# مفاتيح النجاح والتفوق

# في

# الفيزياء

2020

## مكثفة المسائل

## بكالوريا ٢٠٢٠

إعداد

المدرس مؤيد بكر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# مراجعة عامة

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية

☆ **حساب عزم العطالة** $I_\Delta$ :

| **كتلة نقطية** | |
|---|---|
| $I_\Delta = m \cdot r^2$ حيث أن r هي بعد النقطة عن محور الدوران | |
| **جسم صلب** | |
| محور الدوران **مار** من مركز العطالة | محور الدوران **غير مار** من مركز العطالة |
| نستخدم القانون المعطى في نص المسألة $I_{/\!/c}$ أو يُعطى رقماً .. | نطبق نظرية **هايغنز** |
| مثال :<br>ساق $I_{/\!/c} = \frac{1}{12} M \cdot l^2$<br>قرص $I_{/\!/c} = \frac{1}{2} M \cdot r^2$ | $I_\Delta = I_{/\!/c} + m \cdot d^2$<br>حيث أن m كتلة **الجسم**<br>و d هي بعد مركز عطالة **الجسم** عن محور الدوران [OC] |
| **جملة مادية** (جسم وكتل) | |
| عزم عطالة جملة = **مجموع** عزوم عطالة مكونات الجملة | |

مركز عطالة جملة مادية يكون أقرب إلى الطرف ذو الكتلة الأكبر ..

إذا كان الجسم **مهمل الكتلة** فإن عزم عطالته **معدوم** $I_\Delta = 0$

☆ **العزم = الذراع × القوة** $\Gamma = d \cdot F$ واحدته mN

وذلك مع مراعاة الإشارة ↺ موجب ↻ سالب

حيث أن **الذراع** هو البعد **العمودي** لحامل القوة عن محور الدوران

و**ينعدم** العزم إذا كان حامل القوة **ماراً من محور الدوران** أو موازياً له

☆ **العمل = القوة × الانتقال** $W = F \cdot d$ واحدته جول J

حيث **ينعدم العمل** : إذا كانت نقطة تأثير القوة **لا تنتقل** أو إذا كان حامل القوة **عمودياً** على الانتقال في كل لحظة ..

W>0 محرك
W<0 مقاوم

☆ **الاستطاعة** = $\frac{\text{العمل}}{\text{الزمن}}$ واحدتها واط W

الحركة **انسحابية** $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v$

الحركة **دورانية** $P = \Gamma \cdot w$

☆ **قواعد التقريب** : إذا كانت الزاوية صغيرة < 0.24 rad عندئذٍ

$\sin\theta \approx \theta$ $\quad \tan\theta \approx \theta$ $\quad \cos\theta \approx 1$

☆ **العلاقات بين القيم الخطية والقيم الزاوية** :

$s = r \cdot \theta$ $\quad v = r \cdot w$ $\quad a_t = r \cdot \alpha$

التسارع **المماسي** $a_t = (v)_t'$ التسارع **الناظمي** $a_c = \frac{v^2}{r}$

☆ **الحركة المستقيمة المنتظمة** : $a = 0$ , $v = const$

التابع الزمني $x = vt + x_0$

☆ **الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام** : $a = const$

توابع الحركة $x = vt + x_0$

$x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0$ $\quad v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

☆ **الإسقاط** :

- مسقط شعاع منطبق على المحور يساويه
- مسقط شعاع عمودي على المحور معدوم
- مسقط شعاع يكون سالباً إذا كان بعكس الحركة
- مسقط شعاع مائل على المحور يساويه مضروباً بـsin إذا كانت الزاوية مقابلة ..
- مسقط شعاع مائل على المحور يساويه مضروباً بـcos إذا كانت الزاوية مجاورة ..

☆ كلمة "**تقابل**" في المسائل لا تعني تساوي ، ونستدل على المعطى من وحدة القياس

قوة الثقل W دائماً تنطلق من مركز عطالة الجسم وتتجه نحو الأسفل (عمودية على السطر) أما قوة رد الفعل R فهي تنطلق من نقطة تعليق الجسم (عمودية على المستوي)

☆ **العلاقة الأساسية في التحريك الإنسحابي** :

(قانون نيوتن الثاني) $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

☆ **العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني** :

(نظرية التسارع الزاوي) $\sum \vec{\Gamma} = I_\Delta \cdot \vec{\alpha}$



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

★ شرط التوازن الإنسحابي : $\sum \vec{F} = \vec{0}$

★ شرط التوازن الدوراني : $\sum \vec{\Gamma} = 0$

| التقابل بالرموز بين القيم الخطية والزاوية | |
|---|---|
| الخطية | الزاوية |
| x | $\theta$ |
| v | $\omega$ |
| a | $\alpha$ |
| m | $I_{\Delta}$ |
| F | $\Gamma$ |

## ● قواعد رياضية

- تربيع القوى هو ضربها ب2 أما جذر القوى فهو تقسيمها على 2
- مساحة المستطيل = الطول × العرض
- مساحة المربع = (الضلع)$^2$ $S = L^2$
- مساحة الدائرة $S = \pi \cdot r^2$
- إذا أعطانا القطر فنكتب المعطى 2r ثم نقسمه على2 لحساب نصف القطر

★ الجداء الشعاعي : الخارجي $\vec{A} \wedge \vec{B} = A \cdot B \cdot \sin\theta$

الداخلي $\vec{A} \cdot \vec{B} = A \cdot B \cdot \cos\theta$

$$\vec{A} = \vec{B} \wedge \vec{C} \Rightarrow \vec{A} \perp \vec{B},\ \vec{A} \perp \vec{C}$$

★ الاشتقاق : مشتق جداء = مشتق الأول × الثاني + الأول × مشتق الثاني

$$(AB)_t' = (A)_t' B + A(B)_t'$$

$$(\sin x)' = \cos x \qquad (\cos x)' = -\sin x$$

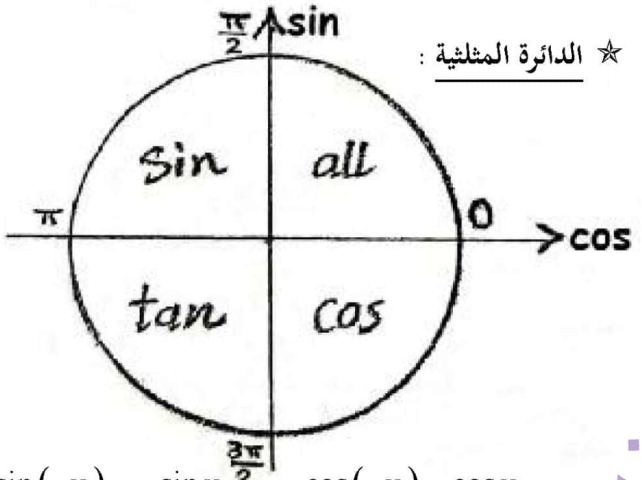
مشتق تابع = مشتق المضمون × مشتق التابع

$$\left[\sin(ax+c)\right]_x' = a \cdot \cos(ax+c)$$

$$\left[\cos(ax+c)\right]_x' = -a \cdot \sin(ax+c)$$

★ التكامل : $\int \cos(ax)dx = \frac{1}{a}\sin ax,\ \int axdx = \frac{1}{2}a \cdot x^2$

★ الدائرة المثلثية :




$\sin(-x) = -\sin x$ $\cos(-x) = \cos x$

$\cos\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right) = -\sin\theta,\ \cos\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right) = \sin\theta$ قواعد الإرجاع

★ الزاويتان المتتامتان $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\alpha = \cos\beta$

★ $\sin\alpha + \cos\beta = 2\cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)$

$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$

| الزاوية | 0 | $\frac{\pi}{2}$ | $\pi$ | $\frac{3\pi}{2}$ |
|---|---|---|---|---|
| sin | 0 | 1 | 0 | -1 |
| cos | 1 | 0 | -1 | 0 |

| الزوايا الشهيرة | $\frac{\pi}{6}$ | $\frac{\pi}{4}$ | $\frac{\pi}{3}$ |
|---|---|---|---|
| sin | $\frac{1}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |
| cos | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{1}{2}$ |
| tan | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | 1 | $\sqrt{3}$ |

$\pi^2 = 10$ , $\pi = \sqrt{10}$ , $4\pi = 12.5$ , $8\pi = 25$

$16\pi = 50$ , $32\pi = 100$ , $64\pi = 200$

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# النواس المرن

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

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

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

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

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

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

**وعكساً** مع الجذر التربيعي لثابت صلابة النابض k

ويمكن حساب الدور إذا أعطانا الزمن اللازم للانتقال بين الوضعين الطرفيين

عندئذٍ **نضرب** الزمن المعطى بـ **2** لإيجاد $T_0$

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

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

☆ لحساب **سعة الحركة** $X_{max}$ :

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

عندئذٍ **نقسم** الطول المعطى على **2** لإيجاد $X_{max}$

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

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

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

☆ لحساب **طور الحركة** الابتدائي $\varphi$ :

نستخدم **شروط البدء** المذكورة في نص المسألة عندما تكون **t=0** ..

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

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

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

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

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

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

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

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

☆ لحساب **لحظة المرور t** الأول أو الثاني أو الثالث أو ... طريقتان :

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

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

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

من أجل المرور : الأول ← $k=0$، الثاني ← $k=1$، الثالث ← $k=2$، الرابع ← $k=3$

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

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

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

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

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

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

☆ **الاستطالة السكونية** : واحدتها متر m

$w = F_0 = k\cdot x_0 \Rightarrow m\cdot g = k\cdot x_0$ ثم نعزل $x_0$ ...

إذا طُلب **استنتاج** الاستطالة السكونية عندئذٍ ننطلق من شرط التوازن الانسحابي ..

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

## ✯ قراءة التمثيل البياني :

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

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** نقطة مادية تهتز بحركة توافقية بسيطة بحيث تنطلق في مبدأ الزمن من نقطة مطالها $+X_{max}$ فيستغرق 2s حتى يصل إلى المطال المناظر $-X_{max}$ قاطعاً مسافة 20cm بطاقة ميكانيكية قدرها $1.25\times10^{-2}\,J$ والمطلوب :

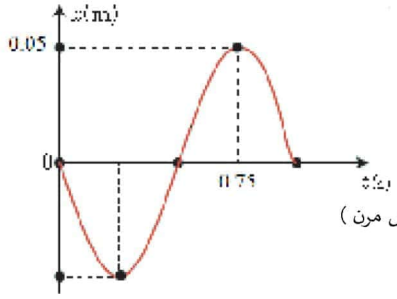
1- استنتج قيمة الاستطالة السكونية لهذا النابض ثم احسب قيمتها .
2- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .
3- عين لحظة المرور الثالث من مركز الاهتزاز.
4- احسب الطاقة الحركية للنقطة المادية في وقع مطاله $\frac{X_{max}}{3}$
5- احسب التسارع الأعظمي (طويلةً)

**المسألة الثانية** جسم كتلة 500g يهتز بحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولي بدور 4s وبسعة اهتزاز 8cm فإذا علمت أن الجسم كان في موضع مطاله $\frac{X_{max}}{2}$ في بدء الزمن وهي متحركة بالاتجاه السالب ، المطلوب :

1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .
2- احسب سرعة الجسم لحظة مروره الثاني بوضع التوازن .
3- عيّن المواضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى واحسب قيمتها .
4- احسب ثابت صلابة النابض .
5- احسب الطاقة التي يقدّمها المجرّب ليهتزّ بالسعة السابقة نفسها.

**المسألة الثالثة**

يمثل الشكل المجاور تغيرات المطال بدلالة الزمن لحركة لحركة توافقية بسيطة (نواس مرن ) والمطلوب :




1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .
2- احسب سرعة الجسم لحظة مروره الأول بوضع التوازن .
3- احسب تسارع الجسم عند المرور بنقطة مطالها 2.5cm
4- إذا علمت أن ثابت صلابة النابض $10\ N.m^{-1}$ احسب كتلة الجسم
5- احسب الطاقة الكامنة المرونية والطاقة الحركية للجسم في نقطة مطالها 2.5cm

# نواس الفتل

## ✍ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

✯ **نواس الفتل** : هو جسم صلب **متجانس** معلق من **مركزه** بسلك فتل

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

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

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

إن الدور **لا يتعلق** بالسعة الزاوية $\theta_{max}$

**ويتناسب طرداً** مع الجذر التربيعي لعزم عطالة الجملة $I_\Delta$

**وعكساً** مع الجذر التربيعي لثابت فتل السلك k

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

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

r نصف قطر السلك $\ell$ طول السلك

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية
أ. مؤيد أبو زيد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

✯ لحساب **السعة الزاوية** $\theta_{max}$ :

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

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

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

✯ لحساب **طور الحركة** الابتدائي $\varphi$ :

نستخدم **شروط البدء** المذكورة في نص المسألة عندما تكون **t=0** ..

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

نستخدم الدور الخاص $T_0$ حيث يكون المطلوب موجوداً في عزم العطالة $I_\Delta$

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

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

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

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

$E_p = \frac{1}{2}k\theta^2$

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

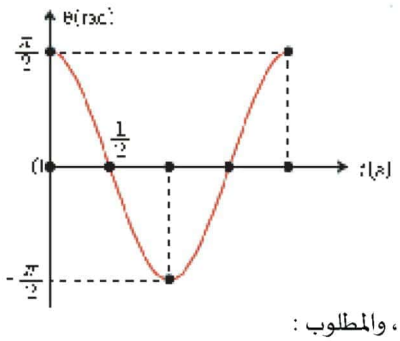
$E_k = \frac{1}{2}I_\Delta w^2$ $\quad E = \frac{1}{2}k\theta^2_{max}$ $\quad E = E_p + E_k$

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

✷ **مسائل هامة** :

**المسألة الأولى**

يمثل الشكل المجاور تغيرات المطال الزاوي بدلالة الزمن لحركة نواس فتل غير متخامد ، والمطلوب :




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

2- احسب سرعة الجسم لحظة مروره الثالث من وضع التوازن .

3- احسب التسارع الزاوي عند المرور من وضع مطاله الزاوي $-\frac{\pi}{4}$

4- إذا علمت أن النواس عبارة عن ساق متجانسة مهملة الكتلة طولها $\ell$ مثبت في طرفيها كتلتين نقطيتين $m_1=m_2=100g$ ومعلقة بسلك ثابت فتله $8\times10^{-2}mNrad^{-1}$ ، احسب طول الساق

5- احسب الطاقة الميكانيكية في وضع مطاله الزاوي $\frac{\pi}{8}$

**المسألة الثانية** يتألف نواس فتل من قرص متجانس نصف قطره $20cm$ معلق بسلك فتل شاقولي ، يهتز بدور خاص $1s$ وسعة زاوية مقدارها ثلث دورة فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول محور عمودي على مستويه ومار من مركز عطالته $0.01\ kg.m^2$ ، والمطلوب :

1- احسب كتلة القرص .

2- احسب قيمة ثابت الفتل لسلك التعليق .

3- استنتج التابع الزمني لمطال حركته انطلاقاً من شكله العام باعتبار أنه في بدء الزمن كان القرص في وضع التوازن وهو متحرك بالاتجاه الموجب .

4- إذا جعلنا طول سلك الفتل ربع ما كان عليه فاحسب الدور الخاص الجديد .

**المسألة الثالثة** احسب طول ساق مهملة الكتلة مُثبّت في كل من طرفيها كتلة نقطية $1kg$ معلقة من منتصفها بسلك فتل ثابت فتله $64\times10^{-4}m\cdot N\cdot rad^{-1}$ تهتز الجملة بحركة جيبية دورانية دورها الخاص $2s$

( علماً أنه للساق $I_{\Delta/C} = \frac{1}{12}m\ell^2$ وللقرص $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2}mr^2$ )

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# النواس الثقلي المركب

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

✯ **النواس الثقلي المركب** : هو كل جسم صلب يهتز بتأثير قوة ثقله فقط حول محور دوران أفقي عمودي على مستويه **ولا يمر** من مركز عطالته ..

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

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

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

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

حيث أن $I_\Delta$ هو عزم عطالة **الجملة** حول محور الدوران

$m$ هي **مجموع** كتل مكونات **الجملة**

$d$ بُعد محور الدوران عن مركز عطالة **الجملة**

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

حيث $r$ هي بُعد **محور الدوران** عن **الكتلة** أو عن **مركز عطالة الجسم**

وتُؤخَذ اصطلاحاً ( موجبة ⇩ أو سالبة ⇧ )

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

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

حيث أن $T_0$ الدور في حالة السعات الصغيرة و $\theta_{max}$ حصراً بالراديان

✯ نستخدم **نظرية الطاقة الحركية** .. إذا كان المطلوب هو **السرعة** أو **السعة** أو **الطاقة الحركية** ... $\sum \bar{W} = \Delta \bar{E}_k$

آخذين بعين الاعتبار أن $E_K = \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2$

السرعة **الزاوية** $w$ **ثابتة** لكل نقاط الجملة ، أما السرعة **الخطية** $v$ **متغيرة** حسب البعد عن محور الدوران $r$ ، والعلاقة التي تربط بينهما هي $v = r \cdot w$

## ✷ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته $m_1$ نصف قطره $r = \frac{3}{8}m$ يمكن أن يهتز في مستوٍ شاقولي حول محور أفقي ثابت مار من مركزه ، نثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية $m_1 = m_2$ والمطلوب :

1- استنتج العلاقة المحددة للدورَ الخاص لهذا النوّاس في حالة السّعات الزاويّة الصغيرة ثم احسب قيمته .

2- احسب طول النوَّاس البسيط المواقت لهذا النوَّاس المركّب .

3- نزيح الجملة عن وضع توازنها الشاقولي بسعة زاوية $\theta_{max}$ ونتركها دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية لمركز عطالة الجملة لحظة المرور بالشاقول $v = \frac{\pi}{4} m \cdot s^{-1}$ احسب قيمة السعة الزاوية .

**المسألة الثانية** ساقٌ شاقوليّةٌ، مهملةُ الكتلة، طولها $1\ m$ نثبّت في منتصفها كتلة نقطيّة $m_1 = 0.4kg$ ونثبّتُ في طرفها السفليّ كتلةً نقطيّة $m_2 = 0.2kg$ لتؤلّفَ الجملةُ نوّاساً ثقليّاً مركّباً يمكنُه أنْ يتنوسَ في مستوٍ شاقوليّ حولَ محورٍ أفقيٍّ مارٍّ من الطرف العلويّ للساق ، والمطلوب :

1- احسبْ دورَ نوساتِها صغيرةِ السّعة.

2- نزيحُ الجملة عن موضع توازنها بزاوية $\theta_{max} > 0.24rad$ ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة، فتكونُ السرعةُ الخطيّةُ لمركز عطالة جملة النوّاس لحظةَ مرورها بالشاقول $v = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}} ms^{-1}$ ، المطلوب :

a) احسبِ السرعةَ الخطيّة للكتلة النقطيّة $m_2$

b) استنتجْ قيمةَ الزاوية $\theta_{max}$

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

**المسألة الثالثة** يتألّف نوّاس ثقليٌّ من ساق شاقوليّة مهملة الكتلة طولها 1 m تحمل في نهايتها العلويّة كتلة نقطيّة $m_1=0.2kg$ وتحمل في نهايتها السفليّة كتلة نقطيّة $m_2=0.6kg$ تهتزُّ هذه السّاق حول محور أفقيّ مارّ من منتصفها بدور خاصّ $T_0=2s$ ، والمطلوب :

1- استنتجْ بالرموز العلاقة المحدّدة لطول الساق، ثمّ احسب قيمته.
2- احسب طول النوّاس البسيط المواقت لهذا النوّاس.
3- احسب دور النوّاس لو ناس بسعة زاوية $\theta_{max}=0.4rad$
4- نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقوليّ بزاوية $\frac{1}{2\pi}rad$ ونتركها دون سرعة ابتدائيّة في اللحظة $t=0$ ، استنتجِ التابعَ الزمنيّ للمطال الزاويّ لحركة هذا النوّاس انطلاقاً من شكله العامّ .
5- نستبدل بالكتلة $m_2$ كتلة مقدارها $0.2kg$ ونعلّق السّاق من منتصفها بسلك فتل شاقوليّ لنشكّل نوّاساً للفتل نزيح السّاق الأفقيّة عن وضع توازنها بزاوية ونتركها دون سرعة ابتدائيّة فتهتزُّ بدور $T_0=2\pi\ s$ احسب قيمة ثابت فتل سلك التعليق.
6- احسب قيمة التّسارع الزاوي لنوّاس الفتل عند المرور بوضع $\theta=0.5rad$

(علماً أنه للساق $I_{\Delta/C}=\frac{1}{12}m\ell^2$ وللقرص $I_{\Delta/C}=\frac{1}{2}mr^2$)

# النواس الثقلي البسيط

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

### ✲ الدور الخاص في حالة السعات الزاوية الصغيرة :

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

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

وإن **النوسات الصغيرة السعة** لها الدور نفسه

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

**وعكساً** مع الجذر التربيعي لتسارع الجاذبية الأرضية

### ✲ الدور الخاص في حالة السعات الزاوية الكبيرة :

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

حيث أن $T_0$ الدور في حالة السعات الصغيرة و $\theta_{max}$ حصراً بالراديان

✲ نستخدم **نظرية الطاقة الحركية** .. إذا كان المطلوب هو **السرعة** أو **السعة** أو **الطاقة الحركية** ...

$$\sum W=\Delta E_k$$

آخذين بعين الاعتبار أن $E_K=\frac{1}{2}mv^2$

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

نستخدم العلاقة: مركب $T_0=T_0$ بسيط

✲ لاستنتاج علاقة **توتر الخيط T** أو لاستنتاج **التسارع الناظمي $a_c$**

نطبق **العلاقة الأساسية في التحريك** الإنسحابي ..

ثم نسقط على المحور **الشاقولي** (الناظم) (محور له منحى وجهة T)

فيظهر عندئذٍ التسارع **الناظمي** الذي يُعوَّض بالقانون $a_c=\frac{v^2}{\ell}$

✲ لاستنتاج علاقة **التسارع المماسي $a_t$**

نطبق **العلاقة الأساسية في التحريك** الإنسحابي ..

ثم نسقط على المحور **المماس** للمسار (محور له منحى وجهة الحركة)

فيظهر عندئذٍ التسارع **المماسي** ..

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** نواس ثقلي بسيط كتلة كرته 0.1kg وطول خيط التعليق 1m يزاح النواس عن وضع توازنه حتى يصنع الخيط مع الشاقول زاوية قدرها 60 ويترك دون سرعة ابتدائية ، 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 .

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3- احسب دور النواس من أجل سعة زاوية $\theta_{max} = 60^{\circ}$

4- استنتج التسارع المماسي لكرة النواس عندما يصنع الخيط زاوية $\theta = 30^{\circ}$ مع الشاقول بالرموز ، ثم احسب قيمته .

5- احسب التسارع الزاوي للنواس عندما يصنع الخيط مع الشاقول $\theta = 30^{\circ}$

**المسألة الثانية** يتألف نواس ثقلي بسيط من خيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله $\ell = 40cm$ يحمل في نهايته كرة نعدها نقطة مادية كتلتها $m = 100g$ ، المطلوب :

1- يحرف الخيط عن وضع التوازن الشاقولي بسعة كبيرة $\theta_{max}$ وترك الكرة من دون سرعة ابتدائية فتكون سرعتها لحظة مرورها بالشاقول $v = 2m.s^{-1}$ ، استنتج قيمة الزاوية $\theta_{max}$ بدلالة إحدى نسبها المثلثية ثم احسب قيمتها .

2- استنتج بالرموز العلاقة المحددة لتوتر خيط النواس لحظة مروره بوضع توازنه الشاقولي ، ثم احسب قيمته .

3- استنتج بالرموز العلاقة المحددة للتسارع المماسي لكرة النواس عندما يصنع الخيط مع الشاقول زاوية $\theta = 30^{\circ}$ ثم احسب قيمته

**المسألة الثالثة** نعلّقُ كرةً صغيرةً نعدُّها نقطةً ماديّةً، كتلتُها $0.5kg$ بخيطٍ مهملِ الكتلة، لا يمتطُّ، طولُه $1.6m$ لتؤلّفَ نوّاساً ثقليّاً بسيطاً، ثمّ نزيحُ الكرة إلى مستوٍ أفقيّ يرتفع $0.8m$ عن المستوي الأفقيّ المارّ منها وهي في موضع توازنها الشاقوليّ، ليصنعَ خيطُ النوّاس مع الشاقول زاوية $\theta$ ونتركُها دون سرعة ابتدائيّة . والمطلوب :

1- استنتجْ بالرموز العلاقةَ المحدّدة لسرعة الكرة عند مرورها بالشاقول، ثمّ احسبْ قيمتها، موضّحاً بالرسم.

2- استنتجْ قيمةَ الزاوية $\theta$ ثمّ احسبْ قيمتها.

3- احسبْ دورَ هذا النوّاس.

4- استنتجْ بالرموز العلاقةَ المحدّدة لشدّة قوّة توتّر الخيط عند المرور بالشاقول، ثمّ احسب قيمتها.

# ميكانيك الموائع

## ✍ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

☆ **المنسوب الكتلي** $Q'$ (معدل التدفق الكتلي) :

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

☆ **المنسوب الحجمي** $Q$ (التدفق الحجمي)(معدل الضخ) :

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

$$v = \frac{Q'}{s}$$ سرعة التدفق

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

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

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

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

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

حالة كان الأنبوب **أفقياً** فإن $z_1 = z_2$

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

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

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

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

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

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية
أ. مؤيد بكر



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

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

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

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** لملِء خزّانٍ حجمُه 600L بالماء استُعمِلَ خرطومٌ مساحةُ مقطعِه $5cm^2$ فاستغرقت العملية 300s ، والمطلوب :

1- احسبْ معدّلَ التدفّق الحجميّ.

2- احسبْ سرعة تدفّق الماء من فتحة الخرطوم.

3- كمْ تصبحُ سرعة تدفّق الماء من فتحة الخرطوم إذا نَقَصَ مقطعُها ليصبحَ رُبعَ ما كان عليه؟

**المسألة الثانية** يُفرَّغ خزان ماء حجمه $8m^3$ بمعدل ضخ $0.04m^3.s^{-1}$

والمطلوب حساب : 1- الزمن اللازم لتفريغ الخزان

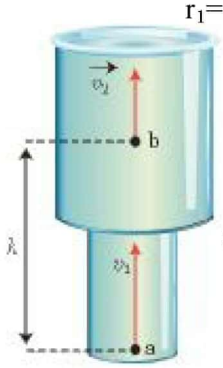
2- سرعة خروج الماء من فتحة الخزان عبر أنبوب مقطعه $100cm^2$

**المسألة الثالثة** يجري الماء داخل الأنابيب الموضّحة في الشكل

من a إلى b حيث نصف قطر الأنبوب عند b هو $r_1=5cm$

ونصف قطر الأنبوب عند النقطة b هو $r_2=10cm$

والمسافة الشاقوليَّة بين a و b هي $h=50cm$




1- احسب سرعة جريان الماء عند النقطة b

علماً أنَّ سرعة جريان الماء عند النقطة a هي $v_1=4m.s^{-1}$

2- احسب قيمة فرق الضَّغط $P_{a-b}$

3- احسب العمل الميكانيكي اللازم لضخ 100L من الماء إلى النقطة b

علماً أن $\rho_{(H_2O)} = 1\ g\cdot cm^{-3}$

# النسبية الخاصة

**الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :**

☆ **عامل التمدد**

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

☆ **تمدد الزمن**

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

☆ **تقلص الطول**

$$\frac{L_0}{L} = \gamma \Rightarrow L = \frac{L_0}{\gamma} \Rightarrow L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

☆ **ازدياد الكتلة**

$$\frac{m}{m_0} = \gamma \Rightarrow m = \gamma m_0 \Rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

☆ **الطاقة الكلية**

$$E = E_K + E_0$$
$$E = m\cdot c^2$$

حيث أن الطاقة الحركية $E_K = E - E_0$

والطاقة السكونية $E_0 = m_0\cdot c^2$

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

للتحويل من ***جول*** إلى ***إلكترون فولط*** وبالعكس : $1ev = 1.6\times10^{-19}J$

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

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# المغناطيسية

## ✍ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

| التيارات الكهربائية تولد حقولاً مغناطيسية في | | |
|---|---|---|
| سلك مستقيم | ملف دائري | وشيعة |
| $B = 2\cdot10^{-7}\dfrac{I}{d}$ | $B = 2\pi\cdot10^{-7}\dfrac{NI}{r}$ | $B = 4\pi\cdot10^{-7}\dfrac{NI}{\ell}$ |
| | | |

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

**لحساب عدد الطبقات**

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

**عامل النفاذية المغناطيسي**

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

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

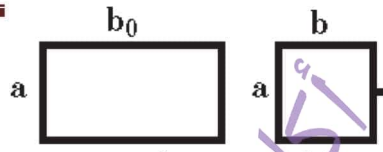
**التدفق المغناطيسي**

$\Phi = B\cdot s\cdot\cos\alpha$ واحدته ويبر weber

إذا كان لدينا $N$ لفة $\Phi = N\cdot B\cdot s\cdot\cos\alpha$

| أعظمي | معدوم | أصغري |
|---|---|---|
| $\alpha = 0$ | $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$ | $\alpha = \pi$ |
| موجب | سالب | |

## ✸ مسائل هامة :




**المسألة الأولى** جسمٌ مستطيلُ الشكلِ طولُه وهو ساكن $b_0$ يساوي ضعفي عرضه a ، يتحرّك هذا الجسمُ بحيثُ يكونُ طولُه موازياً لشعاع سرعته v بالنسبة لمراقبٍ في الجملة الساكنة، فيبدو له مربّعاً، احسبْ قيمةَ سرعة الجسم .

**المسألة الثانية** مركبة فضاء شكلها مستطيل مسارها مستقيم شعاع سرعتها موازي لطولها تُسجل أجهزتها القياسات الآتية : طول المركبة 100m وعرضها 25m ، المسافة المقطوعة 4 سنة ضوئية ، زمن الرحلة $\frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة ، احسب كلٍّ من سرعة المركبة وطولها وعرضها في أثناء الرحلة، والمسافة التي قطعتها وزمن الرحلة وفق قياسات المحطّة الأرضيّة.

**المسألة الثالثة** إذا علمت أنّ الكتلة السكونيّة للبروتون $1.67\times10^{-27}\,kg$ وفي أحد التجارب كانت طاقته الكلّيّة تساوي ثلاثة أضعاف طاقته السكونيّة ، والمطلوب :

1- احسب الطّاقة السكونيّة للبروتون مقاسة بالإلكترون فولط.
2- احسب سرعة البروتون في هذه التجربة.
3- احسب الطّاقة الحركيّة لهذا البروتون.
4- احسب كمّيّة الحركة له.

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** سلكان طويلان ومتوازيان البعد بينهما 1m يمرّ فيهما تيّاران كهربائيّان بجهة واحدة ، فإذا كانت شدة التيّار المار في السلك الأوّل تساوي ثلث شدة التيّار المارّ في السلك الثاني ، والمطلوب :

1- أوجد بُعد النقطة عن السلك الأوّل التي تقع على الخط العمودي الواصل بين السلكين حين تكون محصّلة الحقل المغناطيسيّ عندها تساوي الصفر.

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية
أ. موفق حيدر
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- إذا علمت أن شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في السلك الأول هو $2\times10^{-6}T$ وذلك في منتصف المسافة بين السلكين ، فاحسب شدتي التيار في السلكين .

3- احسب الزاويةِ التي تنحرفُ فيها إبرةٌ بوصلة موضوعة في منتصف المسافة بين السلكين عن منحاها الأصليّ بفرضِ أنّ قيمةَ المركبةِ الأفقيّة للحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ $B_H = 2\times10^{-5}T$

4- إذا جعلنا شدة التيار المار في السلك الأول ربع ما كانت عليها فاحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن هذا التيار في نقطة تقع على السلك الثاني .

**المسألة الثانية** ملفّ دائريّ قطره الوسطيّ 5cm وعدد لفّاته 100 لفة نمرّر فيه تيّاراً كهربائياً شدّته 0.5A ، والمطلوب :

1- احسب التدفّق المغناطيسيّ الذي يجتاز لفّات الملفّ.

2- نقطعُ التيّارَ السابقَ عن الملفّ، احسبِ التغيّرَ الحاصلَ في قيمةِ التدفّقِ المغناطيسيّ الذي يجتازُ الملفّ ذاتَه.

3- نضع الملف بعد ذلك في حقل مغناطيسي منتظم شدته 0.5T حيث تكون خطوط الحقل عمودية على مستوي الملف ، ثم ندير الملف في الاتّجاه الموجب بزاوية $60^o$ ، فاحسب التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ .

**المسألة الثالثة** وشيعة طولها 40cm مؤلّفة من 400 لفة محورها الأفقيّ يعامد خطّ الزوال المغناطيسيّ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة، ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته 16mA ، والمطلوب :

1- احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة .

2- إذا أجرينا اللفَّ بالجهة نفسها على أسطوانةٍ فارغةٍ من مادّة عازلةٍ باستخدام سلك معزول قطره 2mm بلفّات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة.

3- نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها $2cm^2$ بحيث يصنع النَّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية $60^o$ ، احسب التدفقَ المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

4- إذا قسمنا الوشيعةَ إلى قسمَين متساويَين، فاحسب شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ عندَ مركزِ الوشيعةِ .

# تفاعل الحقل المغناطيسي بتيار كهربائي

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

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

☆ **نصف قطر المسار الدائري لإلكترون ضمن حقل مغناطيسي منتظم :**

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

لإثبات أن حركة الإلكترون في حقل مغناطيسي منتظم هي حركة دائرية منتظمة :
نطبق العلاقة الأساسية في التحريك ثم نعزل التسارع بدون إسقاط ، ومن خواص الجداء الخارجي نجد أن شعاع التسارع يعامد شعاع السرعة وبالتالي فهو ينطبق على الناظم أي أنه تسارع ناظمي

☆ **عمل القوة الكهرطيسية (نظرية ماكسويل) :**

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

☆ **المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك :**

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

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

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

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- ثابت حساسية المقياس الغلفاني $G = \frac{NsB}{k} = \frac{\theta'}{I}$ $rad.A^{-1}$
- عندما يكون B يوازي سطح الإطار فإن $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ( وتكون زاوية دوران الإطار $\theta'$ والزاوية $\alpha$ متتامتان أي $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}$ )
- عندما يكون B يعامد سطح الإطار فإن $\alpha = 0$ ( وتكون زاوية دوران الإطار $\theta'$ والزاوية $\alpha$ متساويتان أي $\alpha = \theta'$ )
- التوازن المستقر يعني أن التدفق أعظمي أي $\alpha = 0$

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** في تجربة السكتين الكهرطيسية يبلغ طول الساق النحاسية المستندة إلى السكتين الأفقيتين 8cm تخضع بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته $10^{-2}$ T ويمر فيها تيار كهربائي شدته 20A

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية التي تخضع لها الساق موضحاً بالرسم .
2- احسب عمل القوة الكهرطيسية إذا انتقلت الساق بسرعة ثابتة $0.2\ m.s^{-1}$ خلال 2s ثم احسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة .
3- نُميل السكتين عن الأفق بزاوية مقدارها 0.1rad احسب شدة التيار الواجب تمريره في الدارة لتبقى الساق ساكنة علماً أن كتلتها 40g وذلك بإهمال قوى الاحتكاك ثم احسب قيمة فرق الكمون المطبق على الدارة إذا كانت مقاومتها $0.5\Omega$

**المسألة الثانية** دولاب بارلو نصف قطر قرصه 10cm نمرر فيه تياراً كهربائياً شدته 5A ونُخضع نصف القطر الشاقولي السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم شدته $2\times10^{-2}$T ، والمطلوب :

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية التي يخضع لها الدولاب موضحاً بالرسم .
2- احسبْ عزمَ القوَّةِ الكهرطيسيّةِ المُؤثِّرةِ في الدُّولاب.
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 .

**المسألة الثالثة** إطار مربع الشكل طول ضلعه 4cm يحوي 100 لفة من سلك نحاسي معزول

A) نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته 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 بحيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق، نمرر في الإطار تياراً شدته 1mA فيدور الإطار بزاوية مقدارها 0.012rad ثم يتوازن ، والمطلوب حساب:
1- احسبِ التَّدفُّق المغناطيسيّ في الإطارِ عندَما يتوازَن.
2- استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدةَ لثابت فتلِ سلكِ التّعليق انطلاقاً من شرطِ التَّوازُنِ الدَّورانيّ، ثمَّ احسبْ قيمتَه ، ثمّ احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G
3- نزيد حساسية المقياس 10 مرات من أجل التيار نفسه، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد .

**المسألة الرابعة** نُخضِع إلكتروناً يتحرك بسرعة $8\times10^{3}\ Km\cdot s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسيّ منتظم ناظميّ على شعاع سرعته شدته $5\times10^{-3}$T ، والمطلوب :

1- وازن بالحساب بين شدّة ثقل الإلكترون وشدّة قوّة لورنز المؤثّرة فيه. ماذا تستنتج؟
2- برهن أنَّ حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسيّ هي حركة دائريّة منتظمة، ثمّ استنتج العلاقة المحدِّدة لنصف قطر المسار الدائريّ، واحسب قيمته.
3- احسب دور الحركة.

حيث أن $e = 1.6\times10^{-19}C$ ، $m_e = 9\times10^{-31}Kg$

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# التحريض الكهرطيسي

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

☆ **القوة المحركة الكهربائية المتحرضة :**

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

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

حيث أن تغير التدفق المغناطيسي يحسب من إحدى العلاقات :

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

☆ **شدة التيار المتحرض :** $\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = -\frac{\Delta\bar{\Phi}}{R\cdot\Delta t}$ واحدته A

في تجربة السكتين $i = \frac{BLv}{R}$

☆ **تحديد جهة التيار المتحرض :**

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

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

عندئذٍ يمكن كتابة :

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

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

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

عندئذٍ يمكن كتابة :

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

☆ **التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة :**

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

حيث أن $\varepsilon_{max} = NBS\omega$

☆ **ذاتية الوشيعة :**

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

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

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

☆ **الاستطاعة الكهربائية:** $P = \varepsilon\cdot i$

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

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** وشيعةٌ طولُها 20cm وطولُ سلكِها 40m بطبقةٍ واحدةٍ، مقاومتُها الأومية مُهمَلةٌ. المطلوب:

1- احسبْ ذاتيةَ الوشيعة.

2- إذا كانَ نصفُ قطرِ اللَّفة الواحدة 4cm فاحسبْ عددَ لفَّاتِ الوشيعة.

3- نمرِّرُ في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً تزدادُ شدّتُه بانتظامٍ من الصّفر إلى 10A خلال 0.5s احسب القوَّةَ المُحرِّكةَ الكهربائيّة المُتولِّدة داخلَ الوشيعة مُحدِّداً جهةَ التيّار المُتحرِّض.

4- احسب الطّاقةَ الكهرطيسيّة المُختزَنة في الوشيعة.

**المسألة الثانية** إطارٌ مربّعُ الشّكلِ طول ضلعه 4cm مؤلف من 100 لفة مُتماثِلة من سلكٍ نحاسيّ معزولٍ رفيع مقاومته ...

A) نعلق الإطار من منتصف أحد أضلاعه بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم خطوطه توازي مستوي الإطار شدتُه $5\times10^{-2}T$ نمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته 0.5A والمطلوب :

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية
أ. مؤيد بكر



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

1- احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة على كل من الضلعين الشاقوليين للإطار.

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

3- احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار ليصبح في حالة توازن مستقر

4- نقطع التيار السابق عن الإطار وهو في حالة التوازن المستقر ونصل طرفيه بمقياس غلفاني ثم نديره حول محوره الشاقولي زاوية مقدارها $\frac{\pi}{2}\text{rad}$ خلال $0.5\text{s}$

فما دلالةُ المقياسِ عندئذٍ ؟

B) نديرُ الإطارَ حولَ محوَّرٍ شاقوليّ مارٍّ من مركزِه ومن ضلعَين أفقيَّين مُتقابِلَين بحركةٍ دائريّةٍ مُنتظَمةٍ تقابلُ $\frac{10}{\pi}\text{Hz}$ ضمنَ الحقلِ المغناطيسيِّ السابق حيث تكون خطوطُه ناظميّة على سطحِ الإطارِ قبلَ الدَّوران ، والمطلوب:

1- اكتبِ التّابعَ الزمنيّ للقوّةِ المُحرِّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرِّضةِ الآنيّةِ النّاشئةِ في الإطار.

2- عيِّنِ اللَّحظتَين الأولى والثّانية التي تكونُ فيها قيمةُ القوّةِ المُحرِّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرِّضةِ الآنيةِ الناشئةِ معدومة.

3- اكتبِ التابعَ الزمني للتيار الكهربائيّ المُتحرِّضِ اللّحظيّ المارِّ في الإطارِ.

**المسألة الثالثة** وشيعة طولها $30\text{cm}$ ومساحة مقطعها $3\times10^{-2}\text{m}^2$ وذاتيتها $5\times10^{-3}\text{H}$

1- احسب عدد لفّاتها.

2- نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $30\text{A}$ احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.

3- نجعل شدّة التيّار تتناقص بانتظام من $30\text{A}$ إلى الصفر خلال $0.5\text{s}$ احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة في الوشيعة وحدّد جهة التيّار المتحرّض.

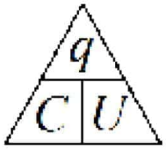
4- نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة مقدّرة بالأمبير $\bar{i}=20-5t$ احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة الناشئة فيها.

# الدارة المهتزة

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

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

☆ **الدور الخاص في الدارة المهتزة** (علاقة تومسون) : $T_0=2\pi\sqrt{LC}$




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

$L=4\pi\cdot10^{-7}\frac{N^2s}{\ell}$

☆ **النبض الخاص** $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}=2\pi f_0$ ، **التواتر الخاص** $f_0=\frac{1}{T_0}$

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

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

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

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

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

☆ **الطاقة الكلية** = الطاقة الكهربائية + الطاقة الكهرطيسية

المختزنة في المكثفة المختزنة في الوشيعة

$E_L=\frac{1}{2}LI^2$ $E_L=\frac{1}{2}LI^2_{max}$ $E_L=\frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}$ $E=E_C+E_L$ $E_C=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

## ✸ مسألة هامة :

احسب طول موجة اهتزاز سرعة انتشاره $3\times10^{+8}\text{ms}^{-1}$ الذي تحققه دارة مهتزة مؤلفة من :

- وشيعة قطرها $2\text{cm}$ وقطر سلكها $2\text{mm}$ وعدد لفاتها $50$
- ومكثفة شحنة كل من لبوسيها $5\text{nC}$ وفرق الكمون بين لبوسيها $50\text{v}$

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# التيار المتناوب الجيبي

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

### ممانعة الكلية في دارة :

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

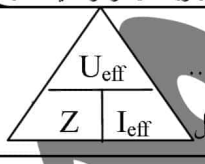
$$Z=\sqrt{(R+r)^2+(X_L-X_C)^2}$$

يمكن حساب $Z$ من إحدى قوانين الجذر ..

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

يمكن استخدام **المثلث** للدارة بشكل عام ..

أو لأي جزء من أجزاء الدارة بشكل مستقل




| شدة التيار المنتجة $I_{eff}$ | فرق الكمون المنتج $U_{eff}$ |
|---|---|
| $I_{eff}=\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ | $U_{eff}=\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ |
| **ويمكن حسابهما من المثلث** | |
| $I_{max}=I_{eff}\sqrt{2}$ | $U_{max}=U_{eff}\sqrt{2}$ |

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

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

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

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

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

| عامل الاستطاعة | |
|---|---|
| على **التسلسل** | على **التفرع** |
| $\cos\overline{\varphi}=\frac{R}{Z}$ | $\cos\overline{\varphi}=\frac{P_{avg}}{I_{eff}U_{eff}}$ |
| | أو من المجموع الشعاعي لشدات التيار المنتجة |

| خصائص **التجاوب الكهربائي (الطنين)** في الوصل على التسلسل | |
|---|---|
| الممانعةُ **أصغرُ** ما يمكنُ | $Z=R$ |
| شدّةُ التيّارِ المنتِجةِ **أكبرُ** ما يمكنُ | $I_{eff}=\frac{U_{eff}}{R}$ |
| الإتساعية = الردية | $X_L=X_C\Rightarrow\omega L=\frac{1}{\omega C}$ حيث $C$ السعة **المكافئة** لجملة المكثفات |
| التّوتُّرُ على **توافقٍ** بالطّور معَ الشِّدَّة | $\varphi=0$ |
| الاستطاعةُ المتوسِّطة المستهلَكة **أكبرُ** ما يمكنُ | |
| عامل الاستطاعة يساوي **الواحد** | $\cos\varphi=1$ |

**لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة بعد حدوث التجاوب**

نأخذ بعين الاعتبار أن $I_{eff}$ (تغيرت) وأن $U_{eff}$ (لم تتغير) و $\cos\varphi=1$

التجاوب الكهربائي يحدث عادةً بعد إضافة جهاز إلى الدارة ..

عند إضافة جهاز .. إذا قال "تبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها" عندئذٍ :

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

في الوصل على التفرع إذا أصبحت شدة التيار على وفاق بالطور مع فرق الكمون عندئذٍ نستخدم **إنشاء فرينل** في إيجاد المطلوب ..

"مصباحاً كهربائيّاً ذاتيتُه مُهمَلة" "جهاز تسخين كهربائيّ ذاتيّته مهملة" تُعامَل معاملة **مقاومة صرفة** ..



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** يعطى تابع التوتر اللحظي بين طرفي مأخذ بالعلاقة $\bar{u}=180\sqrt{2}\cos 100\pi t$ المطلوب :

1- احسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار.

2- نضع بين طرفي المأخذ مصباحاً كهربائياً ذاتيتُه مُهمَلة فيمرُّ تيار شدته المنتجة 9A احسب قيمة المُقاوَمة أومية للمصباح، واكتبْ تابعَ الشِّدَّةِ اللّحظيّةِ المارّة فيها.

3- نصل بين طرفي المصباح في الدارة السابقة وشيعة عامل استطاعتها ½ فيمر في الوشيعة تيار شدّته المنتجة 15A احسب ممانعة الوشيعة والاستطاعة المستهلكة فيها، ثمَّ 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.

6- احسبْ سعةَ المُكثّفةِ الواجبِ ربطُها على التّفرُّع بينَ طرفَي المأخذِ لتصبحَ شدّةُ التيّارِ الأصليّة الجديدة على وفاقٍ بالطّور معَ التّوتُّرِ المُطبَّق عندَما تعملُ الفروعُ الثلاثة معاً.

**المسألة الثانية** مأخذ لتيار متناوب جيبي التوتر اللحظي بين طرفيه $\bar{u}=150\sqrt{2}\cos 100\pi t$

A) نصل طرفي المأخذ بدارة تحوي على التسلسل مقاومة صرف $30\Omega$ ووشيعة مقاومتها مهملة ذاتيتها $\frac{2}{5\pi}$H ، والمطلوب حساب :

1- التوتر المنتج بين طرفي المأخذ 2- ردية الوشيعة

3- الممانعة الكلية للدارة 4- الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة

5- عامل استطاعة الدارة والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها

B) نضيف إلى الدارة السابقة مكثفة مناسبة سعتها C تجعل الشدة في الدارة على توافق مع التوتر المطبق ، والمطلوب حساب :

1- الشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة

2- حساب سعة المكثفة المُضافة

3- إذا كانت المكثفة السابقة مؤلفة من ضم مجموعة من المكثفات المتماثلة لكل منها سعة $\frac{1}{4\pi}\times10^{-4}$F

حدد طريقة ضم هذه المكثفات ، ثم احسب عددها .

**المسألة الثالثة** مأخذ تيار متناوب جيبي التوتر المنتج بين طرفيه 50v وتواتره 50Hz نصل بين طرفي المأخذ بدارة كهربائية تحوي على التسلسل مقاومة صرف R ومكثفة اتساعيتها $20\Omega$ فإذا علمت أن التوتر المنتج بين طرفي المقاومة 30v ، والمطلوب :

1- احسب التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام انشاء فرينل.

2- احسب الشدة المنتجة للتيار في الدارة.

3- احسب قيمة المقاومة R

4- احسب الاستطاعة الكهربائية المتوسطة المستهلكة في الدارة.

5- نضيف على التسلسل إلى الدارة السابقة وشيعة مناسبة مقاومتها مهملة فتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها ، احسب قيمة ذاتية هذه الوشيعة.

## الحولة الكهربائية

### ✍ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

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

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

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

خافضة للشدة $I_{eff_P} > I_{eff_S}$

$\mu > 1$

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

رافعة للشدة $I_{eff_P} < I_{eff_S}$

(ملاحظة : ليست أصغر من الصفر) $\mu < 1$

✯ نحسب **الشدة المنتجة** أو **التوتر المنتج** : من إحدى الخطوات الآتية :

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

✯ **الاستطاعة الضائعة حرارياً** : $P' = RI_{eff_S}^2$

إذا غمسنا مقاومة في مسعر يحوي ماء .. نطبق مبدأ مصونية الطاقة :

كمية الحرارة التي يأخذها الماء = الطاقة الحرارية التي تقدمها المقاومة

$$P_S \cdot t = m \cdot c_0 \cdot \Delta t$$

$$\Rightarrow RI_{eff_S}^2 \cdot t = m \cdot c_0 \cdot \Delta t$$

$$\Rightarrow R\frac{U_{eff_S}^2}{R^2} \cdot t = m \cdot c_0 \cdot \Delta t$$

## ✷ مسائل هامة :

### المسألة الأولى

A) محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 2$ ، والشدة المنتجة في دارتها الثانوية $I_{eff_S} = 5A$ والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يُعطى وفق التابع : $\overline{u}_S = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ ، والمطلوب حساب :

1- قيمة التوتر المنتج بين طرفي الدارة الثانوية وتواتر التيار

2- قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأولية

B) نربط بين طرفي الدارة الثانوية فرعين الأول يحوي مقاومة R ويمر فيه تيار شدته المنتجة $I_{eff_R} = 4A$ والفرع الثاني يحوي مكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi}F$ ، والمطلوب حساب :

1- قيمة المقاومة في الفرع الأول ، والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها .

2- قيمة اتساعية المكثفة .

3- قيمة الشدة المنتجة المارة في فرع المكثفة باستخدام إنشاء فرينل واكتب التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع .

**المسألة الثانية** يبلغُ عددُ لفّاتٍ أوّليّة مُحوّلة 3750 لفة وعددُ لفّات ثانويّتها 125 لفّة نطبّقُ بينَ طرفَي الأولية توتُّراً مُنتِجاً $U_{eff_P} = 3750v$ ونربطُ بينَ طرفَي الثانويّة دارةً تحوي على التّفرُّع :

مُقاوَمةٌ صرفٌ الاستطاعةُ المُستهلَكة فيها $P_{avg_1} = 1000w$

وشيعةٌ لها مُقاوَمة أومية، الاستطاعة المُستهلَكة فيها $P_{avg_2} = 1000w$ يمرّ فيها تيّارٌ يتأخَّرُ بالطّور عن التّوتُّرِ المُطبّق بمقدارِ $\frac{\pi}{3}rad$ ، والمطلوب حساب :

1- قيمةِ الشِّدّة المُنتجة للتيّار المارّ في المُقاوَمة.

2- قيمة الشِّدّة المُنتجة للتيّار المارّ في الوشيعة.

3- قيمةِ الشِّدّة المُنتجة للتيّار المارّ في ثانوية المُحوّلة.

4- الشِّدّةِ المُنتجة للتيّار المار في الدّارة الأولية للمُحوّلة.

**المسألة الثالثة** يبلغُ عددُ لفات وشيعة أوليّة مُحوّلة 125 لفة وفي ثانويتها 375 لفة نطبقُ بينَ طرفَي الدّارة الأوّلية فرقَ كمونٍ مُنتِج قيمتُه 10v ونصلُ طرفَي الثّانوية بمُقاوَمةٍ صرفٍ R مغموسةٍ في مسعرٍ يحوي 600g من الماء ، والمطلوب :

1- احسب قيمةِ المُقاوَمة R

2- احسب الشّدتَين المُنتجتَين في دارتَي المُحوّلة باعتبارِ مردودِها يُساوي الواحد.

3- نصلُ على التفرُّع بينَ طرفَي المُقاوَمة وشيعةً مُهمَلة المُقاوَمة فتصبحُ الشِّدّةُ المُنتجة الكلّيّة في الدّارة الثانويّة 5A ، والمطلوب

a) احسب الشِّدّةِ المُنتجةِ للتيّار في فرع الوشيعة باستخدام إنشاء فرينل، ثمّ اكتبْ تابعَ الشِّدّة اللّحظيّة.

b) احسب ذاتيّةِ الوشيعة.

c) الاستطاعةِ المُتوسّطةِ في جملة الفرعَين.

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# الأمواج المستقرة العرضية

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

### I. النهاية المقيّدة :

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

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

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

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

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

✯ معادلة أبعاد عقد الاهتزاز A : $x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$ $n = 0,1,2,\ldots$

| المسافة بين | | | |
|---|---|---|---|
| **بطنين** متتاليين | متشابهين | **بطن وعقدة** متتاليين | مختلفين |
| **عقدين** متتاليين | | **عقدة وبطن** متتاليين | |
| نقطتين لهما **نفس الحالة الاهتزازية** | | $\frac{\lambda}{4}$ | |
| $\frac{\lambda}{2}$ | | | |

| | |
|---|---|
| طول الوتر | $L = n\frac{\lambda}{2}$ |
| عدد المغازل | $n = \frac{2L}{\lambda}$ |
| طول الموجة | $\lambda = \frac{2L}{k} = \frac{v}{f}$ |
| التواترات | $L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \frac{nv}{2L}$ حيث $n = 1,2,3,\ldots$ عدد المغازل<br>وتسمى **المدروجات** (الأساسي $n = 1$) |

### II. النهاية الطليقة :

✯ في الانعكاس على **نهاية طليقة** تكون جهة الإشارة المنعكسة **توافق** جهة الإشارة الواردة فيكون **فرق الطور** $\varphi' = 0rad$

| | |
|---|---|
| طول الوتر | $L = (2k-1)\frac{\lambda}{4}$ |
| طول الموجة | $\lambda = \frac{4L}{2n-1} = \frac{v}{f}$ |
| التواترات الخاصة | $L = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{4L}$<br>حيث $n = 1,2,3,\ldots$ عدد المغازل<br>وتسمى **المدروجات** (الأساسي $n = 1$) |

✯ عدد أطوال الموجة = طول الوتر ÷ طول الموجة = $\frac{L}{\lambda}$

✯ عند تغيير عدد المغازل n يتغير طول الموجة $\lambda$ فنحسبه من جديد ..

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

✯ لا تتغير الكتلة الخطية $\mu$ بتغيّر طول الوتر L ..

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

✯ لحساب كتلة الوتر m من $F_T$ بتعويض $\mu$ ثم عزل m ..

**مسائل هامة :**

**المسألة الأولى** وتر مشدود كتلته 16g يهتز بالتجاوب بوساطة رنانة كهربائية تواترها 50Hz بحيث يتشكل فيه أربعة مغازل ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر $20ms^{-1}$ المطلوب حساب :

1- طول موجة الاهتزاز 2- طول الوتر

3- مقدار قوة الشد المطبقة على الوتر

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

**المسألة الثانية** خيط مرن أفقيّ طوله 1m قطرُ مقطعِه 0.4mm وكثافةُ مادّته $8gcm^{-3}$ نربط أحد طرفيه بِرنّانة كهربائيّة شعبتاها أفقيّتان تواترها 50Hz ونشدّ الخيط على محزّ بكرة بثقل مناسب لتكون نهايته مقيَّدة، فإذا علمت أنّ طول الموجة المتكوّنة 40cm ، والمطلوب :

1- ما عدد المغازل المتكوّنة على طول الخيط؟
2- احسب السعة بنقطة تبعد 20cm عن النهاية المقيَّدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع 1cm
3- احسب الكتلة الخطِّيّة للخيط، واحسب قوّة شدِّ هذا الخيط، وسرعة انتشار الاهتزاز فيه.
4- احسب قوّة شدِّ الخيط التي تجعله يهتزُّ بمغزلين، وحدّد أبعاد العقد ولبطون عن النهاية المقيَّدة في هذه الحالة.
5- نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه. هل تتغيّر كتلته الخطِّيّة باعتبار أنّه متجانس.

**المسألة الثالثة** احسُب تواتُرَ الصَّوت الأساسيّ لوترٍ مشدودٍ طولُه 0.7m وكتلته 7g شُدَّ بقوّةٍ قدرُها 49N

# الأمواج المستقرة الطولية

## الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل :

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

| التواتر الأساسي | التواتر الأساسي |
|---|---|
| $f_1 = \frac{v}{2L} \Rightarrow f = n \cdot f_1$ | $f_1 = \frac{v}{4L} \Rightarrow f = (2n-1) \cdot f_1$ |

في الأعمدة الهوائية المغلقة والمزامير مختلفة الطرفين لا يوجد مدروجات زوجية بل فردية فقط حيث نضع رقم المدروج مباشرةً 2n-1

إن **بطون الاهتزاز** هي **عقد للضغط** أما **عقد الاهتزاز** هي **بطون للضغط**

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

تبقى **السرعة نفسها** إذا بقي **الغاز نفسه ودرجة الحرارة نفسها**

عندما يكون الصوت **مواقتاً** لصوت آخر فيكون لهما **نفس التواتر**

عندما يطلب منا حساب طول مزمار آخر فهذا يعني أن نكتب قانون طول المزمار الجديد $L'$ ثم نرى هل تغير كل من التواتر f والسرعة v ... ثم نعوض ..

البُعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين مُتعاقبين) $L = \frac{\lambda}{2}$

في المزمار **مختلف** الطرفين n هو عدد العقد الكلي فإذا كُتِبَ في نص المسألة "**يتشكل في داخله**" عندئذٍ **نزيد** على العدد المعطى **واحد** ..

## ✸ مسائل هامة :

**المسألة الأولى** وتر مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله 1m مملوء بالهواء يُصدر صوتاً أساسياً تواتره 150Hz في درجة حرارة مناسبة والمطلوب :

1- احسب عدد أطوالِ الموجةِ الّتي يحويها المِزمار.
2- طول مزمار آخر مُختلف الطرفين تواتر صوته الأساسي مساوٍ لتواتر الصوت السابق في درجة الحرارة نفسها .

**المسألة الثانية** استُعمِلَت رنّانةٌ تواتُرُها 445Hz فوقَ عمودِ هوائي مُغلَق لتحديدِ سرعةِ انتشار الصَّوت في غاز الهيليوم فإذا كانَ البُعدُ بينَ

أ. مؤيد بكر الفيزياء الإلكترونية



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

صوتَين شديدَين مُتتاليَين (رنينَين مُتعاقبَين) 110cm احسُب سرعةَ انتشار الصَّوت في غاز الهيليوم

**المسألة الثالثة** مزمار ذو فم، نهايته مفتوحة طوله 3.4m مملوء بالهواء يصدر صوتاً تواتره 1000Hz حيث سرعة انتشار الصوت في هواء المزمار $340ms^{-1}$ في درجة حرارة التجربة

1- احسب طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار
2- إذا تكوّنت داخله عقدة واحدة فقط في منتصف المزمار في الدرجة نفسها من الحرارة، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ
3- إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء $331ms^{-1}$ في الدرجة 0C فاحسب درجة حرارة التجربة.

تمرينه تعالى

**تم شرح كامل المطلوب من المنهاج وحل كل المسائل على قناة ( مؤيد بكر أكاديمية الفيزياء الإلكترونية ) على اليوتيوب**

## كلمة أخيرة

إن نوطة ( مفاتيح النجاح والتفوق ) مكونة من قسمين

قسم الأسئلة النظرية ، وقسم الأفكار والملاحظات والقوانين اللازمة لحل المسائل مع مجموعة من المسائل الهامة الواجب حلّها والتي تحتوي على جميع الطلبات التي يمكن أن تأتي في الامتحان ..

- نبدأ أولاً بحفظ الأسئلة النظرية الواردة في النوطة من الكتاب ، حيث أنه قد تم كتابة رؤوس أقلام الإجابات وهو ما يحتاجه الطالب لاستذكار الفقرة في الامتحان وخاصة الانطلاقة ، وبعض الخطوط العريضة في الاستنتاجات ، أما ما لم يتم كتابته فهي عمليات مُتسلسلة يُمكن لأي طالب مُطّلع على الفقرة كتابتها ..
- نقرأ الأفكار والملاحظات الواردة في النوطة ونحفظها جيّداً لأنها قوانين ومفاتيح لحل طلبات المسائل وقواعد علينا مراعاتها في الحل ..
- حل المسائل المذكورة في النوطة لأنها مسائل شاملة لكل الأفكار وذلك بناءاً على الأفكار والملاحظات التي درسناها .. وهنا أأكد أن لا حاجة لأية مسائل خارجية لأن مسائل الامتحان ستكون مُحاكية تماماً لمسائل الكتاب
- بعد الانتهاء من حل مسائل النوطة يُمكن اختبار أنفسكم بمسائل الامتحانات السابقة

تمنياتي لكم بدراسة مُيَسَّرة وأن يكون التوفيق مُرافقاً لكم في كل خطوة

أ. مؤيد بكر

أكاديمية الفيزياء الإلكترونية
أ. مؤيد بكر



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner