاص في حالة السعات الصغيرة ، ثم احسب قيمة هذا الدور

2) احسب طول النواس البسيط المواقت لهذا النواس المركب .

3) نثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية (m') تساوي كتلة القرص (m) ، ونجعله يهتز حول محور أفقي مار من مركز القرص ، احسب دوره في هذه الحالة من أجل السعات الزاوية الصغيرة .

4) نزيح القرص من جديد عن وضع توازنه الشاقولي بسعة زاوية (θ_{max}) ، ونتركه دون سرعة ابتدائية ، فتكون السرعة الخطية للكتلة النقطية m' لحظة المرور بالشاقول ($m.s^{-1}\ \frac{2\pi}{3}$) أحسب قيمة السعة الزاوية (θ_{max}) إذا علمت أن : ($\theta_{max} \rangle 0.24\ rad$).

($\pi^2=10$, $g=10\ m.s^{-2}$) ، عزم عطالة القرص حول محور مار من مركزه وعمودي على مستويه ($I\Delta_{/c}=\frac{1}{2}mr^2$)

النواس الثقلي البسيط

مما يتألف النواس الثقلي البسيط نظرياً وعملياً ثم استنتج علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي البسيط في حالة السعات الصغيرة انطلاقاً من علاقة دور النواس الثقلي المركب.

عملياً :كرة صغيرة كتلتها m كثافتها النسبية كبيرة معلقة بخيط خفيف لا يمتط طوله L كبير أمام نصف قطر الكرة.

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

استنتاج الدور :

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

$$r = L = d \quad , I_\Delta = m\,r^2 = m\,L^2$$

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

الطاقة الميكانيكية للنواس الثقلي البسيط:

$$E = E_p + E_k$$

مبدأ القياس المستوي الأفقي المار من الكرة عند مرور النواس مع وضع توازنه الشاقولي.

- في الوضعين الطرفين $\pm\theta_{max} \Leftarrow E_k = 0$, $v = 0$, وتختزن الطاقة على شكل كامنة ثقالية
- عند المرور في الشاقول تكون E_k عظمى و $E_p = 0$ وبالعكس مع بقاء

المجموع ثابت بكل لحظة على المسار الذي تسلكه الكرة باهمال القوى المبددة للطاقة.

مسائل الدرس

المسألة رقم (1) : (دورة 1996 - 2009 – 2013 - 2015 الدورة الثانية)

نواس ثقلي بسيط ، كتلة كرته ($0.1\ kg$)، وطول خيط التعليق ($1\ m$) يزاح النواس عن وضع توازنه حتى يصنع الخيط مع الشاقول زاوية قدرها (60°) ويترك دون سرعة إبتدائية ، والمطلوب :

1) استنتج بالرموز العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرورها بوضع توازنها الشاقولي ، ثم احسب قيمتها .
2) استنتج بالرموز علاقة توتر الخيط لحظة مرور النواس بوضع توازنه الشاقولي ، ثم احسب قيمته .
3) استنتج قيمة العمل المصروف لإزاحة خيط النواس عن وضع توازنه حتى يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية السابقة ($\theta=60^\circ$) .
4) أحسب دور النواس من أجل زاوية ($\theta=60^\circ$) .
5) أحسب التسارع المماسي لكرة النواس عندما يصنع الخيط زاوية ($\theta=30^\circ$) مع الشاقول بالرموز ، ثم احسب قيمته .
6) احسب التسارع الزاوي للنواس عندما يصنع الخيط زاوية مع الشاقول ($\theta=30^\circ$) . ($g=10\ m.s^{-2}$)

المسألة رقم (2) :

خيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله (ℓ =40 cm) نعلق في نهايته كرة صغيرة نعدها نقطة مادية كتلتها (m_1=100 g) .

1. يحرف الخيط عن وضع التوازن بزاوية (Θ_{max}) ونترك الكرة بدون سرعة ابتدائية فتكون سرعتها لحظة مرورها بالشاقول ($v=2\ m.s^{-1}$) استنتج قيمة الزاوية (Θ_{max}) .
2. استنتج بالرموز علاقة توتر خيط النواس لحظة مروره بوضع الشاقول ثم احسب قيمته .
3. تعاد التجربة السابقة نفسها بحيث تصدم كرة النواس لحظة مرورها بالشاقول بسرعتها السابقة ($v=2\ m.s^{-1}$) كرة ساكنة كتلتها (m_2=200 g) صدماً تام المرونة احسب سرعة كل من الكرتين بعيد الصدم .

المسألة رقم (3): (شبيه دورة 2009 + 2011)

يتألف نواس ثقلي بسيط من كرة صغيرة كتلتها كبيرة نسبياً معلقة بسلك معدني خفيف طوله ($\ell_0 = 1m$) بدرجة حرارة (0°C) درجة سلزيوس .

1. أحسب الدور الخاص لهذا النواس في مكان تبلغ فيه قيمة حقل الجاذبية الأرضية .

نأخذ : ($g=10\ m.s^{-2}$ ، $\pi^2=10$)

2. ننقل النواس إلى مكان آخر يختلف ارتفاعه عن المكان السابق لينوس بسعة صغيرة (100 نوسة) خلال (202 ثانية) بدرجة الحرارة نفسها (0°C) درجة سلزيوس . يطلب ما يأتي :

A) أحسب الدور الجديد للنواس الثقلي البسيط .

B) ارتفعنا أم هل انخفضنا به؟ ولماذا؟

C) أحسب التغير النسبي الطارئ على قيمة حقل الجاذبية الأرضية عندئذٍ .

3. نعيد النواس الثقلي البسيط إلى مكانه الأصلي حيث قيمة ($g=10\ m.s^{-2}$) ونزيد درجة حرارة النواس من (0°C إلى 10°C) ، فيحصل تغير نسبي في دور النواس البسيط عندما ينوس بسعة زاوية صغيرة (10^{-4}) ، استنتج علاقة عامل التمدد الطولي لسلك النواس البسيط ، واحسب قيمته العددية .

المسألة رقم (4)

يتألف نواس ثقلي بسيط من خيط مهمل الكتلة عديم الامتطاط طوله (1 m) وكرة صغيرة نعدها نقطة مادية كتلتها (m) .

1. أحسب الدور الخاص للنواس إذا ناس بسعة صغيرة .
2. يزاح الخيط عن الشاقول بزاوية (Θmax) أكبر من (0.24) ونترك الكرة دون سرعة إبتدائية فتكون سرعة كرة النواس لحظة مرورها بشاقول محور التعليق ($\pi\ m.s^{-1}$) .

a. استنتج قيمة الزاوية (Θmax) باعتبار ($g=10\ m.s^{-2}$ ، $\pi^2=10$)

b. أحسب قيمة (m) إذا كانت قوة شد الخيط لحظة المرور بالشاقول ($T=4\ N$)

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

مقاومة الهواء

تصنف مقاومة الهواء ضمن نوعين من القوى اشرح ذلك: (دورة 2013 الثانية)

1- **قوى الاحتكاك**: تنتج عن لزوجة الهواء وتكون مماسة للسطح المعرض للهواء حيث تنزلق جزيئات الهواء عند تصادمها مع السطح وذلك من أجل السرعات الصغيرة.

2- **قوى ضغط**: تنتج عن تجمع جزيئات الهواء في مقدمة الجسم وتسبب له انضغاطاً وتخلل جزيئاته من الخلف هذا ما يسمى مقاومة الشكل ولذلك نلجأ إلى الشكل الانسيابي كما في مقدمة الطائرات والصواريخ وقوى الضغط تظهر من أجل السرعات الكبيرة.

قارن بين هاتين القوتين في حالة السرعات الصغيرة والسرعات الكبيرة

1- في حالة السرعات الصغيرة من رتبة بضعة أمتار في الثانية تكون قوة الاحتكاك هي المسبب الرئيسي لنشوء مقاومة الهواء ، كما في دفّات التوجيه أو جسم الطائرة

2- في حالة السرعات الكبيرة تصبح قوى الضغط (مقاومة الشكل) المسبب الرئيسي لنشوء مقاومة الهواء وتهمل قوى الاحتكاك أمامها ، كما في أجنحة الطائرة ومصدّات الريح والمظي عند فتح مظلته

الدراسة التحريكية لمقاومة الهواء:

اذكر العوامل المؤثرة في مقاومة الهواء واكتب دستور مقاومة الهواء؟ (دورة 2014 الثانية)

1- **عامل السطح**: تزداد مقاومة الهواء بازدياد السطح الظاهري للجسم وتتناسب معه طرداً بالنسبة للأجسام المتناظرة (السطح الظاهري: مساحة سطح مرتسم على مستوٍ $\perp \vec{v}$).

2- **عامل السرعة**: تتناسب مقاومة الهواء طرداً مع مربع السرعة (من 1 إلى 280) $(m.s^{-1})$

3- **عامل الكتلة الحجمية للهواء**: تتناسب مقاومة الهواء طرداً مع الكتلة الحجمية للهواء.

4- **عامل الشكل**: تنقص مقاومة الهواء على عدة أجسام لها نفس السطح الظاهري باقتراب شكلها إلى الشكل المغزلي.

ولذلك مقاومة الهواء لحركة قرص أكبر منها على حركة اسطوانة **علل؟**

إن نقصاً مفاجئاً في الضغط يحصل خلف القرص تخفف منه جدران الاسطوانة.

دستور مقاومة الهواء: $\boxed{F_r = \frac{1}{2} k \rho s v^2}$ وتقاس بالنيوتن N

K: لا واحدة له وتتوقف قيمته على شكل الجسم ونعومة سطحه

ρ: ($Kg.m^{-3}$) الكتلة الحجمية للهواء , S: (m^2) مساحة سطح الجسم

استنتج عبارة السرعة الحدية لسقوط جسم كروي بدلالة (ρ_s, r) (دورة 2014 الأولى – 2013 الأولى)

جملة المقارنة: خارجية . الجملة المدروسة: الجسم الصلب

القوى الخارجية المؤثرة : $\vec{W}$ ثقل الجسم , $\vec{F_r}$ مقاومة الهواء

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

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

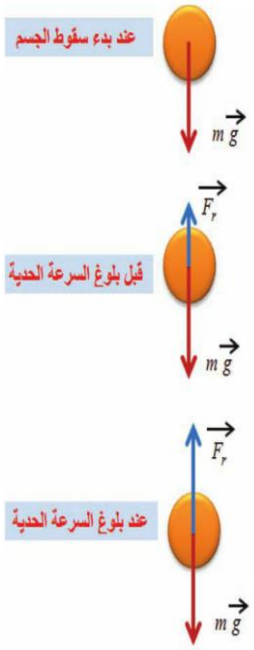
- بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل: $w - F_r = m a$

طالما $w > F_r$ تزداد السرعة فتزداد مقاومة الهواء وينقص $w - F_r$ وتكون **قبل بلوغ السرعة الحدية: الحركة مستقيمة متسارعة** فينقص التسارع حتى ينعدم

عند بلوغ السرعة الحدية الحركة **مستقيمة منتظمة** بسرعة ثابتة v_t تسمى السرعة الحدية وهي أكبر سرعة يبلغها الجسم عندما تنعدم محصلة القوى.ويكون : $w - F_r = 0 \Rightarrow w = F_r$

$$\frac{1}{2} k \rho s v_t^2 = mg \Rightarrow v_t^2 = \frac{2mg}{k\rho s} \Rightarrow$$

السرعة الحدية لسقوط جسم صلب $v_t = \boxed{\sqrt{\frac{2mg}{k\rho s}}}$



من أجل جسم كروي: الكتلة الحجمية $\rho_s = \frac{m}{V}$

$$\Rightarrow m = V.\rho_s$$

$$\left.\begin{matrix} m = \frac{4}{3}\pi r^3.\rho_s \\ s = \pi r^2 \end{matrix}\right\} v_t = \sqrt{\frac{2(\frac{4}{3}\pi r^3.\rho_s)\, g}{k\rho\,(\pi r^2)}}$$

بالإختصار: $\boxed{v_t = \sqrt{\frac{8}{3}\frac{r\rho_s g}{k\rho}}}$

نستنتج أن : قيمة السرعة الحدية لجسم يسقط في هواء ساكن على كتلته الحجمية ρ_s وعلى نصف قطره r

لذا من أجل كرتين لهما القطر نفسه ولكنهما من نوعين مختلفين فالكرة الأكثف تصل أولاً للأرض لو سقطتا من الارتفاع نفسه

$$r_1 = r_2 \text{ وَ } \rho_1 > \rho_2 \Rightarrow v_{t1} > v_{t2} : \text{حيث } \frac{v_{t1}}{v_{t2}} = \sqrt{\frac{\rho_{s1}}{\rho_{s2}}}$$

لذا من أجل كرتين من نفس النوع (ρ_s نفس) ولكنهما بقطرين مختلفين فالكرة الأكبر قطراً تصل أولاً للأرض لو سقطتا من الارتفاع نفسه

$$\rho_1 = \rho_2 \text{ وَ } r_1 > r_2 \Rightarrow v_{t1} > v_{t2} : \text{حيث } \frac{v_{t1}}{v_{t2}} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$$

لذلك تصل حبات البرد الكبيرة قبل حبات البرد الصغيرة بالرغم أنهما تشكلتا في اللحظة نفسها وسقطتا من نفس الارتفاع وبالشروط الإبتدائية نفسها

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية :

1- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1. تسقط كرتان لهما القطر نفسه في هواء ساكن ، الكتلة الحجمية للأولى (ρ_{s1}) وسرعتها الحدية (v_{t1}) ، فإذا كانت الكتلة الحجمية الثانية (ρ_{s2}) حيث : ($\rho_{s2}=9\ \rho_{s1}$) . فإن سرعتها الحدية (v_{t2}) تكون :

A) $v_{t2}=3\ v_{t1}$ B) $v_{t2}=9\ v_{t1}$ C) $v_{t2}=\frac{1}{3}\ v_{t1}$ D) $v_{t2}=\frac{1}{9}\ v_{t1}$

2. تسقط كرتان من النوع نفسه في هواء ساكن نصف قطر الأولى (r_1) وسرعتها الحدية (v_{t1}) ، فإذا كان نصف قطر الثانية ($r_2=4r_1$). فإن سرعتها الحدية (v_{t2}) تكون :

A) $v_{t2}=4\ v_{t1}$ B) $v_{t2}=2\ v_{t1}$ C) $v_{t2}=\frac{1}{4}\ v_{t1}$ D) $v_{t2}=\frac{1}{2}\ v_{t1}$

3. إن ترك جسم ليسقط في هواء ساكن من ارتفاع مناسب تكون طبيعية حركته بعد بلوغه السرعة الحدية مستقيمة :

A) متسارعة بانتظام B) متباطئة بانتظام C) منتظمة D) متغيرة

4. إن ترك جسم ليسقط في هواء ساكن من ارتفاع مناسب تكون طبيعية حركته قبل بلوغه السرعة الحدية مستقيمة :

A) متسارعة بانتظام B) متباطئة بانتظام C) منتظمة D) يتناقص فيها التسارع

5. تسقط كرتان متساويتان حجماً إحداهما من الرصاص والأخرى من الخشب في هواء ساكن من ارتفاع مناسب عن سطح الارض فتصل الأرض :

A) الكرتان معاً B) كرة الخشب أولاً C) كرة الرصاص أولاً D) الأقل كثافة

6. يسقط جسم في هواء ساكن من ارتفاع مناسب فنجد عند بلوغ السرعة الحدية :

A) $W < F_r$ B) $W > F_r$ C) $W=F_r$ D) $W-F_r > ma$

ثانياً: حل المسألتين الآتيتين :

المسألة رقم (1) : (دورة 2017 الأولى)

تسقط كرة فارغة من الرصاص كتلتها (4π g) قطرها (4 cm) في هواء ساكن من ارتفاع مناسب :

1. استنتج بالرموز العلاقة المحددة لسرعتها الحدية ، ثم احسب قيمتها بفرض أن مقاومة الهواء تعطى بالعلاقة : ($F_r=0.25\ sv^2$) .
2. أحسب تسارع حركة الكرة أثناء سقوطها لحظة بلوغها السرعة ($10\ m.s^{-1}$) ، وما محصلة القوى المؤثرة في الكرة عندئذٍ؟ ($g=10\ m.s^{-2}$)

المسألة رقم (2) :

تسقط كرة مصمتة ، نصف قطرها (2.5 mm) ، كتلتها الحجمية ($3000\ kg.m^{-3}$) في هواء ساكن من ارتفاع مناسب ، والمطلوب :

1. ما طبيعة حركة سقوط الكرة قبل بلوغ السرعة الحدية؟ ثم ما طبيعة حركة سقوطها بعد بلوغ السرعة الحدية؟ موضحاً إجابتك باستخدام العلاقات الرياضية .
2. استنتج بالرموز العلاقة المحددة لسرعتها الحدية ، وأحسب قيمتها بإهمال دافعة الهواء علماً أن مقاومة الهواء تعطى بالعلاقة : ($F_r=0.25\ sv^2$) . ($g=10\ m.s^{-2}$)

المسألة رقم (3) :

تسقط كرة فارغة من الألمنيوم نصف قطرها (r=2 cm) كتلتها ($m=\pi$ g) بدون سرعة ابتدائية في هواء ساكن من ارتفاع كافٍ .

1. ادرس مراحل وصول الكرة إلى سرعتها الحدية مستنتجاً العلاقة المحددة لسرعتها الحدية باعتبار أن ($Fr = 0.25sv^2$) ثم أحسب قيمتها .
2. أحسب تسارع حركة الكرة في اللحظة التي تبلغ فيها سرعتها ($v=5\ m.s^{-1}$).
3. ماذا تصبح قيمة السرعة الحدية إذا كانت الكرة مصمتة – بالقطر نفسه – والكتلة الحجمية لمادتها ρ ($=2.7\ g.cm^{-3}$) .

مسألة رقم (4) : (دورة 2017 الثانية)

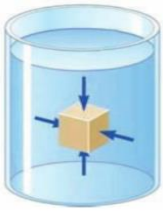
تبلغ قيمة السرعة الحدية لمظلي ومظلته مفتوحة ($4\ m.s^{-1}$) . المطلوب :

1. استنتج العلاقة المحددة لنصف قطر مظلته التي يجب أن يستخدمها إذا كانت بشكل نصف كرة ، وبفرض أن كتلة المظلي (80 kg) ، وكتلة مظلته (20 kg) ، ثم أحسب قيمته باعتبار أن مقاومة الهواء تعطى بالعلاقة : ($F_r=0.8sv^2$)؟
2. استنتج العلاقة المحددة لقوة شد مجمل حبال المظلة أثناء السقوط الجملة بسرعتها الحدية السابقة ، وأحسب قيمتها العددية .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

ميكانيك السوائل الساكنة

عرف جسيم السائل: جزء من السائل أبعاده صغيرة جداً بالنسبة لأبعاد السائل وكبيرة بالنسبة لأبعاد جزيئات السائل (قطرة كروية قطرها 1mm)



- إن جسيم السائل متواجد داخل سائل متوازن (ساكن) يخضع إلى تأثير من جميع الجسيمات المجاورة له ، ومن كافة الاتجاهات بحيث تكون محصلتها معدومة

استنتج العلاقة المعبرة عن الضغط داخل سائل متجانس ساكن كتلته الحجمية ρ عند نقطة على عمق h من سطح السائل (دورة 2013 أولى-2016الثانية)

إن ثقل عمود السائل W الواقع فوق السطح S يسبب ضغطاً P

$$P = \frac{F}{S} = \frac{W}{S} = \frac{mg}{S}$$

ولكن: $m = \rho . V$

$$P = \frac{\rho . V . g}{S}$$

$V = S . h$ (ارتفاع عمود السائل : h)

$$P = \frac{\rho . S . h . g}{S} = \rho . g . h$$

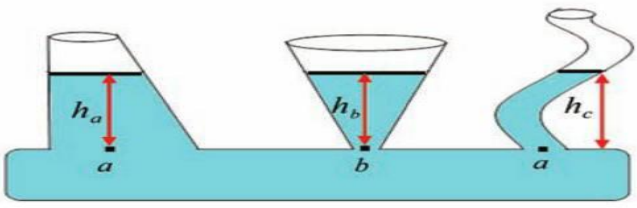
الضغط في نقطة داخل سائل متوازن : $\boxed{P = \rho . g . h}$

عبارة الضغط الكلي: $\boxed{P_{total} = \rho . g . h + P_0}$

- يتعلق P_{total} بـ h الارتفاع فقط أي يزداد الضغط عند نقطة بازدياد عمق النقطة عن سطح السائل وهو متساوي في النقاط الواقعة على المستوى الأفقي نفسه من السائل ولا يتغير بتغير شكل الوعاء.

خاصية الأواني المستطرقة:

علل: ارتفاع سطح السائل الحر المتوازن واحد في الأواني المستطرقة؟



$$P_a = \rho h_a g + P_0$$
$$P_b = \rho h_b g + P_0$$
$$P_c = \rho h_c g + P_0$$

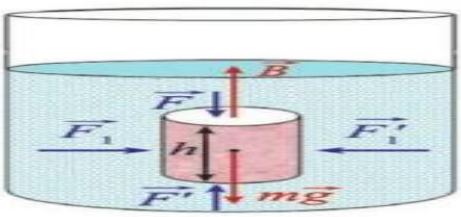
ولكن: $P_c = P_b = P_a$ (لانها في مستوي واحد) فنجد

$$h_c = h_b = h_a$$

دافعة أرخميدس :

برهن أن شدة دافعة أرخميدس تساوي ثقل السائل المزاح واذكر عناصرها؟ دورة 2017 الثانية

-إن محصلة القوى المؤثرة على السطح الجانبي للجسم تتفانى مثنى مثنى.



الضغط الكلي على الوجه العلوي: $P_1 = \rho g h_1 + P_0$

وكذلك القوة المؤثرة عليه: $F_1 = P_1 . S = \rho g h_1 S + P_0 S$

الضغط الكلي على الوجه السفلي: $P_2 = \rho g h_2 + P_0$

وكذلك القوة المؤثرة عليه: $F_2 = P_2 . S = \rho g h_2 S + P_0 S$

والمحصلة $B = F_2 - F_1 > 0$ (B دافعة أرخميدس)

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

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

$$B = \rho\, g\, h_2\, s + P_0 S - \rho\, g\, h_1\, s - P_0 S$$
$$B = \rho g S(h_2 - h_1) = \rho g S h$$
$$\Rightarrow \boxed{B = \rho g V = mg = W}$$

-**قانون أرخميدس**: إذا غمر جسم بشكل جزئي أو كلي في سائل لا يذوب فيه ولا يتفاعل معه فإن السائل يدفع الجسم بقوة

-**العناصر :**

حاملها : الشاقول.

جهتها : من الأسفل إلى الأعلى

شدتها= ثقل السائل المزاح.

ملاحظات لحل مسائل أرخميدس

- ✓ الثقل الحقيقي للجسم: ثقل الجسم في الهواء $w = m.g$
- ✓ الثقل الظاهري للجسم : ثقل الجسم في السائل w_{app}
- ✓ ثقل السائل المزاح : هو ثقل السائل الذي ارتفع مستواه عند غمر جسم فيه وهو يساوي دافعة أرخميدس $w' = m'.g = B$ حيث m' : كتلة السائل المزاح
- ✓ الكتلة الحجمية للجسم (كثافة الجسم) :هي النسبة بين كتلة الجسم وحجمه $\rho = \frac{m}{V}$ وتقدّر $kg.m^{-3}$
- ✓ دافعة أرخميدس : هي قوة دفع السائل للجسم بصورة شاقولية نحو الأعلى وشدتها تساوي ثقل السائل المزاح

وتحسب من :

1. دافعة أرخميدس =الثقل الحقيقي للجسم – الثقل الظاهري له $B = w - w_{app}$
2. دافعة أرخميدس تساوي النقصان في وزن الجسم عند غمره في السائل

مثال : جسم ينقص وزنه 2 N عند غمره في الماء أحسب شدة دفعة أرخميدس . الحل : $B = 2\ N$

3. دافعة أرخميدس تساوي ثقل السائل المزاح

$$B = w' = m'.g = \rho_{\text{سائل}}.V'_{\text{مغمور}}.g$$

$V'_{\text{مغمور}}$: حجم الجزء المغمور من الجسم في السائل علماً أن قانون الحجم يختلف من جسم إلى آخر

- الغمر الكلي : كل الجسم تحت سطح الماء فيكون :

$$V_{\text{الحجم الكلي للجسم}} = V'_{\text{مغمور}} = V_{\text{سائل مزاح}}$$

$$\boxed{V_{\text{الحجم الكلي للجسم}} = \frac{B\begin{cases} w - w_{app} \\ \text{ينقص وزنه} \end{cases}}{\rho_{\text{سائل}}.g}}$$ ***من هذه العلاقة يمكننا حساب حجم أي جسم مغمور كلياً في الماء***

- الغمر الجزئي : جزء من حجم الجسم تحت الماء والجزء الآخر فوق الماء

$$V_{\text{الحجم الكلي للجسم}} = V'_{\text{مغمور}} + V_{\text{غير مغمور}}$$
$$\rightarrow V_{\text{غير مغمور}} = V_{\text{الحجم الكلي للجسم}} - V'_{\text{مغمور}}$$

- ✓ شرط الطفو : نستخدمه عندما يذكر (يطفو الجسم)

$$B_{\text{أرخميدس}} = w_{\text{ثقل الجسم}} (m.g)$$

$$\xrightarrow{\text{نعزل المجهول المطلوب}} \rho_{\text{جسم}}.V_{\text{جسم}}.g \xrightarrow{\text{بتعويض كل منهما}} \rho_{\text{سائل}}.V'_{\text{مغمور}}.g$$

- ✓ عبارة الضغط الكلي على نقطة داخل سائل حر ومتوازن: $\boxed{P_{total} = \rho_{\text{سائل}}.g.h_{\text{عمق النقطة}} + P_{0\text{ضغط جوي}}}$

إذا كان لدينا أنبوبة ذات فرعين وبداخلها سائل متوازن فإن : الضغط الكلي للسائل للفرع الأول يساوي الضغط الكلي للسائل في الفرع الثاني بالنسبة لمستوٍ مرجعي أفقي

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

✓ للتمييز بين الكرات المجوفة (التي تحوي على فراغ بداخلها) والمصمتة (الممتلئة كلياً ولاتحوي فراغ بداخلها) : نحسب حجم الكرة من : $V_{\text{الحجم الكلي للجسم}} = \frac{B\{\text{ينقص وزنه}}{\rho_{\text{سائل}}.g}$ ونحسب حجم المادة التي بداخل الكرة من : $V = \frac{m}{\rho_{\text{مادة}}}$ إذا تساوى الحجمين فالكرة مصمتة وإلّا لم يتساوى فالكرة تحتوية على تجويف في داخلها

ويكون حجم التجويف يساوي حجم الكرة ناقص حجم المادة التي بداخلها

✓ للتحقق من نوع مادة فيما إذا كانت خليطة أو غير خليطة : نحسب الكتلة الحجمية لهذه المادة من $\rho = \frac{m}{V}$ ثم نقارنها مع الكتلة الحجمية للمادة الأصلية المعطاة بنص المسألة فإذا تساوتا فتكون هذه المادة غير خليطة وإذا لم تتساوى فالمادة خليطة

✓ تحويلة ρ من $g.cm^{-3}$ إلى $kg.m^{-3}$ نضرب ب1000

✓

النوع	الكرة	الاسطوانة	المكعب
قانون الحجم	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	$V = s.h = \pi r^2.h$	$V = L^3$

المسألة رقم (1):

جسم معدني كتلته (2kg) وعند غمره في الماء يكون ثقله الظاهري (17N) ، فإذا علمت أن الكتلة الحجمية للماء $\rho H2o=1$ g/cm^3 ، $g=10\ m.s^{-2}$ **المطلوب:**

احسب ثقل الجسم.

احسب شدة دافعة أرخميدس وثقل السائل المزاح.

احسب حجم هذا الجسم وكتلته الحجمية.

المسألة رقم (2) : جسم معدني ينقص وزنه (2N) عندما يغمر في الماء ، وينقص وزنه (1.8N) عندما يغمر في سائل آخر ، فإذا علمت أن الكتلة الحجمية للماء ($\rho_{H2O}=1\ g.cm^{-3}$) **أحسب الكتلة الحجمية للسائل الآخر**

المسألة رقم (3) : (شبيه دورة 2015 الثانية)

تطفو قطعة خشبية ، حجمها $V=100\ cm^3$ فوق سطح الماء . احسب حجم الجزء غير المغمور من هذه القطعة الخشبية إذا علمت أن الكتلة الحجمية للخشب $\rho'=800\ kg.m^{-3}$ ، والكتلة الحجمية للماء $\rho'_{H2O}=1000\ kg.m^{-3}$

المسألة رقم (4) :

كرة من الألمنيوم كتلتها 270 g ، وثقلها الظاهري عندما تغمر في الماء 1 N ، بين بالحساب أن هذه الكرة تحتوي على تجويف بداخلها ، ثم احسب حجم هذا التجويف .

$g=10\ m.s^{-2}$ ، $\rho_{H2o}=1\ g/cm^3$ ، $\rho_{Al}=2.7\ g/cm^3$

المسألة رقم (5):

شك الملك هيرون بأن التاج لم يكن من الذهب الخالص وإنما هو ممزوج بمعدن الفضة ، فطلب من العالم أرخميدس التحقق من ذلك .

وجد أرخميدس أن : ثقل التاج في الهواء 15.96 N وثقل التاج وهو مغمور في الماء 14.96 (الشكل b)

1. وضح بالحساب أن النتيجة التي توصل إليها أرخميدس هي أن التاج ليس من الذهب الخالص .

2. احسب النسبة المئوية الكتلية للذهب في التاج .

علماً أن : الكتلة الحجمية للذهب $\rho_{Au}=19.3\ g.cm^{-3}$ ، الكتلة الحجمية للفضة $\rho_{Ag}=10.5\ g.cm^{-3}$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

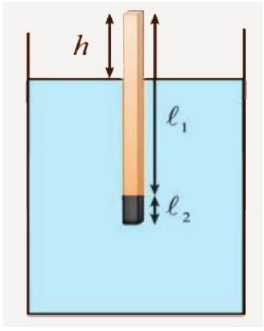
المسألة رقم (6) :

جسم صلب متجانس يغمر في سائل كتلته الحجمية $\rho_1=2000\ kg.m^{-3}$ فينقص ثقله الحقيقي بمقدار 4 N وعندما يغمر في سائل آخر كتلته الحجمية ρ_2 ينقص ثقله الحقيقي بمقدار 5 N.

1. احسب ρ_2 قيمة الكتلة الحجمية للسائل الآخر .

2. احسب حجم الجسم وكتلته إذا كانت كتلته الحجمية $6000\ kg.m^{-3}$

المسألة رقم (7) مسطرة خشبية متجانسة مقطعها S طولها $\ell_1=50\ cm$ تثقل بقطعة من الرصاص لها مقطع المسطرة الخشبية S طولها $\ell_2=0.6\ cm$ نغمس الجملة في الماء فتتوازن بوضع شاقولي . كما هو موضح في الشكل المجاور :



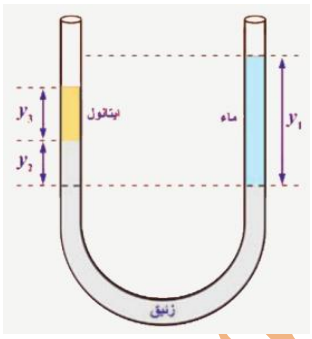
احسب h غير المغمور من المسطرة علماً أن :

الكتلة الحجمية للخشب $\rho_1=0.82\ g.cm^{-3}$

الكتلة الحجمية للرصاص $\rho_2=11.3\ g.cm^{-3}$

الكتلة الحجمية للماء $\rho_{h_2o}=1g.cm^{-3}$

المسألة رقم (8) نصب في أنبوبة ذات فرعين الزئبق ثم الماء في الفرع الأول ، والإيتانول في الفرع الثاني . عند توازن السوائل الثلاثة ، وبأخذ المستوي الأفقي المار من السطح الفاصل بين الماء والزئبق مبدأ لقياس الارتفاعات ، نجد أن ارتفاع الماء $y_1=14.8\ cm$ وارتفاع الزئبق في الفرع الثاني هو y_2 وفوقه عمود الإيتانول ارتفاعه $y_3=10\ cm$ كما هو موضح في الشكل المجاور . المطلوب :



1- احسب الارتفاع y_2 إذا علمت أن الكتلة الحجمية للزئبق $\rho_2=10.5\ g.cm^{-3}$ والكتلة الحجمية للإيتانول $\rho_3=0.8\ g.cm^{-3}$

2- احسب حجم الإيتانول الواجب إضافته حتى يصبح سطح الزئبق في الفرعين في مستو أفقي واحد إذا علمت أن قطر المقطع الداخلي للأنبوبة 2 cm

قانون باسكال دورة 2017 الأولى

اذكر نص قانون باسكال واشرح تجربة تبين انتقال الضغط؟

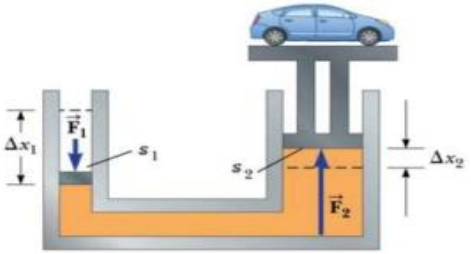
- أي تغير في الضغط المطبق على سائل ساكن محصور في وعاء ينتقل بكامله إلى كل نقاط السائل وإلى جدران الوعاء.

- **التجربة**:

عند دفع المكبس مع الدورق المبين يندفع الماء بصورة عمودية على سطح الدورق من جميع ثقوبه بنفس السرعة ونفس اللحظة.

أي انتقل الضغط بكامله إلى جميع أنحاء السائل.

تطبيقات قانون باسكال: رافعة السيارات: تتألف رافعة السيارات من اسطوانتين مساحتهما S_1 ، S_2 بحيث $S_1 < S_2$ وكل اسطوانة مجهزة بمكبس و تتصلان مع بعضهما بواسطة أنبوب يحوي على سائل عديم الإنضغاط ، نطبق على المكبس الأول (الصغير) ضغطاً p_1 ، فينتقل إلى المكبس الثاني (الكبير) حسب قانون باسكال فيكون : $p_1 = p_2$ ولكن $p=\frac{F}{S}$



$$\frac{F_1}{S_1}=\frac{F_2}{S_2} \xrightarrow{\text{ولكن}} S_1 < S_2 \xrightarrow{\text{يحدث تضخيم للقوة } F_2} F_1 < F_2$$

$$\boxed{F_2=\frac{F_1}{S_1}.S_2}$$

وكذلك العمل على المكبس الأول يساوي العمل على المكبس الثاني:

$$W_1 = F_1x_1 = F_2x_2$$

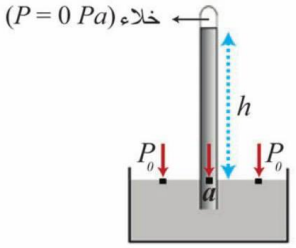
كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (انس احمد فيزياء)

المسألة رقم (9):

إذا علمت أن مساحتي مقطع كل من المكبسين الصغير والكبير في رافعة السيارات هما على الترتيب $S_1=10\ cm^2$ ، $S_2=100\ cm^2$ احسب مقدار الضغط الواجب تطبيقه على المكبس الصغير لرفع سيارة كتلتها $m=1000\ kg$ ، احسب المسافة التي يتحركها المكبس الكبير عندما يتحرك المكبس الصغير مسافة $20\ cm$. $g=10\ m.s^{-2}$

- **البارومتر الزئبقي**: (مقياس الضغط الجوي)

في تجربة اشرح كيفية قياس الضغط الجوي باستخدام البارومتر الزئبقي ؟(حفظ كامل مع الرسم والأرقام)



الأنبوب طوله $1m$ مساحة مقطعه $1cm^2$ يملأ بالزئبق يُنكس فوق حوض زئبق فينخفض مستوى الزئبق في الأنبوب إلى $(76cm)$ حيث يتساوى الضغط الجوي مع ضغط أنبوب الزئبق ، ويحسب على الشكل

$$P_a = P_0 = \rho.g.h$$
$$P_0 = 13600 \times 9.8 \times 76 \times 10^{-2} = 1.013 \times 10^5 Pa$$

ميكانيك السوائل المتحركة

عرف الجريان المستقر, خط الانسياب أنبوب التدفق, الجريان غير المستقر.

1- **الجريان المستقر**: تكون فيه سرعة كل جسيم من جسيمات السائل في نقطة ما من السائل ثابتة لا تتغير بمرور الزمن مع العلم أن هذه السرعة قد تختلف من نقطة لأخرى.

2- **الجريان غير المستقر**: وتكون فيه بعض ميزات السائل كسرعة السائل $\vec{v}$ عند نقطة ما متغيرة مع مرور الزمن (مثال خروج الماء من قمع حيث تتغير سرعة خروج الماء بتغير ارتفاع الماء عن العمق.

3- **أنبوب التدفق**: الأنبوب الذي يجري السائل بداخله.

4- **خط الانسياب**: خط يبيّن المسار الذي يسلكه جسيم من السائل يمس في كل نقطة من نقاط شعاع السرعة في تلك النقطة.

أذكر ميزات (خصائص) جريان السائل المثالي (دورة 2014 الأولى – 2013 الأولى).

1- غير قابل للانضغاط : حجمه وكثافته ثابت

2- عديم اللزوجة: تهمل قوى الاحتكاك بين طبقاته فتبقى طاقته الميكانيكية ثابتة.

3- جريانه مستقر: أي سرعة الجسيمات عند نقطة معينة ثابتة بمرور الزمن.

4- جريانه غير دوراني: لا تتحرك جسيمات السائل حركة دورانية حول أي نقطة.

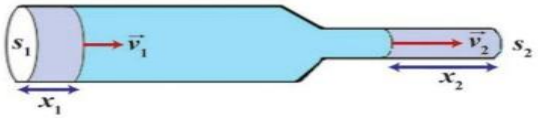
العلاقة بين المنسوب الكتلي و التدفق الحجمي

المنسوب الحجمي (معدل التدفق الحجمي أو معدل الضخ) $Q' = \frac{V}{\Delta t}\ (m^3.s^{-1})$

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

يتحرك سائل داخل أنبوب ويملأه وجريانه فيه مستمراً وله مقطعان مختلفان S1, S2 استنتج معادلة الاستمرارية.

التدفق الحجمي (معدل الضخ): حجم السائل التي تعبر مقطع الأنبوب S خلال زمن. $Q' = \frac{V}{\Delta t}$



$$Q'_1 = Q'_2$$
$$\Rightarrow \frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t} \Rightarrow V_1 = V_2$$
$$\Rightarrow S_1 x_1 = S_2 x_2 \xrightarrow[x=v.t]{}$$
$$S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t$$

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

نتيجة : تزداد سرعة انسياب السائل عندما تنقص مساحة سطح المقطع الذي يتدفق السائل من خلاله.

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم (10) : (شبيه دورة 2014 الثانية)

يفرغ خزان ماء حجمه $8\ m^3$ بمعدل ضخ $0.04\ m^3.s^{-1}$. والمطلوب حساب :

1. الزمن اللازم لتفريغ الخزان .
2. سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه $10\ cm^2$.

المسألة رقم (11) (شبيه دورة 2014 الأولى):

لملء خزان حجمه $600\ L$ بالماء ، استخدم خرطوم مساحة مقطعه $5\ cm^2$ ، فاستغرقت العملية $300\ s$ المطلوب :

1. احسب معدل التدفق الحجمي Q' .
2. احسب سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم .
3. كم تصبح سرعة تدفق الماء من فتحة الخرطوم إذا نقص مقطها ليصبح ربع ماكان عليه ؟ (اختيار من متعدد)

المسألة رقم (12)

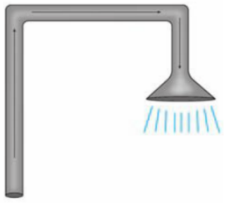
خزان وقود شاحنة حجمه $0.3\ m^3$ يملأ من أنبوب مساحة مقطع فوهته $5\ cm^2$ بزمن قدره $5\ min$.

المطلوب : احسب سرعة تدفق الوقود من فوهة الأنبوب

المسألة رقم (13)ينتهي أنبوب ماء مساحة مقطعه

$10\ cm^2$ إلى رشاش استحمام فيه

25 ثقباً متماثلاً مساحة مقطع كل ثقب $0.1\ cm^2$المطلوب حساب :

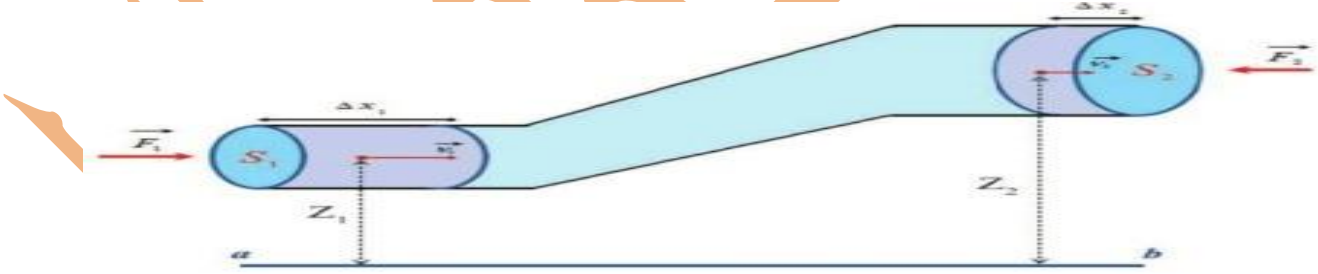


1. معدل التدفق الحجمي للماء .
2. سرعة تدفق الماء من كل ثقب علماً أن سرعة تدفق الماء عبر الأنبوب $50cm.s^{-1}$

إذا علمت أن سرعة تدفق الماء عبر الأنبوب $v_1 = 50\ cm.s^{-1}$

نظرية برنولي :

اذكر نص نظرية برنولي واستنتج معادلة برنولي؟



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

الاستنتاج:

F_1 : قوة تؤثر على المقطع S_1 لها جهة الجريان أي تقوم بعمل موجب

$$W_1 = F_1.\Delta x_1 = P_1.S_1.\Delta x_1 = P_1.\Delta V_1$$

حيث $\Delta V_1 = \Delta V$: حجم السائل الذي يعبر المقطع S_1

F_2: قوة تؤثر على المقطع S_2 لها جهة تعاكس جريان السائل تقوم بعمل سالب (معيقة لجريان الماء).

$$W_2 = -F_2.\Delta x_2 = -P_2.S_2.\Delta x_2 = -P_2.\Delta V_2$$

حيث $\Delta V_2 = \Delta V$: حجم السائل الذي يعبر المقطع S_2

والعمل الكلي لجسيمات السائل:

$$\bar{W} = \bar{W}_1 + \bar{W}_2$$
$$\bar{W} = P_1\Delta V - P_2\Delta V$$

وهذا العمل يسبب تغيراً في الطاقة الميكانيكية

$$W = \Delta E_k + \Delta E_p$$
$$W = \left(\frac{1}{2}\Delta m v_2^2 - \frac{1}{2}\Delta m v_1^2\right) + (\Delta m g Z_2 - \Delta m g Z_1)$$
$$(P_1 - P_2).\Delta V = \left(\frac{1}{2}\Delta m v_2^2 - \frac{1}{2}\Delta m v_1^2\right) + (\Delta m g Z_2 - \Delta m g Z_1)$$
$$P_1.\Delta V - P_2.\Delta V = \frac{1}{2}\Delta m V_2^2 - \frac{1}{2}\Delta m v_1^2 + \Delta m g Z_2 - \Delta m g Z_1$$

(ننقل 1 إلى طرف و2 إلى الطرف الآخر)

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

(نقسم الطرفين على وحدة الحجوم ΔV)

$$P_1 + \frac{1}{2}\frac{\Delta m}{\Delta V}v_1^2 + \frac{\Delta m}{\Delta V}g Z_1 = P_1 + \frac{1}{2}\frac{\Delta m}{\Delta V}v_2^2 + \frac{\Delta m}{\Delta V}g Z_2$$

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

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

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

لاتشغل بالك ☺

دائماً في أسئلة النظري لبرنولي أو في المسائل نكتب أول برنولي العامة ومن ثم نكتب برنولي الدخول = برنولي الخروج ونعزل المجهول)

إنطلاقاً من الشكل العام لمعادلة برنولي كيف تصبح تلك المعادلة في حالة خاصة (Z1=Z2)

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

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

(نختصر الحد الذي يحتوي Z بسبب تساويه في كلا الطرفين ويبقى لدينا :)

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

نلاحظ (ضغط السائل يقل بزيادة السرعة)

برهن أن سرعة تدفق سائل من فتحة صغيرة أسفل خزان واسع جداً $v_2 = \sqrt{2gz}$ (دورة 2015 الأولى)

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

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

ولكن : الوضع الأول: $\overrightarrow{v_1} = \vec{0}$, الضغط $P_1 = P_0$ الوضع الثاني: $\overrightarrow{v_2}$, الضغط $P_2 = P_0$

(نختصر كل من P_1 و P_2 لأنهما متساويان للضغط الجوي P_0 ، ونختصر الكتلة الحجمية ρ لأنها ثابتة ونعزل المجهول v_2)

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

وبما أن $v_1 = 0 \Leftarrow$

$$g z_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + g z_2$$
$$\frac{1}{2}v_2^2 = g z_1 - g z_2$$
$$v_2^2 = 2g(z_1 - z_2) \Rightarrow \boxed{v_2 = \sqrt{2gz}}$$

أولا: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- أعط تفسيراً علمياً باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة لكل مما يأتي :

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

حسب معادلة الاستمرارية:

$$Q = s_1 v_1 = const = s_2 v_2$$

v تتناسب عكساً مع s والعكس صحيح بإزدياد أحدهما ينقص الآخر

2. عدم تقاطع خطوط الانسياب لسائل فيما بينها .

إن خط الانسياب يمس في كل نقطة شعاع $\vec{v}$ في تلك اللحظة لجسيم السائل فلو فرضنا أن خطين الانسياب يتقاطعا في نقطة ما فيكون للجسم سرعتان في المكان نفسه وباتجاهين مختلفين وهذا غير ممكن

3. يضيق مقطع الماء المتدفق من صنبور أثناء سقوطه كلما اقترب من سطح الأرض .

لأن سرعة جسيمات السائل تزداد كلما ابتعد عن فوهة الصنبور وبالتالي ينقص الضغط عندها ويكون الضغط المجاور P_0 أكبر فيضغطها نحو الداخل. ⇦ $s_2 \ll s_1 \Rightarrow v_2 \gg v_1$

4. تسطيح خراطيم سيارات الإطفاء إيصال الماء لارتفاعات ، ومسافات كبيرة .

$$Q = s_1 v_1 = s_2 v_2 = const$$

v_1 تتناسب عكساً مع s حيث فوهة الخرطوم تضيق فتزداد سرعة الماء وبالتالي يصل مسافات أكبر وغلى ارتفاعات أكبر وحسب معادلة برنولي:

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

ينقص الضغط عند فوهة الخرطوم وتزداد v أو z حيث: $\frac{s_2}{s_1} = \frac{v_1}{v_2}$.

5. يتأثر ضغط الدم عند الأشخاص المصابين بانسداد جزئي لشرايين الدم .

ينقص s فتزداد v حسب الاستمرارية فينقص الضغط P حسب معادلة برنولي.

6. هل تنطبق نقطة تأثير دافعة أرخميدس على مركز ثقل الجسم المغمور؟

نعم لأن $\sum \vec{F} = \vec{0}$ المؤثرة في مركز الجسم المغمور.

7. برهن أن العمل المبذول من قبل المكبس الأول يساوي العمل المكتسب من قبل المكبس الثاني في رافعة السيارات؟ علل إجابتك

العمل على المكبس الصغير:

$$W_1 = F_1 \Delta x_1 = P_1 s_1 \Delta x_1$$
$$W_1 = P_1 \Delta V_1$$

العمل على المكبس الكبير:

$$W_2 = F_2 \Delta x_2 = P_2 s_2 \Delta x_2 = P_2 \Delta V_2$$

ولكن: $\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2$, $P_1 = P_2$ حسب باسكال

$$\Rightarrow \boxed{W_1 = W_2}$$

2- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) **عندما تهب رياح أفقية عند فوهة مدخنة فإن :**

a) **سرعة خروج الدخان من فوهة المدخنة :**

A) تزداد . B) تنقص .

C) تبقى دون تغير . D) تنعدم .

b) **ويمكن تفسير النتيجة وفق :**

A) مبدأ باسكال . B) معادلة برنولي .

C) قاعدة أرخميدس . D) معادلة الاستمرارية .

2) **يتصف السائل المثالي بأنه :**

A) قابل للانضغاط وعديم اللزوجة .

B) غير قابل للانضغاط ولزوجته غير مهملة .

C) غير قابل للانضغاط وعديم اللزوجة .

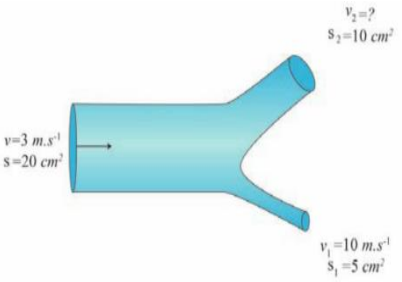
كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

D) قابل للانضغاط ولزوجته غير مهملة .

3) خرطوم مساحة مقطعه عند فوهة دخول الماء فيه S_1 ، وسرعة جريان الماء عند تلك الفوهة V_1 ، فتكون سرعة خروج الماء V_2 من نهاية الخرطوم حيث مساحة المقطع $S_2=\frac{1}{4}S_1$ مساوية :

A) V_1 B) $V_1\frac{1}{4}$ C) $4V_1$ D) $16V_1$

4) يبين الشكل المجاور دخول سائل مثالي عبر المقطع $S=20cm^2$ بسرعة $v=3m.s^{-1}$ ، ليتفرع إلى فرعين مساحة مقطع الفرع الأول $S_1=5cm^2$ ، وسرعة جريان السائل عبره $V_1=10m.s^{-1}$ ، ومساحة مقطع الفرع الثاني $S_2=10cm^2$ ، فتكون سرعة جريان السائل عبر مقطع الفرع الثاني V_2 مساوية :



A) $1.5\ m.s^{-1}$ B) $6\ m.s^{-1}$

C) $1\ m.s^{-1}$ D) $20\ m.s^{-1}$

ثانياً: حل المسائل الآتية :

المسألة رقم (14) :

يضخ الماء في أنبوب أفقي من النقطة A إلى النقطة B فيلزم بذل عمل ميكانيكي ، قدره 200 J لضخ 100 L من الماء . والمطلوب : احسب التغير في الطاقة الحركية لوحدة الحجوم من الماء بين الوضعين B،A .

المسألة رقم (15) :

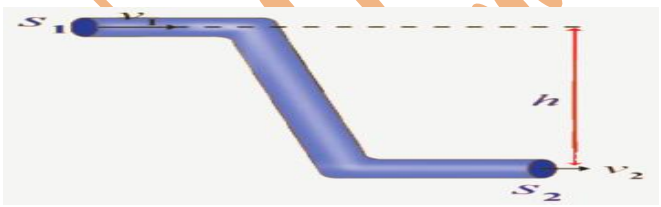
تقوم مضخة برفع الماء من خزان أرضي عبر أنبوب مساحة مقطعه $S_1=10\ cm^2$ إلى خزان يقع على سطح بناء ، فإذا علمت أن مساحة مقطع الأنبوب الذي يصب في الخزان العلوي $S_2=5\ cm^2$، وأن معدل الضخ $Q'=0.005m^3/s$. والمطلوب حساب :

1. سرعة الماء عند دخوله الأنبوب ، وعند فتحة خروجه من الأنبوب .
2. قيمة ضغط الماء عند دخوله الأنبوب . علماً أن الضغط الجوي $1\times10^5\ Pa$ والارتفاع بين الفوهتين 20 m .

$g=10\ m.s^{-2}$ ، $\rho_{H2O}=1000\ kg.m^{-3}$

المسألة رقم (16) :

يتدفق الماء عبر الأنبوب الموضح في الشكل حيث :



$S_1=20\ cm^2$ $S_2=60\ cm^2$

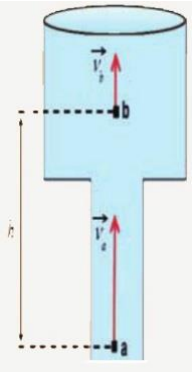
$h=10\ m$ $v_1=15\ m.s^{-1}$

$P_2=?$ $P_1=1\times10^5\ P_a$

$V_2=?$ ، $g=10\ m.s^{-2}$ ، $\rho=10^3\ g.\ m^{-3}$

احسب P_2 ، v_2 الضغط والسرعة عند المقطع S_2 .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)



المسألة رقم (17) :

يجري الماء داخل الأنابيب الموضحة في الشكل من (a) إلى (b) حيث نصف قطر الأنبوب عند (a) $r_1=5\ cm$ ونصف قطر الأنبوب عند (b) $r_2=10\ cm$ والمسافة الشاقولية بين (a) و (b) $h=50\ cm$.

1. احسب سرعة جريان الماء عند النقطة (b) علماً أن سرعة جريان الماء عند النقطة (a) $v_1=4\ m.s^{-1}$

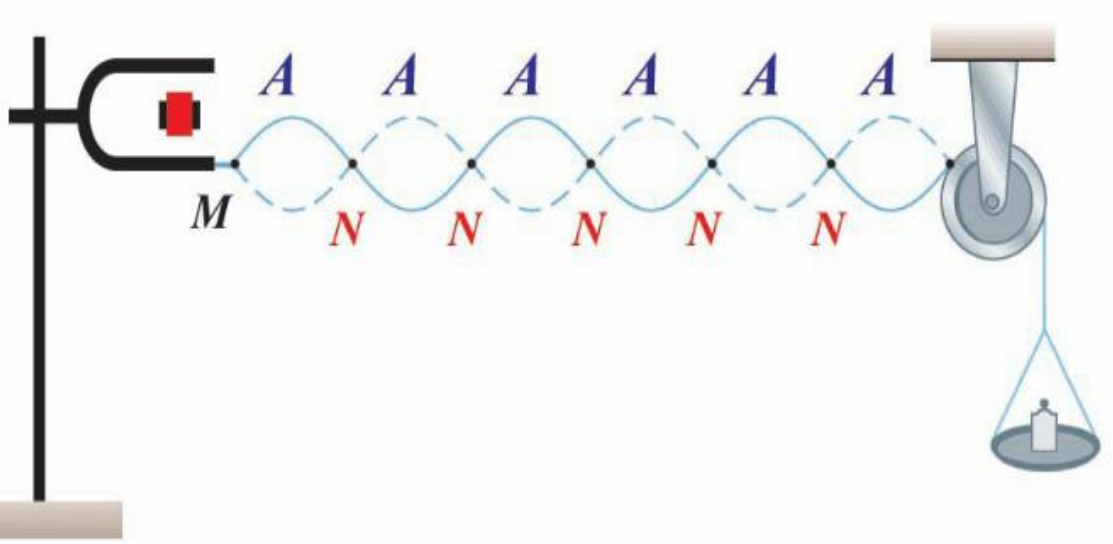
2. احسب قيمة فرق الضغط (P_a-P_b) . علماً أن : $(\rho_{H2o}=1000\ kg.m^{-3})$

الأمواج المستقرة العرضية

الدراسة التجريبية للأمواج المستقرة العرضية في وتر:

كيف تتكون الأمواج المستقرة العرضية في وتر؟

تداخل بين موجة جيبية واردة مع موجة جيبية منعكسة على النهاية المقيدة وتعاكسها بجهة الانتشار ولها التواتر والسعة نفسها



علل تشكل عقد وبطون الاهتزاز؟

عقد الاهتزاز N : نقاط تنعدم فيها سعة الاهتزاز حيث تلتقي فيها الأمواج العرضية على تعاكس دائم والمسافة بينها ثابتة وتحصران مغزل.

بطون الاهتزاز A : نقاط تهتز بسعة عظمى تلتقي فيها الأمواج العرضية على توافق دائم.

كيف تهتز نقاط مغزل واحد فيما بينها ونقاط مغزلين متجاورين؟

تهتز نقاط مغزل واحد على توافق فيما بينها وتهتز نقاط مغزلين متجاورين على تعاكس دائم ويأخذ الحبل شكلاً ثابتاً (امواج مستقرة)

انعكاس الأمواج العرضية

عندما تنعكس الاشارة على نهاية مقيدة أو طليقة ينشأ فرق طور بين الموجة الواردة والمنعكسة ما قيمة فرق الطور هذا؟

1- نهاية مقيدة $\varphi' = \pi\ rad$

2- نهاية طليقة $\varphi' = 0\ rad$

الدراسة النظرية للأمواج المستقرة العرضية

في الدراسة النظرية للأمواج العرضية المستقرة في وتر استنتج تابع المطال لنقطة **n** من الوتر؟

تنتشر في الاتجاه الموجب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ موجة جيبية واردة تصل إلى نقطة n فاصلتها $\bar{x}$ عند النهاية المقيدة m فتولد مطالاً .

$$\bar{y}_1(t) = y_{max}\cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x})$$

وتولد الموجة المنعكسة والمنتشرة في الاتجاه السالب للمحور $\overrightarrow{xx'}$ في النقطة n مطالاً .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

$$\bar{y}_2(t) = y_{max}\cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} + \bar{\varphi}')$$

$\bar{\varphi}'$: بسبب الانعكاس ، (إشارة+) :متأخر في الطور عن الموجة الواردة إلى n

ويكون المطال المحصل $\bar{y}_n(t)$ لاهتزاز النقطة n التي تخضع لتأثير الموجتين الواردة والمنعكسة معاً

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

$$\bar{y}_n(t) = y_{max}\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right) + y_{max}\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} + \bar{\varphi}'\right)$$

$$\bar{y}_n(t) = y_{max}\left(\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right) + \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} + \bar{\varphi}'\right)\right)$$

دستور للحفظ $\boxed{cos\alpha + cos\beta = 2cos\frac{\alpha+\beta}{2}.cos\frac{\alpha-\beta}{2}}$

$$y_n(t) = 2y_{max}\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} + \frac{\bar{\varphi}'}{2}\right).\cos\left(\omega t + \frac{\bar{\varphi}'}{2}\right)$$ حيث: $(\cos-\theta = \cos\theta)$

في الانعكاس على نهاية مقيدة $\varphi' = \pi$

$$y_n(t) = 2y_{max}\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} + \frac{\pi}{2}\right).\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

وحسب دستور الإرجاع للربع الأول : $\cos\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right) = -sin\theta$

$$y_n(t) = 2y_{max}(-\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}).(-\sin\omega t)$$

$$y_n(t) = 2y_{max}\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}.\sin\omega t$$ تابع المطال لنقطة n من وتر مهتز :

$$y_n(t) = y_{max,n}\sin\omega t$$ وتصبح العلاقة :

تمثل سعة الموجة المستقرة العرضية $y_{max,n} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|$

انطلاقاً من هذه العلاقة المعبرة عن سعة الموجة المستقرة العرضية (دورة 2003 – 2006 – 2007 - 2013 – 2015 الثانية-2017 الأولى)

استنتج العلاقة المحددة لأبعاد عقد وبطون الاهتزاز عند النهايات المقيدة؟ $y_{max,n} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|$

أولاً: عقد الاهتزاز N: سعتها معدومة

$$y_{max,n} = 0 \Rightarrow \sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = 0 \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}x = k\pi \xrightarrow{\text{نعزل } x} $$

$\boxed{x = k\frac{\lambda}{2}}$ معادلة العقد حيث k=0 ،1،2،3،4....

أي البعد بين العقد يساوي أعداد صحيحة من نصف طول الموجة وتكون المسافة بين عقدتين متتاليتين $\frac{\lambda}{2}$ (طول المغزل) وعقد الاهتزاز يصلها الاهتزاز وارد واهتزاز منعكس على تعاكس دائم.

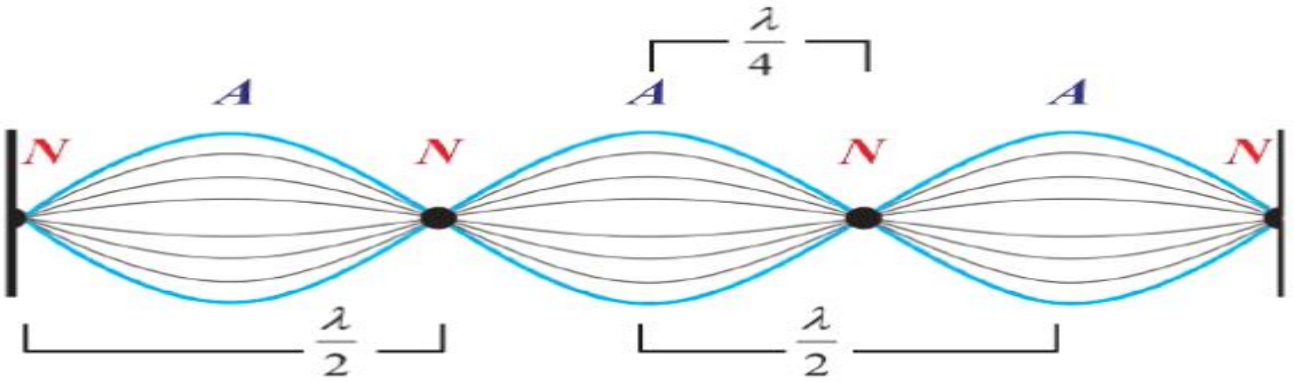
ثانياً: بطون الاهتزاز A: سعة اهتزازها عظمى يصلها اهتزاز وارد واهتزاز منعكس على توافق دائم.

$$y_{max,n} = 2y_{max} \Rightarrow \left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right| = 1 \Rightarrow \sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = \sin(\frac{\pi}{2} + \pi k)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = \frac{\pi}{2} + \pi k \xrightarrow{\text{نخرج } \pi} \frac{2\pi}{\lambda}\bar{x} = (2k+1)\frac{\pi}{2} \xrightarrow{\text{نعزل } x}$$

$\boxed{x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}}$ معادلة البطون حيث k=0 ،1،2،3،4....

أي أبعاد البطون هي أعداد فردية من ربع طول الموجة ويكون المسافة بين بطنين متتاليين $\frac{\lambda}{2}$ والمسافة بين بطن وعقدة متتالية $\frac{\lambda}{4}$

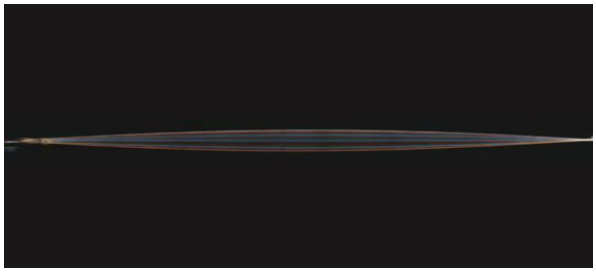


الاهتزازات القسرية في وتر مرن

في تجربة ملد على نهاية مقيدة:

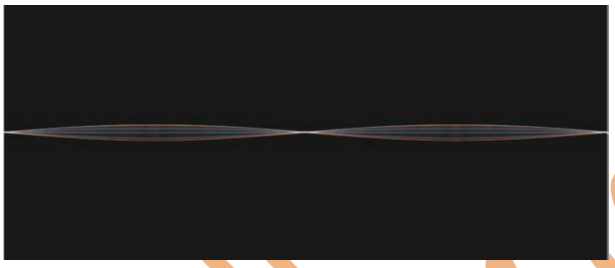
نأخذ هزازة جيبية مذاة سعتها العظمى صعيرة ، يمكن تغيير تواترها f ،نصل إحدى شعبتيها إلى نقطة a من وتر مرن L ويشد من طرفه الآخر بثقل مناسب

بجعل تواتره الأساسي ثابتاً($f_1=10Hz$) مثلاً ، نزيد تواتر الهزازة بالتدريج بدءاً من الصفر ،ماذا تلاحظ ، وماذا تستنتج ؟

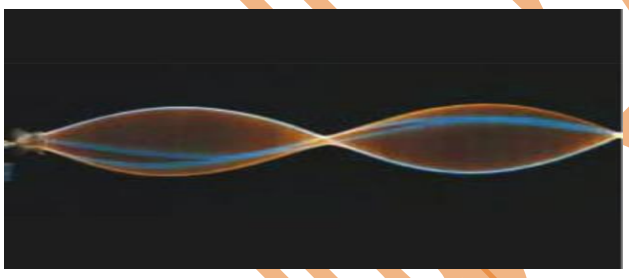


1- إذا كان $f<10Hz$ نشاهد : اهتزازات قسرية في الوتر بسعة اهتزاز صغيرة من رتبة سعة اهتزاز الهزازة

2- من أجل ($f=10Hz$) الوتر يهتز بمغزل واحد واضح ، وسعة اهتزاز البطن عظمى y ، ومما يلي الوتر تجاوب مع الرنانة وشكّل موجة مستقرة عرضية



3- إذا كان $10Hz< f <20$ تعود سعة الاهتزاز صغيرة ويتكون مغزلين غير واضحين



4- من أجل ($f=20Hz$) الوتر يهتز بمغزلين واضحين وبسعة اهتزاز $y>>y_{max}$ ومما يلي الوتر تجاوب مع الرنانة وشكّل موجة مستقرة عرضية

نستنتج مما سبق : تتولد أمواج في الوتر مهما كانت قيمة تواتر الهزازة f فإذا كان تواتر الهزازة لا يساوي مضاعفات صحيحة للتواتر الأساسي للوتر فإن سعة الاهتزاز تبقى صغيرة نسبياً ،أما إذا كان تواتر الهزازة مساوياً إلى أي من المضاعفات الصحيحة للتواتر الأساسي للوتر يكون في حالة تجاوب (طنين) ونشاهد مغازل واضحة وتكون سعة البطن عظمى وكبيرة

متى يحدث تجاوب بين الهزازة والوتر؟

يحدث تجاوب إذا تحقق الشرطان:

$L = k\frac{\lambda}{2}$ طول الوتر يقسم إلى عدد صحيح k مغازل (قطع) طول كل منها نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2}$

$f = kf_1$ تواتر الهزازة مساوياً مضاعفات صحيحة للتواتر الأساسي للوتر f_1

ماذا يتكون في الوتر استنتج العلاقة المحددة للتواترات التي يصدرها الوتر؟

تتكون في الوتر أمواج مستقرة عرضية متجاوبة في k مغزل فيها وعقدة اهتزاز عند النقطة المقيدة b وعقدة اهتزاز بجوار الهزازة في a وتكون سعة البطن عظمى ويكون:

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

استنتاج تواتر المدروجات لاهتزاز وتر على نهاية مقيدة :

$$L = k\frac{\lambda}{2} \xrightarrow{\lambda=\frac{v}{f}\ \text{نعوض}} L = k\frac{v}{2f} \xrightarrow{f\ \text{نعزل}} \boxed{f = k\frac{v}{2L}}$$

يسمى أول تواتر- مغزل واحد :تواتر الصوت الأساسي $f_1 = \frac{v}{2L} \Rightarrow k=1$.

وبقية التواترات تواتر المدروجات. $f = k\frac{v}{2L} \Rightarrow f = kf_1$

حيث....k=4،3،2،1 عدد صحيح موجب يمثل مدروج الصوت الصادر

تعلّم!!!! إذا لم يتحقق التجاوب يتشكل مع الوتر أمواج بسعة صغيرة ومغازل غير واضحة.

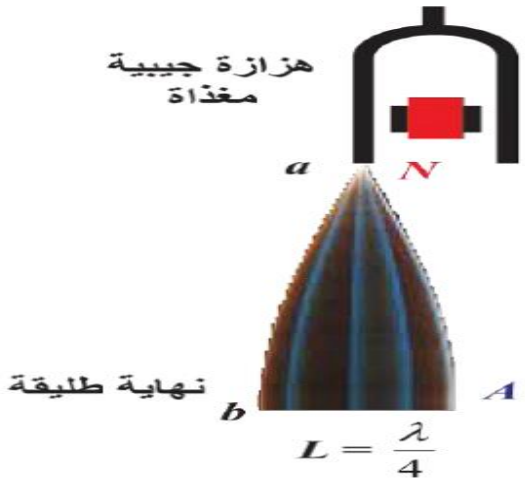
تجربة ملد على نهاية طليقة:

استنتاج تواتر المدروجات لاهتزاز وتر على نهاية طليقة:

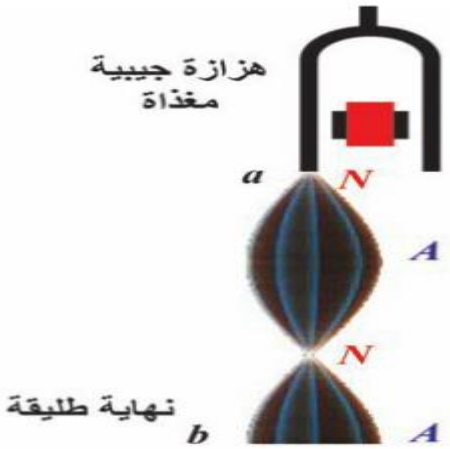
تتكون أمواج مستقرة في حالة التجاوب وعقدة في النقطة a وبطن عند b ويكون:

$$L = (2k-1)\frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\lambda=\frac{v}{f}\ \text{نعوض}} L = (2k-1)\frac{v}{4f} \xrightarrow{f\ \text{نعزل}} \boxed{f = (2k-1)\frac{v}{4L}}$$

حيث....k=4،3،2،1 عدد صحيح موجب و$(2k-1)$ يمثل مدروج الصوت الصادر



$L = \frac{\lambda}{4}$



$L = 3\frac{\lambda}{4}$

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1. في الأمواج المستقرة العرضية المسافة بين عقدتين متتاليتين تساوي :

(A $\frac{\lambda}{4}$ **(B** $\frac{\lambda}{2}$ **(C** λ **(D** 2λ

2. فرق الطور φ بين الموجة الواردة والموجة المنعكسة على نهاية مقيدة تساوي بالراديان :

(A $\varphi = 0$ **(B** $\varphi = \frac{\pi}{3}$ **(C** $\varphi = \frac{\pi}{2}$ **(D** $\varphi = \pi$

3. في تجربة ملد مع نهاية طليقة يصدر وتراً طوله (L) صوتاً أساسياً طول موجته (λ) تساوي :

(A 4L **(B** 2L **(C** L **(D** $\frac{L}{2}$

4. وتر مهتز طوله (L) وسرعة انتشار الموجة العرضية على طوله (v) وقوة شده (F_T) فإذا زدنا قوة شده أربع مرات لتصبح سرعة الانتشار (v') تساوي :

(A $\frac{v}{4}$ **(B** $\frac{v}{2}$ **(C** 2v **(D** 4v

5. وتر مهتز طوله (**L**) ، وكتلته (**m**) ، وكتلته الخطية (**μ**) نقسمه إلى قسمين متساويين فإن الكتلة الخطية لكل قسم تساوي :

A) 2μ **B)** μ **C)** $\frac{\mu}{2}$ **D)** 4μ

6. في تجربة ملد مع نهاية مقيدة تتكون أربعة مغازل عند استخدام وتر ، طوله **(L=2 m)** ، وهزازة تواترها **(f=435 Hz)** فتكون سرعة انتشار الاهتزاز (**v**) مقدرة بـ ($m.s^{-1}$) تساوي :

A) 435 **B)** 290 **C)** 1742 **D)** 870

7. طول الموجة المستقرة هو :

A) المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين .
B) مثلي المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين .
C) نصف المسافة بين بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين .
D) نصف المسافة بين بطن وعقدة تليه مباشرة .

ثالثا: حل المسائل الآتية :

المسألة رقم (1) :

وتر آلة موسيقية ، طوله (1m) ، وكتلته (20g) ، مثبت من طرفيه ومشدود بقوة (2N) المطلوب حساب :

1) سرعة انتشار الاهتزاز على طول الوتر .
2) تواتر الصوت الأساسي الذي يمكن أن يصدر عنه .
3) التواترات الخاصة لمدروجاته الثلاثة الأولى .

المسألة رقم (2) :

نمرر تياراً كهربائياً متناوباً جيبياً ، تواتره (f=50 Hz) في سلك نحاسي ، طوله (1.5 m) ، وكتلته (6 g) ونجعل منتصفه بين قطبي مغناطيس نضوي يعامد السلك خطوط حقله المغناطيسي ، أحسب قيمة قوة شد السلك (F_T) التي تجعله يهتز بالتجاوب مكوناً ثلاثة مغازل.

المسألة رقم (3) : (شبيه دورة 2015 الأولى)

خيط مرن أفقي طوله (**1m**) وكتلته (**10g**) ، نربط أحد طرفيه برنانة كهربائية شعبتاها أفقيتان تواترها (**50Hz**) ، ونشد الخيط على محز بكرة بثقل مناسب لتكون نهايته مقيدة ، فإذا علمت أن طول الموجه المتكونة (**40cm**) . المطلوب:

1. ما عدد المغازل المتكونة على طول الخيط ؟
2. أحسب السعة بنقطة تبعد (20cm) ثم بنقطة تبعد (30cm) عن النهاية المقيدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع (Y_{max}=1cm) .
3. أحسب الكتلة الخطية للخيط ، وأحسب قوة شد هذا الخيط وسرعة انتشار الاهتزاز فيه .
4. أحسب قوة شد الخيط التي تجعله يهتز (بمغزلين) ، وحدد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة في هذه الحالة .
5. نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه . هل تتغيّر كتلته الخطية باعتبار أنه متجانس .

المسألة رقم (4) : (شبه دورة 2013 – 2014 الأولى)

وتر طوله (1.5 m) كتلته (15 g) نجعله يهتز بالتجاوب بواسطة هزازة تواترها (100 Hz) يتشكل فيه ثلاثة مغازل والمطلوب حساب:

1. طول موجة الإهتزاز .
2. الكتلة الخطية للوتر .
3. سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر .
4. مقدار قوة الشد المطبقة على الوتر .
5. بعد أماكن عقد وبطون الاهتزاز عن نهايته المقيدة .

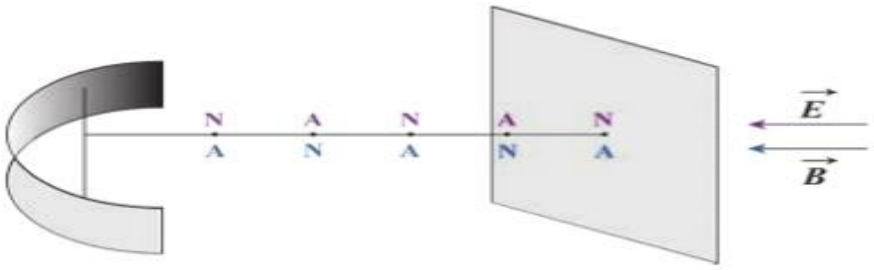
كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

الأمواج الكهرطيسية المستقرة

في تجربة الأمواج الكهرطيسية المستقرة , أجب عن الأسئلة الاتية !!! (دورة 2016 الأولى و الثانية)

كيف تتكون الأمواج الكهرطيسية المستقرة؟

نولد أمواجاً كهرطيسية من هوائي مرسل ينتشر كلاً من الحقلين الكهربائي والمغناطيسي في الهواء المجاور وعلى بعد مناسب نضع حاجزاً ناقلاً مستوياً عمودياً على منحنى الانتشار لتنعكس عند الموجة وتتداخل مع الأمواج الواردة لتؤلف جملة أمواج مستقرة كهرطيسية



كيف يتم الكشف عن الحقلين الكهربائي $\vec{E}$ والمغناطيسي $\vec{B}$؟

الكشف عن الحقل الكهربائي بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل ونكشف عن الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ بحلقة نحاسية عمودية على $\vec{B}$ فيولد فيها توتراً بتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها .

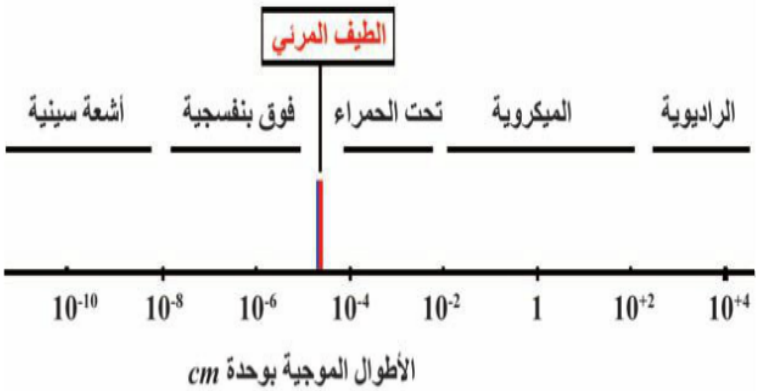
ننقل الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز اشرح ما تجد؟

- توالي مستويات للعقد N يدل فيها الكاشف على دلالة صغرى ومستويات للبطون A يدل فيها الكاشف على دلالة عظمى متساوية الأبعاد عن بعضها $\frac{\lambda}{2}$ بين كل مستويين لهما نفس الحالة الاهتزازية.
- مستويات عقد الحقل الكهربائي هي مستويات لبطون للحقل المغناطيسي وبالعكس.
- الحاجز الناقل المستوي عقدة للحقل الكهربائي وبطن للحقل المغناطيسي.
- تتمتع الأمواج الكهرطيسية بطيف واسع من الترددات يشمل :

الأمواج الطويلة (الراديو, الرادار , المكرويّة)

الأمواج القصيرة (ضوء مرئي, أشعة سينية , أشعة غاما , الأشعة الكونية)

مخطط الطيف الكهرطيسي



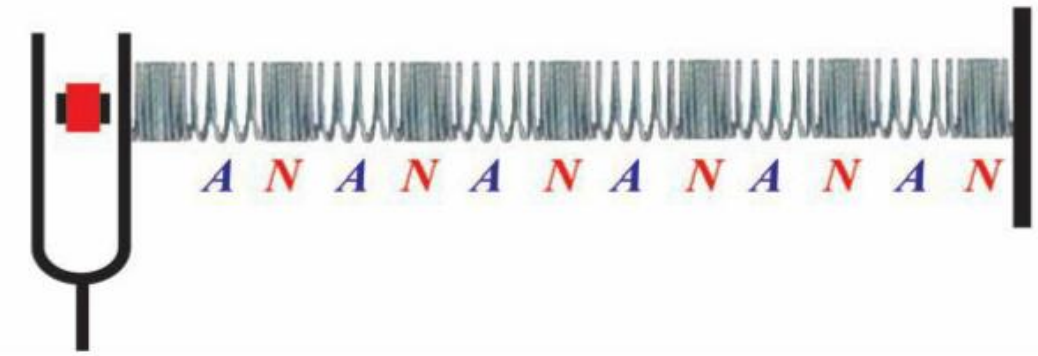
كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

الأمواج المستقرة الطولية

الأمواج المستقرة الطولية في نابض:

كيف تتكون الأمواج المستقرة الطولية في نابض وكيف تبدو حلقات النابض وما هي عقد الاهتزاز وما هي بطون الاهتزاز؟

تتكون الأمواج المستقرة الطولية بتداخل الأمواج الطولية الواردة من المنبع مع الأمواج المنعكسة عند نقطة التثبيت للنابض فترى على طول النابض حلقات تدوير ساكنة وحلقات تهتز بسعات متفاوتة لا تتضح معالمها



- **عقد الاهتزاز**: حلقات ساكنة سعة اهتزازها معدومة تصلها الموجة الواردة والموجة المنعكسة على تعاكس
- **بطون الاهتزاز** : الحلقات الأوسع اهتزازاً حيث تصلها الموجتان الواردة والمنعكسة على توافق دائم.

الدراسة النظرية:

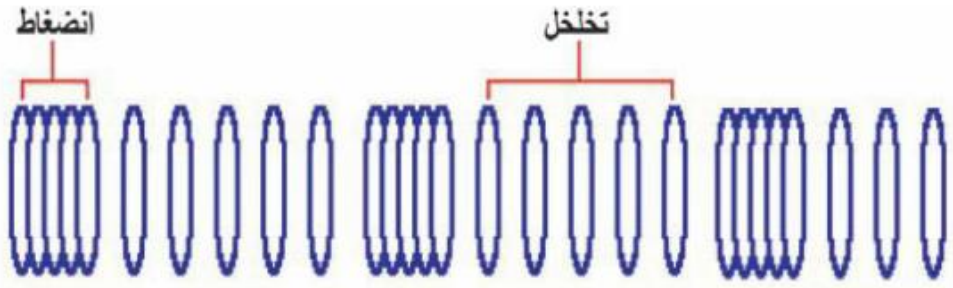
علل كلاً مما يلي:

1- بطن الاهتزاز عقدة للضغط؟

إن بطن الاهتزاز والحلقات المجاورة تترافق دوماً في الاهتزاز إلى احدى الجهتين تكاد تبدو المسافات بينها ثابتة فلا نلاحظ تخلخل فيها أي يبقى الضغط ثابت فهي عقد للضغط.

2- عقد الاهتزاز بطون للضغط؟

عقد الاهتزاز تبقى ساكنة وتتحرك الحلقات المجاورة على الجانبين في جهتين متعاكستين دوماً فتتقارب خلال نصف دور وتتباعد خلال نصف دور آخر فنلاحظ تضاغطاً يليه تخلخل أي عقد الاهتزاز التي يحدث عندها تغير الضغط هي بطون للضغط والمسافة بين عقدتي اهتزاز متتاليتين أو بطني اهتزاز متتاليين $\frac{\lambda}{2}$ وبين عقد اهتزاز وبطن اهتزاز $\frac{\lambda}{4}$



كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

الأمواج المستقرة الصوتية

في تجربة الأمواج المستقرة الصوتية , كيف تتولد هذه الأمواج ؟ وكيف يتم الكشف عن عقد وبطون الضغط ؟

نضع مكبر صوت صغير الأبعاد أمام حاجز مستوٍ ليصدر صوتاً تواتره f فتتداخل الأمواج الصوتية الواردة من مكبر الصوت مع الأمواج المنعكسة على الحاجز لتشكل أمواجاً صوتية (لا توجد موجة منعكسة على مكبر الصوت لصغر أبعاده والأمواج المنعكسة لها جهة انتشار معاكسة والتواتر نفسه.

- تنقل الجهة المتصلة براسم اهتزاز بين المكبر والحاجز فنلاحظ **سعة** المنحني البياني **عظمى** عند **بطن** الضغط وفيها **نسمع صوتاً** ومواضع تكون فيها سعة المنجني البياني **صغرى** عند **عقد** الضغط **ولا تسمع** عندها صوت. والمسافة الفاصلة بين وضعين متماثلين متتالية (سعة عظمى أو صغرى) هي $\frac{\lambda}{2}$.

المزامير والأعمدة الهوائية

عرف المزمار وكيف يتم تصنيف المزامير؟

المزمار: عمود غازي (هواء) اسطواني أو موشوري مقطعه ثابت وصغير بالنسبة لطوله يهتز بالتجاوب مع منبع صوتي ويحصر هذا العمود الغازي أنبوباً سميك الجدران حتى لا تشارك جدرانه الاهتزاز تصنف إلى:

- **عمود ذو فم**: نهايته غرفة صغيرة مفتوحة يدفع فيها الهواء ليخرج من شق ضيق ويتشكل عند الفم بطن الاهتزاز عقدة ضغط.
- **منبع ذو لسان**: صفيحة مرنة تدعى اللسان وقابلة للاهتزاز مثبتة من احد طرفيها لتقطع جريان الهواء لها تواتر اللسان عند اللسان عقدة اهزاز وبطن ضغط.

الأمواج المستقرة الطولية في هواء مزمار

كيف تتشكل الأمواج المستقرة الطولية في هواء المزمار؟

عندما تهتز طبقة الهواء المجاورة للمنبع ينتشر الاهتزاز طولياً في هواء المزمار لينعكس عند النهاية وتتداخل الأمواج الواردة مع الأمواج المنعكسة تتكون الأمواج المستقرة الطولية وتكون النهاية المغلقة عقدة اهتزاز والنهاية المفتوحة بطن اهتزاز.

علل الانعكاس على نهاية مفتوحة؟

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

اذكر الحالة الاهتزازية في طرفي المزمار؟

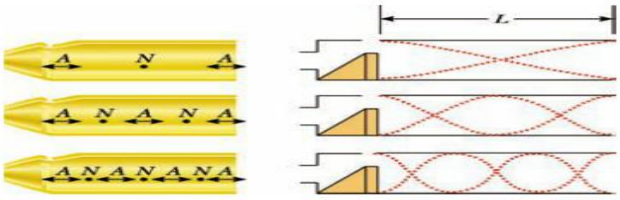
- مزمار ذو فم: بطن اهتزاز عقد ضغط.
- مزمار ذو لسان: بطن ضغط عقدة اهتزاز.
- نهاية المزمار مفتوحة: بطن اهتزاز.
- نهاية المزمار مغلقة: عقدة اهتزاز.

وعليه :

المزمار	متشابه الطرفين	ذو فم نهاية مفتوحة
		ذو لسان نهاية مغلقة
	مختلف الطرفين	ذو فم نهاية مغلقة
		ذو لسان نهاية مفتوحة

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

كيف نجعل مزمار (ذو فم أو ذو لسان) متشابه الطرفين ، ثم استنتج عبارة تواتر الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزمار؟ (دورة 2012- 2014 الأولى والثانية)



منبع ذو فم (بطن اهتزاز) بجعل نهايته مفتوحة (بطن اهتزاز)

منبع ذو لسان (عقدة اهتزاز) بجعل

نهايته مغلقة (عقدة اهتزاز)

يكون طول المزمار يساوي عدداً صحيحاً من نصف طول الموجة

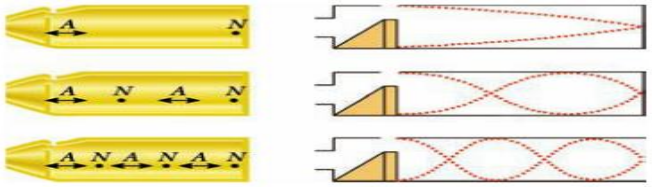
$$L = n\,\frac{\lambda}{2}$$

لكن : $v = \lambda . f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$

$$L = n\,\frac{v}{2f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{nv}{2L}}$$

حيث : n=1,2,3,4,..... عدد صحيح يمثل مدروجات الصوت والمدروج الأساسي n=1

كيف نجعل مزمار (ذو فم أو ذو لسان) مختلف الطرفين ،ثم استنتج عبارة تواتر الصوت البسيط الذي يصدره هذا المزمار؟ (دورة 2013 الثانية)



منبع ذو فم (بطن اهتزاز) بجعل نهايته مغلقة (عقدة اهتزاز)

منبع ذو لسان (عقدة اهتزاز) بجعل

نهايته مفتوحة (بطن اهتزاز)

يكون طول المزمار يساوي عددا فردياً من ربع طول الموجة

$$L = (2n-1)\,\frac{\lambda}{4} \xrightarrow{V=\lambda.f \Rightarrow \lambda=\frac{v}{f}\ \text{نعوض}} L = \frac{(2n-1)v}{4f}$$

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

حيث : (2n − 1)=1,2,3,4,..... القوس يمثل مدروجات الصوت والمدروج الأساسي (2n − 1)=1 ، n: هنا يمثل عدد العقد داخل المزمار مدروجات.

ملاحظات: - سرعة انتشار الصوت في غاز معين تتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة حرارته المطلقة T مقدرة (بالكلفن)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad : \ T_k = 273 + t_c$$

- سرعتا انتشار الصوت في غازين مختلفين تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لكثافتيهما D_1, D_2 بالنسبة للهواء إذا كان الغازان في درجة حرارة واحدة ، ولهما رتبة ذرية واحدة (أي عدد الذرات التي تؤلف جزيئته هي نفسها)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$

$D = \frac{M}{29}$, حيث D كثافة غاز بالنسبة للهواء , M : الكتلة المولية للغاز (الكتلة الجزيئية الغرامية)

ملاحظات لحل مسائل المزامير :

- المسافة بين متشابهين (عقدة, عقدة _ بطن, بطن) تساوي $\frac{\lambda}{2}$
- المسافة بين مختلفين (عقدة, بطن) $\frac{\lambda}{4}$
- طول الموجة $\lambda = \frac{v}{f}$ يحسب من هنا فقط
- عدد أطوال الموجة = طول المزمار/ طول موجة واحدة , $\frac{L}{\lambda}$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1. مزمار متشابه الطرفين طوله (**L**) وسرعة انتشار الصوت في هوائه (**v**) فتواتر صوته البسيط الأساسي الذي يصدره يعطى بالعلاقة :

A) $f=\frac{v}{2L}$ **B)** $f=\frac{v}{4L}$ **C)** $f=\frac{4v}{L}$ **D)** $f=2\frac{v}{L}$

2. مزمار ذو فم ونهايته مفتوحة عندما يهتز هواؤه بالتجاوب يتكون عند نهايته المفتوحة :

A) عقدة اهتزاز **B)** بطن اهتزاز **C)** بطن ضغط **D)** جميع ماسبق صحيح

3. مزمار متشابه الطرفين ، طوله (**L**) يصدر صوتاً أساسياً مواقتاً للصوت الاساسي لمزمار آخر مختلف الطرفين طوله (**L´**) في الشروط نفسها . فإن :

A) $L=L'$ **B)** $L=2L'$ **C)** $L=3L'$ **D)** $L=4L'$

4. يصدر أنبوب صوتي مختلف الطرفين صوتاً أساسياً ، تواتره (**435 Hz**) ، فإن تواتر الصوت التالي الذي يمكن ان يصدره يساوي :

A) 145 Hz **B)** 217.5 Hz **C)** 870 Hz **D)** 1035 Hz

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة رقم (5) : (دورة 2004- شبيهة 2017الأولى)

مزمار متشابه الطرفين طوله (1 m) يصدر صوتاً تواتره (170 Hz) يحوي هواء في درجة حرارة معينة حيث سرعة انتشار الصوت ($340\ m.s^{-1}$) . المطلوب حساب :

1) عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار .

2) طول مزمار آخر مختلف الطرفين يحوي الهواء يصدر صوتاً أساسياً مواقتاً للصوت السابق في درجة الحرارة نفسها

المسألة رقم (6) :

مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله (**L=3m**) فيه هواء درجة حرارته (**0°C**) حيث سرعة انتشار الصوت فيه ($\mathbf{330m.s^{-1}}$)وتواتر الصوت الصادر (**f=110Hz**) . المطلوب:

1. أحسب البعد بين بطنين متتاليين ، ثم استنتج رتبة الصوت .

2. نسخن المزمار إلى درجة (819^0C) ، استنتج طول الموجة المتكونة ليصدر المزمار الصوت السابق نفسه .

3. أحسب طول مزمار آخر ذي فم ، نهايته مغلقة يحوي الهواء في الدرجة ($0°C$) تواتر مدروجه الثالث يساوي تواتر الصوت الصادر عن المزمار السابق .

المسألة رقم (7) : (دورة 2009)

مزمار ذو فم نهايته مغلقة يحوي غاز الأكسجين سرعة انتشار الصوت فيه ($\mathbf{324m.s^{-1}}$) يصدر صوتاً أساسياً تواتره (**162Hz**) .

1) أحسب طول هذا المزمار .

2) نستبدل بغاز الأكسجين في المزمار غاز الهدروجين في درجة الحرارة نفسها ، احسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة .

المسألة رقم (8) :

مزمار ذو فم ، نهايته مفتوحة ، طوله (**3.4m**) مملوء بالهواء يصدر صوتاً تواتره (**1000 Hz**) حيث سرعة انتشار الصوت في هواء المزمار ($\mathbf{340\ m.s^{-1}}$) في درجة حرارة التجربة :

1. أحسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار .

2. إذا تكوّنت عقدة واحدة فقط في منتصف المزمار في الدرجة نفسها من الحرارة ، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذٍ .

3. إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء ($331\ m.s^{-1}$) في الدرجة ($0\ ^\circ C$) ، فاحسب درجة حرارة التجربة .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم (9) : (شبيه دورة 2016 الثانية)

مزمار ذو لسان ونهايته مفتوحة ، يهتز فيه الهواء وتكون سرعة انتشار الصوت فيه ($340\ m.s^{-1}$) في درجة حرارة التجربة . يتشكل في داخله عقدتان فقط البعد بينهما ($20\ cm$) ، والمطلوب حساب :

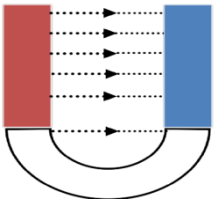
1. طول موجة الصوت البسيط الصادر .
2. طول المزمار .
3. تواتر الصوت البسيط الصادر .
4. طول مزمار آخر متشابه الطرفين تواتر صوته الأساسي مساوٍ لتواتر الصوت البسيط السابق في شروط التجربة نفسها .

المسألة رقم (10) :

يملأ مزمار ذو فم نهايته مغلقة طوله L_1 بالهدروجين وننفخ فيه فيصدر صوتاً أساسياً تواتره يساوي مثلي تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله L_2 مملوء بالهواء ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الصوت في الهواء بدرجة حرارة التجربة ($340\ m.s^{-1}$) ، وعندها تكون سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين ($1292\ m.s^{-1}$) . أحسب قيمة النسبة بين طولي المزمارين .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

مراجعة عامة في المغناطيس والكهرباء



الحقل المغناطيسي المنتظم: هو الحقل الذي تكون فيه خطوط الحقل المغناطيسي مستقيمات متوازية ومتفقة بالجهة وأشعة الحقل فيه متسايرة (مثل المغناطيس النضوي) تخرج الخطوط من القطب الشمالي N إلى القطب الجنوبي S

الحقول المغناطيسية الناتجة عن تيار كهربائي (قانون أورستد :التيارات منابع للحقول المغناطيسية) :

1- الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار يمر في خط مستقيم:

شدته: $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{a}$ ، حيث **a :** بعد النقطة عن السلك

جهته: تحدد بقاعدة اليد اليمنى: يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ونوجه بطن الكف نحو النقطة المدروسة فيشير الابهام إلى جهته.

2- الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار يمر في ملف دائري:

شدته: $B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$, **r**: نصف قطر الملف. **N** : عدد اللفات

جهته: يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع وبطن الكف نحو مركز الملف و جهة الحقل بجهة ابهام اليد اليمنى .

3- الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار يمر في وشيعة:

شدته: $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{L}$, **L**: طول الوشيعة. **N** : عدد اللفات

جهته: يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع وبطن الكف نحو مركز الوشيعة. و جهة الحقل بجهة ابهام اليد اليمنى .

- **ملاحظة:** $\vec{B} \otimes$ يدل أن الحقل المغناطيسي جهته من الخارج إلى الداخل.

$\vec{B} \odot$ يدل أن الحقل المغناطيسي جهته من الداخل نحو الخارج.

زاوية انحراف الإبرة عن المركبة الأفقية (B_H)

نكتب : قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة للحقل المغناطيسي الأرضي $\overrightarrow{B_H}$ ، وبعد إمرار التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة الحقلين $\overrightarrow{B_H}$ و $\vec{B}$

$$\tan\theta = \frac{B_{\text{ناتج عن تيار}}}{B_{H\text{معطى بالمسألة}}}$$

تذكرة ببعض القوانين : وتستخدم حسب المعطيات

عدد الطبقات الكلية = $\frac{\text{عدد اللفات الكلية } N}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة } N'}$

عدد اللفات الكلية N = $\frac{\text{طول سلك الوشيعة أو الملف } L'}{\text{(محيط الدائرة) طول اللفة الواحدة}}$ ⇦ $N = \frac{L'}{2\pi r}$

عدد اللفات في الطبقة الواحدة (لفات متلاصقة) : $N = \frac{\text{طول الوشيعة } L}{\text{قطر سلكها } 2r'}$

- **الزوايا الصغيرة**

.....

.....

المسألة رقم (1) : (شبيه دورة 2002 - 2008)

نضع في مستوي الزوال المغناطيسي الأرضي سلكين طويلين متوازيين بحيث يبعد منصفاهما (C_1,C_2) عن بعضهما مسافة ($d=40cm$) ، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة (C) منتصف المسافة (C_2,C_1) .نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته ($I_1=3A$) ، وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته ($I_2=1\ A$) ، **وبجهة واحدة** . **والمطلوب** حساب :

1- شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة (C) موضحاً ذلك بالرسم .

2- الزاوية التي تنحرفها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي (10^{-5} . ($B_H=2\times T$)

3- شدة القوة الكهرطيسية التي يؤثر فيها أحد التيارين على طول ($5cm$) من السلك الآخر (قوة التأثير المتبادل).

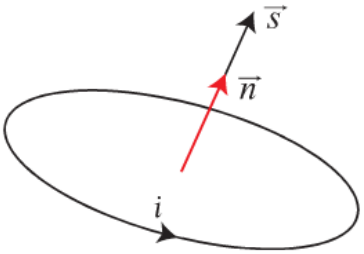
إضافي: نأخذ أحد السلكين الذي طوله $(L' = 16\pi\ m)$ ونجعل منه ملفاً دائرياً نصف قطره $(r = 8cm)$ ونمرر فيه تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $\left(I = \frac{8}{\pi} \times 10^{-2}A\right)$ والمطلوب:

a) احسب شدة الحقل المغناطيسي المؤثر في مركز الملف .

b) احسب زاوية انحراف ابرة مغناطيسية عن منحاها الأصلي موضوعة في مركزه.

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

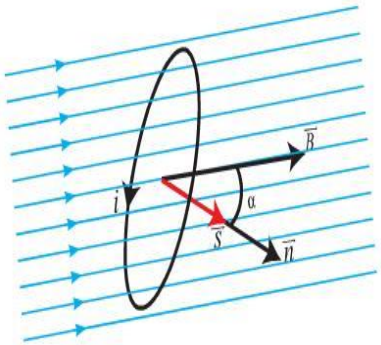
شعاع السطح : $\vec{s} = s\vec{n}$



- (الوجه الذي يحوي على الناظم هو وجه شمالي للملف و تحدد جهته بجهة إبهام يد يمنى تلتف أصابعها مع التيار المار في الملف ويكون الوجه الآخر جنوبي)

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

التدفق المغناطيسي: هو اجتياز خطوط الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ لسطح دارة S ونرمز للتدفق المغناطيسي بالرمز Φ و واحدته (weber) حيث



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

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

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

(خطوط الحقل تجتاز سطح الدارة من وجهها الجنوبي وتخرج من الشمالي وتكون موازية للناظم عمودية على سطح الدارة)

معدوم : $\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha = 0 \Rightarrow \Phi = 0$ **(خطوط الحقل تعامد الناظم و توازي سطح الدارة)**

أصغري : $\alpha = \pi \Rightarrow \cos\alpha = -1 \Rightarrow \Phi = -B.s$ **(خطوط الحقل تجتاز سطح الدارة من وجهها الشمالي وتخرج من الجنوبي وتكون موازية للناظم عمودية على سطح الدارة)**

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

تطبيق2: ملف دائري نصف قطره **2cm** طول سلكه 8π m نضعه في مستوي الزوال المغناطيسي ونمرر فيه تياراً كهربائياً متواصلاً شدته **4A والمطلوب** :

1- أحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الملف موضحاً كل من الحقل والتيار بالرسم المناسب

2- أحسب التدفق المغناطيسي الأعظمي عبر الملف السابق

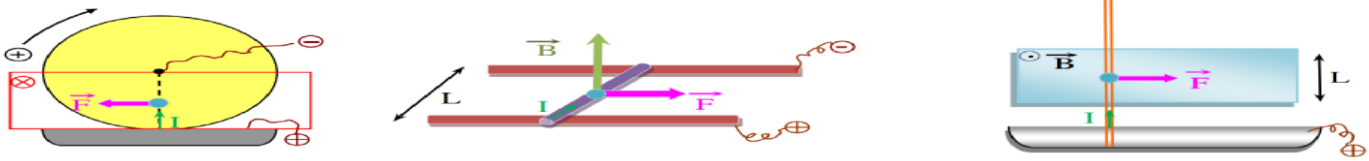
3- أحسب التدفق المغناطيسي الأرضي عندما يصنع ناظم الملف مع المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي زاوية 60^0

علماً أن شدتها $B_H=2\times10^{-5}$ T

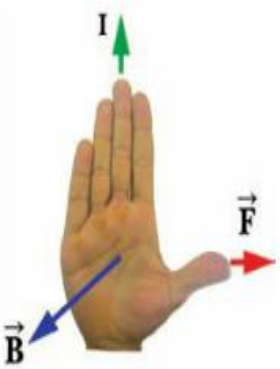
تجربة السكتين الكهرطيسية

شعاع القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس):

أكتب العبارة الشعاعية لقوة لابلاس (الكهرطيسية) واذكر عناصرها وبين العوامل المؤثرة فيها ومتى تكون شدتها عظمى أو معدومة؟ (دورة 2014 الاولى)



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



عناصر القوة الكهرطيسية :

نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.

الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي المنتظم

الجهة: تحقق الأشعة $\vec{F}, I\vec{L}, \vec{B}$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى

- يدخل التيار من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع شعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف . جهة القوة الكهرطيسية يشير إليها الإبهام.

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

- **تكون شدة القوة الكهرطيسية**

عظمى : .....

معدومة: .....

تأخذ نصف قيمتها: .....

ماهي العوامل المؤثرة في شدة قوة لابلاس:

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

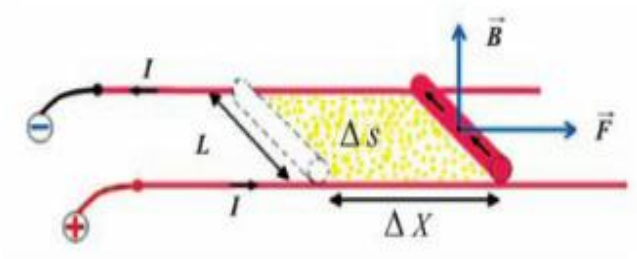
$$F = kILB\sin\theta$$

$$\boxed{F = NILB\sin\theta} \xleftarrow{\text{من أجل } N \text{ لفة}} F = ILB\sin\theta \xleftarrow{K=1 \text{ في الجملة الدولية}}$$

عمل القوة الكهرطيسية : نظرية مكسويل :

استنتج عبارة عمل القوة الكهرطيسية انطلاقاً من تجربة السكتين واذكر نص نظرية مكسويل واذكر قاعدة التدفق الأعظمي؟ (دورة 2013 – 2016 الثانية)

تنتقل نقطة تأثير القوة الكهرطيسية وفق حاملها وجهتها مسافة Δx



فتنجز عملاً محركاً (موجباً) $W = F.\Delta x$

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

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

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

فيصبح العمل : $W = IB.\Delta s$

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

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

- **نص نظرية مكسويل:**

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

- **قاعدة التدفق الأعظمي (من خلال الاطار)**

إذا أثر حقل مغناطيسي منتظم في دارة كهربائية مغلقة انتقلت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع يكون التدفق المغناطيسي فيها أعظمياً والتوازن مستقر .

في تجربة السكتين الكهرطيسية ، نطبق على الدارة توتر متواصل فنلاحظ تدحرج الساق :

1- ماذا تستنتج من تدحرج الساق ؟

نشوء قوة كهرطيسية تعمل على تحريك الساق النحاسية وفق حاملها وجهتها وتحدد الجهة حسب قاعدة اليد اليمنى (نكتبها ونرسم)

2- **ما تأثير عكس جهة التيار على جهة التدحرج ، وجهة الحقل المغناطيسي؟** عند عكس جهة التيار تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فنلاحظ تدحرج الساق النحاسية باتجاه معاكس للجهة الأصلية ، وجهة الحقل المغناطيسي لا تتأثر لأنه ناتج عن مغناطيس نضوي (خارجي) .

3- ما تأثير عكس جهة الحقل المغناطيسي على جهة التدحرج ؟

عند عكس جهة الحقل المغناطيسي تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فنلاحظ تدحرج الساق النحاسية باتجاه معاكس للجهة الأصلية

4- ما تأثير زيادة شدة التيار على سرعة التدحرج ، ماذا تستنتج ؟

بزيادة شدة التيار تزداد شدة القوة الكهرطيسية فتزداد الاستطاعة الانسحابية للساق أي زيادة في سرعتها ، ونستنتج أن شدة القوة الكهرطيسية تتناسب طرداً مع شدة التيار الكهربائي $F = I.L.B.\sin\theta$ $\theta: (\vec{IL}, \vec{B})$

في تجربة دولاب بارلو نجعل نهايته تمس الزئبق ونجعله قابل للدوران حول محور مار من مركزه ونخضع نصفه السفلي لحقل مغناطيسي منتظم ناظمي على مستويه ، نمرر فيه تياراً كهربائياً فنلاحظ أن الدولاب يدور :

1- ماذا تستنتج من دوران الدولاب ؟

نشوء قوة كهرطيسية يعمل عزمها على تدوير الدولاب وتحدد جهة القوة حسب قاعدة اليد اليمنى (نكتبها ونرسم)

2- ما تأثير عكس جهة التيار على جهة الدوران ، وجهة الحقل المغناطيسي؟

عند عكس جهة التيار تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فنلاحظ دوران الدولاب باتجاه معاكس للجهة الأصلية ، وجهة الحقل المغناطيسي لا تتأثر لأنه ناتج عن مغناطيس نضوي (خارجي)

3- ما تأثير عكس جهة الحقل المغناطيسي على جهة الدوران ؟

عند عكس جهة الحقل المغناطيسي تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فنلاحظ دوران الدولاب باتجاه معاكس للجهة الأصلية

4- ما تأثير زيادة شدة التيار على سرعة التدحرج ، ماذا تستنتج ؟

بزيادة شدة التيار تزداد شدة القوة الكهرطيسية فتزداد الاستطاعة الدورانية للدولاب أي زيادة في سرعته ، ونستنتج أن عزم القوة الكهرطيسية يتناسب طرداً مع شدة التيار الكهربائي $F = I.L.B.\sin\theta$ $\theta: (\vec{IL}, \vec{B})$

أسئلة وتدريبات :

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) تنعدم شدة القوة الكهرطيسية عندما :

A) $I\vec{L} // \vec{B}$ B) $I\vec{L} \perp \vec{B}$

C) $I\vec{L}$ يصنع زاوية حادة مع $\vec{B}$ D) $I\vec{L}$ يصنع زاوية منفرجة مع $\vec{B}$

2) شدة القوة الكهرطيسية عظمى عندما تكون الزاوية ($I\vec{L}, \vec{B}$) **Θ=(** تساوي بالراديان :

A) 0 B) $\frac{\pi}{2}$

C) $\frac{\pi}{3}$ D) **π**

ثانياً : حل المسائل الآتية :

المسألة رقم (2) : (دورة 2013 الأولى - 2009)

دولاب بارلو نصف قطر قرصه ($r=10\ cm$) نمرر فيه تياراً كهربائياً ، شدته ($I=5A$) ، ونخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم ، شدته ($B=2\times10^{-2}\ T$) **والمطلوب** :

1- اكتب عناصر شعاع القوة الكهرطيسية ($\vec{F}$) التي يخضع لها الدولاب موضحاً بالرسم كلاً من (جهة التيار ، $\vec{B}$ ، $\vec{F}$) ، واحسب شدة القوة الكهرطيسية .

2- احسب عزم القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب .

3- احسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عندما يدور الدولاب بسرعة تقابل $\frac{5}{\pi}$**Hz**

4- احسب عمل القوة الكهرطيسية بعد مضي **4s** من بدء حركة الدولاب ، وهو يدور بالسرعة الزاوية السابقة

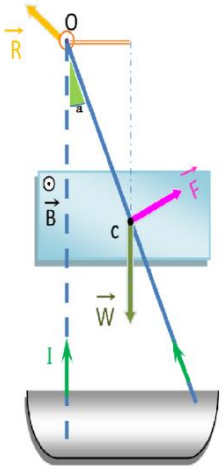
5- **إضافي** : ماقيمة الكتلة الواجب إضافتها لطرف القطر الأفقي للدولاب حتى يبقى ساكناً ؟

تطبيق [4]: في دولاب بارلو عزم القوة الكهرطيسية **0.1 m.N** ويدور الدولاب بسرعة تقابل $\frac{5}{\pi}$ دورة بالثانية⇦استطاعته

.....

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم (3) (شبيه دورة 2011)



لدينا في التجربة الموضحة في الشكل المجاور :

ساق نحاسية متجانسة شاقولية كتلتها **m=50 g** معلقة من نهايتها العلوية بمحور Δ أفقي يمكن أن تدور حوله بحرية . نغمس نهايتها السفلية في زئبق موضوع في حوض ، ونمرر فيه تياراً كهربائياً متواصلاً شدته (**I=10 A**) ، و يؤثر حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته ($B=5\times10^{-2}$ T) في الجزء (**ab=L=2 cm**) في القسم المتوسط من الساق . **المطلوب**: حدد على الرسم القوى المؤثرة في الساق ،و استنتج العلاقة المحددة للزاوية α التي تنحرفها الساق عن وضع الشاقول بدلالة إحدى نسبها المثلثية ، واحسب قيمتها .

تطبيق 5: مسطرة معدنية طولها **50cm** وكتلتها **m=50 g** نعلقها بمحور دوران من طرفها العلوي ونغمس نهايتها السفلية في حوض الزئبق ويؤثر حقل مغناطيسي منتظم شدته ($B=5\times10^{-2}$ T) على طول ab بين نقطتين تبعدان **(34 _ 36 cm)** عن محور الدوران ، استنتج التيار الواجب امراره بالمسطرة حتى تنحرف عن الشاقول زاوية **(28 $\times10^{-3}$ rad)** وتتوازن ، واحسب قيمته موضحاً بالرسم

.....

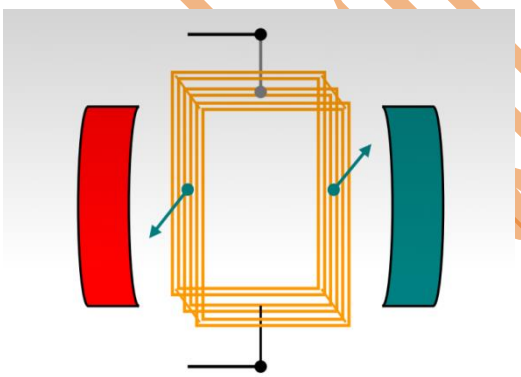
المسألة رقم (4) : (شبيه دورة 1993 – 1998 – 2015 الأولى والثانية)

نجري تجربة السكتين الكهرطيسية حيث يبلغ طول الساق النحاسية المستندة إلى السكتين الأفقيتين **(L=8cm)** تخضع **بكاملها** لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي ، شدته ($B=10^{-2}$ T) ، ويمر فيها تيار كهربائي متواصل ، شدته (**20A**) .

1- اكتب عناصر شعاع القوة الكهرطيسية **($\vec{F}$)** التي تخضع لها الساق موضحاً بالرسم كلاً من (جهة التيار ، $\vec{B}$ ، $\vec{F}$) ، واحسب شدة هذه القوة .

2- استنتج عبارة عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل) لو انتقلت الساق بسرعة ثابتة ($0.2m.s^{-1}$) خلال **(2s)** ، ثم احسب قيمة هذا العمل ، واحسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة .

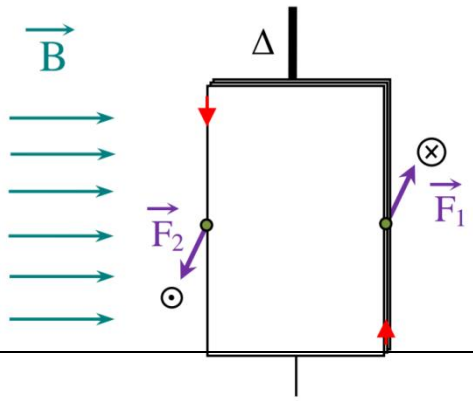
3- نميل السكتين على الأفق بزاوية ، مقدارها (**0.1 rad**) ، احسب شدة التيار الواجب تمريره في الدارة لتبقى الساق ساكنة علماً أن كتلتها (**40g**) (بإهمال قوى الاحتكاك) ، ثم احسب قيمة فرق الكمون المطبق على الدارة إذا كانت مقاومتها (**R = 0.5Ω**) .



المقياس الغلفاني ذو الأطار المتحرك

صف المقياس الغلفاني واذكر مبدأ عمله ثم استنتج العلاقة المحددة لعزم المزدوجة الكهرطيسية

- **الوصف** : ملف على شكل اطار مستطيل من N لفة يتصل أحد طرفيه بسلك معدني رفيع شاقولي ثابت فتله K والطرف الآخر بسلك لين عديم الفتل. ويمكن للإطار الدوران حول محور شاقولي ماراً من مركزه داخل حقل مغناطيسي لمغناطيس نضوي محيطاً بنواة حديد ويكون



كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة عل

مستوى الاطار يوازي $\vec{B}$ عندما $\theta = \frac{\pi}{2}$ (بين ناظم الإطار وخطوط الحقل)

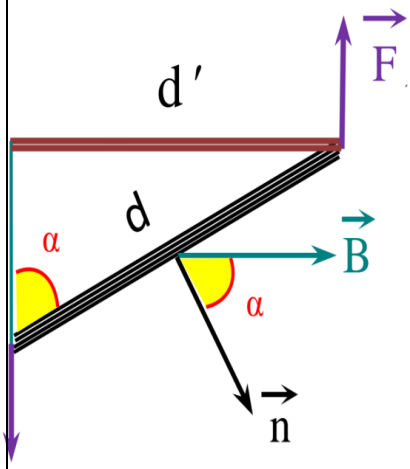
- **مبدأ عمله**: دوران دارة كهربائية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي (تحقيق قاعدة التدفق الأعظمي)

عمله: عند إمرار التيار يدور الإطار بفعل المزدوجة الكهرطيسية المتولدة عن القوة الكهرطيسية المؤثرة في الضلعين الشاقوليين

استنتاج عزم المزدوجة الكهرطيسية:

$\Gamma_{\Delta_{\text{عزم المزدوجة الكهرطيسية}}} = d'_{\text{ذراع المزدوجة}} . F_{\text{إحدى القوتين}}$

d': **ذراع المزدوجة** (البعد العمودي بين حاملي القوتين) ولكن من المثلث المجاور:



$$\sin\theta = \frac{d'_{(\text{ذراع المزدوجة})\text{المقابل}}}{ab_{(\text{نفسه عرض الإطار})\text{الوتر}}} \Rightarrow d' = ab\sin\theta$$

وأيضاً : $F = NILB\sin\frac{\pi}{2}$

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

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

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

عزم المزدوجة الكهرطيسية : $\bar{\Gamma}_{\Delta} = NIBS\sin\theta$: $\theta = (\widehat{\vec{B},\vec{n}})$

- بوجود سلك فتل (يمانع الدوران) ينشأ عزم مزدوجة الفتل (عزم إرجاع : يحاول إرجاع الإطار إلى وضعه السابق) : $\bar{\Gamma}' = -k\theta'$ ثابت فتل السلك و θ' زاوية دوران الإطار

انطلاقاً من العلاقة $0 = \bar{\Gamma}'_{\text{مزدوجة فتل}} + \bar{\Gamma}_{\Delta\text{ مزدوجةكهرطيسية}}$ استنتج زاوية دوران إطار θ' للمقياس الغلفاني بدلالة التيار الكهربائي I ، وكيف تزيد حساسية المقياس ؟ (دورة 2015 الثانية)

(**المقياس الغلفاني** : جهاز يقيس شدات التيارات الصغيرة بدلالة زاوية دوران صغيرة)

للمسائل عند وجود سلك فتل نكتب كامل الاستنتاج ونغزل المجهول .	شرط التوازن الدوراني : $\sum \bar{\Gamma}_{\vec{F}} = 0$ المجموع الجبري لعزوم القوى معدوم $\bar{\Gamma}_{\Delta\text{ مزدوجةكهرطيسية}} + \bar{\Gamma}'_{\text{مزوجة فتل}} = 0$ ولكن : $\bar{\Gamma}' = -k\theta'$ وَ $\bar{\Gamma}_{\Delta} = NIBS\sin\theta$ نعوض العزوم فنجد : $NIBS\sin\theta - k\theta' = 0$ $NIBS\sin\theta = k\theta'$ ولكن: $\theta + \theta' = \frac{\pi}{2}$ متتامتان $\sin\theta = \cos\theta'$ بفرض θ' صغيرة بالتالي: $\cos\theta' \approx 1$ $NIBS = k\theta'$

$$\Rightarrow \boxed{\theta' = \frac{NBS}{k} I}$$

$\theta' = GI$ حيث $\boxed{G = \frac{NBS}{k}}$ ثابت المقياس الغلفاني وواحدته $rad.A^{-1}$

نتيجة: تتناسب θ' زاوية دوارن الاطار الصغيرة طرداً مع شدة التيار ولزيادة حساسية الجهاز (المقياس) نستعمل سلك رفيع جداً من الفضة (نصغر k حسب علاقتها) وتكبر بذلك G

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم (5): (دورة 2016 الأولى)

إطار مستطيل الشكل يحوي (100 لفة) من سلك نحاسي معزول مساحة سطحه ($16cm^2$) .

A- نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته ($B=0.06T$) خطوطه توازي مستوى الإطار الشاقولي ، نمرر في الإطار تياراً شدته ($0.1A$) **والمطلوب** حساب :

1- عزم المزدوجة الكهرطيسية التي يخضع هذا الإطار لها لحظة إمرار التيار .

2- عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر .

B- نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله ($k=8\times10^{-5}\ m.N.rad^{-1}$) بحيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق ، نمرر في الإطار تياراً شدته ($1mA$) فيدور الإطار بزاوية صغيرة (θ') ويتوازن ، استنتج بالرموز العلاقة المحددة لزاوية الانحراف (θ') انطلاقاً من شرط التوازن واحسب قيمتها .

إضافي : نجعل طول سلك الفتل ربع ماكان عليه أحسب ثابت المقياس الغلفاني **G** وأحسب زاوية الدوران حينئذٍ .

المسألة رقم (6) : (دورة 2017 الثانية)

لدينا إطار مربع الشكل مساحة سطحه ($S=25cm^2$) يحوي **50** لفة من سلك نحاسي معزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية شدته ($B=10^{-2}\ T$) بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ عند عدم مرور التيار ، نمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته ($I=5A$) **والمطلوب :**

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة مرور التيار .

2- احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار السابق .

3- احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر .

4- نستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله **K** لنشكل مقياساً غلفانياً ونمرر بالإطار تياراً كهربائياً شدته ثابتة ($2mA$) فيدور الإطار بزاوية **(0.02 rad)** ويتوازن . استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك **k** واحسب قيمته ، ثم احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني **G** . (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

5- نزيد حساسية المقياس **10** مرات من أجل التيار نفسه ، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد .

قوة لورنتز

انطلاقاً من العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية (لابلاس) استنتج العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية (لورنتز) واكتب عناصرها وبيّن متى تكون عظمى ومتى تنعدم ؟ (دورة 2013 الثانية – 2014 الثانية – 2015 الأولى- 2017الثانية)

العبارة الشعاعية لقوة لابلاس: $\vec{F} = I\,\vec{\Delta L} \wedge \vec{B}$

يؤثر الحقل المغناطيسي على شحنة كهربائية متحركة بسرعة $\vec{v}$ بقوة لورنز:

(السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$ ⇦ المسافة = السرعة × الزمن) (التيار = $\frac{\text{الشحنة}}{\text{الزمن}}$ ⇦ الشحنة = التيار × الزمن)

حيث المسافة التي تقطعها الشحنة q : $\overrightarrow{\Delta L} = \vec{v}.\Delta t$ خلال زمن Δt مشكلة تيار كهربائي : $q = I\Delta t$

$$\vec{F} = \frac{q}{\Delta t}\vec{v}\Delta t \wedge \vec{B}$$

باختصار Δt تنتج العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية ⇦ $\boxed{\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}}$

- **عناصرها:**

1- **نقطة التأثير**: الشحنة المتحركة.

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

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

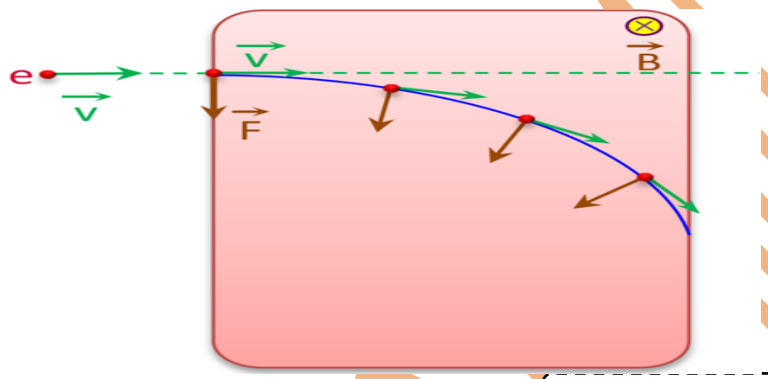
4- **الشدة:** $F = qvB\sin(\vec{v}, \vec{B})$

تكون القوة المغناطيسية (قوة لورنتز)

عظمى: .....

معدومة: .....

تأخذ نصف قيمتها: .....



المسألة رقم (7) : (دورة 2011)

نخضع إلكتروناً يتحرك بسرعة ($v=8\times10^{3}Km.s^{-1}$) إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع سرعته شدته 10^{-} $(B=5\times^{3}T)$. **المطلوب :**

1- وازن بالحساب بين شدة ثقل الإلكترون وشدة قوة لورنز المؤثرة فيه . ماذا تستنتج ؟

2- برهن أن حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة ، ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف قطر المسار الدائري ، واحسب قيمته .

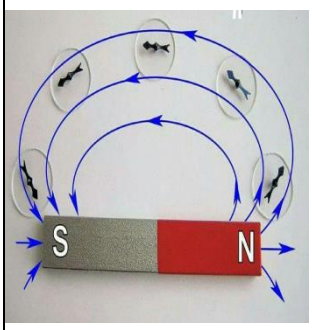
3- أحسب دور الحركة . **إضافي** ماطبيعة حركة الإلكترون بعد مغادرة الحقل المغناطيسي ،ولماذا ؟

4- ($e=1.6\times10^{-19}C$, $m_e=9\times10^{-31}kg$, $g=10\ m.s^{-2}$)

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

التحريض الكهرطيسي

اذكر نص قانون فراداي في التحريض؟



✓ **فراداي**: يتولد تيار متحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم التيار بدوام تغير هذا التدفق

لا تنسَ حبيبي:تخرج خطوط الحقل من القطب (شN) وتدخل من الجنوبي (جS)

ينشأ تيار متحرض $\xrightarrow{\text{تحرّك الالكترونات}}$ قوة محركة كهربائية متحرضة $\xrightarrow{\text{يعطي}}$ تغيّر التدفق $\begin{cases}\Delta\phi = \Delta B.S.\cos\alpha \\ \Delta\phi = B.\Delta S.\cos\alpha \\ \Delta\phi = B.S.\Delta\cos\alpha\end{cases}$

نقوم بتشكيل دارة مغلقة مؤلفة من وشيعة موصولة على التسلسل مع مقياس ميكرو أمبير ماذا تلاحظ في كل من الحالات الآتية :

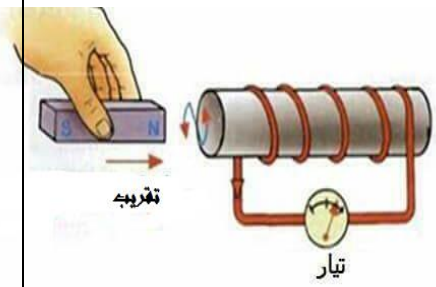
1- عند تقريب أحد قطبي مغناطيس مستقيم وفق محور الوشيعة

2-

3- نعيد التجربة ونزيد من سرعة التقريب

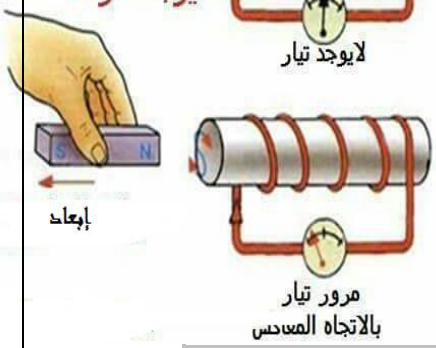
4- إذا أبعدنا المغناطيس

5- إذا ثبتنا بعد المغناطيس عن الوشيعة **الجواب**



1- نلاحظ انحراف إبرة المقياس وهذا يدل على مرور تيار كهربائي في الوشيعة

2- نلاحظ انحراف إبرة المقياس بشكل أكبر وهذا يدل على مرور تيار كهربائي شدته أكبر من السابق



3- نلاحظ انحراف إبرة المقياس بالاتجاه المعاكس وهذا يدل على مرور تيار كهربائي في الاتجاه المعاكس للحالة السابقة

4- لا تنحرف إبرة المقياس أي لا ينشأ تيار كهربائي

خلص لا تشغلوا بالكن وريحوا حالكن!!!

في أي مسألة لا يكون لدينا مولد فنشوء تيار يكون من عملية تحريض كهرطيسي

نشكل دارة مؤلفة من وشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور كل منهما على الآخر ، نصل طرفي الوشيعة الأولى بمأخذ (مولد) تيار متناوب (متغير) ، ونصل طرفي الوشيعة الثانية بمصباح ونغلق دارة المولد ونزيد التوتر الكهربائي الذي يقدمه هذا المولد ، ماذا تلاحظ؟ وكيف تفسر ذلك؟ نلاحظ إضاءة المصباح في الوشيعة الثانية بالرغم أنها ليست موصولة إلى مولد (منبع تيار) **دلييييييييييييل** توّلد تيار متحرض فيها **تفسير ذلك** : لأن الوشيعة الأولى يمر فيها تيار متناوب (متغير) يعطي حقلاً مغناطيسياً متناوباً (متغيراً) فإن تدفقه المغناطيسي الذي سيجتاز الوشيعة الثانية متناوباً أيضاً ، وإن تغير التدفق المغناطيسي يؤدي إلى نشوء تيار متحرض فيضيء المصباح

في حال وصلنا طرفي الوشيعة الأولى إلى قطبي بطارية (تيار مستمر) ، اذكر خمس طرق على الأقل لإضاءة مصباح الوشيعة الثانية؟

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

وتدل الدراسة التجريبية:

تتناسب القوة المحركة التحريضية $\bar{\varepsilon}$ في دارة مغلقة طرداً مع تغير التدفق $\overline{d\phi}$ وعكساً مع زمن هذا التغيير.

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

الاشارة السالبة تدل على قانون لنز (**تعلّم!!** بالنظري نستخدم d وبالمسائل نستخدم Δ)

اذكر نص قانون لنز ؟

✓ **لنز**: إن جهة التيار المتحرض في دارة مغلقة تكون بحيث يبدي أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه.

التيار المتحرض $i = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$ وتعيّن جهته :

لكن لاااا تنسى !! $\phi_{\text{متحرض}} \xrightarrow{\text{يكون تدفقه}} B_{\text{متحرض}} \xrightarrow{\text{يعطي}} i_{\text{متحرض}} \xrightarrow{\text{تحريك إلكترونات}} \bar{\varepsilon}_{\text{متحرضة}} \xrightarrow{\text{يعطي}} \Delta\phi_{\text{محرض}} \xrightarrow{\text{يعطي}} B_{\text{محرض}}$

حالة تقريب:	**حالة تبعيد :**
جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى التدفق المتحرض (الذي هو يعاكس التدفق المحرض لأنه متزايد) وباطن الكف نحو المركز .	جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى التدفق المتحرض (الذي هو يوافق التدفق المحرض لأنه متناقص) وباطن الكف نحو المركز.

ملاحظة هامة: تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف ⇦ قطب مماثل.

تبعيد قطب مغناطيسي من وجه ملف ⇦ قطب معاكس

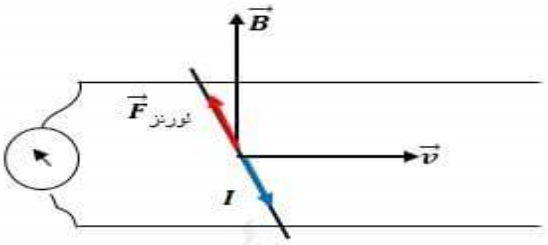
كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

في تجربة السكتين التحريضية

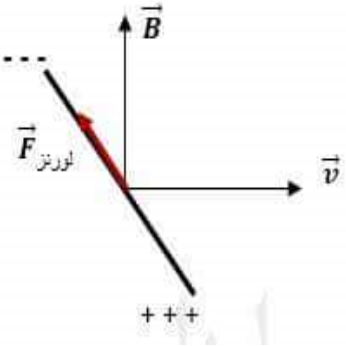
تستند ساق نحاسية على سكتين معدنيتين أفقيتين متوازيتين البعد بينهما L تخضع لحقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ناظمي على مستوى السكتين المتصلتين بمقياس غلفاني نحرك الساق فيلاحظ مرور تيار علل واستنتج عبارة القوة المحركة الكهربائية التحريضية وشدة التيار المتحرض.(دورة 2017 الأولى)

عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ فإن شحنة كهربائية q (إلكترون) داخل الساق تتحرك بالسرعة الوسطية نفسها وهي خاضعة بالأصل للحقل المغناطيسي فتخضع هذه الشحنة لقوة لورنز $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ جهتها تعيّن حسب قاعدة اليد اليمنى فنجد أنها قوة داخلية منطبقة على الساق فيؤدي ذلك لتحرك الشحنات داخل الساق ونشوء تيار متحرض بالجهة المعاكسة

- **في حال كانت الدارة مغلقة** : ينشأ تيار متحرض جهته عكس جهة قوة لورنز



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



استنتاج العلاقة المعبرة عن القوة المحركة الكهربائية التحريضية :

إن حركة الساق بسرعة $\vec{v}$ خلال زمن Δt تقطع مسافة $x = v.\Delta t$

فتتغير مساحة السطح الذي تخترقه خطوط الحقل $\Delta s = L.\Delta x$

$$\Delta s = L.v.\Delta t$$

فيتغير التدفق : $\Delta\emptyset = B.\Delta s = B.L.v.\Delta t$

وتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة : $\varepsilon = \left|\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t}\right| = \left|\frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t}\right| = B.L.v$

ولحساب شدة التيار المتحرض : $\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B\,L\,v}{R}}$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم (1): (**تشبه دورة** 1996 – 2013)

تتألف وشيعة من (**3000** لفة) قطرها الوسطي (**5cm**) دون نواة حديدية يتصل طرفاها ببعضهما . نضع الوشيعة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ يوازي محور الوشيعة شدته (**0.1 T**) .

1. احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية الوسطى المتولدة عندما **نضاعف** شدة الحقل المغناطيسي بانتظام خلال (**0.5s**) . ماجهة التيار المتولد؟

2. نعيد الحقل المغناطيسي الأول $\vec{B}$ ، و**نحرك** الوشيعة **فجأة** وخلال (**0.5 s**) ليصبح محورها عمودياً على منحى $\vec{B}$. احسب

المسألة رقم (2) :

1. لدينا وشيعة طولها (**30 cm**) قطرها (**4 cm**) تحوي (**1200** لفة) نمرر فيها تياراً شدته (**4A**) . احسب شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة .

2. **نلف** حول القسم المتوسط من الوشيعة ملفاً يحوي **100** لفة معزولة ، ونصل طرفيه بمقياس غلفاني بحيث تكون المقاومة الكلية للدارة الجديدة (**16Ω**) . مادلالة المقياس عند قطع التيار عن الوشيعة خلال (**0.5 s**) تتناقص فيها الشدة بانتظام

المسألة رقم (3) : (دورة 2004)

إطار مربع الشكل طول ضلعه (**ℓ =4cm**) يحوي **100** لفة من سلك نحاسي معزول رفيع نعلقه من منتصف أحد أضلاعه بسلك شاقولي **عديم الفتل** ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم خطوطه

توازي مستوي الإطار شدته (**B=0.05T**) نمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته (**0.5A**) **والمطلوب** :

القوة المحركة الكهربائية الوسطية المتولدة . ماجهة التيار المتولد؟

احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار .

2- احسب عمل تلك المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار ليصبح في حالة توازن مستقر .

3- نقطع التيار السابق عن الإطار وهو في حالة التوازن المستقر ونصل طرفيه بمقياس غلفاني ، ثم **نديره** حول محوره الشاقولي زاوية مقدارها ($\frac{\pi}{2}$**rad**) خلال (**0.5s**) احسب شدة التيار المتحرض إذا كانت مقاومة سلك الإطار (**4Ω**) .

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

المسألة رقم (4): (شبيه دورة 1998)

في تجربة السكتين الكهرطيسية يبلغ طول الساق النحاسية المستندة عمودياً عليها (**40cm**) وكتلتها (**10g**) ، **المطلوب** :

1. احسب شدة الحقل المغناطيسي المنتظم المؤثر عمودياً في السكتين لتكون شدة القوة الكهرطيسية مساويةً **مثلي** ثقل الساق وذلك عند إمرار تيار كهربائي شدته (**20 A**) .

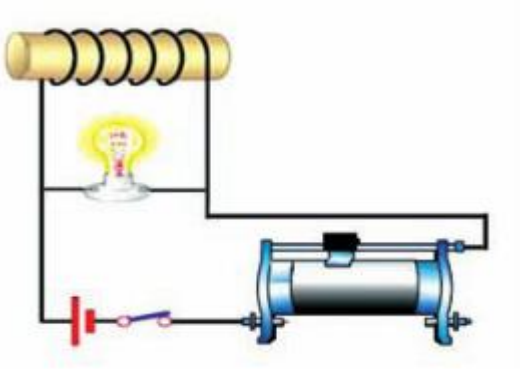
2. احسب عمل القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق إذا تدحرجت بسرعة **ثابتة** قدرها (**0.2 m.s^{-1}**) لمدة ثانيتين .

3. نرفع المولد من الدارة السابقة ، **ونستبدله بمقياس غلفاني** ، و**ندحرج** (أو نحرك) الساق بسرعة وسطية ثابتة (**5 m.s^{-1}**) ضمن الحقل السابق . استنتج عبارة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ، ثم احسب قيمتها ، واحسب شدة التيار المتحرض بافتراض أن المقاومة الكلية للدارة ثابتة وتساوي (**5Ω**) ، ثم ارسم شكلاً توضيحياً يبين جهة كلاً من ($\vec{B}$ ، $\vec{v}$ ، جهة التيار المتحرض) .

4. احسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة ، ثم احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق أثناء تدحرجها . (**g=10 m.s^{-2}**)

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

التحريض الذاتي :



في التجربة الموضحة في الدارة:

عند فتح القاطعة يتوهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ علل ؟

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

نغلق القاطعة فيتوهج المصباح ثم تخبو اضاءته علل؟

عند اغلاق القاطعة تزداد شدة التيار المارة في الوشيعة فيزداد الحقل المغناطيسي المتولد عنه في الوشيعة فيزداد التدفق المغناطيسي فيها فيتولد فيها قوة محركة كهربائية ε تمانع تيار المولد من المرور فيها فيمر هذا التيار في المصباح فيسبب التوهج الشديد وبسبب تناقص $\frac{di}{dt}$ تخبو اضاءة المصباح ويزداد التيار تدريجياً.

في وشيعة يجتازها تيار شدته i (متغير) استنتج العلاقة المعبرة عن ذاتية وشيعة L ومن ثم القوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية ثم عرف الهنري ؟

عند مرور تيار في وشيعة يولد **حقلاً مغناطيسياً** B $\Leftarrow$ $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Ni}{l}$

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

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

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

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

التدفق الذاتي : $\phi = L.i$

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

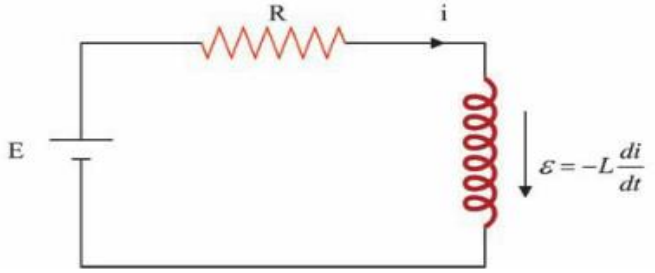
وتكون **القوة المحركة المتحرضة الذاتية** : $\boxed{\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -L\frac{di}{dt}}$

تطبيق 1: وشيعة ذاتيتها $L=10^{-2}$ H نمرر فيها تيار شدته $I = 5t$ فإن القوة المحركة التحريضية الذاتية

تطبيق 2: وشيعة من طبقة واحدة طولها ℓ وطول سلكها ℓ' فإن ذاتيتها L

المسألة رقم (5) :

لدينا وشيعة طولها (ℓ =1 m) مؤلفة من طبقة واحدة من اللفات المتلاصقة ، نصف قطرها (5 cm) ، ويبلغ قطر سلكها (1 mm) . احسب قيمة القوة المحركة التحريضية الذاتية إذا مر فيها تيار تعطى شدته بالعلاقة: (I =5 - 2t)



الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة :

استنتج العلاقة المعبرة عن الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة يجتازها تيار i كما هو موضح بالشكل

$$E + \varepsilon = Ri$$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصـ

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

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

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

$$\underbrace{Eidt}_{\text{طاقة مقدّمة}} = \underbrace{Ri^2dt}_{\text{طاقة مستهلكة حرارياً}} + \underbrace{Lidi}_{\text{طاقة مختزنة كهرطيسية}}$$

الطرف الأول $Eidt$ يمثل الطاقة التي يقدمها المولد خلال Δt. الطرف الثاني Ri^2dt: الطلقة الضائعة حرارياً بفعل جول.

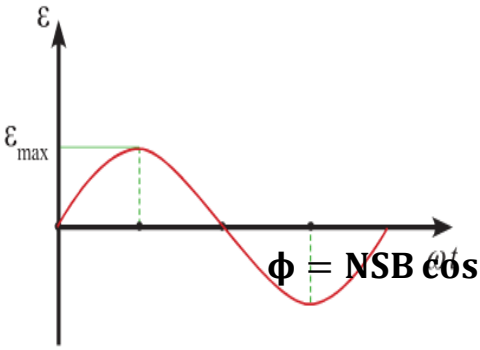
الطرف الثالث $Lidi$: الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة خلال Δt. (**تكامل**)

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

تطبيقات التحريض المولد الكهربائي المتناوب (AC)

اعتماداً على الشكل لدوران مستوي الملف الذي يصنع مع المستقيم العمودي على الحقل $\vec{B}$ اي زاوية قدرها θ استنتج التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة ε الناتج عن دوران الملف مع رسم المنحني البياني

استنتاج عبارة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة



التدفق المغناطيسي $\phi = NSB\cos\theta$

الزاوية التي يدورها الملف $\theta = \omega t \Rightarrow \omega = \frac{\theta}{t}$ السرعة الزاوية خلال زمن t

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\phi}{dt} = NSB\,\omega\sin\omega t$$

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

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

يمثل تابع متناوب جيبي: إن قيمة ε تغير من لحظة إلى أخرى وتكون موجبة في النصف الأول للدور وسالبة في النصف الثاني منه وتأخذ قيمة عظمى موجبة في نهاية ربع الدور الأول وسالبة ف نهاية ثلاثة أرباعه والقيمة صفر في بداية ومنتصف ونهاية الدور أي: أنها قوة محركة تتغير قيمتها بشكل دوري بالتناوب ونسميها القوة المحركة الكهربائية المتناوبة الجيبية ، والتيار الناتج عنها هو والتوتر متناوبان أيضاً .

المسألة المحلولة :

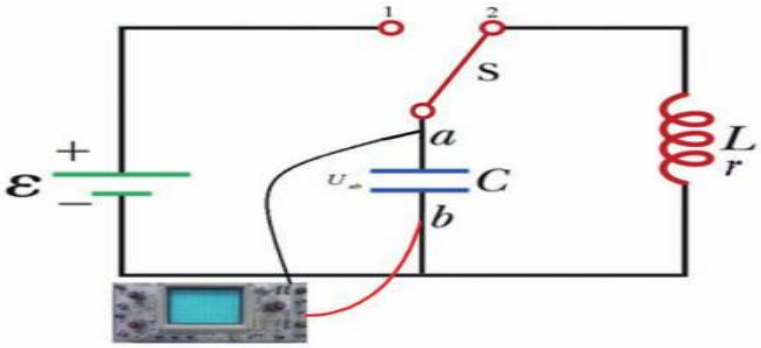
يدور ملف لمولد كهربائي **AC** ، بسرعة ثابتة بمعدل **1800** دورة في الدقيقة ضمن حقل تحريض مغناطيسي ، شدته **B=0.85 Tesla** ، فإذا كانت مساحة الملف **0.06 m²** وعدد لفاته **N=25** .

المطلوب حساب :

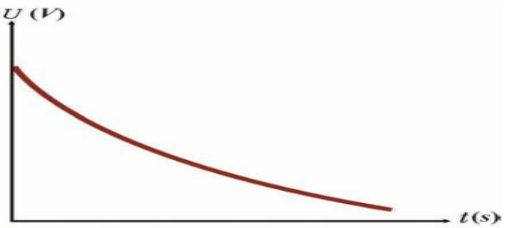
1. القيمة العظمى للقوة المحركة الكهربائية المتولدة في الملف .
2. القوة المحركة الكهربائية اللحظية المتولدة في الملف عند دورانه زاوية **30°** مع وضعه الأصلي .

الاهتزازات الكهربائية الحرة
الدارة المهتزة (التيارات عالية التواتر)

نشكل دارة كهربائية تتألف من مكثفة ومولد يعمل على شحنها وعند تمام الشحن تظهر بقعة مضيئة ثابتة و الكمون ثابت على راسم الاهتزاز وهذا كله في حال كانت الدارة مغلقة عند النقطة (1) وعند وصل القاطعة عند النقطة (2) تتشكل دارة مؤلفة من مكثفة مشحونة موصولة على التسلسل مع وشيعة لها مقاومة ونلاحظ الحالات الآتية:

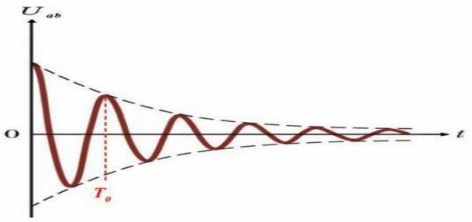


1. إذا كانت **الوشيعة مقاومتها كبيرة** تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيظهر على راسم الاهتزاز المخطط التالي



وشرح العملية: نلاحظ **التفريغ لا دوري متخامد** لأن المقاومة كبيرة ، فشحنة المكثفة كانت عظمى وانحدرت إلى الصفر ، فالمقاومة تسهلك الطاقة الكهربائية وتحولها إلى طاقة حرارية بفعل جول الحراري فيتخامد الاهتزاز

2. إذا كانت **الوشيعة مقاومتها صغيرة** تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها فنلاحظ المخطط الآتي:



نلاحظ أن **التفريغ دوري متخامد** لأن المقاومة الصغيرة للوشيعة تبدأ باستهلاك الطاقة الكهربائية وتحويلها بعد فترة إلى طاقة حرارية بفعل جول الحراري لذا يبدأ الاهتزاز بالتخامد

3. إذا كانت **الوشيعة مهملة المقاومة**: عندها تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فنلاحظ المخطط الآتي:

نلاحظ **التفريغ دوري غير متخامد** لعدم وجود مقاومة ⇐ لأنه بإهمال المقاومة نحافظ على الطاقة الكهربائية فتم تفريغها دورياً في الوشيعة.

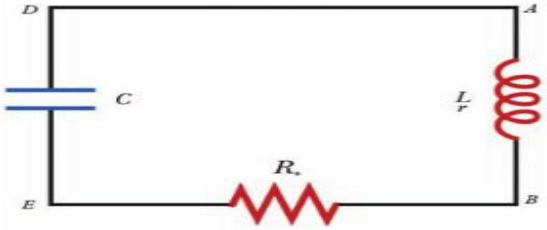
اشرح كيفية تبادل الطاقة بين الوشيعة والمكثفة؟

تبدأ المكثفة المشحونة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فينشأ تيار في الوشيعة ويزداد تدريجياً إلى أن يصل الشدة العظمى في نهاية ربع الدور الأول وتنعدم الشحنة في المكثفة فيتولد في الوشيعة قوة محركة متحرضة وتختزن طاقة كهرطيسية $E_L = \frac{1}{2} L I_{max}^2$ ومن ثم تلعب الوشيعة دور مولد على تضاد مع المكثفة فيبدأ التيار في الوشيعة بشحن المكثفة فينقص تدريجياً لتزداد شحنة المكثفة إلى أن ينعدم تيار الوشيعة فتصبح الشحنة عظمى في المكثفة عند نهاية الربع الثاني بقوة أقل من بداية التفريغ وتختزن المكثفة الطاقة على شكل طاقة كهربائية وشحن بالجهة المعاكسة $E_c = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{C}$ وهكذا خلال أرباع الدور الباقية

t=0(بدء الزمن)	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$3\frac{T_0}{4}$	T_0
q_{max}(مكثفة)	q=0	$-q_{max}$	q=0	q_{max}
I=0(وشيعة)	I_{max}	I=0	$-i_{max}$	I=0

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

نشكل دارة كهربائية تحوي على التسلسل وشيعة (L,r) مكثفة مشحونة سعتها C ومقاومة R حسب الشكل:
استنتج المعادلة التفاضلية للدارة السابقة وكيف تصبح



الاهتزازات حرة.

بما أن الدارة المغلقة فمجموع فروق الكمون يساوي الصفر

$$U_{AD}+U_{DE}+U_{EB}+U_{BA}=0$$

$$U_{AD}=0\ ,U_{DE}=\frac{\bar{q}}{c}\ ,U_{EB}=R_0\bar{\imath},U_{BA}=L\frac{d\bar{\imath}}{dt}+r\bar{\imath}$$

$$\frac{\bar{q}}{c}+R_0\bar{\imath}+L\frac{d\bar{\imath}}{dt}+r\bar{\imath}=0$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{q}}{c}+L\frac{d\bar{\imath}}{dt}+\bar{\imath}(R_0+r)=0 \xrightarrow{R=R_0+r \text{ المقاومة الكلية للدارة}}$$

$$\frac{\bar{q}}{c}+L\frac{d\bar{\imath}}{dt}+R\bar{\imath}=0 \xrightarrow{\text{ولكن}} \bar{\imath}=(\bar{q})'_t \Rightarrow \frac{d\bar{\imath}}{dt}=(\bar{\imath})'_t=(\bar{q})''_t$$

$$\frac{\bar{q}}{c}+L(\bar{q})''_t+R(\bar{q})'_t=0 \xrightarrow{R=0 \text{ وفي الدارة المهتزة}} \frac{\bar{q}}{c}+L(\bar{q})''_t=0$$

$$\xrightarrow{(\bar{q})''_t \text{ نعزل}} (\bar{q})''_t=-\frac{\bar{q}}{Lc}$$

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

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

وتصف اهتزاز الشحنات الكهربائية ، وتكون الاهتزازات حرة وذلك عندما تكون المقاومات معدومة.

انطلاقاً من العلاقة التالية: $L(\bar{q})''_t+\frac{\bar{q}}{c}=0$ استنتج علاقة الدور الخاص للاهتزازات الحرة غير المتخامدة وبين دلالات الرموز والواحدات الدولية. أو: المعادلة التفاضلية لدارة تحوي وشيعة مهملة المقاومة ومكثفة مشحونة بالعلاقة نفسها. (دورة 2014 الثانية)

$$L(\bar{q})''_t+\frac{\bar{q}}{c}=0$$

$$\Rightarrow L(\bar{q})''_t=-\frac{\bar{q}}{c}\Rightarrow(\bar{q})''_t=-\frac{\bar{q}}{Lc}$$

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

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

نشتق مرتين بالنسبة للزمن:

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

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

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

وبالتالي نجد: $-\omega_0^2 q=-\frac{q}{Lc}\Rightarrow\omega_0^2=\frac{1}{Lc}$

$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{Lc}}$ بالجذر التربيعي:

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

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

(علاقة تومسون)

S: دور الاهتزازات الكهربائية ويقدر بـ T_0

H: ذاتية الوشيعة وتقدر بـ **L**

C: سعة المكثفة وتقدر بـ **F**

انطلاقاً من عبارة الشحنة استنتج عبارة تابع الشدة اللحظية مع اعتبار $\bar{\varphi}=0$ وماهو فرق الطور بين تابع الشدة وتابع الشحنة؟ (دورة 2015 الثانية)

$$\xrightarrow{\text{تابع الشحنة}} \bar{q}=q_{max}\cos(\omega_0 t) \xrightarrow{\text{التيار هو المشتق الأول للشحنة}}$$

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

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

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

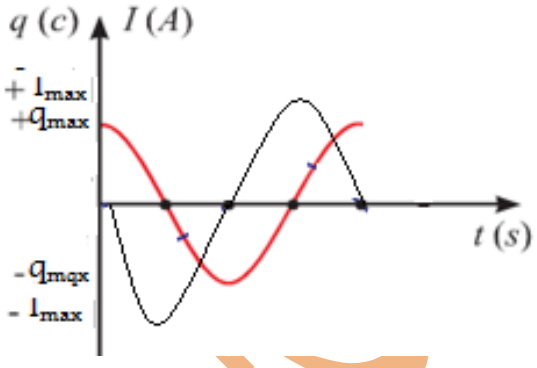
نلاحظ أن تابع الشدة متقدم على تابع الشحنة بمقدار $\frac{\pi}{2}$ وهما على ترابع

نلاحظ:

- عندما تكون شحنة المكثفة عظمى تنعدم شدة التيار في الوشيعة (ترابع)
- عندما تكون الشدة عظمى في الوشيعة تنعدم شحنة المكثفة (ترابع)

لا تنسى!!! (التعاكس) إذا الأول موجب الثاني يكون سالب

الرسم البياني لمخطط ضابط الطور بين التيار والشحنة



استنتج عبارة الطاقة الكلية في الدارة الكهربائية المهتزة مع رسم الخط البياني لها موضحاً تغيرات EC , EL مع الزمن .
(دورة 2014 الأولى – 2015 الثانية)

الطاقة الكلية هي مجموع طاقتي المكثفة والوشيعة $E = E_c + E_L$

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

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

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

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

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

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{c}cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2}Lq^2_{max}\omega_0^2 sin^2(\omega_0 t)$$

لكن: $\omega_0^2 = \frac{1}{Lc}$:

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{c}cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2}Lq^2_{max}\frac{1}{Lc}sin^2(\omega_0 t)$$

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

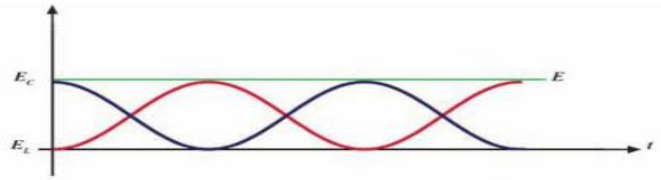
حيث : $[\cos^2(\omega_0 t) + \sin^2(\omega_0 t)] = 1$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{c} = const$$

أو

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2}Li^2_{max} = const$$

نستنتج: الطاقة الكلية لدارة (L,C) مقدار ثابت في كل لحظة وتمثل بخط مستقيم يوازي محور الأزمنة



قارن بين اهتزازات جملة ميكانيكية حرة وجملة كهربائية حرة

	الاهتزازات الخاصة (الحرة) الميكانيكية	الاهتزازات الخاصة (الحرة) الكهربائية
المعادلة التفاضلية	$(\bar{x})'' + \frac{k}{m}\bar{x} = 0$	$(\bar{q})'' + \frac{1}{LC}q = 0$
الشكل العام للحل	$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
الدور الخاص	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$
الطاقة الكلية	$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ أثناء اهتزاز الجسم تتحوّل الطاقة من طاقة كامنة إلى طاقة حركية، ويبقى مجموع الطاقتين للجملة الميكانيكية ثابتاً.	$E = \frac{1}{2C}q^2 + \frac{1}{2}Li^2$ أثناء اهتزاز الشحنات تتحوّل الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة كهرطيسية، ويبقى مجموع الطاقتين للجملة الكهربائية ثابتاً.

كيف نحصل على تيارات عالية التواتر؟

عندما نستخدم مكثفة سعتها صغيرة من رتبة $(10^{-8}F)$ موصولة مع وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها صغيرة من رتبة $(10^{-4}H)$ نحصل على تيار عالي التواتر

$$T_0 = 2\pi\sqrt{Lc}$$

$$L=10^{-4}H \ , \ c=10^{-8}F$$

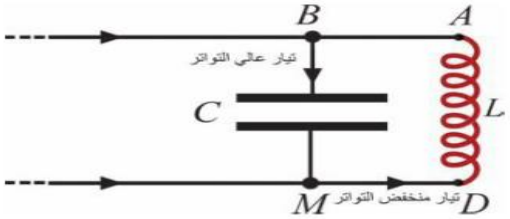
$$T_0 = 2\pi\sqrt{10^{-4}\times 10^{-8}} = 2\pi\sqrt{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow T_0 = 2\pi \times 10^{-6}$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\times 10^{-6}} = \frac{1}{2\pi}\times 10^6\ Hz$$

في مشكلة علمية لدينا تيارين متراكبين إحداهما عالي التواتر والآخر منخفض التواتر ما الحل المناسب برأيك لفصل التيارين عن بعضهما موضحاً بالرسم

نستطيع فصل التيار عالي التواتر عن تيار منخفض التواتر إذا تراكب التياران،فإذا تراكب التيار عالي التواتر مع تيار منخفض التواتر في دارة تحوي وشيعة مهملة المقاومة ونصل معها مكثفة على التفرع فيمر في المكثفة التيار عالي التواتر ويمر في الوشيعة تيار منخفض التواتر.



فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية

تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة لمرور التيارات عالية التواتر

$$X_L = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2}$$

بإهمال المقاومة **(R)** أمام **(ωL)**

$$X_L = \sqrt{(L\omega)^2} \Rightarrow X_L = L\omega$$
$$\Rightarrow X_L = L(2\pi f)$$

نلاحظ أن ردية الوشيعة تتناسب طرداً مع تواتر التيار لذلك يمر فيها تيار شدته المنتجة ضعيفة جداً أي أن: إذا كانت التيار عالي التواتر تكون الممانعة أو الردية عالية جداً

فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية (دورة 2013 الأولى)

تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر

$$Xc = \frac{1}{\omega c} \Rightarrow Xc = \frac{1}{(2\pi f)c}$$

نلاحظ أن ممانعة المكثفة تتناسب عكساً مع التيار عالي التواتر لذلك يمر فيها التيار بسهولة لأن الممانعة صغيرة أي أن إذا كان التيار عالي التواتر تكون ردية المكثفة منخفضة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها **C** ووشيعة ذاتيتها **L** دورها الخاص T_0 ، استبدلنا المكثفة **C** بمكثفة أخرى سعتها **C'=2C** يصبح دورها الخاص T'_0 فتكون العلاقة بين الدورين :

A) $T'_0 = \sqrt{2}\, T_0$ B) $T_0 = \sqrt{2}\, T'_0$ C) $T_0 = 2\, T'_0$ D) $T'_0 = 2T_0$

2) تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها **C** وذاتيتها **L** وطاقتها **E** نستبدل الذاتية بذاتية أخرى بحيث **L'=2L** فتصبح طاقة الدارة **E'**

A) $E' = 4LI^2_{max}$ B) $E' = 2LI^2_{max}$ C) $E' = LI^2_{max}$ D) $E' = \frac{1}{2} LI^2_{max}$

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية :

1. **تتألف دارة من مقاومة أومية ومكثفة فهل يمكن اعتبارها دارة مهتزة؟ ولماذا ؟**

لا يمكن اعتبارها دارة مهتزة لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها للمكثفة .

2. **لماذا تنقص الطاقة الكلية في دارة مهتزة تحوي (مقاومة ذاتية ، مكثفة) في أثناء التفريغ؟**

بسبب وجود مقاومة **R** التي تستهلك الطاقة على شكل طاقة حرارية ضائعة .

ثالثاً حل المسائل الآتية : دورات 2015 – 2016

المسألة رقم (1) : نشحن مكثفة ، سعتها **C=1μF** بتوتر كهربائي **U_{ab}=100 V** ، ثم نصلها في اللحظة **t=0** بين طرفي وشيعة ذاتيتها **L=10^{-3} H** ومقاومتها مهملة ، **والمطلوب** حساب

1. الشحنة الكهربائية q_{max} للمكثفة والطاقة الكهربائية المختزنة فيها عند اللحظة **t=0** .
2. التواتر الخاص للاهتزازات الكهربائية المارة فيها .
3. شدة التيار الأعظمي I_{max} المار في الدارة حيث: π^2=10

المسألة رقم (2) :

نريد أن نحقق دارة مهتزة مفتوحة طول موجة الاهتزاز الذي تشعه **(200 m)** فنؤلفها من ذاتية قيمتها **(0.1μH)** ، ومن مكثفة متغيرة السعة .

احسب سعة المكثفة اللازمة لذلك علماً أن سرعة انتشار الاهتزاز (3×10^8 m.s^{-1})

المسألة رقم (3) : تكون دارة مؤلفة من :

- مكثفة سعتها ($C=2\times10^{-5}$ F) ● وشيعة مقاومتها **r** وذاتيتها **L**
- مولد يعطي توتراً ثابتاً قيمته **(U_{max}=6V)** ● قاطعة دوارة **(S)**

A) نغلق القاطعة في الوضع **(1)** لنشحن المكثفة . احسب الشحنة المختزنة في المكثفة عند نهاية الشحن .

نغلق القاطعة في الوضع **(2)** . فسر مايحدث في الدارة **B)**

.

الاهتزازات الكهربائية القسرية

التيار الجيبي المتناوب

فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب واذكر شروط انطباق قوانين التيار المتواصل على تيار متناوب جيبي؟ (دورة 2015 الأولى)

يتولد التيار المتناوب الجيبي من الحركة الإهتزازية للإلكترونات الحرة حول مواضع وسطية بسعة صغيرة من رتبة ميكرو متر و بتواتر اهتزاز يساوي تواتر التيار بتأثير حقل كهربائي متغير القيمة والجهة وينتشر بسرعة الضوء بجوار الناقل وينتج هذا التغير في الحقل من تغير قيمة واشارة التوتر بين قطبي المنبع وباتجاهين مختلفين رمزه Ac.

الشروط:

1- تواتر التيار المتناوب الجيبي صغير جداً.

2- دارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة.

حيث: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{50} = 6\times10^6 m$

التيار المتواصل : .....
.....
.....
.....
.....

فإذا اخترنا دارة أبعادها من رتبة عدة أمتار فإن الالكترونات تتحرك بالاتجاه نفسه في نفس اللحظة ويجتاز مقطع الدارة نفس العدد من الالكترونات وكأنه تيار متواصل يجتاز الدارة

توليد تيار متناوب:

عند توليد القوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

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

ينتج عنها تيار متناوب جيبي وتوتر متناوب جيبي يساوي تقريباً القوة المحركة الكهربائية ويكون

تابع الشدة اللحظية: $\bar{\imath} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_1)$

تابع التوتر اللحظي: $\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$

وحيث: $\bar{\varphi} = \bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1$ فرق الطور بين الشدة والتوتر

الشدة المنتجة: وهي شدة تيار متواصل يعطي نفس الكمية من الحرارة التي يعطيها تيار متناوب جيبي خلال نفس الزمن:

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

التوتر المنتج: $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

الاستطاعات في التيار المتناوب الجيبي:

عرف: الاستطاعة اللحظية والاستطاعة المتوسطة المستهلكة والاستطاعة الظاهرية وعامل الاستطاعة مع كتابة العلاقات الرياضية المبينة لكل منها؟

- ✓ **الاستطاعة اللحظية** $\bar{p}$: هي جداء التوتر اللحظي $\bar{u}$ بالشدة اللحظية $\bar{\imath}$ $\bar{p} = \bar{u}.\bar{\imath}$ وتتغير من لحظة إلى أخرى
- ✓ **الاستطاعة المتوسطة** P_{avg}: الاستطاعة الثابتة التي تقدم في الزمن t الطاقة الكهربائية E نفسها التي يقدمها التيار المتناوب الجيبي (معدل الطاقة الكهربائية المقدمة نتيجة مرور التيار المتناوب الجيبي خلال زمن t)

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

- ✓ **الاستطاعة الظاهرية** P_A : وهي أكبر قيمة للاستطاعة المتوسطة واحدتها $A.V$

$$P_A = I_{eff}.U_{eff}$$

$$\text{عامل الاستطاعة} = \frac{P_{avg}}{P_A} = \frac{I_{eff}U_{eff}\cos\varphi}{I_{eff}.U_{eff}} = \cos\bar{\varphi}$$

لا واحدة لعامل الإستطاعة

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

استنتاج قوانين أوم لكل من المقاومة الأومية والوشيعة والمكثفة

في دارة تيار متناوب تحوي مقاومة صرفة R نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة : $\bar{I} = I_{max}\cos\omega t$ ، استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج	في دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة المقاومة L نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة : $\bar{I} = I_{max}\cos\omega t$ ، استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج	في دارة تيار متناوب تحوي مكثفة وعندما نطبق بين لبوسيها توتراً لحظياً $\bar{U}$ فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالعلاقة : $\bar{I} = I_{max}\cos\omega t$ ، استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين لبوسي المكثفة والعلاقة التي تربط الشدة المنتجة بالتوتر المنتج
$\bar{I} = I_{max}\cos\omega t$ $\bar{U} = R\bar{i}$ $\bar{U} = RI_{max}\cos\omega t$ $\boxed{\bar{U} = U_{max}\cos\omega t}$ $U_{max} = R\,I_{max}$ $\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = R\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ $\boxed{U_{eff} = RI_{eff}}$ التوتر على توافق مع الشدة $\varphi_R = 0$	$\bar{I} = I_{max}\cos\omega t$ $\bar{U} = L\frac{d\bar{I}}{dt}$ $\frac{d\bar{I}}{dt} = -\omega I_{max}\sin\omega t$ $-\sin\omega t = \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ ولكن $\frac{d\bar{I}}{dt} = \omega I_{max}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ $\bar{U} = L\omega I_{max}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ $\boxed{\bar{U} = Umax\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})}$ $U_{max} = X_L I_{max}$ $\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = L\omega\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ $\boxed{U_{eff} = L\omega I_{eff}}$ التوتر متقدم على الشدة $\varphi_L = +\frac{\pi}{2}$ rad	$\bar{I} = I_{max}\cos\omega t$ $\bar{U} = \frac{\bar{q}}{C}$ $\bar{q} = \int \bar{I}\,dt$ $\bar{q} = \int (I_{max}\cos\omega t)\,dt$ $\bar{q} = \frac{1}{\omega} I_{max}\sin\omega t$ $\sin\omega t = \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ $\bar{q} = \frac{1}{\omega} I_{max}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ $\bar{U} = \frac{1}{\omega C} I_{max}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ $\boxed{\bar{U} = Umax\cos(\omega t - \pi/2)}$ $I_{max}U_{max} = X_C$ $\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\omega C}\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ $\boxed{U_{eff} = \frac{1}{\omega C} I_{eff}}$ التوتر متأخر على الشدة $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$ rad

الدارة	مقاومة أومية فقط R	وشيعة ذاتية L (دورة 2015 الأولى)	مكثفة C
الاستطاعة المتوسطة $Pavg = I_{eff}\,.\,U_{eff}\cos\bar{\vartheta}$	$\bar{\vartheta} = 0 \Rightarrow \cos\bar{\vartheta} = 1$	$\bar{\vartheta} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\bar{\vartheta} = 0$	$\bar{\vartheta} = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\bar{\vartheta} = 0$
	$Pavg = I_{eff}\,.\,U_{eff}$ $U_{eff} = R\,I_{eff}$ $p_{avg} = R\,I_{eff}^2$ الإستطاعة حرارية في المقاومة **تعلم** :تساوي المقاومة ضرب مربع التيار	**فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية: الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة معدومة (دورة 2015 الأولى)** $Pavg = I_{eff}\,.\,U_{eff}\cos\bar{\vartheta}$ $\bar{\vartheta} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\bar{\vartheta} = 0$ **للوشيعة** $\Rightarrow$ **$P_{avg} = 0$** الوشيعة لا تستهلك طاقة حيث تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع دور الأول لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه	**فسر علمياً باستخدام العلاقات الرياضية: الاستطاعة المتوسطة في المكثفة معدومة** $Pavg = I_{eff}\,.\,U_{eff}\cos\bar{\vartheta}$ للمكثفة $\bar{\vartheta} = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\bar{\vartheta} = 0$ $\Rightarrow$ **$P_{avg} = 0$** فالمكثفة لا تستهلك طاقة لأنها تختزن الطاقة كهربائياً خلال ربع دور وتعيدها نفسها بربع الدور الذي يليه.

(المقاومة + وشيعة + مكثفة) في الوصل على التسلسل

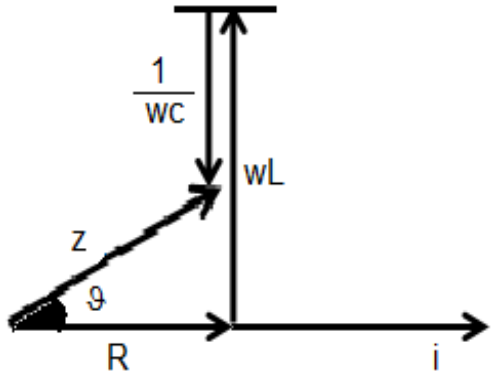
1) مقاومة $U_{max\,R} = R\,I_{max}$ و $\bar{\vartheta}_R = 0$ التوتر على توافق مع الشدة

2) وشيعة $U_{max\,L} = \omega L\,I_{max}$ و $\bar{\vartheta}_L = \frac{\pi}{2}$ التوتر متقدم على الشدة وهما على ترابع

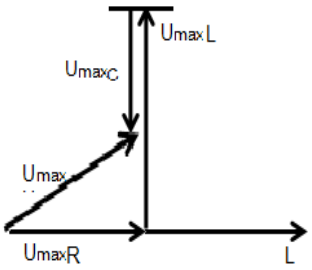
3) مكثفة $U_{max\,C} = \frac{1}{\omega_C}\,I_{max}$ و $\bar{\vartheta}_c = -\frac{\pi}{2}$ التوتر متأخر عن التيار وهما على ترابع

:

إنشاء فرينل على التسلسل $\bar{I}$ ثابت وَ $\bar{u}$ مجموع حيث $\bar{I}$ يمثل محور الصفحات



تمثيل المانعات حسب فرنل



تمثيل التوتر الأعظمي بحسب فرنل

من الشكل نجد التوتر الأعظمي: حسب فيثاغورث

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

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

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

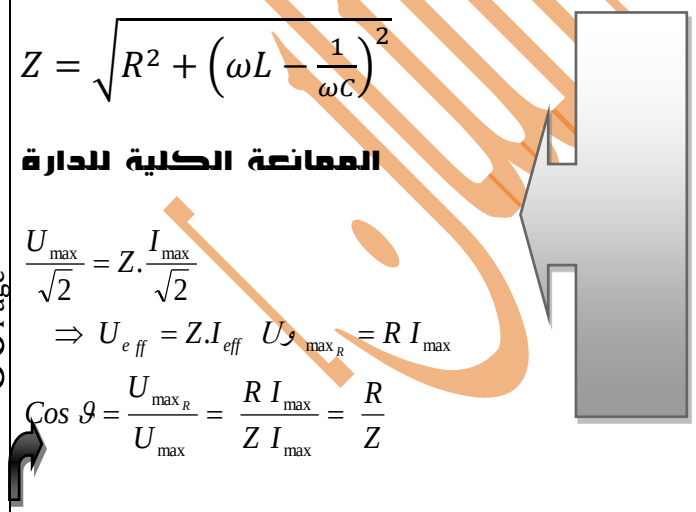
$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

المعانعة الكلية للدارة

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = Z.\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow U_{e\,ff} = Z.I_{eff} \quad U_{max_R} = R\,I_{max}$$

$$Cos\,\vartheta = \frac{U_{max_R}}{U_{max}} = \frac{R\,I_{max}}{Z\,I_{max}} = \frac{R}{Z}$$



عامل استطاعة الدارة

لا تنسى
لا تشغل بالك في دارة التفرع فقط نقلب إشارات الأطوار و يكون التوتر ثابت والتيار متغير
وحالة التجاوب هي حالة خنق للتيار

دارة RLC على تسلسل

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega.L - \frac{1}{\omega.c})^2}$$

يوجد ثلاث حالات

- ردية الوشيعة X_L 〉 اتساعية المكثفة X_C

أي : $wL \rangle \frac{1}{wC}$ (أي أن تيار الوشيعة أصغر من تيار المكثفة)

❖ التوتر متقدم على التيار .

❖ دارة ذات ممانعة ذاتية مكافئة: $X_L - X_c$

- ردية الوشيعة X_L 〈 اتساعية المكثفة X_C

أي : $wL \langle \frac{1}{wC}$ (أي أن تيار المكثفة أصغر من تيار الوشيعة)

❖ التوتر متأخر عن التيار .

❖ دارة ذات ممانعة سعوية مكافئة: $X_c - X_L$

والثالثة هي حالة التجاوب الكهربائي $\frac{1}{\omega c} = \omega L$

التجاوب: هو تساوي النبض الخاص لاهتزاز الالكترونات ω_0 مع النبض القسري ω الذي يفرضه المولد في الدارة.

دور التيار $T_r = 2\pi\sqrt{LC}$

❖ التجاوب الكهربائي (الطنين) ⟺ ❖ ردية الوشيعة = اتساعية المكثفة ⟺

$$\frac{1}{wC} = wL$$

❖ ممانعة الدارة أصغر ما يمكن Z = R ⟺ ❖ عامل الاستطالة يساوي الواحد cos ϑ = 1 ⟺

التيار على توافق مع التوتر. ⟺ ❖ التيار الذي يمر في الدارة أكبر ما يمكن من (أعظمي)

$$Ieff = \frac{Ueff}{R}$$

❖ الاستطاعة المتوسطة أكبر ما يمكن لأن: ϑ = 0 ⇐ Cos ϑ = 1

❖ $U_{max} = U_{max\,R}$ لأن $U_{max\,L} = U_{max\,C}$ يتساويان بالقيمة ويتعاكسان بالجهة.

اكتب العلاقة المحددة لكل من ردية الوشيعة واتساعية المكثفة في التيار المتناوب واكتب العلاقة بينهما في حالة التجاوب الكهربائي استنتج علاقة دور التيار في هذه الحالة (دورة 2016 الأولى)

ردية الوشيعة ωL ، اتساعية المكثفة $\frac{1}{\omega C}$ وفي حالة التجاوب تتساوى ردية الوشيعة واتساعية المكثفة

$$W_r\, L = \frac{1}{w_r C} \Rightarrow w_r^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow W_r = \frac{1}{\sqrt{Lc}}$$

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

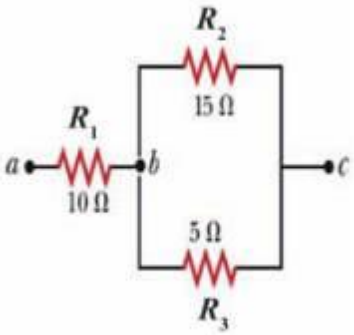
دور التيار $\Rightarrow T_r = 2\pi\sqrt{Lc}$

ماهي استخدامات خاصية الطنين ومما تتكون دارة الهوائي وكيف تعمل ؟

تستخدم خاصيّة الطنين في عملية التوليف في أجهزة الاستقبال؛ حيث تتكوّن دارة الهوائي من وشيعة ومكثفة موصولين على التسلسل، وتتولّد في هذه الدارة قوة محرّكة بوساطة الموجات المنتشرة من محطات الإذاعة المختلفة وعند تغيير سعة المكثفة C حتى يصبح التواتر f_r مساوياً لتواتر الإذاعة المطلوب سماعها، فإنّ التيار المتحرّض المتولد يكون أكبر ما يمكن بالنسبة لهذا التواتر دون غيره، ونتمكّن بذلك من سماع الاذاعة المطلوبة .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

مثال محلول 2



تعطى القيمة اللحظية لشدة التيار امتناوب المار في المقاومة R_3 في دارة التيار المتناوب الجيبي الموضحة في الشكل جانباً بالمعادلة $i_3 = 6\cos\omega t$ **المطلوب :**

1. استنتج تابع شدة التيار مار في كل من المقاومتين R_2 ، R_1 اطلاقاً من شكله العام ، ثم احسب أوجد تابع التوتر اللحظي بين النقطتين a و b .
2. احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في كل مقاومة من الدارة .

الحل :

1- فرق الكمون u_{bc} بين طرفي المقاومة R_3 يساوي فرق الكمون بين طرفي المقاومة R_2

$$\Rightarrow u_{bc} = i_3 R_3 = 6\cos\omega t \times 5 = 30\cos\omega t$$

$$i_2 = \frac{u_{bc}}{R_2} = \frac{30\cos\omega t}{15} = 2\cos\omega t$$

$$i_1 = i_2 + i_3 = 2\cos\omega t + 6\cos\omega t = 8\cos\omega t$$

$$\Rightarrow u_{ab} = R_1 i_1 = 10 \times 8\cos\omega t = 80\cos\omega t$$

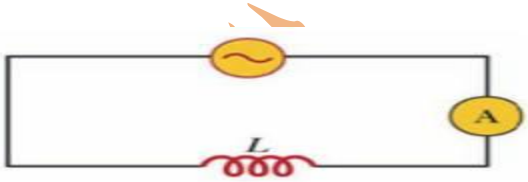
2- حساب الاستطاعة المتوسطة:

$$P_{avg_3} \text{ في المقاومة } R_3 = \frac{I_{max_3} \times U_{max_3}}{\sqrt{2}\times\sqrt{2}} = \frac{6\times 30}{2} = 90\ W$$

$$P_{avg_2} \text{ في المقاومة } R_2 = \frac{I_{max_2} \times U_{max_2}}{\sqrt{2}\times\sqrt{2}} = \frac{2\times 30}{2} = 30\ W$$

$$P_{avg_1} \text{ في المقاومة } R_1 = \frac{I_{max_1} \times U_{max_1}}{\sqrt{2}\times\sqrt{2}} = \frac{8\times 80}{2} = 320\ W$$

مثال محلول 3



نطبق توتراً متناوباً تعطى قيمته اللحظية بالمعادلة : $u = 150\cos 1000t$ على وشيعة ذاتيتها L=0.02 H ، مقاومتها الأومية مهملة في الدارة المبينة في الشكل جانباً .

المطلوب :

اكتب تابع الشدة اللحظية للتيار i ، ثم احسب الاستطاعة المتوسطة P_{avg} .

الحل :

بما أن التوتر المطبق بين طرفي الوشيعة متقدم بالطور على الشدة بمقدار $\frac{\pi}{2}$ يكون الشكل العام لتابع الشدة اللحظية المار بالوشيعة:

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

حيث أن الشدة اللحظية تتأخر بالطور بمقدار $\frac{\pi}{2}$ عن التوتر المطبق بين طرفي الوشيعة . ولدينا :

$$I_{max} = \frac{U_{max}}{X_L} = \frac{U_{max}}{\omega L} = \frac{150}{1000\times 0.02}$$

$$I_{max} = 7.5\ A$$

نعوض فنجد :

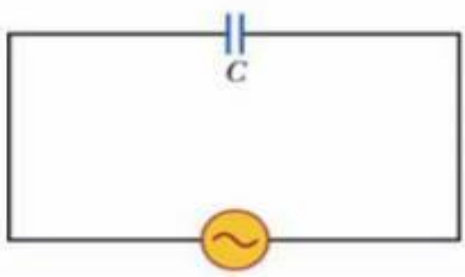
$$i = 7.5\cos\left(1000t - \frac{\pi}{2}\right)$$

الاستطاعة المتوسطة:

$$P_{avg} = I_{eff} U_{eff}\cos\frac{\pi}{2} \Rightarrow P_{avg} = 0$$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

مثال محلول 4



إذا كانت سعة المكثفة المبينة في الشكل المرافق ، تساوي $2\mu F$ وكان فرق الكمون اللحظي بين طرفيها يعطى بالمعادلة : $\bar{u} = 100\cos 1000t$

احسب ممانعة هذه المكثفة ، واكتب التوابع اللحظية لكل من التيار والشحنة الكهربائية .

الحل : $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(1000)(2\times10^{-6})} = 5\times10^2\ \Omega$

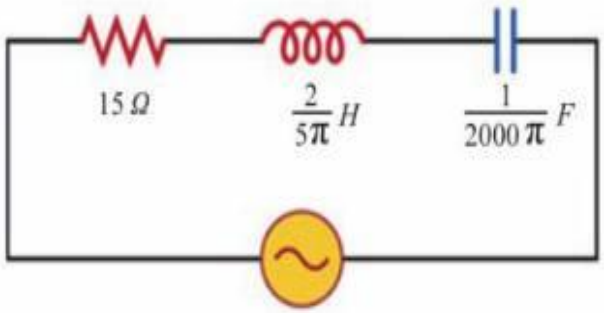
تابع الشدة اللحظية للتيار:

$$I_{max} = \frac{U_{max}}{X_C} = \frac{100}{5\times10^2}$$

$$\bar{\imath} = I_{max}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 0.2\cos\left(1000t + \frac{\pi}{2}\right)$$

تابع الشحنة: $\bar{q} = CU_{max}\cos 1000t = 2\times10^{-4}\cos 1000t$

مثال محلول 5



وصل C ، L ، R على التسلسل في دارة تيار متناوب كما في الشكل حيث تواتر المنبع f=50 Hz القيمة الفعالة لتوتره U_{eff}=50 V ، R=15 Ω ، $C = \frac{1}{2000\pi}F$ ، $L = \frac{1}{5\pi}H$ ، المطلوب حساب كلاً مما يأتي :

الممانعة الكلية للدارة ، القيمة العظمى للتيار المار في الدارة ، عامل الاستطاعة ، الاستطاعة المتوسطة .

الحل :

ممانعة الوشيعة: $X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi\times50\times\frac{2}{5\pi} = 40\ \Omega$

ممانعة المكثفة: $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi\times50\times\frac{1}{2000\pi}} = 20\ \Omega$

الممانعة الكلية: $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{(15)^2 + (40-20)^2} = 25\ \Omega$

القيمة الفعالة للتيار (الشدة العظمى): $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{50}{25} = 2\ A$

القيمة العظمى للتيار: $I_{max} = I_{eff}\sqrt{2} \Rightarrow I_{max} = 2\sqrt{2}\ A$

عامل الاستطاعة: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{15}{25} = \frac{3}{5}$

الاستطاعة المتوسطة: $P_{avg} = I_{eff}U_{eff}\cos\varphi = 2\times50\times\frac{3}{5} = 60\ W$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

أولاً: أعط تفسيراً علمياً لما يأتي باستخدام العلاقات الرياضية المناسبة عند اللزوم:

1) لا تمرر المكثفة تياراً متواصلاً عند وصل لبوسيها بمأخذ تيار متواصل

ممانعة المكثفة $X_C = \frac{1}{2\pi f C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{\omega C}$ من أجل التيار المتواصل الذي هو حركة اجمالية للإلكترونات الحرة دون اهتزاز أي تواتر الاهتزاز معدوم أي $f = 0 \Rightarrow X_C \longrightarrow \infty$ أي الممانعة تسعى للانهاية أي لا يمر التيار المتواصل .

2) تسمح المكثفة بمرور تيار متناوب جيبي عند وصل لبوسيها بمأخذ هذا التيار المتناوب .

المكثفة تشحن خلال ربع دور وتعود لتفرغ شحنتها خلال ربع الدور الثاني وهكذا تكرر عمليتا الشحن والتفريغ خلال الربعين الثالث والربع للدور .

3) تكون الشدة المنتجة واحدة في عدة أجهزة موصوله على التسلسل مهما اختلفت قيم ممانعتها .

I_{eff} هي نفسها في جميع الأجهزة الموصولة على التسلسل حيث باختلاف الممانعات تختلف قيم التوتر وتبقى النسبة بينهما ثابتة هي التيار .

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة رقم (1) : يعطى تابع التوتر اللحظي بين نقطتين **a** و **b** بالعلاقة : $\bar{u} = 130\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (Volt)

1) نصل بين النقطتين **a** و **b** وشيعة مقاومتها ($r=25\Omega$) ، وذاتيتها ($L=\frac{3}{5\pi}$ H) . احسب الشدة المنتجة .

2) نرفع الوشيعة ، ثم نصل النقطتين **a** و **b** بمقاومة ($R=30\Omega$) موصولة على التسلسل مع مكثفة سعتها ($C=\frac{1}{4000\pi}$ F) . احسب الشدة المنتجة المارة في الدارة .

المسألة رقم (2) : نطبق توتراً متواصلاً (**12V**) على طرفي وشيعة ،فيمر فيها تيار شدته (**1A**) ،وعندما نطبق توتراً متناوباً جيبياً بين طرفي الوشيعة نفسها قيمته المنتجة (الفعّالة) (**130V**) تواتره ($50H_z$) يمر فيها تيار شدته المنتجة (**10A**) **والمطلوب** حساب :

1- مقاومة الوشيعة ، وذاتيتها

2- عدد لفات الوشيعة إذا علمت أن مساحة مقطعه ($\frac{1}{80}m^2$) وطولها (**1m**)

المسألة رقم (3) : (دورة 1999)

مأخذ لتيار متناوب جيبي بين طرفيه توتر لحظي يعطى بالعلاقة :

$\bar{u} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) نصلهما لدارة تحوي فرعين يحوي الأول مقاومة صرفة يمر فيها تيار شدته المنتجة (**4A**) ، ويحوي الفرع الثاني وشيعة يمر فيها تيار شدته المنتجة (**5A**) ، فيمر في الدارة الخارجية التيار شدته المنتجة (**7A**) . **والمطلوب** حساب :

1) قيمة المقاومة الصرفة ، وممانعة الوشيعة .

2) عامل استطاعة الوشيعة .

3) الاستطاعة الكلية المستهلكة في الدارة ، وعامل استطاعة الدارة .

المسألة رقم (4) : يعطى تابع التوتر الحظي بين طرفي مأخذ بالعلاقة : $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 120\pi t$ (V) **والمطلوب**

1) احسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار .

2) نضع بين طرفي المأخذ مقاومة صرفة ، فيمر تيار شدته المنتجة (**6A**) .احسب قيمة المقاومة الصرفة ، واكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها .

3) نصل بين طرفي المقاومة في الدارة السابقة وشيعة عامل استطاعتها ($\frac{1}{2}$) فيمر في الوشيعة تيار شدته المنتجة (**10A**) ، احسب ممانعة الوشيعة والاستطاعة المستهلكة فيها ، ثم اكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها .

4) احسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل .

5) احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين ، وعامل استطاعة الدارة .

المسألة رقم (5) : (دورة 1994 - 2013 - شبيهة 2017) مأخذ تيار متناوب جيبي ، تواتره (**50Hz**) ، نربط بين طرفيه الأجهزة الآتية على التسلسل : مقاومة أومية **R** ، وشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها **L** ، مكثفة سعتها $C=\frac{1}{2000\pi}$ **F** فيكون التوتر المنتج بين طرفي كل من أجزاء الدارة هو على الترتيب : $U_{eff1}=30V$ $U_{eff2}=80V$ $U_{eff3}=40V$. **المطلوب** :

1) استنتج قيمة التوتر المنتج الكلي بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فرينل .

2) احسب قيمة الشدة المنتجة المارة في الدارة ، ثم اكتب التابع الزمني لتلك الشدة .

3) احسب الممانعة الكلية للدارة . **4)** احسب ذاتية الوشيعة ، واكتب التابع الزمني للتوتر بين طرفيها .

5) أحسب عامل استطاعة الدارة . **6)** نضيف إلى المكثفة في الدارة السابقة مكثفة C' مناسبة فتصبح الشدة المنتجة للتيار بأكبر قيمة لها ، **والمطلوب** : **(a)** حدد الطريقة التي تم بها ضم المكثفتين . **(b)** احسب سعة المكثفة المضمومة C' .

c) احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة في هذه الحالة .

المسألة رقم (6) : **A**- نطبق بين النقطتين (**a** ,**b**) من دارة كهربائية فرقاً في الكمون متناوباً جيبياً قيمته المنتجة ($U_{eff}=100$ **V**) تواتره (**f=50Hz**) ، ونربط بين هاتين النقطتين على التسلسل مقاومة صرف قيمتها (**R=40Ω**) ، وشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها ($L=\frac{2}{5\pi}$ **H**) ومكثفة سعتها ($C=\frac{1}{\pi}\times10^{-3}$ **F**) **المطلوب** حساب :

1. ردية الوشيعة واتساعية المكثفة والممانعة الكلية للدارة . **2**. الشدة المنتجة للتيار في الدارة .

B- نحذف المقاومة الصرف من الدارة ويعاد ربط المكثفة على التفرع مع الوشيعة بين النقطتين (**a** ,**b**) السابقتين **المطلوب** حساب : **1**.قيمة الشدة المنتجة في فرع الوشيعة . **2**. قيمة الشدة المنتجة في فرع المكثفة .

3. قيمة الشدة المنتجة الكلية للدارة في هذه الحالة باستخدام إنشاء فرينل .

C- نصل طرفي المأخذ (**a** ,**b**) بسلك نحاسي طوله (**L=1.5m**) وكتلته (**m=6g**) ونحيطه بمغناطيس نضوي خطوط حقله المغناطيسي تعامد السلك بوضع مناسب . احسب قيمة قوة شد السلك التي تجعله يهتز بالتجاوب مكوناً **ثلاث مغازل** .

المسألة رقم (7) : مأخذ تيار متناوب جيبي التوتر اللحظي بين طرفيه $\bar{u}$ **=150** $\sqrt{2}$ **cos100πt (Volt)**

A. نصل طرفي المأخذ بدارة تحوي على التسلسل مقاومة صرفة (**30Ω**) ووشيعة مقاومتها مهملة ذاتيتها ($L=\frac{2}{5\pi}$ **H**) . **المطلوب** حساب : **1**. التوتر المنتج بين طرفي المأخذ ، وتواتر التيار . **2**. ردية الوشيعة . **3**. الممانعة الكلية للدارة .

4. الشدة المنتجة للتيار المارة في الدارة . **5**. عامل استطاعة الدارة ، والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها .

B. نضيف إلى الدارة السابقة على التسلسل مكثفة مناسبة سعتها **C** تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر المطبق **المطلوب 1** - حساب الشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة . **2**- حساب سعة المكثفة المضافة **C** . **3**- إذا كانت المكثفة السابقة **C** مؤلفة من ضم مجموعة من المكثفات المتماثلة لكل منها سعة ($C_1=\frac{1}{4\pi}\times10^{-4}$ **F**) حدد طريقة ضم هذه المكثفات ، ثم احسب عددها

المسألة رقم (8) : يعطى فرق الكمون بين النقطتين (**a** ,**b**) بالعلاقة : ($\bar{u}$ **=100**$\sqrt{2}$**cos(100πt) (Volt**

1. احسب فرق الكمون المنتج بين النقطتين ، وتواتر التيار .

2. نصل (**a** ,**b**) بمقاومة صرف (**50Ω**) اكتب تابع شدة التيار في هذه المقاومة .

3. نصل (**a** ,**b**) بفرع آخر يحوي على التسلسل مقاومة صرف (**50Ω**) مع مكثفة سعتها **C** فيمر تيار شدته المنتجة ($\sqrt{2}$ **A**) . اكتب تابع شدة التيار المار فيه واحسب سعة المكثفة **C** .

4. احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل .

5. احسب ذاتية الوشيعة المهملة المقاومة الواجب ربطها على التفرع بين النقطتين (**a** ,**b**) لتصبح شدة التيار الأصلية على وفاق بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الفروع الثلاث معاً ، ثم احسب قيمة الشدة المنتجة الأصلية للتيار .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

المسألة رقم (9): نطبق بين النقطتين (**ab**) فرقاً في الكمون متناوباً جيبياً قيمته المنتجة ($40\sqrt{3}$ **V**) وتواتره (**f=50Hz**)

A. نربط بين النقطتين (**a**, **b**) على التسلسل مقاومة صرفة (**R=20Ω**) ووشيعة مقاومتها الأومية (**r=10Ω**) وممانعتها (**20Ω**) ، **المطلوب** حساب :

1. الممانعة الكلية ، والشدة المنتجة المارة .

2. الاستطاعة المتوسطة المصروفة في الجملة ، وعامل استطاعتها . **3**. الطاقة الحرارية المنتشرة عن المقاومة الصرفة خلال زمن (**10 min**) ، واكتب تابع التوتر اللحظي بين طرفي المقاومة الصرفة .

B. نعيد وصل الوشيعة على التفرع مع المقاومة الصرفة بين النقطتين السابقتين (**a**, **b**) **والمطلوب** حساب:

1. الشدة المنتجة للتيار المار بالدارة الأصلية قبل التفرع باستخدام إنشاء فرينل .

2. قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين ، وقيمة عامل الاستطاعة عندئذٍ .

المسألة رقم (10) : نطبع بين طرفي مأخذ لتيار متناوب توتره المنتج ثابت ، مقاومة صرفة **R** موصولة على التسلسل مع وشيعة مقاومتها الأومية **R´** ورديتها (**30Ω**) عامل استطاعتها (**0.8**) فيمر تيار شدته اللحظية تعطى بالعلاقة:

$i=3\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ **(A)** . **المطلوب** : **1**. احسب الشدة المنتجة للتيار وتواتره .

2. احسب كلاً من المقاومة الأومية للوشيعة **R´** وممانعتها .

3. إذا علمت أن فرق الكمون المنتج بين طرفي المقاومة **R** يساوي نصف فرق الكمون المنتج بين طرفي الوشيعة فاحسب كل من

a) المقاومة الصرفة **R** . **b)** الاستطاعة المستهلكة فيها . **c)** الاستطاعة المستهلكة في الدارة .

4. نضيف بين طرفي المأخذ السابق على التسلسل مع المقاومة **R** والوشيعة مكثفة سعتها **C** فتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها ، احسب قيمة سعة هذه المكثفة .

5. نضيف إلى المكثفة **C** في الدارة السابقة مكثفة **C´** تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر المطبق . احسب السعة المكافئة للمكثفتين وحدد طريقة الضم واحسب سعة المكثفة المضافة **C´** .

المسألة رقم (11): مأخذ تيار متناوب جيبي ، التوتر المنتج بين طرفيه **50 V** وتواتره **50Hz** نصل طرفي المأخذ بدارة كهربائية تحوي على التسلسل مقاومة صرف **R** ومكثفة اتساعيتها **20** أوم فإذا علمت أن التوتر المنتج بين طرفي المقاومة **30** فولط . **المطلوب** :

1. احسب التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام إنشاء فرينل .

2. احسب الشدة المنتجة للتيار في الدارة .

3. احسب قيمة المقاومة .

4. احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة .

5. نضيف على التسلسل إلى الدارة السابقة وشيعة مناسبة مقاومتها مهملة فتبقى الشدة النتجة للتيار نفسها . احسب قيمة ذاتية هذه الوشيعة .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

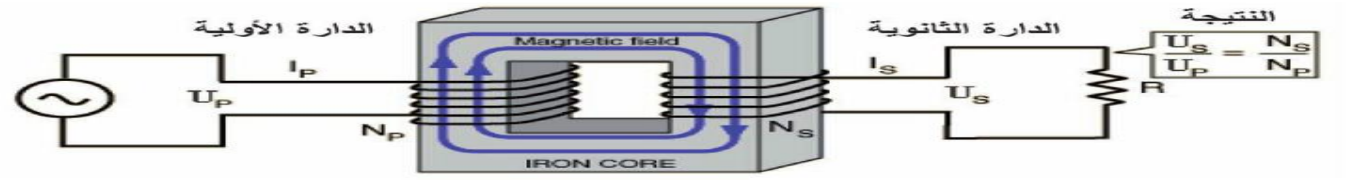
المحولة الكهربائية

عرف المحولة الكهربائية ؟ المحولة جهاز كهربائي يعمل على رفع أو خفض التوتر والتيار المنتجين دون تغير الاستطاعة المنقولة وتواتر التيار وتعتمد على حادثة التحريض الكهرطيسي.

مم تتألف المحولة الكهربائية ؟

تتألف من وشيعتين ومن سلك ناقل معزول وملفوف على نواة حديد لين , الوشيعة الأولية تتصل بمأخذ التيار المتناوب والوشيعة الثانوية توصل للحمولة ويكون لأحدهما سلك رفيع وعدد لفات كثير وللثانية سلك غليظ وعدد لفات أقل.

اشرح عمل المحولة الكهربائية



عند تطبيق توتر متناوب جيبي U_P بين طرفي الوشيعة الأولية يمر تيار متناوب جيبي i_P فيولد حقل مغناطيسي متناوب تتدفق جميع خطوط الحقل تقريباً عبر نواة الحديد المغلقة (بسبب نفوذية الحديد الكبيرة جداً أمام نفوذية الخلاء) إلى الوشيعة الثانوية فيتولد في الثانوية قوة محركة كهربائية تحريضية تساوي U_S وتيار متناوب متحرض i_S في الثانوية له تواتر التيار المرسل في الأولية.

استنتج معادلة المحولة مع المناقشة.

القوة المحركة التحريضية في الأولية $\varepsilon_P = -N_P \frac{d\phi}{dt}$

فرق الكمون بين طرفي الأولية : $U_P = R_P i_P - \varepsilon_P$

نعوض ε_P في U_P $\Longrightarrow U_P = R_P i_P + N_P \frac{d\phi}{dt}$

وكذلك القوة المحركة التحريضية في الثانوية $\varepsilon_S = -N_S \frac{d\phi}{dt}$

فرق الكمون بين طرفي الثانوية: $U_S = R_S i_S - \varepsilon_S$

نعوض ε_S في U_S $\Longrightarrow U_S = R_S i_S + N_S \frac{d\phi}{dt}$

وباهمال R_S و R_P نجد : $U_P = N_P \frac{d\phi}{dt}, U_S = N_S \frac{d\phi}{dt}$

بأخذ النسبة بين الكمونين $\Longrightarrow \frac{U_S}{U_P} = \frac{N_S \frac{d\phi}{dt}}{N_P \frac{d\phi}{dt}}$

باعتبار التدفق نفسه في الدارتين (نختصره) فنجد $\Leftarrow \frac{U_S}{U_P} = \frac{N_S}{N_P} = \mu$

معادلة المحولة: $\boxed{\mu = \frac{U_S}{U_P} = \frac{N_S}{N_P}}$ **(نسبة التحويل)**

محولة رافعة للتوتر: $\mu > 1 \Rightarrow U_{effs} > U_{effp}$ ، **محولة خافضة للتوتر:** $\mu < 1 \Rightarrow U_{effs} < U_{effp}$

$$(P_{effp} = P_{effs} \Rightarrow I_{effp} . U_{effp} = I_{effs} . U_{effs})$$

$$\frac{I_{effp}}{I_{effs}} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}}$$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

ونستنتج : $$\mu = \frac{N_s}{N_P} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}$$

تطبيق1: محولة نسبة تحويلها **20** و عدد لفات أوليتها **100** لفة فإن عدد لفات ثانويتها (قد يأتي متعدد)

.....

تطبيق2: محولة عدد لفاتها **(500,100)** لفة تستعمل لنخفض التوتر فنجعل بين طرفي الأولية توتراً متناوباً جيبياً قيمته المنتجة **10v** فإن التوتر المنتج في الثانوية (قد يأتي متعدد)

.....

.....

استنتج العلاقة المحددة لمردود نقل الطاقة الكهربائية للتيار المتناوب من مركز توليده إلى مكان استخدامها وكيف نجعله يقترب من الواحد.

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} = \frac{\text{الإستطاعة (المفيدة)الخارجة}}{\text{الإستطاعة (المقدمة)الداخلة}}$$

$$P_p = P_s + P' \xrightarrow{\text{الإستطاعة الخارجة من الثانوية}} P_s = P_p - P'$$

$$\eta = \frac{P_p - P'}{P_p} \xrightarrow{\text{بتوزيع على المقام}} \eta = \frac{P_p}{P_p} - \frac{P'}{P_p} = 1 - \frac{P'}{P_p}$$

حيث الاستطاعة الحرارية $P' = R\,i^2$ تمثل الاستطاعة الضائعة حرارياً بفعل جول

تذكّر !!!

- الإستطاعة الحرارية تستهلك في المقاومة وتساوي المقاومة×مربع التيار
- الإستطاعة تساوي التيار × التوتر $P_p = i.U_p$

$$\eta = 1 - \frac{R\,i^2}{i.U_p} = 1 - \frac{R\,i}{U_p}$$

لكي يقترب المردود من الواحد ينبغي أن تكون الاستطاعة الضائعة حرارياً صغيرة لذلك عملياً بجعل أسلاك الوشيعة ذات مقاطع كبيرة لإنقاص مقاومتها R وذلك مكلف لذلك نلجأ إلى تكبير U_p وذلك برفع توتر المنبع.

ولما كان فقد الطاقة للمحولة المثالية مساوياً صفر فإن: $P_p = P_s \Rightarrow \eta = 1$

المحولة ونقل الطاقة الكهربائية: نستعمل الطاقة الكهربائية عبر مسافات طويلة فستعمل محولات رافعة التوتر عند محطة التوليد وبالتالي تنخفض شدة التيار فتنقص الاستطاعة الضائعة حرارياً بفعل جول $P = RI^2$

المسألة الأولى :

يطبق بين طرفي الوشيعة الأولية لمحولة توتراً ، قيمته المنتجة (الفعالة) ($U_{eff.p}$=8 KV) ونحصل من طرفي الوشيعة الثانوية على توتر ، قيمته المنتجة ($U_{eff.s}$=120 V) **المطلوب** :

1. مانوع هذه المحولة ، أرافعة أم خافضة للتوتر؟
2. احسب نسبة التحويل لهذه المحولة .
3. إذا كانت الاستطاعة الوسطى المستهلكة في الوشيعة الثانوية (معدل استهلاك الطاقة الكهربائية) (36KW) ، فاحسب شدة التيار الفعالة في كل من الوشيعة الأولية والوشيعة الثانوية .
4. احسب قيمة المقاومة الأومية في الوشيعة الثانوية .

المسألة الثانية : (دورة 2003)

يبلغ عدد لفات أولية لمحولة 100 لفة ، وفي ثانويتها 300 لفة ، والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يعطى بالمعادلة :

$\bar{u}=120\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (Volt) **والمطلوب** :

1. أرافعة المحولة للتوتر أم خافضة؟ ولماذا؟ 2. احسب التوتر المنتج بين طرفي الثانوية .
3. نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة صرف 30Ω ، احسب الشدة المنتجة للتيار في كل من دارة الثانوية والأولية .
4. نصل على التفرع مع طرفي المقاومة السابقة وشيعة مهملة المقاومة ، فتصبح الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية 5 A ، المطلوب حساب :

A- الشدة المنتجة للتيار في فرع الوشيعة باستخدام إنشاء فرينل ، ثم اكتب تابع شدته اللحظية .

B- ذاتية الوشيعة . C) الاستطاعة المتوسطة في جملة الفرعين .

المسألة الثالثة :

يبلغ عدد الحلقات في أولية محولة (N_P=125) حلقة وفي ثانويتها (N_S=375) حلقة ، نطبق بين طرفي الدارة الأولية توتراً منتجاً (10V) ، نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة صرف **R** مغموسة في مسعر يحوي (600g) من الماء ، معادله المائي مهمل ، فترتفع درجة حرارته ($2.16\ ^0C$) خلال دقيقة واحدة ، **المطلوب** حساب :

1. قيمة المقاومة **R** . 2. الشدتان المنتجتان في دارتي المحولة .

(الحرارة الكتلية للماء : $C_{الماء}$=4200 $J.Kg^{-1}.C^{-1}$ ، بفرض أن مردودها يساوي الواحد)

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

نظرية الكم

أسس ميكانيك الكم:

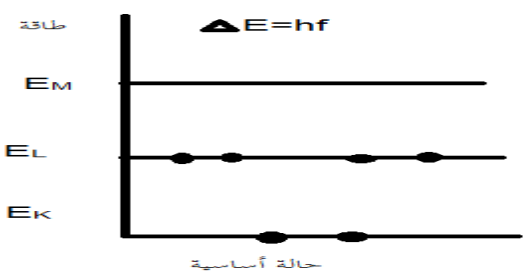
أذكر الأسس التي يقوم عليها ميكانيك الكم.

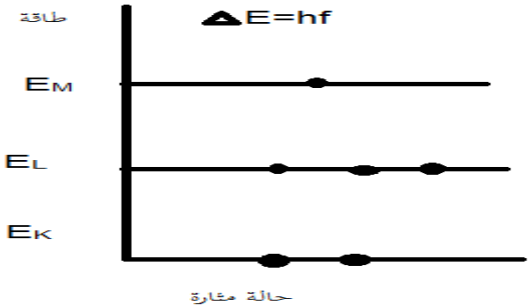
- **فرضية بلانك:** المادة والضوء يمكنهما تبادل الطاقة من خلال كميات منفصلة من الطاقة سميت (كمّات الطاقة) تحدد طاقة كل كمّة بـ :

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

- **فرضية أينشتاين:** عام 1905 استعان أينشتاين بنظرية بلانك لشرح الفعل الكهرضوئي وجد أن : الحزمة الضوئية مكونة من فوتونات يحمل كل منها طاقة $E = hf$ ويحصل تبادل الطاقة مع المادة من خلال امتصاص واصدار فوتون.
- **تبادل الطاقة على المستوى الذري:** عندما تنتقل ذرة مثارة من سوية طاقية E_2 إلى سوية E_1 تصدر فوتوناً طاقته تساوي $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$ وفق المبادئ:
  - تغير طاقة الذرة مكمم
  - لا يمكن للذرة أن تتواجد إلا في حالات طاقية محددة كل منها تتميز بسوية طاقية محددة.
  - عند انتقال الالكترون من سوية طاقة E_2 إلى سوية E_1 يصدر فوتوناً .

ارسم مخطط مستويات الطاقة في ذرة الكربون





عندما تصبح ذرة الكربون مثارة (غير مستقرة) تصدر فوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقة السوية العليا والسوية الدنيا

- ✓ من السوية الدنيا تحتاج إلى امتصاص فوتون للانتقال إلى السوية المثارة.
- ✓ لا يحصل امتصاص للفوتون إذا كانت طاقته لا توافق تماماً فرق الطاقة بين السويتين.

أجب عن الأسئلة الآتية :

1. **هل توجد طرائق لإثارة الذرة غير تلك التي تحدث بورود فوتون إلى هذه الذرة؟ اذكر مثالاً على ذلك .**

الجواب : يمكن إثارة الذرة بعدة طرق مثل تقديم طاقة حرارية (تسخين المواد) كما هو الحالة في التفاعلات الكيميائية

2. **أتقوم الذرة بالإصدار مباشرة بعد امتصاصها فوتوناً أم أنها قد تبقى في الحالة المثارة لفترة قد تطول أو تقصر؟**

الجواب : تبقى لفترة قصيرة جداً من الزمن لأنه عندما يمتص الإلكترون طاقة الفوتون فإنه ينتقل إلى أقرب سوية له ثم سرعان مايعود إلى سويته الأصلية

3. **يبلغ فرق الطاقة بين السوية الأساسية وإحدى السويات المثارة في ذرة الصوديوم ($\Delta E=0.21eV$) ، احسب تواتر الإصدار الناجم عن الانتقال بين السوية المثارة والسوية الأساسية . ($h=6.6\times10^{-34}\ J.s$)**

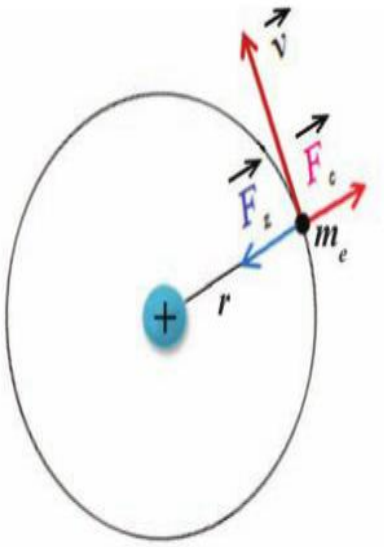
.....

.....

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

النماذج الذرية والطيوف

إن المقادير **E** (الطاقة) , **r** (نصف قطر المدار) , **v** (السرعة) مقادير **مكممة** أي لا تأخذ إلا قيم محددة عندما ينتقل الالكترون من مدار إلى آخر.



دراسة تكميم الطاقة في ذرة الهيدروجين:

يخضع الالكترون في ذرة الهدروجين في مساره إلى قوتين ما هما ،مع الشرح ؟

- $\overrightarrow{F_E}$: القوة الجاذبة الكهربائية وناجمة عن جذب النواة (بروتون) له: $F_E = k\frac{e^2}{r^2}$

حيث : e : شحنة الإلكترون ، r: نصف قطر مسار الالكترون ،

k: ثابت الجذب الكهربائي $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$:ε_0 سماحية الخلاء الكهربائية

- $\overrightarrow{F_c}$: قوة العطالة النابذة : $F_c = m_e a_c = m_e \frac{v^2}{r}$: m_e كتلة الالكترون ، v: سرعة الإلكترون ، a_c : التسارع الناظمي
- تهمل قوة التجاذب الكتلي بين الالكترون والبروتون لصغرها .

اذكر فرضيات نظرية بور

1- حركة الإلكترون في مساره دائرية منتظمة حيث:

قوة العطالة النابذة $F_E = F_c$ قوة الجذب الكهربائي و تهمل قوة الجذب المادي لصغرها .

2- العزم الحركي للإلكترونات يساوي عدداً صحيحاً من $\frac{h}{2\pi}$

3- لا يصدر الإلكترون طاقة مادام في مداره ويمتص طاقة محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أبعد ويصدر طاقة محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أقرب إلى النواة.

استنتج من خلال فرضيات بور العلاقة المحددة لطاقة الالكترون الكلية ونصف قطر المدار بدلالة n رقم المدار ؟

من الفرض الأول : $F_E = F_c$

$$k\frac{e^2}{r^2} = m_e\frac{v^2}{r} \xrightarrow{\text{نعزل } v^2} v^2 = \frac{ke^2}{m_e r}$$

الطاقة الحركية للإلكترون (1) $E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 = \frac{1}{2}m_e\frac{ke^2}{m_e r} = \frac{1}{2}k\frac{e^2}{r}$

الطاقة الكامنة للإلكترون : $E_p = -k\frac{e^2}{r}$

الطاقة الكلية :(2) $E = E_k + E_p = \frac{1}{2}k\frac{e^2}{r} - k\frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2}k\frac{e^2}{r}$

من الفرض الثاني: $m_e v r = n\frac{h}{2\pi} \xrightarrow{\text{نعزل } v} v = \frac{n\,h}{2\pi m_e r}$

$\xrightarrow{\text{نربعها ونعوضها في الطاقة الحركية}} v^2 = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 m_e{}^2 r^2}$

$$E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 = \frac{1}{2}m_e\frac{n^2h^2}{4\pi^2 m_e{}^2 r^2} = \frac{n^2h^2}{8\pi^2 m_e r^2} \quad (3)$$

بالمساواة بين 1, 3 نجد :

$$\frac{1}{2}k\frac{e^2}{r} = \frac{n^2h^2}{8\pi^2 m_e r^2} \xrightarrow{\text{نختصر ثم نعزل } r \text{ ونعوضه في الطاقة الكلية}}$$

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

- من أجل $n=1$: $r_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}$ وهو نصف قطر بور

- من أجل مدار رتبته n $r_n = n^2 r_0$

نعوض في (2):

$$E = -\frac{1}{2}k\frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2}k\frac{e^2}{\frac{n^2h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}} = -\frac{4}{2}\frac{\pi^2 m_e k^2 e^4}{n^2h^2}$$

$$E_n = E = -\frac{1}{n^2}\frac{2\pi^2 m_e k^2 e^4}{h^2}$$

باعتبار طاقة الحالة الأساسية $n=1$:

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

$$\boxed{E = \frac{1}{n^2}E_0 = -\frac{13.6}{n^2}\ eV}$$

إذاً لكي تتأين ذرة الهيدروجين يجب اعطاؤها طاقة تكفي لنقل الالكترون من حالة ارتباط إلى عدم ارتباط أي تصبح طاقته معدومة وهذه الطاقة تساوي **13.6 eV**

ملاحظة هامة: عندما ينتقل $\bar{e}$ من مدار إلى آخر

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 13.6\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)eV = hf$$

الطيوف الذرية

كيف تتشكل الطيوف الذرية في ذرة الهيدروجين واذكر أنواع الطيوف ؟

عندما ينتقل $\bar{e}$ من سوية طاقة إلى سوية أخفض يصدر طاقة فنحصل على اصدارات بتواترات مختلفة وعند تحليل حزمة ضوئية صادرة عن غاز H_2 المثار بالانفراغ الكهربائي نجد أن الطيف مكون من عدد من الخطوط الطيفية الطبيعية وكل خط يمثل انتقال الكترون من سويتين طاقيتين في ذرة H يمكن تسجيل الطيف بتحرير حزمة ضوئية صادرة عن مصباح على موشور.

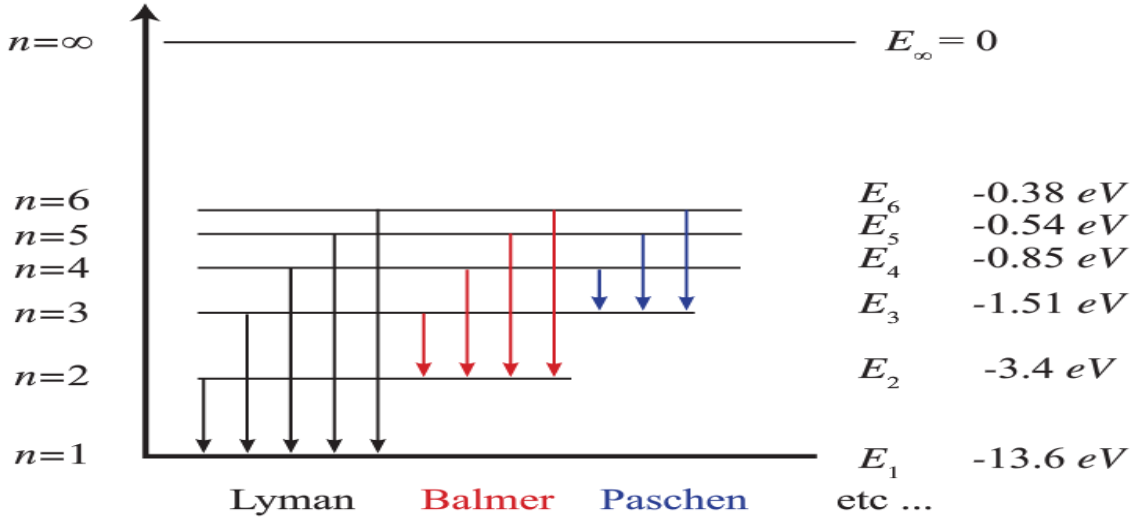
أنواع الطيوف:

1- **طيوف مستمرة:** مثل طيف مصباح كهربائي مقاومته تنغستين وبتحليل طيف المصباح نجد أن طيف الاصدار متصل.

2- **طيوف متقطعة:** مثل اصدار ذرة H وتكون خطوط طيفية منفصلة

(طيوف المصابيح بشكل عام (منفصلة) وطيوف الاصدار للجسم الصلب الساخن متصلة).

مخطط لسويات طاقة ذرة الهدروجين والانتقالات الممكنة اللانهائية ، والتي تؤلف مايسمى السلاسل الطيفية للهدروجين



أجب عن السؤال الآتي :

تتألف ذرة الهدروجين من بروتون وإلكترون ، تعطى سويات الطاقة لذرة الهدروجين بالعلاقة :

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ (e.v)$$

حيث (n) هو عدد صحيح موجب يمثل رتبة المدار .

في السوية ذات الطاقة الأخفض لدينا (n=1) ، وفي سوية الطاقة المثارة الأولى لدينا (n=2) وهكذا ، عندما تسعى (n) إلى اللانهاية نجد الحالة المتأينة أي التي تخسر فيها ذرة الهيدروجين إلكترونها :

1. احسب النسبة بين قوة الجذب الكتلي للبروتون المؤثرة في الإلكترون ، والقوة الكهربائية التي تجذب بها النواة الإلكترون علماً أن المسافة بين الإلكترون والبروتون هي ($a=5.29\times10^{-11}\ m$)

ماذا تستنتج؟

شحنة الإلكترون : ($e=1.6\times10^{-19}\ c$) ، ثابت الجذب الكهربائي : ($k=9\times10^{9}\ m.F^{-1}$)

ثابت الجاذبية العام : ($G=6.67\times10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}$) ، كتلة البروتون : ($m_p=1.67\times10^{-27}\ kg$)

كتلة الإلكترون : ($m_e=9.1\times10^{-31}\ kg$) ، سرعة الضوء في الخلاء : ($c=3.0\times10^{8}\ m/s$)

ثابت بلانك : ($h=6.6\times10^{-34}\ J.s$)

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

2. ما قيمة الطاقة في السوية الأساسية؟
3. ارسم مخططاً لطاقة السويات الخمس الأولى .

تتواجد الذرة في البداية في حالتها الأساسية ، إذا امتصت هذه الذرة فوتون بتواتر ($f=2.91\times10^{15}\ Hz$) ، فاحسب الرقم (n) للسوية التي تتواجد فيها الذرة بعد الامتصاص

1. $F_1 = G\frac{m_p m_e}{a^2}$ ، $F_2 = k\frac{e^2}{a^2}$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{G\times m_p\times m_e}{ke^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times1.67\times10^{-27}\times9.1\times1^{-31}}{9\times10^9\times(1.6\times10^{-19})^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = 10^{-39} \Rightarrow F_2 = \frac{1}{10^{-39}}F_1 \Rightarrow F_2 = 10^{39}F_1$$

نلاحظ أن $F_2 \gg F_1$ لذا تهمل قوة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

2. $E_n = \frac{13.6}{n^2}$ ، $n = 1$ (سوية أساسية)

$$E_1 = -\frac{13.6}{(1)^2} = 13.6\ eV$$

$$E_1 = -13.6\times1.6\times10^{-19} = -21.76\times10^{-19}\ J$$

3. $E_1 = 13.6\ eV$

$$E_2 = \frac{13.6}{(2)^2}\ eV = -3,4\ eV$$

$$E_3 = \frac{13.6}{(3)^2}\ eV = -1,51\ eV$$

$$E_4 = \frac{13.6}{(4)^2}\ eV = -0,85eV$$

$$E_5 = \frac{13.6}{(5)^2}eV = -0,54eV$$

4. $n_1 = 1$ (سوية أساسية) ، $n_2 = ?$

$$f = 2.91\times10^{15}\ Hz$$

حساب الرقم (n) للسوية التي تتواجد فيها الذرة بعد الامتصاص

(علما أن ثابت بلانك $h = 6.63\times10^{-34}\ J.S$)

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 \Rightarrow \Delta E = -\frac{E_0}{n_2^2} + \frac{E_0}{n_1^2}$$

$$\Delta E = E_0\left(\frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$E_0 = 13.6\ eV \Rightarrow \Delta E = 13.6\left(\frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2}\right)\ (eV) *$$

ولدينا $\Delta E = h.f$

$$\Delta E = 6.63\times10^{-34}\times2.91\times10^{15}$$

$$\Delta E = 19.4933\times10^{-19}\ J$$

للتحويل من جول إلى (eV) نقسم على شحنة الالكترون

$$\Delta E = \frac{19.4933\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 12.13\ eV$$

$n_1 = 1$ الحالة الأساسية

نعوض في (*):

$$2.13 = 13.6\left(\frac{1}{(1)^2} + \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\frac{2,13}{13,6} = 1 + \frac{1}{n_2^2}$$

$$\frac{1}{n_2^2} = 1 - \frac{2,13}{13,6}$$

$$\frac{1}{n_2^2} = 0,108$$

$$n_2^2 = \frac{1}{0,108} = 9$$

$$\Rightarrow n_2 = 3$$

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

انتزاع الالكترونات وتسريعها

عرف الطاقة الكلية للالكترون في مداره واكتب عبارتها وكيف تتغير عند انتقال الالكترون إلى مدار أبعد ؟ (دورة 2006-2017 الأولى)

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

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

2- طاقة لحركية ناتجة عن دوران الإلكترون حول النواة وهي القسم الموجب

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

- ✓ سالبة لأنها طاقة ارتباط، وتمثّل طاقة التجاذب الكهربائي القسم الأكبر منها
- ✓ القيمة المطلقة لها تتناسب عكساً مع مربع رقم المدار n.
- ✓ تزداد بزيادة رتبة المدار n.

طاقة انتزاع الكترون حر من سطح معدن

استنتج مع الشرح طاقة انتزاع الكترون من سطح معدن؟ واذكر طرائق الانتزاع ؟ (دورة 2016 الثانية)

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

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

E: شدة الحقل الكهربائي المتولد عن الشوارد الموجبة على السطح

$$W = e.E.dl$$

V_d : فرق الكمون بين سطح المعدن والوسط الخارجي $V_d = E.dl$ (حقل كهربائي ضرب مسافة يعطي كمون)

$$\boxed{E_d = W = e.V_d}$$

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

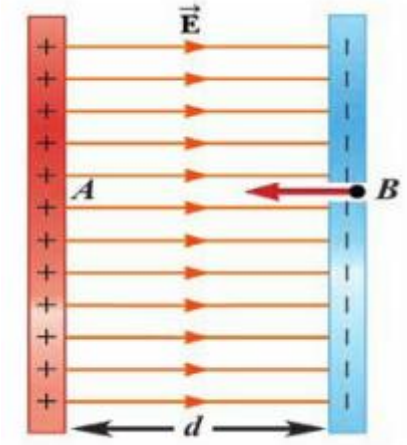
لإنتزاع إلكترون حر من سطح معدن يجب إعطاءه طاقة أكبر من طاقة انتزاعه E_d ، ماهي الطرق التي يتم بها ذلك ؟

1- **الفعل الكهرضوئي:** طاقة الانتزاع على شكل طاقة ضوئية تواترها كافٍ لتحرر عدد من الالكترونات الحرة.

2- **الفعل الكهرحراري:** تسخين المعدن إلى درجة حرارة مناسبة تكتسب بعض الإلكترونات الحرة طاقة تسمح لها بالانطلاق من الذرة لتنبعث خارج سطح المعدن.

3- **قذف المعدن:** بحزم من الجسيمات طاقتها كافية لانتزاع الالكترونات الحرة من سطح المعدن الذي تصدم به.

تسريع الالكترونات بحقل كهربائي



تسريع الإلكترونات بحقل كهربائي منتظم:

استنتج علاقة السرعة لإلكترون ساكن ،شحنته e^- وكتلته m_e ساكناً في نقطة B من نقطة يسودها حقل كهربائي منتظم بين لبوسي مكثفة مستوية مشحونة ، بين لبوسيها فرق كمون V_{AB} . (دورة 2010)

يخضع $\bar{e}$ إلى قوة كهربائية $\vec{F}$ ثابتة تقوم بنقله نحو اللبوس الموجب و لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة فيكتسب تسارع $\vec{a}$ بتطبيق العلاقة الأساسية في التحريك الإنسحابي

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

$$\vec{F}_{\text{القوة الكهربائية}} = \mathbf{m}.\vec{a}$$

بالإسقاط على محور موجه بجهة حركة الإلكترون نجد : $F = m_e a = eE$

$$a = \frac{eE}{m_e} = const$$

التسارع ثابت فتكون حركة الالكترونات ضمن الحقل الكهربائي مستقيمة متسارعة بانتظام لحساب سرعة الالكترون لحظة وصوله إلى A بفرض v_0 عند B :

$$v^2 - v_0^2 = 2ad$$

$$v^2 - 0 = \frac{2eE}{m_e} d$$

$$v = \sqrt{\frac{2eE}{m_e} d} \xrightarrow{V=Ed} \boxed{v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}}$$ وهي أصغر من c سرعة الضوء

من أجل السرعات الصغيرة أصغر من سرعة الضوء يمكن عد كتلة الإلكترون ثابتة $m_e = const$ حيث أنها تزداد بالاقتراب من سرعة الضوء

طريقة ثانية لإيجاد سرعة وصول الإلكترون للبوس المقابل وذلك باستخدام نظرية الطاقة الحركية (يمكن استخدامها في حل المسائل)

.....

.....

.....

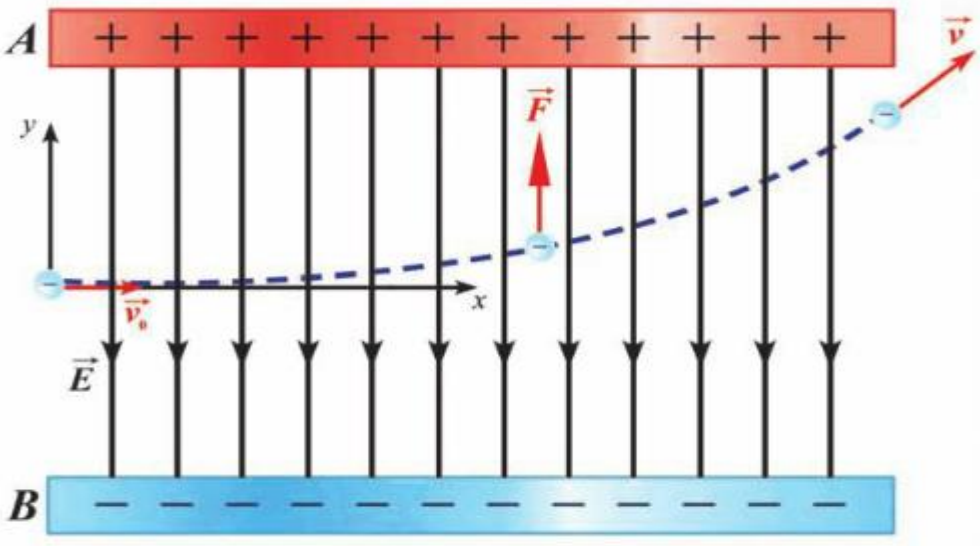
.....

.....

.....

تأثير الحقل الكهربائي المنتظم في الكترون متحرك بسرعة تعامد الحقل الكهربائي: $\vec{E} \perp \vec{v_0}$:

ادرس تأثير حقل كهربائي منتظم في إلكترون يتحرك بسرعة $\vec{E} \perp \vec{v_0}$ واستنتج معادلة حامل المسار؟



يخضع $\vec{e}$ لقوة كهربائية $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة ، وبتطبيق العلاقة الأساسية في التحريك الإنسحابي :

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

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

$$\vec{F}_{\text{القوة الكهربائية}} = m.\vec{a}$$

- بالإسقاط على $\overrightarrow{ox}$ نجد : $F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_{0x} = v_0 = const$

فالحركة على $\overrightarrow{ox}$ **مستقيمة منتظمة** تابعها : $x = v_0\, t \ldots (1)$

- بالإسقاط على $\overrightarrow{oy}$ نجد : $F_y = m_e a_y = eE$

$$m_e a_y = eE \Rightarrow a_y = \frac{eE}{m_e} = \text{const}$$

فالحركة على $\overrightarrow{oy}$ **مستقيمة متسارعة بانتظام** تابعها : $y = \frac{1}{2} a_y t^2$

باعتبار لحظة دخول $\bar{e}$ بين لبوسي المكثفة إلى الحقل الكهربائي في نقطة o هو مبدأ الفواصل $(y_0 = x_0 = 0)$

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 \xrightarrow{\text{نعوض } a_y} y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e} t^2 \ldots (2)$$

لإيجاد **معادلة حامل مسار الإلكترون** نعزل الزمن من (1) ونعوّضه في (2) :

من (1) نجد $t = \frac{x}{v_0}$ نعوّض في (2) نجد :

$$y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e}\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e v_0^2} x^2$$

ولكن : $E.d = V_{AB} \Rightarrow E = \frac{V_{AB}}{d} \xrightarrow{\text{نعوّض في المعادلة فنجد}}$

معادلة حامل المسار : $y = \frac{1}{2}\left(\frac{e\,V_{AB}}{m_e d v_0^2}\right) x^2$ فحامل مسار الإلكترون هو قطع مكافئ

تصبح حركة $\bar{e}$ مستقيمة منتظمة بعد مغادرته الحقل الكهربائي، فإنه يتابع حركته على خط مستقيم بسرعة ثابتة هي السرعة نفسها لحظة خروجه من منطقة الحقل

(في المسائل عندما يطلب معادلة المسار نستنتجها من الأول ونعوض فيها كل الرموز ماعدا X و Y)

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1. **يمتص الإلكترون طاقة عندما :** A) ينتقل من مدار إلى آخر ضمن السوية نفسها . B) يهبط إلى سوية أقرب إلى النواة . C) يقفز من سوية أقرب إلى سوية أبعد عن النواة . D) عندما يسقط على النواة .	2. **يتحرر الإلكترون من سطح معدن بشكل مؤكد عند :** A) حصوله على طاقة أكبر أو تساوي طاقة الانتزاع لهذا المعدن . B) رفع درجة حرارة المعدن إلى درجة أعلى أو تساوي تلك المكافئة لطاقة الانتزاع لهذا المعدن . C) حصوله على طاقة أكبر أو تساوي طاقة الانتزاع بشكل متزامن مع كون جهة حركته نحو الخارج . D) تحقق C بالإضافة لعدم اصطدامه بأي جسيم أثناء خروجه من السطح

ثانياً- هل يكفي الإلكترون الواقع على سطح المعدن ، امتلاكه لطاقة مساوية لطاقة الانتزاع لهذا المعدن كي يتحرر من سطح المعدن مبتعداً عنه؟ علل ذلك .

الجواب : لا يمكنه الابتعاد عن سطح المعدن لأنه لا يمتلك طاقة حركية ، وتعمل الأيونات الموجبة على جذبه نحو داخل المعدن

المسألة رقم (1): (دورة1999) نطبق فرقاً في الكمون, قيمته ($720V$) بين اللبوسين الشاقوليين لمكثفة مستوية و ندخل إلكتروناً ساكناً في نافذة من اللبوس السالب . **المطلوب**:

استنتج العلاقة المحدّدة لسرعة هذا الإلكترون عندما يخرج من نافذة مقابلة في اللبوس الموجب – بإهمال ثقل الإلكترون ثم احسب قيمتها . شحنة الإلكترون بالقيمة المطلقة ($e=1.6\times10^{-19}c$) كتلة الإلكترون ($m_e=9\times10^{-31}kg$)

المسألة رقم (2) : يدخل إلكترون بسرعة ابتدائية ($v_0=3\times10^{6}\ m.s^{-1}$) إلى منطقة يسودها حقل كهربائي منتظم بشكل تتعامد فيه سرعة هذا الإلكترون مع خطوط الحقل فإذا علمت أن شدة هذا الحقل ($200\ V.m^{-1}$) وطول كل من لبوسي المكثفة المتسوية المولدة لهذا الحقل هو ($0.1\ m$) . **المطلوب**:

a) تسارع الإلكترون أثناء تواجده ضمن المنطقة التي يسودها الحقل الكهربائي .

b) الزمن الذي يستغرقه الإلكترون للخروج من المنطقة التي يسودها الحقل الكهربائي .

($e=1.6\times10^{-19}\ C$ ،$m_e=9\times10^{-31}\ kg$ (يهمل ثقل الإلكترون)

المسألة رقم (3):

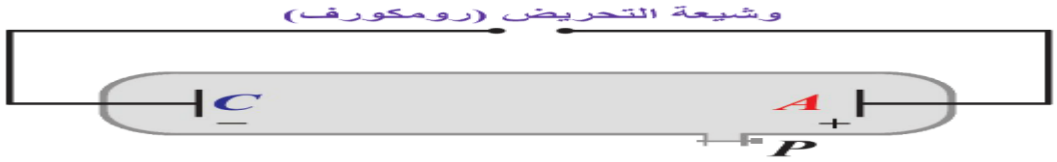
نولد حزمة من الإلكترونات أفقية نعدها متجانسة سرعتها ($4\times10^{7}\ m.s^{-1}$) في الخلاء ونجعلها تدخل بين لبوسي مكثفة مستوية أفقية يبعد أحدهما عن الآخر ($d=2\ cm$) وبينهما فرق في الكمون ($900\ V$) ، **المطلوب** :

1. احسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوسي المكثفة .
2. احسب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها إلكترون من الحزمة .
3. ادرس حركة إلكترون من الحزمة بين لبوسي المكثفة وحدد معادلة حامل مساره بالنسبة لمراقب خارجي .
4. حساب شدة الحقل المغناطيسي المعامد للحقل الكهربائي المتولد بين لبوسي المكثفة الذي يجعل الإلكترون يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة .

(يهمل ثقل الإلكترون) ، كتلة الإلكترون $m_e = 9\times10^{-31}\ kg$ ، القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون $e=1.6\times10^{-19}C$

الأشعة المهبطية [دورات كثيرة]

مما يتألف أنبوب التفريغ الكهربائي ، وماهو الإنفراغ الكهربائي ، وكيف يبدو مظهر الأنبوب بتغيير ضغط الغاز بداخله ؟



- يتألف من أنبوبة زجاجية طولها (**30-50cm**) فيها فتحة مخلاة للهواء للتحكم بضغط الأنبوبة ، وتحتوي على غاز معيّن مثل الأرغون **Ar** أو النيون **Ne** ،ونصل طرفيها إلى قطبين أحدهما المهبط **C** والآخر المصعد **A** و يتصل القطبان إلى ملف رومكورف الذي يعطي توتر كبير جداً .
- **الانفراغ الكهربائي**: هو مرور شرارة كهربائية (طقطقات) عبر الغاز الفاصل بين القطبين الكهربائيين في أنبوب الانفراغ الكهربائي وذلك عند تطبيق توتر عال متواصل من أجل ضغط معين **100 mmHg** للغاز داخل الأنبوب.
- عند تغيير ضغط غاز إلى **10 mmHg** نشاهد **ضوءاً متجانساً** يملأ الأنبوب من المهبط إلى المصعد يختلف لونه حسب الغاز ويستخدم في أنابيب الإعلانات وهي نادرة نسبياً لأنها لا تنتج عند التسخين ، وبتخفيض الضغط إلى **0.01 mmHg** يختفي الضوء المتجانس تدريجياً من الأنبوب وتظهر بقع خضراء مقابل المهبط هي **الأشعة المهبطية**

ما هما شرطا توليد الأشعة المهبطية ؟

- فراغ كبير في الأنبوب يتراوح الضغط فيه **mmHg** (**0.001 – 0.01**)
- توتر كبير نسبياً بين قطبي الأنبوب يولد حقلاً كهربائي شديد بجوار المهبط.

اذكر مع الشرح خواص الأشعة المهبطية ؟

1- **تنتشر وفق خطوط مستقيمة ناظمية على سطح المهبط** فتكون متوازية إذا كان المهبط صفيحة مستوية ومتقاربة إذا كان مقعراً ومتباعدة إذا كان محدّباً ولا يؤثر مكان المصعد في مسارها المستقيم لضعف الحقل الكهربائي عنده .

2- **تسبب تألق بعض الأجسام**: تهيج ذرات بعض المواد التي تسقط عليها فيتألق الزجاج العادي بلون أخضر وكبريتات الكالسيوم بلون أصفر برتقالي. (ويستفاد من هذه الخاصية بالكشف عن الأشعة المهبطية)

3- **ضعيفة النفوذية**: لا تنفذ من خلال معدن يمكن أن تنفذ عبر صفيحة رقيقة من **AL** ثخنها بعض مكرونات.

4- **تحمل طاقة حركية** يمكنها أن تدير دولاب خفيف وتتحول إلى طاقة كيميائية وحرارية و إشعاعية.

5- **تتأثر بالحقل الكهربائي**: تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة مما يدل على أن شحنتها سالبة.

6- **تتأثر بالحقل المغناطيسي**: فتنحرف بتأثير قوة لورنز المغناطيسية عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي.

7- **تنتج أشعة سينية x-ray** عند اصطدامها بالمواد الصلبة ذات الأعداد الذرية الكبيرة.

8- **تؤين الغازات التي تمر فيها**. 9- **تؤثر في أفلام التصوير**.

اشرح آلية توليد الأشعة المهبطية وطبيعتها ؟ يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية على ذرات غازية وأيونات موجبة ناتجة عن التصادم بين الذرات. بتطبيق توتر كهربائي كبير في الأنبوب تتجه الأيونات الموجبة نحو المهبط بسرعة كبيرة فتؤين ذرات الغاز في طريقها حتى تصل إلى المهبط فتصدمه فتُنتزع بعض الإلكترونات الحرة من سطح المهبط وتبتعد عنه نظراً لشحنته السالبة وهذه في طريقها نحو المصعد تؤين ذرات غازية جديدة يتسبب تأينها لتشكل أيونات موجبة تتجه نحو المهبط لتوليد إلكترونات وهكذا .

طبيعة الأشعة المهبطية 1- إلكترونات منتزعة من مادة المهبط. 2- إلكترونات تأيين الذرات الغازية بجوار المهبط والتي يسرعها الحقل الكهربائي المنتظم المتولد عن التوتر المطبق بين قطبي الأنبوب .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

أولاً : ماطبيعة الأشعة المهبطية ، وكيف تتحقق تجريبياً من تلك الطبيعة ؟

- **طبيعة الأشعة المهبطية** إلكترونات منتزعة من مادة المهبط وناتجة عن تأيين الذرات الغازية بجوار المهبط
- **يتم التحقق من طبيعتها تجريبياً** : بإدخالها بين لبوسي مكثفة مشحونة فنلاحظ إنحرافها نحو اللبوس الموجب مما يدل على أنها مشحونة بكهرباء سالبة أي أنها إلكترونات .

ثانياً : حل المسألة الآتية : دورات (2007 – 2010 – 2011)

تبلغ شدة التيار في أنبوب للأشعة المهبطية (**16 mA**) ، **المطلوب**:

1. عدد الإلكترونات الصادرة عن المهبط في كل ثانية .
2. الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله المصعد باعتبار أنه قد ترك المهبط دون سرعة ابتدائية ، وأن التوتر الكهربائي بين المصعد والمهبط (**180 V**) ، ثم احسب سرعته عندئذٍ .
3. الطاقة الحرارية الناتجة عن التحول الكامل للطاقة الحركية للإلكترونات التي تصدم المصعد خلال دقيقة واحدة .

$e=1.6\times10^{-19}C$ ، $m_e = 9\times10^{-31}\ kg$ (يهمل ثقل الإلكترون)

الفعل الكهرحراري

الفعل الكهرحراري: هو انتزاع الكترونات الحرة من سطح معدن بتسخينه إلى درجة حرارة مناسبة

ما هي العوامل التي تحدد عدد الالكترونات المنتزعة من سطح المعدن بتسخينه ؟

يزداد عدد الإلكترونات المنتزعة: 1- كلما قل الضغط المحيط بسطحه. 2- كلما ارتفعت درجة حرارته.

راسم الاهتزاز الالكتروني :

اشرح اقسام راسم الاهتزاز الالكتروني ؟

- **المدفع الالكتروني:** مهبط يوصل بتوتر سالب يصدر الإلكترونات بالفعل الكهرحراري بتسخينه تسخين غير مباشر بواسطة سلك تنغستين
- **شبكة وهنلت:** لضبط الحزمة الالكترونية
- **مصعدان :** إحداهما يتصل بتوتر متغير والآخر بتوتر ثابت
- **الحجلة الحارفة:** مكثفتان مستويتان الأولى لبوساها أفقيان حقلها الكهربائي شاقولي لحرف الحزمة الالكترونية شاقولياً ، والثانية لبوساها شاقوليان حقلها الكهربائي أفقي لحرف الحزمة الالكترونية أفقياً . (ملاحظة : يمكن استخدام زوجين من الوشائع بدلاً من الصفائح إحداهما أفقية والأخرى شاقولية) .
- **الشاشة المتألقة:** طبقة سميكة من الزجاج وطبقة ناقلة من الغرافيت وطبقة من مادة متألقة كبريت **ZnS** وتغطى الشاشة من داخلها بطبقة رقيقة من **Al** لا يتجاوز ثخنها بضعة مكرونات.

اشرح عمل راسم الاهتزاز الالكتروني ؟

- **تسخين سلك التنغستين** تنتزع الإلكترونات الحرة وتشكل حزمة متباعدة تقوم **(دور)** شبكة **وهنلت** بـ:

1- تجميع $\bar{e}$ في نقطة تقع على الأنبوب

2- يتغير عدد $\bar{e}$ النافذة من ثقب الشبكة أي تتغير إضاءة الشاشة وذلك بتغير التوتر السالب المطبق على الشبكة.

- **تسرع $\bar{e}$ المنتزعة بين الشبكة والمصعدين و على مرحلتين :**

1- بين الشبكة والمصعد الأول بتوتر مرتفع موجب قابل للتغيير .

2- بين المصعد الأول والمصعد الثاني بتوتر مرتفع موجب ثابت .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

- **حرف الحزمة الإلكترونية المسرّعة** أفقياً نحو اللبوس الموجب للمكثفة ذات الحرف الشاقولي وبقيمة تتناسب طرداً مع التوتر المطبق بين لبوسيها . وشاقولياً نحو اللبوس الموجب للمكثفة ذات الحرف الأفقي بقيمة تتناسب طرداً مع التوتر المطبق بين لبوسيها (إذا كان التوتر المطبق متناوباً جيبياً أو دورياً تحركت الحزمة الإلكترونية الضيقة على خط مستقيم أفقي)
- **تسمح وريقة الألمنيوم** للإلكترونات بالعبور ،فتصطدم بالمادة المتألقة وينعكس التألق على وريقة **Al** التي تعكسه بدورها خارج الأنبوب.
- **دور الغرافيت:**
  - دور واقي للحزمة الإلكترونية من الحقول الكهربائية الخارجية.
  - تعيد الإلكترونات التي سببت التألق إلى المصعد وتغلق الدارة .
- **ملاحظة :** يطلى الأنبوب المخروطي بطبقة من الغرافيت حيث أن الشاشة تصدر إلكترونات ثانوية عند اصطدام الإلكترونات بها لذا نلجأ لتأريض طبقة طلاء الشاشة وطبقة الغرافيت الداخلية للحيلولة دون تراكم زائد للشحنة الساكنة على الأنبوب .

استخدام راسم الاهتزاز: لدراسة الحركات الدورية على منحني بياني له تواتر و قياس فرق الكمون المستمر والمتناوب

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية :

1) **اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :**

1. الفعل الكهرحراري هو انتزاع : A- الفوتونات عند اصطدام الإلكترون بسطح مادة مفلورة . B- الإلكترونات الحرة من سطح معدن عند تسخينه لدرجة حرارة مناسبة . C-البروتونات من سطح معدن عند تسخينه لدرجة حرارة مناسبة . D- النترونات من سطح معدن عند تسخينه لدرجة حرارة مناسبة .	**2. يتم التحكم بشدة إضاءة شاشة راسم الاهتزاز الإلكتروني بواسطة التحكم :** A- بدرجة حرارة المهبط . B- بالتوتر المطبق على المصعد . C- بالتوتر السالب المطبق على الشبكة . D- بتوتر الجملة الحارفة .

2) **أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي :**

1. **يطبق على شبكة وهلنت توتر سالب** : لضبط الحزمة الإلكترونية والتحكم بعدد الإلكترونات النافذة من ثقبها وبالتالي التحكم بشدة إضاءة شاشة راسم الاهتزاز الإلكتروني .
2. **تنتزع الإلكترونات الحرة من سطح معدن بتسخينه إلى درجة حرارة مناسبة** : نتيجة التسخين اكتسبت هذه الإلكترونات قدراً كافياً من الطاقة أدى لازدياد سرعتها وحركتها العشوائية وهذه الطاقة أكبر من الطاقة اللازمة لانتزاعها .
3. **تطلى شاشة راسم الاهتزاز الإلكتروني بطبقة من الغرافيت** : للحيلولة دون تراكم زائد للشحنة الساكنة على الأنبوب .حيث يتم تأريض طبقة الغرافيت .

3) **اشرح الدور المزدوج لشبكة وهلنت في جهاز راسم الاهتزاز الإلكتروني .(دورة 2004)**

- ✓ تجميع الإلكترونات الحرة الصادرة عن المهبط في نقطة تقع على محور الأنبوب .
- ✓ تغيير شدة إضاءة الشاشة من خلال تغيير التوتر السالب على الشبكة ، فيتغيّر عدد الإلكترونات النافذة من ثقب الشبكة .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

ثانياً: حل المسألتين الآتيتين :

المسألة رقم (4) : أنبوبة تلفزيون طولها ($0.35\ m$) ، ويبلغ متوسط عدد الإلكترونات فيها (3.5×10^{8} إلكترون/متر) في الحزمة الإلكترونية بين المهبط والمصعد الأول :

1. إذا كان متوسط سرعة حزمة الإلكترونات ($5\times10^{6}\ m.s^{-1}$) لحظة صدمها للشاشة (**المصعد**) ، فاحسب الطاقة الحركية للحزمة الإلكترونية عندئذٍ .
2. احسب فرق الكمون بين المهبط والمصعد الأول بفرض أن الإلكترون غادر المهبط دون سرعة ابتدائية .

$e = 1.6\times10^{-19}\ C$ ، $m_e = 9\times10^{-31}\ kg$ ، (يهمل ثقل الإلكترون)

المسألة رقم (5) : راسم إهتزاز إلكتروني يصدر مدفعه الإلكتروني حزمة متجانسة من الإلكترونات بدون سرعة ابتدائية عملياً . نطبق توتراً بين مصعده ومهبطه ، قدره ($1125\ V$) ، **والمطلوب :**

1. احسب الطاقة الحركية لأحد إلكترونات تلك الحزمة عندما يصل المصعد وسرعته حينئذ .
2. تدخل الحزمة الإلكترونية بين لبوسي مكثفة مستوية مشحونة البعد بينهما ($2\ cm$) يوازيان مسار الحزمة الإلكترونية في حالة عدم تطبيق فرق كمون بين اللبوسين .

A. احسب شدة الحقل الكهربائي بين الصفيحتين إذا كان فرق الكمون بينهما ($500\ V$) .

B. استنتج معادلة حامل مسار أحد إلكترونات الحزمة بالنسبة لمراقب خارجي .

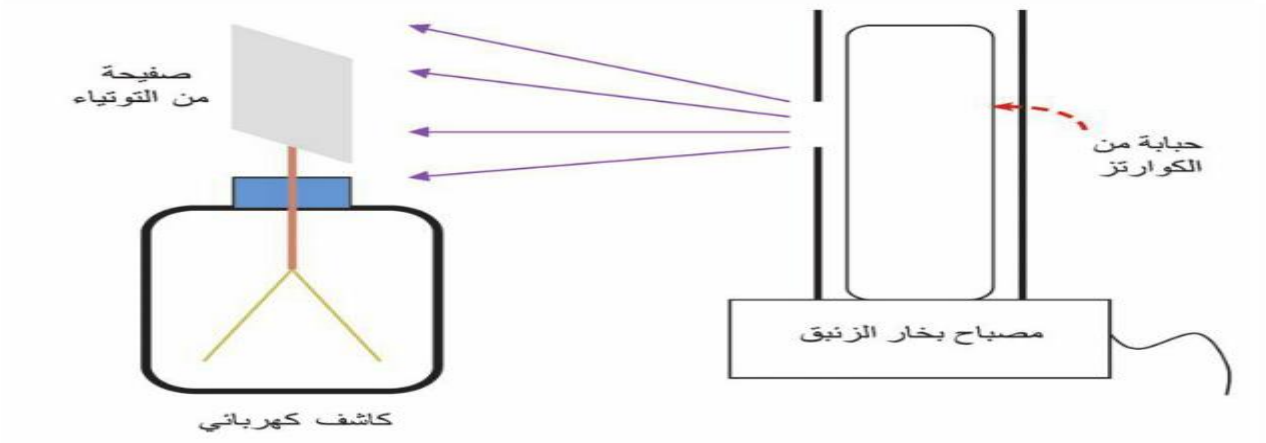
$e=1.6\times10^{-19}\ C$ ، $m_e = 9\times10^{-31}\ kg$ ، (يهمل ثقل الإلكترون)

الفعل الكهرضوئي

تجربة هرتز : (دورة)

نثبت صفيحة من التوتياء (الزنك) فوق قرص كاشف كهربائي ، ونعرضها لأشعة صادرة عن مصباح بخار الزئبق .

نسقط الأشعة الصادرة عن مصباح بخار الزئبق على صفيحة Zn الموصولة بقرص كاشف كهربائي مشحون كهربائياً



إن هذا المصباح يصدر ثلاث أنواع من الأشعة هي الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء و (الأشعة فوق البنفسجية التي تحمل طاقة كافية قادرة على انتزاع الإلكترونات من صفيحة الزنك) .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

1- **شحنة الصفيحة سالبة: تتقارب الورقتين حتى تنطبقا (التعليل)** عند تعريض صفيحة **Zn** لأشعة المصباح فإن الأشعة الفوق بنفسجية تنتزع بعض إلكتروناتها الحرة فيحدث تنافر بين شحنتها السالبة و الشحنة السالبة للإلكترونات المنتزعة منها فيؤدي ذلك إلى فقدانها تدريجياً لشحنتها السالبة فتتعادل وتتقارب الوريقتان حتى تنطبقا .

2- **شحنة الصفيحة سالبة ونضع في طريق الأشعة صفيحة زجاج فإن الانفراج لا يتغير (التعليل)** الزجاج لا يمرر الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن مصباح بخار الزئبق (المسؤولة عن انتزاع الإلكترونات من ***Zn***) ويمرر فقط الأشعة المرئية والتحت حمراء واللتان لا تمتلكان طاقة كافية لانتزاع الالكترونات من الصفيحة فلا يتغيّر انفراج وريقتا الكاشف.

3- **شحنة الصفيحة موجبة: الانفراج لا يتغير (التعليل)** الأشعة فوق البنفسجية انتزعت الإلكترونات الحرة من الصفيحة ولكن الشحنة الموجبة تجذبها لها ولا يتغيّر الانفراج .

ملاحظات هامة :

- ✓ عندما يتلقى الالكترونات طاقة قدرها **Ws** مساوية لطاقة ارتباطه بالمعدن فإنه يفك ارتباطه بالمعدن ويخرج بطاقة حركية معدومة $E_k = 0 \Leftarrow E = \mathbf{Ws}$ (كل الطاقة الضوئية التي قدمت لانتزاع الالكترونات ***E*** صرفت على شكل طاقة انتزاع **Ws**)
- ✓ عندما $E > w_s$ نخرج الإلكترونات $\bar{e}$ ومعها طاقة حركية (الطاقة الضوئية **E** التي قدمت لانتزاع الإلكترونات صرفت على شكل طاقة انتزاع **Ws** وطاقة حركية للإلكترونات E_k فتكون : $E = \mathbf{Ws} + E_k$
- ✓ ***تحسب الطاقة الحركية للإلكترونات المنتزعة من فرق الطاقتين*** $E_k = E - \mathbf{Ws}$
- ✓ الفعل الكهرضوئي هو انتزاع الكترونات من المادة عند تعريضها لإشعاعات كهرطيسية مناسبة .

فرضية أينشتاين :

اذكر خواص الفوتون ؟ (دورة 2016 الأولى)

اعتبر أن الحزمة الضوئية تواترها **f** هي حزمة من الجسيمات غير المرئية تسمى **فوتونات**

1- الفوتون يواكب موجة كهرطيسية تواترها **f** . 2- شحنته الكهربائية معدومة (متعدد 2017 الأولى)

3- يتحرك بسرعة الضوء في الخلاء . 4- طاقته: $\mathbf{E = hf}$

5-كمية حركته : $P = mc, E = mc^2 \rightarrow P = \frac{E}{c^2}c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} = \frac{h}{\lambda}$

وتكون استطاعة الموجة الكهرطيسية التي تسقط على سطحه: $P = Nhf$

حيث **N** عدد الفوتونات التي يتلقاها السطح في واحدة الزمن.

شرح الفعل الكهرضوئي :

عندما يسقط فوتون على سطح المعدن فإنه يصادف إلكترون حر ويعطيه كامل طاقته ماهي الاحتمالات الممكنة في هذه الحالة (نفسه اشرح الفعل الكهرضوئي) ؟

- عندما يصادف الكترون فوتون متقدم له فإن الإلكترون يقوم بامتصاص كامل طاقة الفوتون فإذا كانت $\mathbf{E = hf}$ تساوي طاقة الانتزاع W_s أي $hf = W_s$ يخرج $\bar{e}$ من معدن بطاقة حركية معدومة وعندها :

$$E = W_s \Rightarrow hf = hf_s \xrightarrow{\text{نختصر } h} f = f_s \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_s} \xrightarrow{\text{نختصر الثوابت}} \lambda = \lambda_s$$

$\mathbf{f = f_s \ , \lambda = \lambda_s}$ **(ينتزع الإلكترون فقط بدون طاقة حركية)**

- إذا كانت $w_s < E = hf$ فإن الالكترون ينتزع بجزء من طاقة الفوتون W_s ويبقى الجزء الآخر على شكل طاقة حركية

$$E > W_S \Rightarrow hf > hf_s \xrightarrow{\text{نختصر } h} f > f_s \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} > \frac{c}{\lambda_s} \xrightarrow{\text{نختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda < \lambda_s \Rightarrow E_k = hf - w_s$$

شرط حدوث الفعل الكهرضوئي : (ينتزع الإلكترون ومعه طاقة حركية) $f > f_s \ , \lambda < \lambda_s$

- إذا كانت $W_s > E$ يبقى الإلكترون مرتبطاً بالمعدن ولا ينتزع .

نتيجة: لا ينتزع $\bar{e}$ $E < W_S \Rightarrow hf < hf_s \xrightarrow{\text{نختصر } h} f < f_s \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} < \frac{c}{\lambda_s} \xrightarrow{\text{نختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda > \lambda_s$

(لا يتولّد فعل كهرضوئي أي لا ينتزع الإلكترون ولا يمر تيار) : $f < f_s \ , \lambda > \lambda_s$

الخلية الكهرضوئية (الحجيرة الكهرضوئية) :

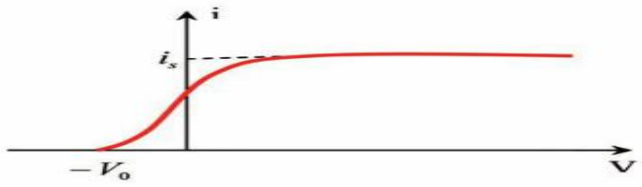
(شرط عملها : $E \geq W_S \Rightarrow hf \geq hf_s \xrightarrow{\text{نختصر } h} f \geq f_s \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda} \geq \frac{c}{\lambda_s} \xrightarrow{\text{نختصر } c \text{ ونقلب}} \lambda \leq \lambda_s$

صف الحجيرة الكهرضوئية وارسم دارتها الكهربائية ؟

حبابة مخلاة من أي غاز تحوي مسريين: المسرى الأول مهبط C يغطي سطحه طبقة من معدن قلوي تتلقى الضوء ، و المسرى الثاني: مصعد A على شكل شبكة معدنية أو حلقة ، ويوصل الجميع إلى مقياس ميكرو أمبير على التسلسل ومقياس للتوتر على التفرع والجميع موصول بمولد يعطي توتر ثابت بين المهبط والمصعد .

اشرح تأثير التوتر المطبق على الحجيرة وعلى تيار الحجيرة ثم ارسم المنحني للتيار وعلاقته بالتوتر.

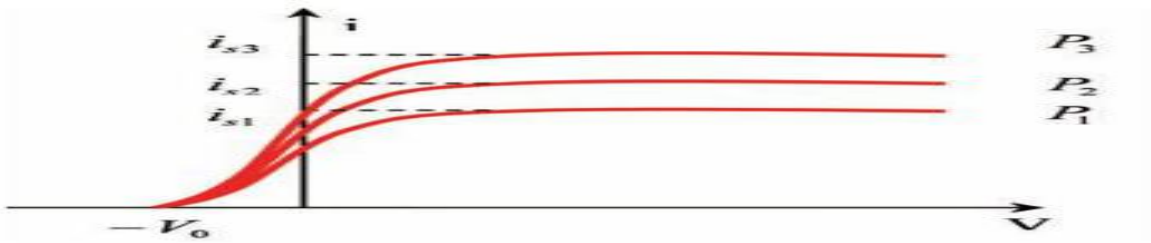
نسلط حزمة ضوئية ذات طول موجي وحيد اللون وتواترها مناسب مع تثبيت شدة الحزمة الضوئية ، ونبدأ بتغيير قيم التوتر المطبق ، فنلاحظ أن التيار يمر عندما كان التوتر المطبق بين المهبط والمصعد سالباً ابتداءاً من $U=-U_0$ حيث U_0: كمون الإيقاف .



- ✓ عندما يكون كمون المهبط (موجباً) أعلى من كمون المصعد تخضع $\bar{e}$ لقوة محركة كهربائية تعاكس جهة الحقل الكهربائي وتعمل هذه القوة على إعادة الالكترونات إلى المهبط ولا يمر تيار
- ✓ عندما يصل التوتر إلى $V=-V_0$ توتر إيقاف تبدأ بعض الإلكترونات بالوصول إلى المصعد فيمر تيار وكلما صغر التوتر بقيمة مطلقة ازداد عدد الالكترونات التي تصل إلى المصعد فتزداد شدة التيار.
- ✓ عندما يكون توتر موجب تعمل القوة الكهربائية على تسريع الإلكترونات المتجهة نحو المصعد ويزداد بذلك عددها فتزداد بذلك شدة التيار عظمى. $i=i_s$ تيار الإشباع وتصل جميع الإلكترونات إلى المصعد.

اشرح تأثير الاستطاعة الضوئية على تيار الحجيرة ؟

تعطى الإستطاعة الكهربائية بالعلاقة : $P=Nhf$ حيث N عدد الفوتونات فكلما زاد احتمال تصادم الفوتونات مع الإلكترونات زاد ذلك من تيار الإشباع ، إذاً **تزداد شدة تيار الإشباع** بازدياد عدد الفوتونات المتصادمة مع الإلكترونات أي **بزيادة الإستطاعة .**



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- كمية حركة الفوتون هي :

A) $P = \frac{f}{\lambda}$ B) $P = \frac{h}{\lambda}$ C) $P = h\lambda$ D) $P = hf$

2- يحدث الفعل الكهرضوئي بإشعاع ضوئي وحيد اللون تواتره :

A) $f = f_s$ B) $f < f_s$ C) $f > f_s$ D) $f=0$

3- إن الطاقة الحركية العظمى للإلكترون لحظة مغادرته مهبط الحجيرة الكهرضوئية :

A) تزداد بازدياد تواتر الضوء الوارد f .

B) تنقص بازدياد تواتر الضوء الوارد f .

C) تزداد بازياد f_s .

D) تنقص بنقصان f_s .

4- يحدث الفعل الكهرضوئي لضوء وحيد اللون طول موجته :

A) $\lambda = \lambda_s$ B) $\lambda < \lambda_s$ C) $\lambda > \lambda_s$ D) $\lambda = 0$

5- نضيء مهبط حجيرة كهرضوئية بضوء مناسب وحيد اللون ، ونغير Uab ، ونرسم المنحني المميز وعندما يكون Uab=0 :

A) يمر تيار في دارة الحجيرة .

B) لا يمر تيار في دارة الحجيرة .

C) يمر تيار الإشباع .

D) لا يتعلق تيار الحجيرة بـ U_{ab} .

لا تشغل بالك وريّح حالك ☺

المسألة رقم (6) : تسقط حزمة ضوئية ، تواترها (8.5×10^{14} Hz) على صفيحة من الألمنيوم (نفترض أن سطح الصحيفة خالٍ من أكسيد الألمنيوم) ، أحسب السرعة التي يغادر بها إلكترون منتزع من سطح الألمنيوم .علماً أن كتلة الإلكترون ($m_e=9\times10^{-31}$ kg) ، وطاقة انتزاع إلكترون معدن الألمنيوم (3.4 eV) . ($h=6.6\times10^{-34}$ J.s)

المسألة رقم (8) : (دورات 1994 + 2003)

يضيء منبع وحيد اللون ، طول موجته (0.5µm) حجيرة كهرضوئية حيث طاقة انتزاع الإلكترون فيها $E_s=33\times10^{-20}$ J **والمطلوب:**

1. طول موجة عتبة الإصدار .
2. الطاقة الحركية للإلكترون لحظة انتزاعه من المهبط وسرعته العظمى .

($m_e=9\times10^{-31}$ kg , $c=3\times10^{8}$ m.s^{-1}, $h=6.6\times10^{-34}$ J.s)

المسألة رقم (9) : يضيء منبع وحيد اللون مهبط حجيرة كهرضوئية فيحتاج معدنه لطاقة انتزاع ($E_s=3\times10^{-19}$ J) .

والمطلوب : 1- ما الشرط الذي يجب أن يحققه طول موجة الضوء لتعمل الحجيرة الكهرضوئية ؟

2-تضاء الحجيرة بضوء وحيد اللون ، طول موجته (0.59 µm) . استنتج العلاقة المحددة لأعظم سرعة يمكن أن تكون للإلكترون لحظة إصداره ، ثم احسب قيمتها .

3-احسب عدد الإلكترونات الصادرة عن المهبط في الثانية إذا كانت شدة تيار الإشباع في الحجيرة (10^{-10} A) .

($e=1.6\times10^{-19}$ C $m_e=9\times10^{-31}$ kg , $c=3\times10^{8}$ m.s^{-1} , $h=6.6\times10^{-34}$ J.s)

المسألة رقم (10) : خلية ضوئية ، يتكون المهبط فيها من صفيحة من السيزيوم حيث تساوي عتبة طول الموجة اللازم لانتزاع إلكترون (λ_s=6600 A°)

والمطلوب :

1. احسب الطاقة الدنيا اللازمة لانتزاع الإلكترون .
2. نعرض الخلية لحزمة ضوئية بطول موجة (λ =425 nm) فيجري انتزاع إلكترونات ، احسب الطاقة الحركية والسرعة العظمى لكل إلكترون منتزع .

المسألة رقم (11):

في إحدى تجارب الفعل الكهرضوئي كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنتزع ($E_k=3\times10^{-20}$ J) عندما استخدم ضوء طول موجته (λ =0.6 µm) وعند استبداله بضوء آخر طول موجته λ ´=0.5 µm في التجربة نفسها كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنتزع ($E_k'=9.6\times10^{-20}$ J) . **استنتج قيمة ثابت بلانك في الإشعاع ، ثم احسب طاقة الانتزاع .**

إضافي : أحسب طول موجة عتبة الإصدار ($C=3\times10^8$ m.s^{-1})

المسألة رقم (12) :

إذا كان أكبر طول موجة يلزم لانتزاع الإلكترون من سطح معدن السيزيوم في حجيرة كهرضوئية يساوي (6600 A°) ، **والمطلوب:**

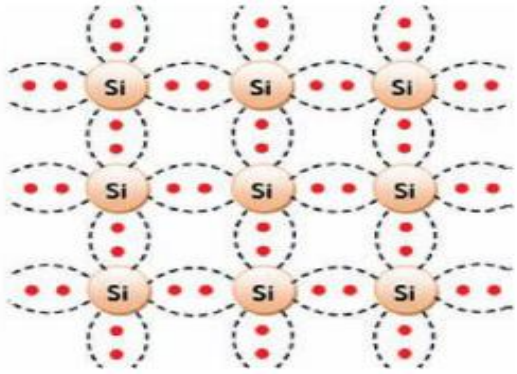
1. الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون .
2. كمية حركة الفوتون الوارد عندما يضاء سطح المعدن بضوء وحيد اللون طول موجته ($\lambda = 4400$ A°) .
3. الطاقة الحركية العظمى للإلكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة .
4. قيمة كمون الإيقاف .
5. (**إضافي دورة 2003**) يستبدل الضوء السابق بضوء وحيد اللون تواتره مساوياً لتواتر عتبة الإصدار لمعدن الصوديوم ، أحسب سرعة الإلكترون لحظة وصوله إلى مصعد الحجيرة إذا كان فرق الكمون المطبق على المسريين (45V) .

$C=3\times10^8$ m.s^{-1} ، القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون $e=1.6\times10^{-19}$ C ، $h=6.6\times10^{-34}$ J.s ، (يهمل ثقل الإلكترون)

أنصاف النواقل

الناقلية الأصلية لنصف الناقل: اشرح البنية البلورية لنصف الناقل؟

تحتوي ذرات العناصر نصف الناقلة على أربعة الكترونات في طبقتها التكافؤية وكل ذرة ترتبط مع أربع ذرات مجاورة لها بأربع روابط تشاركية لتحقيق الثمانية .



اشرح الناقلية الأصلية لنصف الناقل:

نصف الناقل عازل مثالي في درجة الصفر المطلق لعدم وجود إلكترونات حرة ، وعند رفع درجة الحرارة يحرر الإلكترونات التكافؤية من روابطها عندما يترك e مكانه يترك وراءه ثقب شحنته موجبة يكوّن زوج (إلكترون , ثقب) بسبب الناقلية في نصف الناقل. يمكن لإلكترون في ذرة مجاورة أن يملأ الثقب مخلفاً وراءه ثقباً جديداً فيحدث انتقال في أمكنة الثقوب يكافئ انتقال الشحنة الموجبة عكس جهة $\bar{e}$ ، ويكون دوماً عدد $\bar{e}$ الحرة = عدد الثقوب .

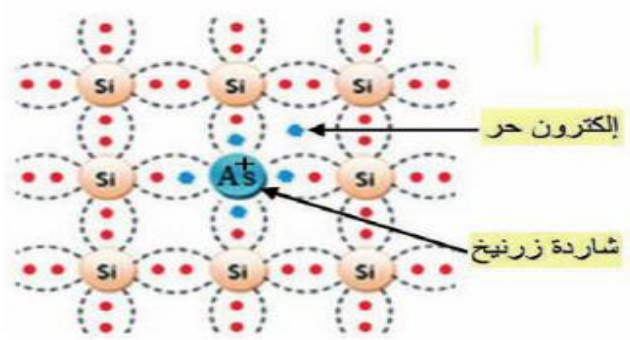
✓ تعود الناقلية الأصلية لنصف الناقل إلى الحركة المضاعفة للالكترونات الحرة والثقوب تزدادا برفع درجة الحرارة.

الناقلية الهجينة لأنصاف النواقل :

كيف نجعل نصف ناقل هجيناً من النمط n ما نوع ناقليته؟

بإشابة نصف الناقل النقي بشائبة خماسية التكافؤ حيث :

تحل ذرة **As زرنيخ (أو فوسفور) خماسي التكافؤ** مكان إحدى ذرات نصف الناقل **Si** وتحاط بأربع ذرات **Si** لتكوّن أربع روابط مشتركة ، ويبقى لذرة الزرنيخ **إلكترون فائض** غير مرتبط يترك ذرته ويسهل انتقاله داخل البلورة كإلكترون حر.

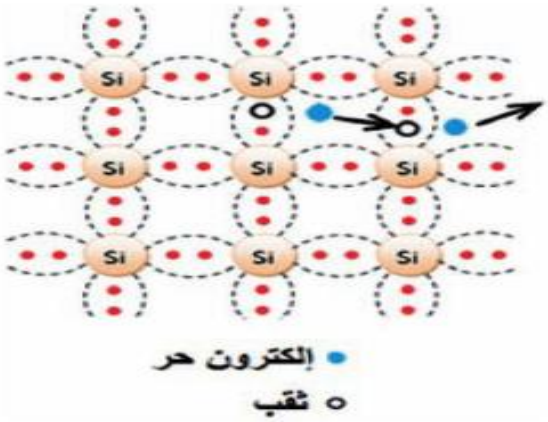


يمكن لتلك $\bar{e}$ الفائضة أن تتحرر بسهولة **معطية ناقلاً هجيناً n ناقليته إلكترونية** تضاف إلى الناقلية الأصلية **وحاملات الشحن الأكثرية هي الإلكترونات والأقلية ثقوب .**

كيف نجعل نصف ناقل هجيناً من النمط p ما نوع ناقليته؟

بإشابة نصف الناقل النقي بشائبة ثلاثية التكافؤ حيث :

تحل ذرة **In أنديوم (أو بور) ثلاثي التكافؤ** مكان إحدى ذرات نصف الناقل **Si** فتكون هذه الذرة محاطة بأربع ذرات **Si** لتكوّن ثلاث روابط مشتركة مع ثلاث ذرات **Si** و ينقص إلكترون في ذرة الأنديوم لتكوّن الرابطة الرابعة (نقصان إلكترون أي تولد ثقب)، يمكن لإلكترون في ذرة مجاورة أن يتحرك ليعدّل هذا الثقب مخلفاً وراءه ثقباً جديداً ، ويبقى نصف الناقل الهجين معتدل ذا ثقوب غير مشغولة بالإلكترونات و يسعى إلى قبول إلكترونات **معطياً ناقلاً من النوع p ناقليته ثقوبية** وحاملات **الشحنة الأكثرية هي الثقوب والأقلية هي الإلكترونات**



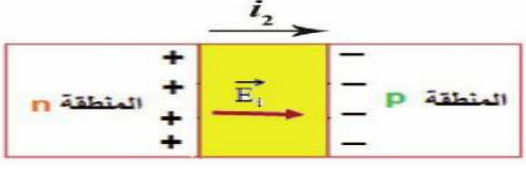
✓ في نصف الناقل في دارة كهربائية تتحرك الثقوب الموجبة كتيار كهربائي.

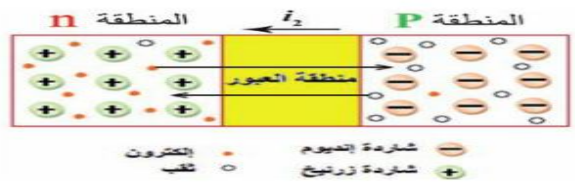
الثنائي الوصلة (p-n) غير المستقطب :

في ثنائي الوصلة (p-n) كيف يتم انتقال حاملات الشحنة وعلى ماذا يتوقف توتر الحاجز مع الوصلة؟

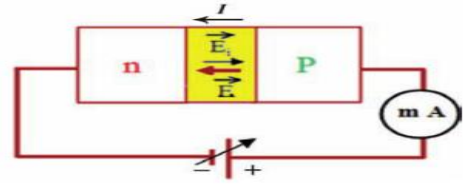
تنتقل بعض الالكترونات من $p \rightarrow n$ وتنتقل بعض الثقوب من $n \rightarrow p$ عبر منطقة العبور ويقابل ذلك تيار i_1 من $n \rightarrow p$ **ويسمى تيار الأكثرية** ، ويتولد على جانبي منطقة العبور شحنات موجبة في n وسالبة في p وينشأ بينهما فرق في الكمون تتزايد شدته تدريجياً مع استمرار انتقال حاملات الشحنة الأكثرية حتى يصبح كافياً لمنع بقية حاملات الشحنة الأكثرية من الانتقال فتصبح الوصلة في حالة التوازن **ويسمى فرق الكمون توتر الحاجز ويتوقف على:** درجة حرارة الوصلة 2- نوع مادة نصف الناقل 3- نسبة الإشابة في كل من منطقتي العبور pوَn

إن وجود الحقل الكهربائي الداخل يسمح لحاملات الشحنة بالانتقال عبر منطقة العبور فيتولد تيار i_2 **يسمى تيار الأقلية** يتجه من $n \rightarrow p$ بجهة $\vec{E}$ ويكون التيار المحصل معدوماً $i_1=i_2$

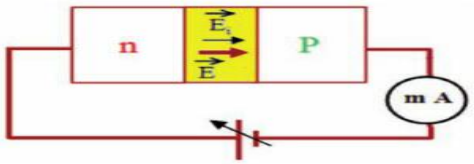




نقوم بوصل منطقتي الوصلة (p-n) مولد تيار مستمر بطريقة مباشرة (1) وغير مباشرة (عكسية)(2) وفقه الدارتين الآتيتين في أي منهما يمر تيار كهربائي مع التعليل؟



(1)



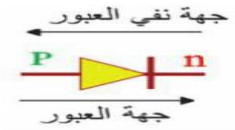
(2)

التعليل: في الدارة (1) يمر وفي الدارة (2) لا يمر في (1) يتولد حقلاً كهربائياً $\vec{E}$ خارجي ناتج عن التوتر المطبق يعاكس جهة الحقل الداخلي فيضعفه (يكسر توتر الحاجز) ويسمح بانتقال حاملات الشحنة الأكثرية الإلكترونات من **n** إلى **p** عبر منطقة العبور فينحرف مؤشر (الميلي أمبير) المقياس دالاً على مرور تيار الأكثرية من **p** إلى **n**.

في (2) يولد التوتر المطبق حقلاً كهربائياً $\vec{E}$ خارجي له حامل وجهة الحقل الكهربائي الداخلي مما يزيد معاكسة انتقال حاملات الشحنة الأكثرية فتبدي الوصلة مقاومة كبيرة جداً فتمنع تيار الأكثرية من المرور ولا ينحرف مؤشر المقياس.

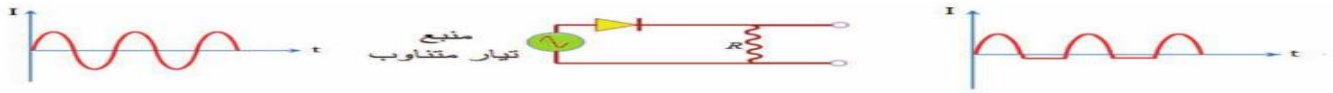
(يمر تيار كهربائي ضعيف يدل على انتقال الشحنة الأقلية يشير إليه مقياس ميكرو أمبير)

نتيجة هامة: ثنائي الوصلة (p-n) يمرر تياراً كهربائي بالاتجاه المباشر من $p \rightarrow n$ ولا يسمح للمرور بالاتجاه المعاكس.



✓ $p \rightarrow n$: **جهة العبور** و $n \rightarrow p$: **جهة نفي العبور**

كيف يتم استخدام الوصلة (p-n) في تقويم التيار المتناوب الجيبي مع رسم الخطوط البيانية؟ في نصف الدور الأول الذي يحقق توتراً مباشراً للوصلة تسمح بمرور التيار $p \rightarrow n$ (جهة العبور) في نصف الدور الذي يحقق توتراً عكسياً $n \rightarrow p$ (نفي العبور) لا تسمح الوصلة بالمرور ، عملياً نحصل على تيار وحيد الجهة متقطع وهذا يسمى تقويم التيار المتناوب.



الترانزستور

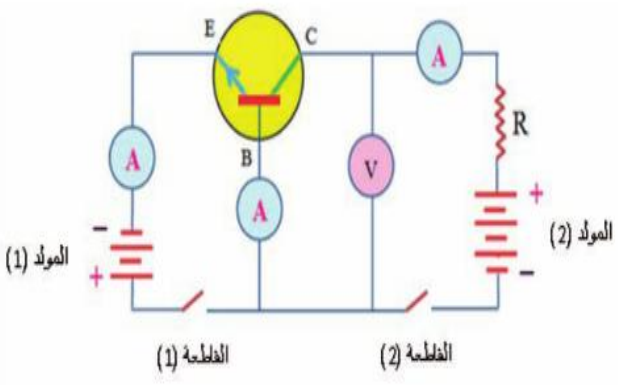
اشرح تركيب الترانزستور موضحاً بالرسم بطريقة القاعدة المباشرة؟

يتركب من بلورة نصف ناقل مشوبة فيها ثلاثة مناطق: طرفيتان من نمط واحد والوسطى من نمط مغاير وتسمى **القاعدة** (B) والطرفيتان تسميان **الباعث** (E) و**المجّمع** (C) ونسبة الشوائب كبيرة في الباعث مقارنة بما هي عليه في المجمع وحجم المجمع اكبر من حجم الباعث أما القاعدة وهي رقيقة جداً لا يتجاوز ثخنها بضعة ميكرونات ونسبة الشوائب فيها أقل من نسبتها في المجمع والباعث.**(مقارنة بين الباعث والمجمع دورة 2016 الأولى)**

سمّ الترانزستور المبين في الشكل جانباً مبيناً نوع كل منطقة فيه والفروق بينها .

عمل الترانزستور :

اشرح عمل الترانزستور (n-p-n) ، وارسم المنحني البياني لتضخيم الكمون واستنتج عبارة عامل التضخيم؟



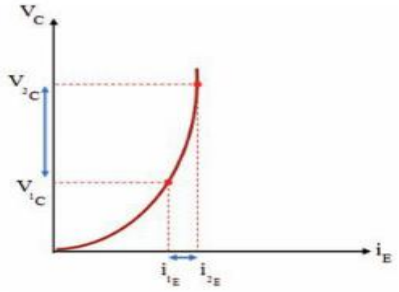
نغلق القاطعة1 استقطاب مباشر فيتم توصيل دارة كهربائية (الباعث – قاعدة) في اتجاه العبور فيمر تيار صغير نسبياً :

التعليل: باعتبار نسبة إشابة القاعدة صغيرة فعدد الإلتحامات (ثقب – إلكترون) سيكون قليلاً فتكون شدة التيار صغيرة نسبياً .

نغلق القاطعة 2 فقط والقاطعة 1 مفتوحة استقطاب عكسي فيتم وصل دارة (المجمع – القاعدة) في اتجاه نفي العبور فيمر تيار شدته ضعيفة جداً من رتبة (نانو أمبير) التعليل: لأنه تيار حاملات الشحنة الأقلية وهي قليلة جداً لذا تكون شدة التيار المار في الدارة صغيرة جداً .

نغلق القاطعة 1,2 معاً فنلاحظ مرور تيارين (i_C, i_E) **في دارة الباعث ودارة المجمع لهما الشدة الواحدة تقريباً**

التعليل: $i_C = i_E$ يقوم الباعث بضخ (حقن) N_E إلكترون من إلكتروناته الأكثرية نحو المجمع **C** عبر القاعدة **B** الرقيقة جداً وثقوبها قليلة لذا عدد الإلتحامات قليل فيتابع N_C إلكترون من الكترونات المحقونة إلى المجمع **C** فيمر تيار i_C في دارة (**المجمع – القاعدة**) شدته : $i_C = \frac{N_C e}{t}$ قريبة من شدة i_E حيث : $i_E = \frac{N_E e}{t}$ كون N_C عدد الإلكترونات التي عبرت إلى المجمع تساوي تقريباً N_E عدد الإلكترونات التي حقنها الباعث.



نتيجة: يعمل الترانزستور على جعل i_E يمر في مقاومة R_E صغيرة حيث الاستقطاب مباشر و أن يجتاز هو نفسه تقريباً i_C مع مقاومة R_C كبيرة كون الاستقطاب غير مباشر $i_E = i_B + i_C$ ، ونجد أن أي تغيّر صغير في i_E يقابل تغير في i_C ثم تغير كبير في كمون المجمع $V_C = R_C i_C$ ونحسب الاستطاعة الناتجة منه : $P_C = i_C \cdot V_C$

عامل التضخيم: $i_E \approx i_C$:

$$\alpha = \frac{P_C}{P_E} = \frac{i_C V_C}{i_E V_E} = \frac{R_C i_C^2}{R_E i_E^2} = \frac{R_C}{R_E}$$

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1. **إن عمل الترانزستور هو :** (دورة 2015)
   A) مقوم للتيار المتناوب . B) مضخم .
   C) مقوم للتيار المتواصل . D) مقاومة أومية .
2. **إن نسبة الإشابة في الباعث تكون :**
   A) أكثر منها في المجمع . B) تساوي نسبتها في المجمع
   C) أصغر منها في المجمع . D) تساوي نسبتها في القاعدة .
3. **ينشأ الحقل الداخلي Ei في الثنائي الوصلة P-n من :**
   A) حركة الثقوب فقط .
   B) حركة الإلكترونات فقط .
   C) تجمع الشحنات السالبة في n والموجبة في P على طرفي منطقة العبور .
   D) تجمع الشحنات السالبة في P والموجبة في n على طرفي منطقة العبور .
4. **إن شدة تيار الباعث في الترانزستور تعطى بالعلاقة :**
   A) $i_E=i_C+i_B$ B) $i_E=i_C-i_B$.
   C) $i_E=\frac{i_B}{i_C}$ D) $i_E=\frac{i_C}{i_B}$
5. **نحصل على ناقل هجين من النمط n إذا كانت الشائبة هي :** (دورة 2016 -2017الثانية)
   A) البور . B) ألمنيوم .
   C) فوسفور . D) كربون .
6. **نحصل على ناقل هجين من النمط P إذا كانت الشائبة هي :**
   A) الزرنيخ . B) الصوديوم .
   C) بور انديوم . D) كربون .
7. **يتولد الثقب في بلورة نصف الناقل من :**
   A) نقص إلكترون . B) زيادة إلكترون.
   C) نقص بروتون . D) زيادة نترون .
8. **إن المنطقة n في الوصلة P-n غير المستقطب :**
   A) تكسب شحنة موجبة . B) تكسب شحنة سالبة.
   C) تبقى معتدلة . D) لاشحنات فيها .

حل المسألة الآتية :

المسألة رقم (13)

نضع ترانزستور في دارة تضخيم بطريقة القاعدة المشتركة . فإذا كانت شدة تيار الباعث في لحظة ما تساوي $40\ mA$ **والمطلوب :**

1. احسب شدة تيار كل من دارتي القاعدة والمجمع ، علماً أن شدة تيار القاعدة تعادل 2% من شدة تيار الباعث .
2. إذا علمت أن مقاومة دار الباعث (100Ω) ، ومقاومة دارة المجمع (10000Ω) . فاحسب عامل تضخيم الترانزستور ، واحسب كلاً من الاستطاعة الداخلة والاستطاعة الناتجة .

الفيزياء الطبية

الأشعة السينية X-ray

مم يتألف انبوب توليد الأشعة السينية (انبوب كوليدج)؟

أنبوب زجاجي مخلى من الهواء بشدة $10^{-6}mmHg$ يحوي سلك تنغستين ، يسخن لدرجة التوهج بتيار كهربائي ، و يحيط بالسلك مهبط معدني مقعر الشكل يعمل على عكس حزمة الالكترونات المنبعثة من السلك وتجميعها على الهدف الموصول بالمصعد (مقابل المهبط) و الهدف هو معدن ثقيل درجة انصهاره مرتفعة ويثبت على اسطوانة نحاسية متصلة بمبرد .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

اشرح آلية توليد الأشعة السينية ؟ عند تسخين سلك التنغستين تنبعث منه إلكترونات يتم تسريعها بتوتر متواصل كبير $10^4 \rightarrow 10^5$ فولط بين المهبط والمصعد تصطدم $\bar{e}$ المسرّعة بذرات الهدف وجزءاً منها يؤدي إلى انتزاع إلكترون من إلكترونات الطبقات الداخلية في ذرات الهدف، ويبقى مكانه شاغراً فينتقل أحد الإلكترونات من طبقات أعلى لذرات المادة والهدف ليحل مكانه ويترافق ذلك بإصدار فوتونات ذات طاقة عالية هي الأشعة السينية وتتحول الطاقة الحركية للجزء الآخر من الإلكترونات المسرعة بعد اصطدامها إلى طاقة حرارية كبيرة في مادة الهدف لذلك يجب تبريده.

استنتج عبارة طول الموجة الأصغري للأشعة السينية؟

إن طاقة فوتونات الأشعة السينية تساوي الطاقة الحركية للإلكترونات المسرّعة التي هي سبب إصدارها :

$$E = E_k \Rightarrow hf_{max} = eU \Rightarrow h\frac{c}{\lambda_{min}} = eU$$

$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU}$: أقصر طول موجة للأشعة السينية و يتوقف λ_{min} على فرق الكمون المطبق U.

ما هي طبيعة الأشعة السينية ؟ أمواج كهرطيسية أطوال موجاتها أقصر بكثير من أطوال أمواج الضوء المرئي:

$0.001nm \rightarrow 13.6nm$ وتحمل طاقة عالية جداً وسرعتها بسرعة انتشار الضوء

اذكر مع الشرح خواص الأشعة السينية؟

1- تصدر عن ذرات العناصر الثقيلة (ذات العدد الذري Z الكبير نسبياً) بعد إثارتها .

2- ذات قدرة عالية على النفوذ بسبب قصر طول موجتها

3- تشبه الضوء المرئي من حيث الانتشار المستقيم والإنعكاس و الإنكسار والتداخل والإنعراج .

4- أمواج كهرطيسية غير مشحونة **دليل ذلك** أنها لا تتأثر بالحقلين الكهربائي والمغناطيسي .

5- تسبب التألق لبعض المواد بسبب قدرتها على اثارة ذرات هذه المواد .

6- **تتوقف قابلية امتصاصها ونفوذها على: (تأتي هذه الفقرة سؤال لوحدها اشرح مثل دورة 2017 الثانية)**

1) **ثخن المادة:** تزداد نسبة الأشعة الممتصة وتقل نسبة نفاذها بازدياد ثخن المادة .

2) **كثافة المادة:** تزداد نسبة الأشعة الممتصة بازدياد كثافة المادة وتنقص بنقصانها مثل الرصاص والذهب جيدة الامتصاص لكثافتها العالية أما الخشب والبلاستيك ضعيفة الامتصاص لقلة كثافتها .

3) **طاقة الأشعة المستخدمة :** يزداد امتصاصها بنقصان طاقتها ، ونميز نوعين منا من حيث الطاقة (**قد يأتي ماهو الفرق)**

✓ **الأشعة اللينة :** أطوال موجاتها $1nm < \lambda < 13.6nm$ طاقتها منخفضة وامتصاصها كبير ونفوذها قليل

✓ **الأشعة القاسية :** أطوال موجاتها $0.001nm < \lambda < 1nm$ طاقتها عالية وامتصاصها قليل ونفوذها كبير

7- **تؤين الغازات: (يأتي تعليل أو شرح دورة2005-2017 الثانية)** إذا سقطت حزمة من الأشعة السينية على كرة كاشف كهربائي مشحون فرغت شحنته **علل:** تحمل فوتونات الأشعة السينية طاقة كبيرة تكفي لتأيين الغاز الذي تخترقه فتؤين الهواء المحيط بها فتجذب كرة الكاشف الأيونات المخالفة لشحنتها مما يسبب باعتداله .

8- **تؤثر في الأنسجة الحية:** تتخرب الخلايا إذا استمر تعرضها للأشعة السينية لذا تستعمل الألبسة التي يدخل الرصاص بها للوقاية من حروق الأشعة السينية.

اشرح مجالات استخدام الأشعة السينية ؟

✓ **طبي:** الكشف عن الكسور وتشوهات العظام ، وأمراض الرئة ، ومعالجة الأورام السرطانية ، و تعقيم بعض المعدات الطبية

✓ **صناعي:** الكشف عن العيوب في المواد المصنعة كوجود الفجوات والعيوب .

✓ **زراعي:** مكافحة بعض الحشرات الوبائية ، بتعريضها لجرعات منها فتسبب عقم ذكورها .

✓ **علمي:** دراسة بنية بلورية ودراسة الجزيئات والمركبات .

✓ **أمني:** كشف عن أسلحة ومجوهرات والمواد المتفجرة داخل حقائب المسافرين في المطارات وغيرها .

أولاً : أجب عن الأسئلة الآتية :

1) **اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :**

1. **في أنبوب توليد الأشعة السينية يمكن تسريع الإلكترونات بين المهبط والمصعد :**

A) بزيادة درجة حرارة سلك التسخين .

B) بإنقاص التوتر المطبق على دارة التسخين .

C) بإنقاص التوتر المطبق بين المصعد والمهبط .

D) بزيادة التوتر المطبق بين المصعد والمهبط

2. **أقصر طول موجي λ_{min} لفوتون الأشعة السينية في أنبوب توليدها يتوقف على :**

A) كتلة ونوع مادة الهدف .

B) عدد الإلكترونات التي تصل إلى الهدف .

C) درجة حرارة سلك التسخين .

D) التوتر المطبق بين المصعد والمهبط .

3. **يزداد امتصاص المادة للأشعة السينية :**

A) بزيادة طاقة الأشعة السينية .

B) بنقصان ثخانة المادة .

C) بزيادة كثافة المادة .

D) بنقصان كثافة المادة .

2) **ضع إشارة √ أمام العبارة الصحيحة وإشارة × أمام العبارة الغلط ، ثم صححها :**

1. فوتونات الأشعة السينية ، طولها الموجي قصير ، وطاقتها ضعيفة .
2. الأشعة السينية أمواج كهرطيسية ، أطوال موجاتها أكبر بكثير من أطوال الأمواج الضوئية .
3. طاقة فوتون الأشعة السينية تساوي القيمة العظمى للطاقة الحركية للإلكترون الذي سبب إصداره .
4. تصدر الأشعة السينية عن ذرات العناصر الخفيفة قبل إثارتها .

3) **اكتب ثلاثاً من خواص الأشعة السينية .**

- ✓ تصدر عن ذرات العناصر الثقيلة (ذات العدد الذري Z الكبير نسبياً) بعد إثارتها .
- ✓ ذات قدرة عالية على النفوذ بسبب قصر طول موجتها
- ✓ تشبه الضوء المرئي من حيث الانتشار المستقيم والإنعكاس و الإنكسار والتداخل والإنعراج .

4) **اكتب ثلاثة من استخدامات الأشعة السينية في المجال الطبي .**

الكشف عن الكسور وتشوهات العظام ، وأمراض الرئة ، ومعالجة الأورام السرطانية ، و تعقيم بعض المعدات الطبية

5) **عدد العوامل التي يتوقف عليها امتصاص ونفوذ الأشعة السينية .**

- **ثخن المادة:** تزداد نسبة الأشعة الممتصة وتقل نسبة نفاذها بازدياد ثخن المادة .
- **كثافة المادة:** تزداد نسبة الأشعة الممتصة بازدياد كثافة المادة وتنقص بنقصانها مثل الرصاص والذهب جيدة الامتصاص لكثافتها العالية أما الخشب والبلاستيك ضعيفة الامتصاص لقلة كثافتها .
- **طاقة الأشعة المستخدمة :** يزداد امتصاصها بنقصان طاقتها ، ونميز نوعين منا من حيث الطاقة:

✓ **الأشعة اللينة :** أطوال موجاتها $1nm < \lambda < 13.6nm$ طاقتها منخفضة وامتصاصها كبير ونفوذها قليل

✓ **الأشعة القاسية :** أطوال موجاتها $0.001nm < \lambda < 1nm$ طاقتها عالية وامتصاصها قليل ونفوذها كبير

قيم الثوابت لحل المسائل: $C=3\times10^{8}\ m.s^{-1}$ ، $h=6.6\times10^{-34}\ J.s$ ، $e=1.6\times10^{-19}\ C$ ، $m_e=9\times10^{-31}\ kg$ (يهمل ثقل الإلكترون)

المسألة رقم (14) :

يعمل أنبوب لتوليد الأشعة السينية بتوتر (8×10^4 V) حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عملياً . **المطلوب**

1. استنتج بالرموز الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف) ، ثم احسب قيمتها .
2. احسب سرعة الإلكترون لحظة إصطدامه بالهدف .

احسب أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة .

المسألة رقم (15) : أشعة سينية تواترها الأعظمي (3×10^{18} Hz) ، تصدر عن أنبوب لتوليد الأشعة السينية . بإهمال سرعة الإلكترون لحظة مغادرته المهبط ، **والمطلوب** :

1. طول الموجة الأصغري للأشعة السينية الصادرة .
2. فرق الكمون بين المصعد والمهبط .
3. سرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف)

المسألة رقم (16) : يعمل أنبوب لتوليد الأشعة السينية بفرق كمون (8×10^4 V) حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عملياً ويمر تيار شدته (1 mA) .

1- احسب الطاقة الحركية لأحد الإلكترونات لحظة وصوله لمقابل المهبط (صفيحة البلاتين) .

2- احسب قيمة التواتر الأعظمي للأشعة السينية الصادرة .

3- توقف الحزمة الإلكترونية بكاملها صفيحة البلاتين كتلتها ($m = 50$ g) فتتحول كامل الطاقة الحركية للإلكترونات إلى طاقة حرارية احسب ارتفاع درجة حرارة الصفيحة في الدقيقة .

علماً أن : الحرارة الكتلية للبلاتين (147 J. kg^{-1}.°C^{-1})

المسألة رقم (17) : يعمل أنبوب لتوليد الأشعة السينية بفرق كمون (8×10^4 V) حيث يصدر الإلكترون عن المهبط بسرعة معدومة عملياً . احسب قيمة التواتر الأعظمي للأشعة السينية الصادرة وطول الموجة الموافق لذلك التواتر .

الليزر
تضخيم الضوء بالإصدار المحثوث للأشعة

اشرح كل من امتصاص الضوء و الاصدار التلقائي و الاصدار المحثوث ؟

✓ **امتصاص الضوء :** تستطيع المادة امتصاص الضوء عندما ترد إليها حزمة ضوئية بحيث تحتوي كل ذرة من ذرات المادة على سويتي طاقة بحيث يكون فرق الطاقة بينهما $\Delta E = E_2 - E_1$ طاقة الفوتون الوارد من الحزمة الضوئية hf **وعند امتصاص فوتون ينتقل إلكترون إلى سوية أعلى .**

✓ **الإصدار التلقائي:** إذا كانت الذرة مثارة يمكن أن **ينتقل إلكترون عفوياً** من سوية طاقة مثارة إلى سوية طاقة أدنى يؤدي إلى إصدار فوتون مستقل عن الآخر والفوتونات الصادرة غير مترابطة

✓ **الإصدار المحثوث:** تعرض الذرة المثارة لحزمة ضوئية يحقق تواترها f شرط الامتصاص $\Delta E = hf$ حيث ΔE هو فرق الطاقة بين السوية المثارة والسوية الأساسية فيؤدي مرور الفوتون بجوار الذرة المثارة إلى انتقال إلكترون إلى السوية الأساسية **فيصدر فوتون:**

1) طاقته تساوي طاقة الفوتون الوارد ونفس تواتره
2) جهته بجهة الفوتون الوارد
3) بطور يطابق طور الفوتون الوارد

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

ما هو الفرق بين الإصدارين التلقائي والمحثوث ؟

- ✓ الإصدار التلقائي يحدث سواد أكان هناك حزمة ضوئية واردة على الذرات أم لا بينما المحثوث لا يحدث إلا بحزمة ضوئية واردة تواترها يحقق شرط الامتصاص $\Delta E = hf$
- ✓ الإصدار التلقائي يحدث في جميع الإتجاهات وطور الفوتون الصادر يأخذ أي قيمة بينما جهة الفوتون الصادر في المحثوث محددة .

اشرح آلية عمل الليزر ؟

الوسط المضخم: بفرض N عدد الذرات في السوية الأساسية و N^* عدد الذرات في الحالة المثارة فإذا عبرت حزمة ضوئية تواترها f بحيث $\Delta E = hf$ فإن امتصاص الفوتونات يتناسب طرداً مع N و الإصدار المحثوث للفوتونات يتناسب طرداً مع N^* فإذا كان $N<N^*$ فإن عدد الفوتونات الناتجة عن المحثوث أكبر من عدد الفوتونات التي جرى امتصاصها وتزداد شدة الحزمة الضوئية بعد عبورها الوسط ونقول عن الوسط أنه مضخم ويصلح لتوليد ليزر. **(شرط أن يكون الوسط مضخم $N<N^*$)**

وهنا تتضخم الحزمة كلما توغّلت في الوسط لتخرج وقد تضاعفت شدّتها

فإذا كان $N>N^*$ فإن عدد الفوتونات الناتجة عن المحثوث أصغر من عدد الفوتونات التي جرى امتصاصها وتنقص شدة الحزمة الضوئية بعد عبورها الوسط ونقول عن الوسط أنه غير مضخم ولا يمكن للوسط أن يولّد ليزر.

وهنا تتناقص شدة الحزمة كلما توغلت في الوسط وقد تنعدم شدتها عند مخرج الوسط حيث تُمتص بالكامل

حجرة التضخيم: وهي الوسط المضخم ومرآتين إحداهما عاكسة جزئياً والأخرى كلياً تقوم بإعادة تمرير الحزمة في الوسط المضخم فتسبب إصدارات محثوثة جديدة تتفق مع الحزمة بالاتجاه ومع الفوتونات بالتواتر والطور الإبتدائي مما يزيد من طاقة الحزمة أي يضخمها، وتسمح المرآة العاكسة جزئياً بتمرير جزء من الحزمة الضوئية إلى الوسط الخارجي .

الضخ: لما كان الإصدار المحثوث يُعيد الذرات إلى السوية الأساسية فإنه لضمان تحقق الشرط $N<N^*$ لابد من مؤثر خارجي على الوسط المضخم يقوم بتقديم الطاقة إلى الوسط المضخم مما يؤدي إلى إثارة الذرات ويعوّض عن انتقال الذرات إلى حالة الطاقة الأساسية. ويتم الضخ بطرق :

- ✓ **الانفراغ الكهربائي:** يسمح بإثارة الذرات إلى السوية المطلوبة
- ✓ **الضخ الضوئي:** منبع ضوئي مثل لمبة الكزينون أو ليزر آخر تجري إثارة الذرات إلى سوية أعلى من تلك التي تصدر الليزر

اشرح خواص حزمة الليزر

- ✓ **وحيدة اللون** أي تتمتع بالتواتر نفسه .
- ✓ **مترابطة بالطور :** إن الفوتونات الناتجة عن الإصدار المحثوث تتمتع بطور الفوتون الذي حثّها ، فنستطيع الحصول على شكل تداخلي باستخدام ليزر آخر.
- ✓ **انفراج حزمة الليزر صغير** أي لايتوسع مقطع الحزمة كثيراً عند الابتعاد عن منبع الليزر

أنواع الليزر:

- ✓ **الليزرات الغازية: يكون الوسط المضخم غازياً مثل :**
  - **ليزر هيليوم نيون (He-Ne):** يستخدم في المخابر طول موجته ($\lambda=0.638\mu m$) واستطاعته ($1mW$) ويستخدم هذا الليزر الانفراغ الكهربائي لنقل الذرات إلى الحالة المثارة
  - **ليزر Co_2** : ينتج استطاعة كبيرة تصل إلى ملايين الواطات يستخدم لقص ولحم المعادن **($\lambda=10\ \mu m$)**
- ✓ **ليزر نصف ناقل:** يكون فيه الوسط المضخم من مادة نصف ناقلة ويستخدم بكثرة في الاتصالات (الليزر الأحمر العادي)

ما هي أهم استخدامات الليزر ؟

- ✓ **صناعية:** لحام، قص معادن .
- ✓ **طبية:** طب العيون ، و بعض الأمراض الجلدية ، والجراحة ، وبعض أنواع السرطانات (بعيد من هون) .

كل أبحاث الكتاب ومسائله محلولة ومشروحة بالصوت والصورة على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

✓ **بيئية:** مراقبة تلوث الجو :حيث توّجه حزمة الليزر إلى المنطقة من الهواء المراد دراستها ، فتقوم الملوّثات بإمتصاص حزمة الليزر بأطوال موجات تدل على هذه الملوّثات ، وعند تحليل الأشعة المنعكسة نستطيع معرفة طبيعة تلك الملوّثات

✓ **عسكرية:** توجيه الصواريخ حيث يجري تسليط حزمة الليزر إلى الهدف ، فينتشر الضوء الساقط على الهدف فيصبح وكأنه منبع ضوئي يتوجّه الصاروخ إليه إذا كان مجهزاً بجهاز يحدد موقع منبع الضوء الوارد إليه .

أجب عن الأسئلة الأتية :

1- **هل يمكن الحصول على وسط مضخم دون استخدام مؤثر خارجي ؟ علل إجابتك .**

لا يمكن الحصول على وسط مضخم دون مؤثر خارجي التعليل : لأن الإصدار المحثوث يُعيد الذرات إلى السوية الأساسية وهذا يسبب عدم بقاء $N<N^*$ لذا لابد من مؤثر خارجي يقدم الطاقة إلى الوسط المضخم مما يؤدي إلى إثارة الذرات ويُعوّض عن انتقال الذرات إلى حالة الطاقة الأساسية .

2- **تبلغ زاوية انفراج حزمة ليزرية (0.1 m rad) . احسب قطر بقعة الليزر على بعد (1 km) من جهاز الليزر (نفرض قطر الحزمة مهملاً بجوار الجهاز)**

3- **نمرر ليزر (هيليوم–نيون) على موشور زجاجي ، ونتلقى الحزمة المنكسرة على حاجز (شاشة) . هل تتحلل الحزمة كما الحال في الضوء الصادر عن مصباح إنارة؟**

لا تتحلل حزمة الليزر لأنها وحيدة اللون أما مصباح الإنارة فهو ضوء مركب

الفيزياء النووية

حجم وشكل النوى: معظم شكل النوى كروي عددها الذري بين 56 و 71 يكون شكلها اهليلجياً

ويعطى نصف قطرها $R = r_0 . A^{\frac{1}{3}}$

حيث $r_0 = 1.2 \times 10^{-15}$ يمثل نصف القطر الوسطي للنيوكليون ، A عدد الكتلة .

ويرمز للنواة ${}^{A}_{Z}X$ حيث $A = Z + N$ عدد الكتلة A , عدد الذري Z , عدد النتريونات N

اشرح خواص خواص القوى النووية

✓ ذات مدى قصير من رتبة $10^{-14}m$.

✓ لا علاقة لها بنوع النيوكليون .

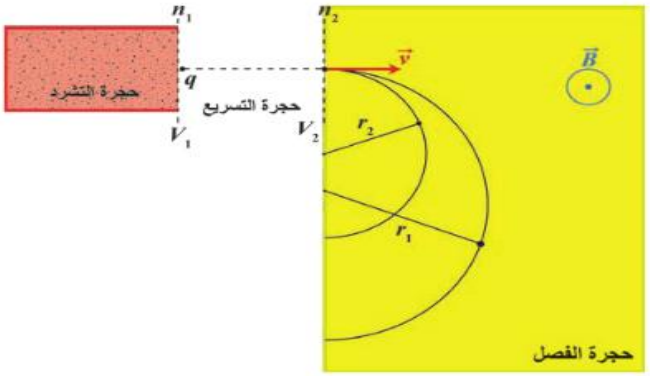
✓ إنها قوى تجاذبية عندما يكون البعد بين النيوكليونات من مرتبة $(0.5 - 1.5) \times 10^{-15}m$

✓ تتحول إلى قوى تنافرية من أجل بعد بين النيوكليونات $0.5 \times 10^{-15}m$

ما هي النظائر وكيف يتم فصلها عن بعضها مبيناً ذلك باستخدام العلاقة الرياضية ؟

ذرات لنفس العنصر طبيعية وصناعية متماثلة بالعدد الذري Z والخواص الكيميائية مختلفة بعدد النترونات N و بالتالي تختلف بعدد الكتلة A والكتلة الذرية M وكذلك تختلف نظائر العنصر الواحد عن بعضها بالخصائص النووية والإشعاعية ، ويتم فصل هذه النظائر بجهاز يسمى (**المطياف الكتلي**) . ..... **مشكلة علمية .....**

مطياف الكتلة: يتألف من ثلاثة حجرات (حجرة التشريد وحجرة التسريع وحجرة الفصل)



✓ تتأين النظائر في حجرة التشريد لتأخذ الشحنة نفسها $q > 0$

✓ تسريع الأيونات في حجرة التسريع بين شبكة n_1 (كمونها U_1 وسرعة الأيونات عندها مهملة)

و الشبكة n_2 (كمونها U_2 وسرعة الأيونات عندها v)

$$U = U_1 - U_2 > 0$$

بتطبيق نظرية الطاقة الحركية على كل أيون بين n_1 و n_2 :

$$\sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to 2}} = \Delta \overline{E_k} \Rightarrow \overline{W}_{\overrightarrow{Fe}} = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = qU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}} \ldots\ldots (1)$$

✓ حجرة الفصل :اخضاع الأيونات لحقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ في حجرة الفصل ليصبح مسار الأيونات دائري

جملة المقارنة: خارجية .

الجملة المدروسة: الشحنة الموجبة المتحركة .

القوى الخارجية المؤثرة:

قوة لورنز $\vec{F}$ تجعل مسارالشحنة دائرياً ويهمل ثقلها لصغره

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

بالإسقاط على الناظم نجد $F = m.a_c$

$$qvB\sin\frac{\pi}{2} = ma_c$$

$$qvB = m\frac{v^2}{r} \overset{r\text{نعزل}}{\Longrightarrow} r = \frac{mv}{qB} \ldots\ldots (2)$$

نعوض (1) في (2) نجد : $r = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2qU}{m}}$

نربع الطرفين ونختصر : $r^2 = \frac{2U}{qB^2}m$

$U.q.B$ لها قيمة ثابتة

وبالتالي إذا احتوى المزيج على نظريين يختلفان بالكتلة m_1 , m_2

وبالتالي يختلفان بنصف القطر

$$\boxed{r_1^2 = \frac{2U}{qB^2}m_1} \qquad \boxed{r_2^2 = \frac{2U}{qB^2}m_2}$$

فإذا كان $m_1 > m_2$ فإن $r_1 > r_2$ وهكذا فصل النظيرين