ملاحظات الميكانيك

ملاحظات حل مسائل النواس المرن

1. الدور الخاص وواحدته (sec) : T_0 حسب المعطيات من ثلاثة طرق

$$\begin{cases} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ T_0 = \frac{2\pi}{\omega_{0\,\text{النبض}}} \\ T_0 = \frac{t\ \text{زمن الهزات}}{N\ \text{عدد الهزات}}\ \text{تجريبياً} \end{cases}$$

- ✓ الدور الخاص للنواس المرن لاعلاقة له بالجاذبية g ولا بسعة الاهتزاز X_{max} (يعني لما يغيرن يبقى الدور كما هو $T'_0 = T_0$)
- ✓ الدور الخاص للنواس المرن له علاقة بالكتلة m (تناسب طردي) وبثابت صلابة النابض k (تناسب عكسي)

2. الاستطالة السكونية: $mg = kx_0 \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{m.g}{k}}$

وإذا لم تعطى قيم m , k

- ✓ نستطيع تبديل $k = m.\omega_0^2$ فيكون $x_0 = \frac{m.g}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{m.g}{m.\omega_0^2} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{g}{\omega_0^2}}$
- ✓ $mg = kx_0 \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x_0}{g} \xrightarrow{\text{نعوض بدل } \frac{m}{k} \text{ في علاقة الدور}} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}} \xrightarrow{\text{نربع ونعزل } x_0}$

3. $\begin{cases} \bar{F} = -k\bar{x}\ (N)\ \text{قوة الارجاع} \\ \bar{a} = -\omega_0^2\bar{x}\ (m.s^{-2})\ \text{التسارع} \end{cases}$ لما يطلبن رح يعطي قيمة المطال x أو (اللحظة $t = 0$ تكون مثلاً $x = +X_{max}$)

- ✓ شدة قوة الارجاع بالقيمة المطلقة وشدة محصلة القوى هي نفسها شدة قوة الارجاع $\sum F = |m.\bar{a}| = |-k\bar{x}|$

4. ثابت صلابة النابض k $(N.m^{-1})$

- ✓ إذا أعطانا النبض الخاص ω_0 : $\boxed{k = m.\omega_0^2}$ أو عندما يعطينا خط بياني للطاقة نحسب منه k : من علاقة الطاقة الكلية : $E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$ ونعزل k :
- ✓ أو نحسبه من علاقة الدور بعد تربيعها : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{\text{نربع}} T_0^2 = 4\pi^2\frac{m}{k} \Rightarrow \boxed{k = 4\pi^2\frac{m}{T_0^2}}$

5. استنتاج التابع الزمني:

1) نكتب الشكل العام: $\boxed{\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})}$
2) نعين الثوابت: $\bar{\varphi}\ ,\ X_{max}\ ,\ \omega_0$
3) نعوض الثوابت بالشكل العام

- ω_0 النبض الخاص $(rad.s^{-1})$: $\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}}$ أو $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}}$
- سعة الحركة ، سعة الاهتزاز ، ضمن جدول مرونة النابض ، $\frac{\text{طول القطعة المستقيمة}}{2} \xLeftarrow{\text{تعني كلها}} \boxed{X_{max}}$
- تعيين $\bar{\varphi}$ من شروط البدء

في الوضعيين الطرفيين $x = \pm X_{max}$ تنعدم السرعة في كلا الاتجاهين $v = 0$	الاتجاه الموجب: $v > 0$ السرعة موجبة ، الاتجاه السالب: $v < 0$ السرعة سالبة
▪ شروط البدء : $t = 0\ ,\ x = +X_{max}$ تركت دون سرعة ابتدائية نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ $+X_{max} = X_{max}\cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$ ▪ شروط البدء : $t = 0\ ,\ x = -X_{max}$ تركت دون سرعة ابتدائية نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ $-X_{max} = X_{max}\cos(\bar{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \boxed{\varphi = \pi\ rad}$	▪ شروط البدء : $t = 0\ ,\ x = \frac{X_{max}}{2}$ باتجاه سالب مثلاً نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ $\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(\frac{\pi}{2}(0) + \bar{\varphi})$ $\Rightarrow \cos\varphi = +\frac{1}{2}$ $\begin{cases} \varphi = +\frac{\pi}{3}\ rad\ \text{إما} \\ \varphi = -\frac{\pi}{3}\ rad\ \text{أو} \end{cases}$ نختار φ قيمة التي تجعل السرعة سالبة: $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ نعوض شروط البدء $v < 0\ ,\ t = 0$ لأن الاتجاه سالب: $\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\bar{\varphi} < 0$ مقبول $\varphi = +\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\left(+\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v < 0$ مرفوض $\varphi = -\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \bar{v} = +\omega_0 X_{max}\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v > 0$

6. السرعة الخطية لمركز عطالة الجسم

- تابع السرعة : $\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
- السرعة العظمى طويلةً (موجبة) : $\boxed{v_{max} = \omega_0 X_{max}}$
- سرعة المرور الاول بوضع التوازن في كلا الاتجاهين $(t = 0 , x = \pm X_{max})$: $\boxed{v = \pm\omega_0 X_{max}}$

حساب السرعة طويلة عند المطال x معلوم $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x_{\text{معطى}}^2}$ وعندما يكون الاتجاه الموجب: $v > 0$ السرعة موجبة ، الاتجاه السالب: $v < 0$ السرعة سالبة

7. **تعيين (زمن) أو لحظات المرور بوضع التوازن لعدة مرات :**

✓ إذا كانت شروط بدء الحركة من الوضعين الطرفيين $(t = 0 \ , \ x = \pm X_{max})$

الأول	الثاني	الثالث	الرابع
$t_1 = \frac{T_0}{4}$	$t_2 = 3\frac{T_0}{4}$	$t_3 = 5\frac{T_0}{4}$	$t_4 = 7\frac{T_0}{4}$

✓ إذا كانت شروط بدء الحركة ليس من الوضعين الطرفيين $(t = 0 \ , \ x \neq \pm X_{max})$

1) نعدم تابع المطال لأن في وضع التوازن $x = 0 \leftarrow 0 = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

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

2) نضع بدل (0) $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right)$ لأن $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) = 0$ حيث k عدد الدورات التي ينعدم عندها الـcos : $k = 0, 1, 2, 3, 4, \ldots$

فيصبح: $\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) \Rightarrow \omega_0 t + \bar{\varphi} = \frac{\pi}{2} + \pi k$

3) نعزل الزمن t من المعادلة السابقة حيث تكون قيم ω_0, $\bar{\varphi}$ معلومة من تابع المطال مسبقاً : $\boxed{t = \frac{\frac{\pi}{2} - \bar{\varphi} + \pi k}{\omega_0}}$

✓ نعوض $k = 0$ للحصول على زمن المرور الأول و $k = 1$ للمرور الثاني **زمن الوصول من المطال الأعظمي الموجب إلى المطال الأعظمي السالب**

(الزمن بين الوضعيين المتناظرين $\pm X_{max}$): $\boxed{t = \frac{T_0}{2}}$

8. **الطاقات :**

الطاقة الكامنة المرونية التي يقدمها المجرب (بدون ماكس) : $\boxed{E_P = \frac{1}{2}kX^2}$

الطاقة الميكانيكية (الكلية) (مع ماكس) : $\boxed{E = \frac{1}{2}kX_{max}^2}$ ، $\boxed{E = E_k + E_P}$

الطاقة الحركية (من الفرق) : $\boxed{E_k = E - E_P}$

$$E_k = \frac{1}{2}kX_{max}^2 - \frac{1}{2}kX^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2}k\left[X_{max}^2 \text{ سعة الحركة} - X^2 \text{ معطاة بالطلب}\right]$$

الطاقة الحركية عند مرور المتحرك بوضع التوازن $x = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow E_k = E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$

تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم عندما تتساوى الطاقتين الكامنة والحركية $E_k = E_P$

$$E = E_k + E_P \xrightarrow{\text{نضع } E_P \text{ بدل } E_k} E = E_P + E_P \Rightarrow E = 2E_P \xrightarrow{\text{نعوض القوانين}} \frac{1}{2}kX_{max}^2 = 2.\frac{1}{2}kX^2 \xrightarrow{\text{نختصر}} X^2 = \frac{X_{max}^2}{2} \xrightarrow{\text{نجذر الطرفين}} \boxed{x = \pm\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}}$$

9. **تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم في اللحظة t او لحظة بدء الزمن $t = 0$**

نعوض هذا الزمن المعطى في تابع المطال فتنتج لدينا قيمة x تكون هي موضع الجسم في ذلك الزمن المعطى

10. **التوابع الزمنية الموجودة داخل الكتاب**

اسم التابع و قانونه	التابع الزمني	تفصيل التابع الزمني	القيمة العظمى الطويلة له
المطال (موضع الجسم) : $\bar{x}$	$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{x} = X_{max}$
السرعة: $\bar{v} = (\bar{x})'_t$	$\bar{v} = -v_{max}.\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{v} = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$v_{max} = \omega_0 X_{max}$
التسارع : $\bar{a} = (\bar{v})'_t = (\bar{x})''_t$	$\bar{a} = -\omega_0^2.\bar{x}$	$\bar{a} = -\omega_0^2 x_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$a_{max} = \omega_0^2 x_{max}$
قوة الإرجاع : $\bar{F} = -k\bar{x}$	$\bar{F} = -F_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{F} = -kX_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$F_{max} = kX_{max} = m\omega_0^2 X_{max}$

ملاحظات حل النواس الفتل:

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

✓ **الدور الخاص للنواس الفتل لاعلاقة له بالجاذبية g ولا بسعة الاهتزاز θ_{max} (يعني لما يغيرن يبقى الدور كما هو $T'_0 = T_0$)**

✓ **الدور الخاص للنواس الفتل له علاقة بعزم العطالة للنواس I_Δ (تناسب طردي) وبثابت فتل سلك الفتل k (تناسب عكسي)**

-1 **عزم العطالة I_Δ :**

✓ $I_{\Delta/m}$: عزم عطالة أي نقطة مادية (كتلة نقطية) هو جداء الكتلة بمربع بعدها عن محور ثابت (سلك الفتل) $I_{\Delta/m} = m.r^2 \begin{cases} r = \frac{L}{2} \xrightarrow{\text{الكتل على طرفي الساق}} I_{\Delta/m} = m.\frac{L^2}{4} \\ I_{\Delta/m} = m.r^2 \text{ الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$

✓ $I_{\Delta/c}$: عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور مار من منتصفه وعمودي على مستويه : $\begin{cases} I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \text{ للقرص} \end{cases}$ $I_{\Delta/c}$ معطى بنص المسألة

✓ $I_{\Delta/\text{جملة}}$: عزم عطالة الجملة (بوجود كتل نقطية) هو مجموع عزوم عطالة مكونات النواس $I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1}$

✓ خلاصة عزم العطالة بالنواس الفتل $I_\Delta \begin{cases} I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} \text{ لايوجد كتل} \\ I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} \text{ بوجود كتل} \end{cases}$

-2 **ثابت فتل السلك k:** $(m.N.rad^{-1})$ إذا أعطانا النبض الخاص ω_0 : $\boxed{k = I_\Delta.\omega_0^2}$ أو نحسبه من علاقة الدور بعد تربيعها : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \xrightarrow{\text{تربيع}} T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{k} \Rightarrow \boxed{k = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2}}$

11. **ملاحظات للاختيار من متعدد :**

$\boxed{K = k'\frac{(2r)^4}{L}}$ تستخدم هذه العلاقة فقط عند التغيير في سلك الفتل **حيث:** k' : ثابت يتعلق بنوع السلك $2r$: قطر مقطع السلك (ثخنه) L : طول السلك

$\sqrt{L} \xleftarrow{\text{عكساً}} \sqrt{K} \xleftarrow{\text{عكساً}} T_0$ لما يغير طول سلك الفتل ويطلب T'_0 الجديد هنا فقط نجذر نسبة الطول الجديد

✓ نجعل طول سلك الفتل أربع أضعاف ما كان عليه فيكون الدور الجديد : $T'_0 = 2T_0$

✓ نجعل طول سلك الفتل ثلاثة أرباع ما كان عليه فيكون الدور الجديد : $T'_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}T_0$

✓ نحذف ثلاثة أرباع طول سلك الفتل فيكون الدور الجديد : $T'_0 = \frac{1}{2}T_0$ (الطول الجديد هنا هو الربع لأنه حذف ثلاثة أرباع من طوله)

✓ نقسم سلك الفتل قسمين (متساويين ، ربع وثلاثة أرباع ، ثلث وثلثين) فيكون الدور الجديد بعد تعليق الساق بجزأي السلك معاً أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل ويطلب T_0' الجديد هنا نضرب نسبتي الطولين ونجذرهما .

- قسمين متساويين: $\sqrt{\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{1}{2}T_0}$ ❖ ثلث وثلثين: $\sqrt{\frac{2}{3}\times\frac{1}{3}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{2}}{3}T_0}$ ❖ ربع وثلاثة أرباع: $\sqrt{\frac{3}{4}\times\frac{1}{4}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{3}}{4}T_0}$

12. ملاحظات للمسائل وخصوصاً عند الدمج مع الثقلي المركب :

✓ عند إضافة كتل على النواس فإن الذي يتغير هو عزم العطالة أما ثابت فتل السلك فلا يتغير وعند طلب الدور الجديد هنا : نسبب الدورين

$$\begin{cases} \text{الدور بدون كتل } T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c_{\text{جسم}}}}{k}} : I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} \text{ معطى بنص المسألة} \\ \text{الدور بوجود كتل } T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/_{\text{جملة}}}}{k}} : I_{\Delta/_{\text{جملة}}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} \end{cases} \xrightarrow{\text{نسبب الدورين}} \frac{T'_0}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/_{\text{جملة}}}}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c_{\text{جسم}}}}{k}}} \xrightarrow{\text{نختصر } k} \frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{I_{\Delta/_{\text{جملة}}}}{I_{\Delta/c_{\text{جسم}}}}}$$

نعوض قيم العزوم ونعزل المجهول المطلوب

✓ إذا علقنا الساق بسلكي فتل معاً أطاولهما L_2, L_1 أحدهما من الأعلى والآخر من الأسفل وطلب حساب الدور الجديد :

$$T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k_{\text{جملة}}}} : \xrightarrow{k_{\text{جملة}} = k_1 + k_2} \begin{cases} k_1 = k'\frac{(2r)^4}{L_1} \\ k_2 = k'\frac{(2r)^4}{L_2} \end{cases} : \xrightarrow{\text{السلكين متماثلين}} L_1 = L_2 \Rightarrow k_1 = k_2 \Rightarrow T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{2k_1}}$$

	مرن (خطي)		فتل (زاوي)
المطال	$\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	المطال الزاوي	$\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
السرعة الخطية	$\bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	السرعة الزاوية	$\bar{\omega} = (\bar{\theta})'_t = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$
السرعة الخطية العظمى (طويلة)	$v_{max} = \omega_0 X_{max}$	السرعة الزاوية لعظمى (طويلة)	$\omega_{max} = \omega_0\theta_{max}$
التسارع الخطي	$\bar{a} = -\omega_0^2\bar{x}$	التسارع الزاوي	$\bar{\alpha} = -\omega_0^2\bar{\theta}$
التسارع الأعظمي (طويلة)	$a_{max} = \omega_0^2 X_{max}$	التسارع الأعظمي (طويلة)	$\alpha_{max} = \omega_0^2\theta_{max}$
الدور الخاص	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	الدور الخاص	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}}$
ثابت صلابة النابض	$(N.m^{-1})\ k = m.\omega_0^2$	ثابت فتل السلك	$(m.N.rad^{-1})\ k = I_\Delta.\omega_0^2$
قوة الارجاع	$\bar{F} = -K.\bar{x}$	عزم الارجاع	$\bar{\Gamma} = -K.\bar{\theta}$
النبض الخاص	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	النبض الخاص	$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I_\Delta}}$
الطاقة الكلية (الميكانيكية)	$E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$	الطاقة الكلية (الميكانيكية)	$E = \frac{1}{2}k\theta_{max}^2$
الطاقة الكامنة المرونية	$E_P = \frac{1}{2}kX^2$	الطاقة الكامنة	$E_P = \frac{1}{2}k\theta^2$
الطاقة الحركية الانسحابية	$E_k = \frac{1}{2}m.v^2$	الطاقة الحركية الدورانية	$E_k = \frac{1}{2}I_\Delta.\omega^2$
كمية الحركة الانسحابية	$(kg.m.s^{-1})\ P = m.v$	العزم الحركي الدوراني	$(kg.m^2.rad.s^{-1})\ L = I_\Delta.\omega$
سرعة المرور الأول بوضع التوازن	$v = -\omega_0 X_{max}$	سرعة المرور الأول بوضع التوازن	$\omega = -\omega_0\theta_{max}$

ملاحظات لحل مسائل النواس البسيط

1. الدور الخاص للنواس الثقلي البسيط وتغيراته :

✓ الدور بحالة سعات كبيرة $\theta > 0,24\,rad$ أو $\theta > 14^0$ (الزوايا الشهيرة) $\boxed{T_{0_{\text{سعات كبيرة}}} = T_{0_{\text{سعات صغيرة}}}\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$

✓ الدور بحالة سعات صغيرة $\theta \le 0,24\,rad$ أو $\theta \le 14^0$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}$$

✓ الدور T_0 يتناسب عكساً مع $\sqrt{g}$

أي اذا انتقلنا بالنواس من سطح البحر إلى قمة الجبل فتنقص $\sqrt{g}$ ويزداد الدور T_0 أي (الميقاتية تؤخر) وبالعكس (الميقاتية تقدم)

3. استنتاج علاقة توتر الخيط لحظة المرور في الشاقول

جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : كرة النواس

القوى المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الكرة ، $\vec{T}$ توتر الخيط

$$\sum\vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{T} = m\vec{a}$$

بالاسقاط على الناظم نجد :

$$T - W = m.a_c$$

$$T = m.a_c + W \xrightarrow{\text{التسارع الناظمي } a_c = \frac{v^2}{r}} T = m\frac{v^2}{r} + mg \xrightarrow{\text{طول الخيط } L = r}$$

علاقة توتر الخيط $\boxed{T = m\left[\frac{v^2}{L} + g\right]}$

2. نزيح بزاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية احسب السرعة الخطية لحظة المرور بالشاقول

كليشة: نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه دون سرعة ابتدائية $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني : لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$$\Delta E_K = \sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to2}}$$
$$E_k - E_{k_0} = \overline{W}_{\vec{T}} + \overline{W}_{\vec{W}}$$

($E_{k_0}=0$ تركت دون سرعة ابتدائية) ($\overline{W}_{\vec{T}} = 0$ لأن $\vec{T}$ تعامد الانتقال في كل لحظة.)

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$h = d[\cos\theta - \cos\theta_{max}] \xrightarrow{\text{عند المرور بالشاقول } d=L,\ \theta=0 \to \cos\theta=1} h = L[1 - \cos\theta_{max}]$$

$$\xrightarrow{\text{نختصر } m} gL[1 - \cos\theta_{max}] = \frac{1}{2}v^2$$

$$\xrightarrow{\text{نعزل حسب المجهول}} \begin{cases} v^2 = 2.gL[1 - \cos\theta_{max}] \overset{\text{نجذر}}{\Longrightarrow} v = \sqrt{2.gL[1 - \cos\theta_{max}]} \\ [1 - \cos\theta_{max}] = \frac{v^2}{2.gL} \Rightarrow \cos\theta_{max} = 1 - \frac{v^2}{2.gL} \end{cases}$$

ملاحظات لحل مسائل النواس الثقلي المركب

الدور بحالة السعات الصغيرة: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$ الدور بحالة سعات كبيرة (زوايا شهيرة أو $\theta > 0.24rsd$) : $\boxed{T'_0 = T_0\left[1+\frac{\theta^2_{max}}{16}\right]}$

نواس يدق الثانية $\boxed{T_0 = 2sec}$

الدور يتناسب عكساً مع $\sqrt{g}$ **واذا انتقلنا بالنواس من سطح البحر إلى قمة الجبل فتنقص g ويزداد T_0 أي (الميقاتية تؤخر) وبالعكس (الميقاتية تقدم)**

الدور لا علاقة له بالكتلة العطالية m (يعني بس يغير m ويطلب الدور الجديد نختار $T'_0 = T_0$

طلبات مسألة النواس الثقلي المركب

السؤال الأول حساب T_0 من العلاقة $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$ **يجب تعيين كل من I_Δ ، d ، m ونختصر g مع π بعد تعويض g بـ 10**

- **عزم العطالة I_Δ :**

✓ $I_{\Delta/m}$: عزم عطالة أي نقطة مادية (كتلة نقطية) هو جداء الكتلة بمربع بعدها عن محور ثابت (سلك الفتل) $I_{\Delta/m} = m.r^2 \begin{cases} r=\frac{L}{2} \xrightarrow{\text{الكتل على طرفي الساق}} I_{\Delta/m} = m.\frac{L^2}{4} \\ I_{\Delta/m} = m.r^2 \text{ الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$

✓ $I_{\Delta/c}$: عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور مار من منتصفه وعمودي على مستويه : $\begin{cases} I_{\Delta/c}=\frac{1}{12}mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c}=\frac{1}{2}mr^2 \text{ للقرص} \end{cases}$ $I_{\Delta/c}$ معطى بنص المسألة

✓ $I_{\Delta/\text{هايغنز}}$: عزم عطالة الجسم (ساق أو قرص) حول محور لا يمر من منتصفه وعمودي على مستويه

✓ $I_{\Delta/\text{جملة}}$: عزم عطالة الجملة (بوجود كتل نقطية) هو مجموع عزوم عطالة مكونات النواس $I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta\left(\text{جسم مهملة أو } I_{\Delta/\text{هايغنز}} \text{ أو } I_{\Delta/c}\right)} + I_{\Delta/m_1} + I_{\Delta/m_2}$

حالات النواس الثقلي المركب :

1) ساق حاف (مافي كتل): يعني I_Δ حسب هايغنز:

$I_{\Delta\text{هايغنز}} = I_{\Delta/c\,\text{تمر}} + m.d^2$

تعيين d : $d = oc$

2) ساق مع كتلة :

تعيين I_Δ حسب جملة:

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c\,\text{ساق}} + I_{\Delta m_1}$

تعيين d : $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_1 r_1}{m+m_1}$

تعيين m : $m_{\text{جملة}} = m_{\text{ساق}} + m_1$

3) ساق مع كتلتين : نعيّن أولاً (r_1 , r_2)

تعيين I_Δ حسب جملة:

$I_{\Delta\,\text{جملة}} = I_{\Delta/c\,\text{ساق}} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

تعيين d : $d = \frac{\sum mr}{\sum m} = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m+m_1+m_2}$

تعيين m : $m_{\text{جملة}} = m_{\text{ساق}} + m_1 + m_2$

السؤال الثاني : احسب طول النواس البسيط المواقت للنواس المركب:

$\underset{(\text{رقم})}{T_{0\,\text{مركب}}} = \underset{(\text{قانون})}{T_{0\,\text{بسيط}}}$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \text{رقم}$

السؤال الثالث : نزيح النواس (ساق أو قرص) عن وضع توازنه الشاقولي زاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الزاوية لحظة المرور بالشاقول

$\sqrt{\omega}$ ، θ_{max}؟ نفصل ثم نعوض فوراً أو $\sqrt{\theta_{max}}$, ω؟ نعزل ثم نعوض

الحل:

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الوضع الأول : لحظة تركه دون سرعة ابتدائية $\theta = \theta_{max}$

الوضع الثاني : لحظة المرور بالشاقول $\theta = 0$

$\sum \overrightarrow{W}_{\vec{F}_{1\to 2}} = \Delta \overline{E_K}$

$\overrightarrow{W}_{\vec{R}} + \overrightarrow{W}_{\vec{W}} = E_k - E_{k0}$

0 لأن نقطة تأثير القوة لا تنتقل — تركه دون سرعة ابتدائية

$mgh = \frac{1}{2}\,I_\Delta\omega^2$

$h = d[1-\cos\theta_{max}]$

I_Δ , d , m نحصل على قيمهم من طلب الدور.

احسب السرعة الخطية: $\boxed{v_{\text{خطية}} = \omega_{\text{زاوية}}\ \underset{\text{بعد m عن 0}}{\underbrace{r}}}$ السرعة الخطية **لمركز العطالة:** $\boxed{v = \omega.d}$ $v = \omega.r \xrightarrow{r=d}$ **لإحدى الكتلتين:** $\underset{\text{بعد m عن 0}}{\underbrace{r}}$: $v = \omega.r$

ملاحظات الموائع :

✓ بعض التحويلات الهامة :

V الحجم تحويلة $cm^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^3$	s المساحة تحويلة $cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$	(h,L,z,y,x) تحويلة الطول $cm \xrightarrow{\times 10^{-2}} m$
V الحجم تحويلة لتر $L \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$	m تحويلة الكتلة $g \xrightarrow{\times 10^{-3}} kg$	ρ تحويلة $g.cm^{-3} \xrightarrow{\times 1000} kg.m^{-3}$

✓ قوانين الحجوم لبعض الأجسام المتجانسة :

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

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

المنسوب الحجمي (معدل التدفق الحجمي أو معدل الضخ) : حجم السائل الذي يعبر المقطع s خلال وحدة الزمن وهو ثابت $Q' = \frac{V}{\Delta t}\ (m^3.s^{-1})$

العلاقة بين المنسوب الكتلي والمنسوب الحجمي (هامة متعدد)

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\frac{m}{\Delta t}}{\frac{V}{\Delta t}} = \frac{m}{V} = \rho \Rightarrow \boxed{Q = \rho . Q'}$$

1. نستطيع من قانون التدفق الحجمي حساب		لحساب التدفق الحجمي من القانونين
الزمن اللازم للتفريغ	سرعة تدفق السائل	$\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t}}$
$Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{V}{Q'}}$	$Q' = s.v \Rightarrow \boxed{v = \frac{Q'}{s}}$	$Q' = \frac{V}{\Delta t} \xRightarrow{V = S.\Delta x} Q' = \frac{S.\Delta x}{\Delta t} \xRightarrow{v = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \boxed{Q' = s.v}$

2. عندما يطلب سرعة دخول السائل v_1 عبر المقطع s_1 أو سرعة خروج السائل v_2 من المقطع s_2 نستخدم :

معادلة الاستمرارية $\Rightarrow \boxed{Q' = s_1 . v_{1_{\text{دخول}}} = s_2 . v_{2_{\text{خروج}}} = const} \Rightarrow$

سرعة دخول السائل $v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{s_2 . v_2}{s_1}$

سرعة خروج السائل $v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{s_1 . v_1}{s_2}$

- إذا كان السائل يدخل من فرع واحد s لخرطوم ويخرج من أكثر من فرع s_1, s_2 فتكون معادلة الاستمرارية له :

$$\boxed{Q' = s.v = s_1 . v_1 + s_2 . v_2 = const}$$

- إذا كان السائل يدخل من فرع واحد s_1 لخرطوم ويخرج من أكثر من n فرع متماثلة كل منها s_2 فتكون معادلة الاستمرارية له

$$\boxed{Q' = s_1 . v_{1_{\text{دخول}}} = n\, s_2 . v_{2_{\text{خروج}}} = const}$$ رشاش الاستحمام

- قد يعطينا السرعات ويطلب مساحتي مقطعي الدخول والخروج s_1 , s_2 نعزلهما من معادلة الاستمرارية بدلاً من عزل **السرعات**

3. عندما يطلب ضغط السائل عند الدخول P_1 أو ضغط السائل عند الخروج P_2 أو فرق الضغط $P_1 - P_2$ نستخدم :

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

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

2) نكتب معادلة برنولي المفصلة : $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g Z_2$

3) نعزل المجهول ونخرج عامل مشترك : (مثال أحسب P_2)

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

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

4) نعوض المعطيات وننتبه لكل من :

- إذا طلب P_2 فإن P_1 تكون معطاة أو مساوية للضغط الجوي $(P_1 = P_0)$ والعكس صحيح إذا طلب P_1
- نعوض الفرق $(Z_1 - Z_2)$ أو $(Z_2 - Z_1)$ بإحدى قيم الارتفاعات (h, z, x, y) حيث تكون معطاة بنص المسألة
- إذا كان الأنبوب أفقي أي $(Z_1 - Z_2)$ فإن تغير الطاقة الكامنة الثقالية معدوم $(\Delta E_p - 0)$ ويكون تغير الطاقة الحركية في وحدة الحجوم مساوية $\left(\frac{\Delta E_k}{\Delta V}\right)$:

4. حساب العمل الميكانيكي: $W = -m\, g\, z + (P_1 - P_2)\Delta V$ **حساب كتلة المائع** $m = \rho V$

ملاحظات لحل مسائل الأمواج

- البعد بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين (هو نصف طول الموجة $\frac{\lambda}{2}$)
- البعد بين عقدة وبطن يليها (هو ربع طول الموجة $\frac{\lambda}{4}$)
- عدد أطوال الموجة يحسب : $\frac{L}{\lambda} = \frac{\text{طول الوتر}}{\text{طول الموجة}}$ وواحدته (طول موجة)

طول الخيط (الوتر المشدود) L : يقسم إلى عدد n من المغازل كل مغزل طوله $\frac{\lambda}{2}$ ويكون :

1. طول(الخيط المشدود) الوتر $\boxed{L = n\frac{\lambda}{2}} \xRightarrow{\text{نعزل المجهول}}$ عند طلب λ طول الموجة $\boxed{\lambda = \frac{2L}{n}}$ ، عند طلب n عدد المغازل $\boxed{n = \frac{2L}{\lambda}}$
2. **حساب السعة لنقطة (ارتفاع النقطة) تبعد مسافة (x معطاة) عن النهاية المقيدة :** $\boxed{y_{max\,\acute{n}} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|}$ حيث : y_{max} سعة اهتزاز المنبع
3. **الكتلة الخطية للوتر** (ميو μ) هي النسبة بين كتلته m وطوله L : $\boxed{\mu = \frac{m}{L}}$ واحدتها $kg.m^{-1}$
   - يمكن حساب الكتلة الخطية لوتر اسطواني كتلته الحجمية (كثافته ρ) : $\mu = \frac{m}{L} \xRightarrow{m=\rho.V} \mu = \frac{\rho.V}{L} = \frac{\rho.sL}{L} = \rho.s \Rightarrow \boxed{\mu = \rho.\pi r^2}$
4. **لحساب سرعة انتشار الاهتزاز :** v سرعة انتشار الاهتزاز : $v = \lambda.f$ ، f : تواتر الاهتزاز ؛ $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ ، F_T : قوة الشد
5. **حساب التواترات الخاصة لعدة مدروجات :** $f = \frac{n.v}{2L}$ حيث $n = 1, 2, 3, 4$ تمثل عدد المغازل
   ($n = 1$: المدروج الأساسي (الأول) ، $n = 2$: المدروج الثاني ، $n = 3$: المدروج الثالث)
6. **حساب قوة الشد F_T من أجل n مغزل وفق الخطوات الآتية :**
   $\begin{cases} v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \\ f = \frac{n.v}{2L} \end{cases} \Rightarrow f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \xRightarrow{\text{نربع الطرفين ونعوض}} f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\frac{\boxed{F_T}}{\mu}$ بعد التعويض نحصل على قيمة $\boxed{F_T}$
7. **حساب أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة :**
   معادلة العقد : $\boxed{x = n.\frac{\lambda}{2}}$ حيث : $n = 0_{\text{أول عقدة}}, 1_{\text{ثاني عقدة}}, 2_{\text{ثالث عقدة}}, 3_{\text{رابع عقدة}}$
   معادلة البطون : $\boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$ حيث : $n = 0_{\text{أول بطن}}, 1_{\text{ثاني بطن}}, 2_{\text{ثالث بطن}}, 3_{\text{رابع بطن}}$
   ملاحظة : لما يغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة $\boxed{\lambda_{\text{جديدة}} = \frac{2L}{n_{\text{جديدة}}}}$

ملاحظات المزامير والأنابيب الصوتية

مزمار متشابه الطرفين		مزمار مختلف الطرفين	
ذو فم نهاية مفتوحة ، ذو لسان نهاية مغلقة		ذو فم نهاية مغلقة ، ذو لسان نهاية مفتوحة	
طول المزمار	$L = n.\frac{\lambda}{2}$	طول المزمار	$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$
تواتر الصوت	$f = \frac{n.v}{2L}$	تواتر الصوت	$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$
n تمثل مدروجات الصوت	$n = 1, 2, 3, 4$ ($n = 1$ صوت أساسي)	القوس $(2n-1)$ يمثل مدوجات الصوت $(n = 1, 2, 3, 4)$	$(2n-1) = 1, 3, 5$ ($(2n-1) = 1$ صوت أساسي)
طول الموجة يحسب في المزامير من العلاقة :	$\lambda = \frac{v}{f}$	عدد أطوال الموجة يحسب :	$\frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}} = \frac{L}{\lambda}$
البعد بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين	$\frac{\lambda}{2}$	البعد بين عقدة وبطن يليها	$\frac{\lambda}{4}$
تغيير السرعة v عند تغيير شروط التجربة (درجة حرارة الوسط أوكثافة الغاز)			
السرعة تتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة		السرعة تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لكثافة الغاز	
نسخن : $\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$	$T_{\text{كلفن}} = t(C^0) + 273$	كثافة الغاز $D = \frac{M_{\text{الكتلة الغرامية}}}{29}$	$\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}} = \sqrt{\frac{\frac{M_1}{29}}{\frac{M_2}{29}}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$:

ملاحظات الأعمدة الهوائية

نعوض القوس $(2n-1)$ برقم المدروج ونعوض n برقم الرنين

العمود الهوائي المفتوح (متشابه الطرفين) (نفق عبور سيارات)	العمود الهوائي المغلق (مختلف الطرفين) (قناة سمعية)
طوله $L = n.\frac{\lambda}{2}$ الرنين الأول : $n = 1$ الرنين الثاني : $n = 2$ تواتره $f = \frac{n.v}{2L}$ $n = 1, 2, 3, 4$ (الرنين الأول $n = 1$) **القوة الضاغطة تساوي الضغط ضرب مساحة السطح** $F = P.S$ **البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين متعاقبين) :** $\frac{\lambda}{2}$ طول الموجة : $\lambda = \frac{v}{f}$	**طوله** $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$ القوس$(2n-1)$يمثل مدوجات الصوت $(n = 1, 2, 3, 4)$ الرنين الأول: $n = 1$ $(2n-1) = 1$ الرنين الثاني $n = 2$ $(2n-1) = 3$ طول العمود الهوائي عند الرنين الاول يساوي $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ (أق صر طول) طول العمود الهوائي عند الرنين الثاني يساوي $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$ البعد بين صوتين شديدين متتالين $\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$ $\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2}$ **تواتره** $f = (2n-1)\frac{v}{4L}$ البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول $L_1 = ?$: الرنين الأول : $(2n-1) = 1$ ⇨ $f = \frac{v}{4L_1}$ ⇨ $L_1 = \frac{v}{4f}$

ملاحظات النسبية

1- المراقب الداخلي (مركبة فضائية ، رائد فضاء ، إلكترون ، بروتون)
المراقب الخارجي (محطة أرضية)

2- عامل لورنتز (معامل التمدد) : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

3- تمدد (تباطؤ الزمن) : (زمن الرحلة) $\boxed{t = \gamma.t_0}$ $\gamma > 1 \Rightarrow t > t_0$

t_0 : لايوجد تمدد (بالنسبة للمراقب الداخلي) ، t : يوجد تمدد (بالنسبة للمراقب الخارجي)

4- تقلص الأطوال (طول المركبة) : $\boxed{L = \frac{L_0}{\gamma}}$ $\gamma > 1 \Rightarrow L < L_0$

L_0 : لايوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الداخلي) ، L : يوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الخارجي)
(يتقلص الطول الموازي لشعاع سرعة الجسم المتحرك فقط)

5- تقلص المسافات (المسافة المقطوعة) : $\boxed{L' = \frac{L'_0}{\gamma}}$ $\gamma > 1 \Rightarrow L' < L'_0$

L'_0 : لايوجد تقلص (بالنسبة للمراقب الخارجي) ، L' : يوجد التقلص (بالنسبة للمراقب الداخلي)

6- ازدياد الكتلة السكونية m_0 أثناء الحركة : $\boxed{m = \gamma.m_0}$ $\gamma > 1 \Rightarrow m > m_0$

7- الطاقة الكلية هي مجموع الطاقة السكونية والحركية $E = E_k + E_0$ ، $E = mc^2$

8- الطاقة السكونية : $E_0 = m_0.c^2$

9- الطاقة الحركية : $E_k = E - E_0$

10- كمية الحركة في الميكانيك النسبي : $P = m.v$ كمية الحركة في الميكانيك الكلاسيكي : $P_0 = m_0.v$

ملاحظات الكهرباء

ملاحظات الدرس الأول : المغناطيسية

شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن التيارات الكهربائية:

سلك مستقيم: $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$ — d: بعد النقطة المدروسة عن السلك (m)

ملف دائري : $B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$ — N عدد اللفات (لفة)، r نصف قطر الملف (m)

وشيعة : $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$ — l : طول الوشيعة

قوانين عدد اللفات: $\frac{\text{طول السلك}}{\text{محيط اللفة}}$ = عدد اللفات الكلية $\Leftarrow$ $\boxed{N = \frac{\ell'}{2\pi r}}$

$\frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر سلك اللف}}$ = عدد اللفات في الطبقة الواحدة (وشيعة متلاصقة الحلقات) $\boxed{N' = \frac{\ell}{2r'}}$

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

حساب التدفق المغناطيسي : $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$: $\Phi = N\, B\, s \cos\bar{\alpha}$ والتدفق المغناطيسي الأرضي $\Phi_H = N\, B_H\, s \cos\bar{\alpha}$

- عند طلب حساب تغير التدفق $\Delta\bar{\emptyset}$ يكون هذا التغير ناتج عن تغير أحد العوامل وذلك حسب نص المسألة
- عامل النفاذية المغناطيسي $\mu = \frac{B_t}{B}$ ونعزل المجهول المطلوب وزاوية انحراف إبرة مغناطيسية : $tan\theta = \frac{B}{B_H}$

السلكين : عندما يكون التيارين بجهة واحدة والإبرة بينهما فالحقلين متعاكسين $B_{كلي} = B_1 - B_2 > 0$ والعكس بجهة واحدة $B_{كلي} = B_1 + B_2 > 0$

إذا طلب النقطة الواقعة بين السلكين والتي تنعدم فيها محصلة الحقلين $B_{كلي} = B_1 - B_2 = 0 \Leftarrow B_1 = B_2 \Leftarrow$

ملاحظات الدرس الثاني : فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

حساب عمل القوة الكهرطيسية: $W = \underbrace{P.\Delta t}_{\text{بارلو}} = \underbrace{F.\Delta x}_{\text{سكتين}} = \underbrace{I.\Delta\emptyset}_{\text{إطار}}$:

مخطط لحساب الاستطاعة:

$P = \frac{W}{\Delta t}$

الاستطاعة الميكانيكية:
انسحابية (سكتين): $P = F.v$
دورانية (دولاب بارلو): $P = \Gamma.W$ ، $\omega = 2\pi f$

الاستطاعة الكهربائية:
$P = \varepsilon.I$
$P = u.I$
$u = R.I$

تجربة السكتين الكهرطيسية: بشكل عام : $\Delta x = v.\Delta t$ $\quad \Delta\emptyset = B\,\Delta s$ $\quad \Delta s = L.\Delta x$

- شدة القوة الكهرطيسية: $\sin\theta = 1$ $\quad : \theta(\vec{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ $\quad F = ILB\sin\theta$
- عند إمالة السكتين عن الأفق بزاوية ∝ وطلب (حساب تلك الزاوية أو شدة التيار الواجب إمراره في الدارة) لتبقى الساق ساكنة ندرس الساق تحريكياً بدءاً من شرط التوازن الانسحابي:

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R} + \vec{F} + \vec{W} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور موجه بجهة F: $+F\cos\propto - W\sin\propto = 0$

نعزل المجهول المطلوب $\boxed{ILB\cos\alpha = m.g.\sin\propto}$

تجربة دولاب بارلو:

- شدة القوة الكهرطيسية: $: L = r$ $\quad F = ILB\sin\theta \overset{\text{ولكن}}{\Leftarrow} \theta(\vec{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ و $\overset{\text{ويكون}}{\Longleftarrow} F = IrB\sin\theta$
- عزم القوة الكهرطيسية: $: d = \frac{r}{2} \Rightarrow \Gamma = \frac{r}{2}.F$ $\quad \Gamma = d.F$
- حساب قيمة الكتلة الواجب إضافتها على طرف نصف القطر لمنع الدولاب من الدوران :

جملة المقارنة: خارجية الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الدولاب ، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران ، $\vec{W'}$ ثقل الكتلة المضافة.

شرط التوازن الدوراني $\sum \bar{\Gamma}_{\Delta} = 0$

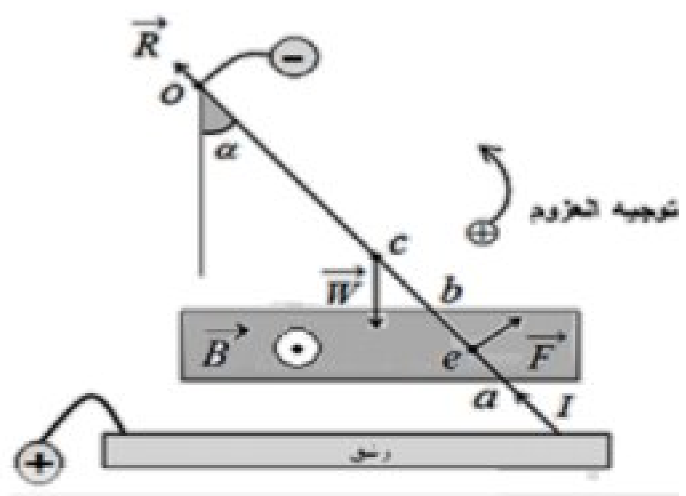
$$\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = 0$$

$\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي Δ $\qquad$ $\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{W'}$ يلاقي Δ

$$\left(\frac{r}{2}\right) F - (r) m\, g = 0 \Rightarrow \left(\frac{r}{2}\right) F = (r) m\, g \Rightarrow \boxed{m = \frac{F}{2\,g}}$$

تجربة انحراف الساق الشاقولية: جملة المقارنة: خارجية، الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الساق، $\vec{F}$ القوة الكهرطيسية ، $\vec{R}$ رد فعل محور الدوران



ينحرف السلك عن الشاقول ويتوازن أي يتحقق شرط التوازن الدوراني:

$$\sum \overline{\Gamma} = 0 \Rightarrow \overline{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$$

$\overline{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي Δ

$$-(oc\ sin\alpha)m\ g + (oe)F = 0$$

$$(oc\ sin\alpha)m\ g = (oe)I\ L\ B\ sin\frac{\pi}{2}$$

ونعزل المجهول المطلوب : $\boxed{(oc\ sin\alpha)m\ g = (oe)I\ L\ B}$

تجربة الإطار :

تجربة الإطار

سلك عديم الفتل

1. حساب التدفق المغناطيسي:

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

لحظة إمرار التيار : $\alpha = \frac{\pi}{2}$

لحظة الاستقرار : $\alpha = 0$

عندما يدور الإطار زاوية 30^0 أو $\frac{\pi}{6}$: $\alpha = \frac{\pi}{3}$

2. حساب شدة القوة الكهرطيسية لحظة إمرار التيار:

$F = NILB\ sin\,\theta\ :\ \theta(I\vec{L}\ ;\ \vec{B})$

الأضلاع الأفقية $I\vec{L} \parallel \vec{B}$

الأضلاع الشاقولية $I\vec{L} \perp \vec{B}$

3. حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية :

$\Gamma = NISBsin\,\alpha$

3. حساب عمل القوة الكهرطيسية بين وضعين:

$W = I\Delta\emptyset = I(\emptyset_2 - \emptyset_1)$

$= I(NBScos\,\alpha_2 - NBScos\,\alpha_1)$

$= INBS(cos\,\alpha_2 - cos\,\alpha_1)$

معطاة = α_1 (الوضع الأول)

معطاة = α_2 (الوضع الثاني)

سلك فتل

نكتب الاستنتاج كاملاً ونعزل المجهول

$\sum \overline{\Gamma}_\Delta = 0$

$\underset{\text{كهرطيسية}}{\overline{\Gamma}_\Delta} + \underset{\text{فتل}}{\overline{\Gamma}'_\Delta} = 0$

$N\ I\ s\ B\ sin\alpha - k\ \theta' = 0$

$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

$N\ I\ s\ B\cos\theta' - k\theta' = 0$

قلي شو بدك يا خال

$\boxed{N\ I\ s\ B\cos\theta' = k\ \theta}$

وإذا كانت θ' زاوية صغيرة فإن $cos\theta' = 1$

$\boxed{N\ I\ s\ B = k\ \theta}$

نعزل المجهول من العلاقة

ثابت المقياس الغلفاني (حساسية المقياس) :

$G = \frac{NBS}{K}$ أو $G = \frac{\theta'}{I}$ وواحدته $rad.A^{-1}$

ملاحظات الدرس الثالث : التحريض الكهرطيسي

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الوسطية (دلالة مقياس الميلي فولط) $\bar{\varepsilon} = -\frac{\overline{\Delta\phi}}{\Delta t}$

تغيير الحقل	تغيير السطح (استنتاج)	تغيير الزاوية
$\Delta\phi = N\Delta BS\cos\alpha$ نضاعف أو ننقص الحقل قطع التيار تقريب أو إبعاد مغناطيس	$\Delta\phi = NB\Delta S\cos\alpha$ نحرك الساق ندحرج الساق	$\Delta\phi = NBS\Delta\cos\alpha$ ندير أو نحرك الوشيعة ندير أو نحرك الإطار

حساب شدة التيار المتحرض (دلالة المقياس الغلفاني – دلالة المقياس ميكرو أمبير) : $\bar{\imath} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$

- **تحديد جهته:** محرّض متزايد : $\Delta\phi > 0$ تزايد $\Leftarrow \bar{\varepsilon} < 0 \Leftarrow \bar{\imath} < 0$ تيار المتحرض يولد $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ عكس $\vec{B}_{\text{محرض}}$

  محرّض متناقص : $\Delta\phi < 0$ تناقص $\Leftarrow \bar{\varepsilon} > 0 \Leftarrow \bar{\imath} > 0$ تيار المتحرض يولد $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ مع $\vec{B}_{\text{محرض}}$
- **وتحدد جهة التيار المتحرض** حسب قاعدة اليد اليمنى: إبهامها بجهة $\vec{B}_{\text{متحرض}}$ أصابع اليد تلتف بجهة التيار.
- اذا ذكر أن ملفاً دائرياً يحيط بالقسم المتوسط من وشيعة ولم يُعطَ نصف قطر ملف ولا سطحه نكتب: $\boldsymbol{S}_{\text{ملف}} = \boldsymbol{S}_{\text{وشيعة}} = \boldsymbol{\pi r^2}$
  - تقريب قطب يعطي وجه مشابه (تنافر)
  - ابعاد قطب يعطي وجه مخالف (تجاذب)

التحريض الذاتي: يعطينا في هذه المسألة تابع للتيار بدلالة الزمن

ذاتية الوشيعة	التدفق الذاتي	القوة المحركة التحريضية الذاتية
ذاتية الوشيعة: $L = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 \times s}{l}$ أو $\left.\begin{matrix} N = \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S = \pi r^2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2}.\pi r^2}{\ell}$ $\boxed{L = 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}} \Rightarrow$ ذاتية وشيعة علم طولها ℓ' وطول سلكها ℓ'	**التدفق الذاتي:** $\overline{\emptyset} = L\bar{\imath}$ **تغير التدفق المغناطيسي** $\overline{\Delta\emptyset} = L\overline{\Delta I}$ $\overline{\Delta\emptyset} = L(I_2 - I_1)$	**القوة المحركة التحريضية الذاتية:** $\bar{\varepsilon} = -L\frac{di}{dt} = -L\,(\bar{\imath})'_t$ الطاقة الكهرطيسية المختزنة بالوشيعة: $E = \frac{1}{2}LI^2$ أو $E = \frac{1}{2}\emptyset I$

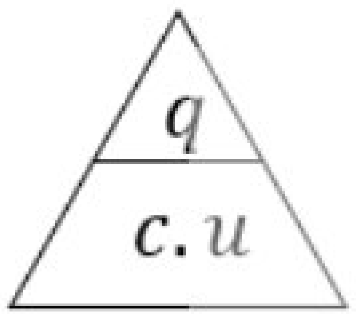
مولد التيار المتناوب الجيبي AC: استنتاج :

- التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الانية (اللحظية – المتناوبة) : $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t$
- القيمة العظمى للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة : $\varepsilon_{max} = NBs\omega$
- تعيين اللحظات التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الناشئة معدومة :

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t \Rightarrow 0 = \varepsilon_{max} \sin \omega t \Rightarrow \sin \omega t = 0 \Rightarrow \omega t = k\pi \Rightarrow \boxed{t = \frac{k\pi}{\omega}} \;:\; k = 0,1, \dots\dots$$

- التابع الزمني لشدة التيار المتحرض المتناوب $\bar{i} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{\varepsilon_{max} \sin \omega t}{R}$

ملاحظات الدرس الرابع : الدارات المهتزة



المكثفة : من المثلث : شحنة المكثفة (كولوم) $q = c.u$: سعة المكثفة : (فاراد) $c = \frac{q}{u}$

- الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة: $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{c} \;:\; t = 0 \Rightarrow \bar{q} = q_{max}$

الوشيعة: ذاتيتها : $\boxed{L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 . s}{\ell}}$

أو يمكن حساب ذاتية وشيعة علم طولها ℓ وطول سلكها ℓ' من الاستنتاج :

$$\left.\begin{matrix} N = \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S = \pi r^2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2} . \pi r^2}{\ell} \Rightarrow \boxed{L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}}$$

الدارة المهتزة:

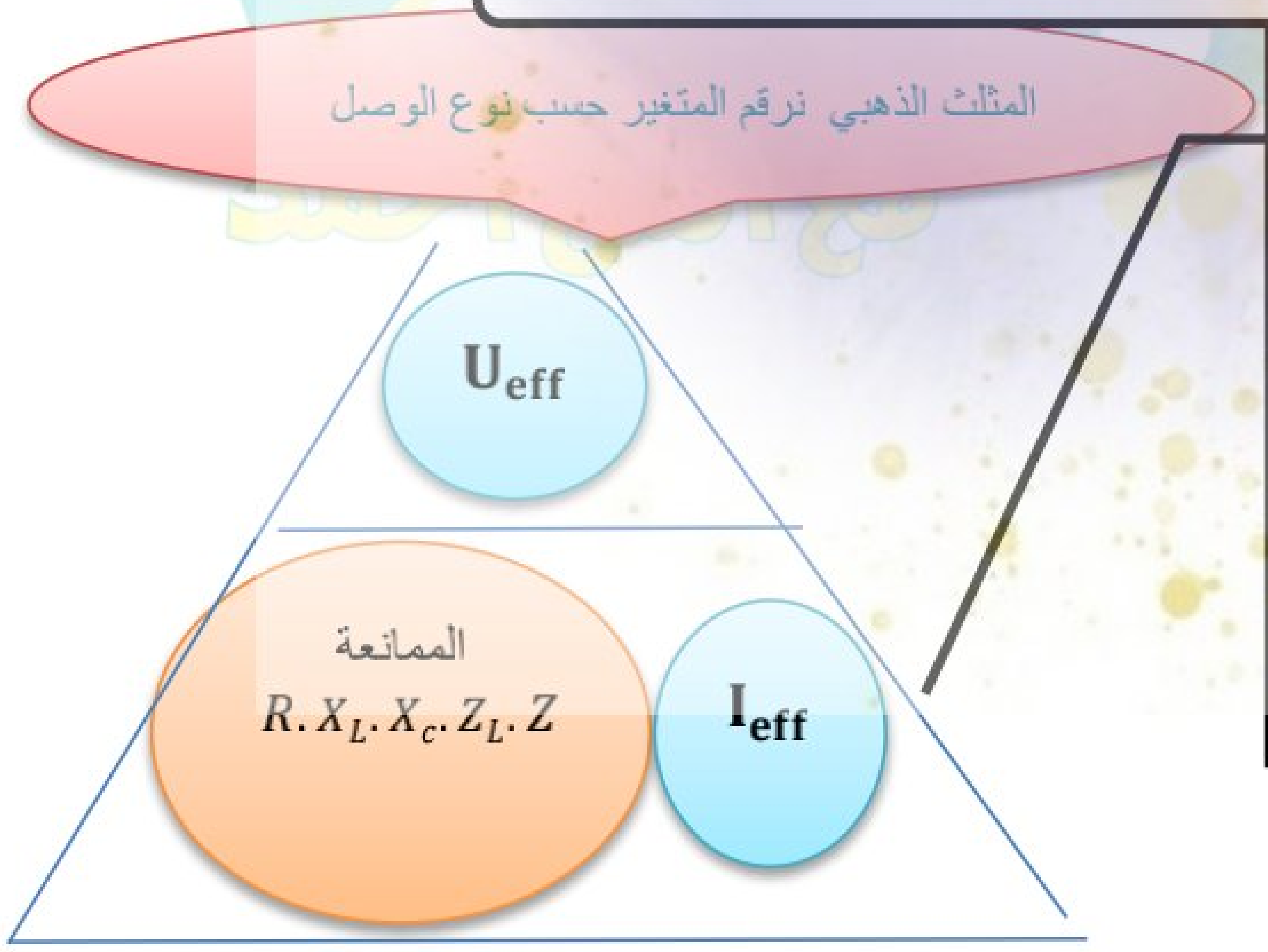
- دورها: $T_0 = 2\pi\sqrt{L.c} = \frac{1}{f_0} = \frac{2\pi}{\omega_0}$ * تواترها: عند طلب التواتر: نحسب الدور ونقلبه $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.c}} = \frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\pi}$
- نبضها: $w_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{L.c}}$ تابع الشحنة اللحظية: $\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t)$
- تابع الشدة اللحظية : $\bar{i} = (\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max} \sin \omega_0 t$ أو $\bar{i} = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$
- شدة التيار الأعظمي: $I_{max} = \omega_0 q_{max}$

ملاحظات الدرس الخامس التيار المتناوب الجيبي

التوابع (معادلة الشدة اللحظية والتوتر اللحظي)	تابع الشدة اللحظية: $\bar{I} = I_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_1)$	تابع التوتر اللحظي: $\bar{U} = U_{max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2)$
عندما يعطي التابع في نص المسألة	الشدة المنتجة : $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ — تواتر التيار : $f = \frac{\omega}{2\pi}$	التوتر المنتج: $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ — تواتر التيار : $f = \frac{\omega}{2\pi}$
عندما يطلب إيجاد تابع أو معادلة للتوتر أو الشدة	نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة	نكتب الشكل العام ثم نعوض الثوابت ونضع الواحدة

على تسلسل التيار **I** ثابت و **U** متغير

على تفرع التوتر **U** ثابت و **I** متغير



من المثلث
$$\begin{cases} U_{eff} = Z.I_{eff} & \text{التوتر المنتج} \\ I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} & \text{الشدة المنتجة} \\ Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} & \text{الممانعة الكلية} \end{cases}$$

الجهاز	الممانعة X	الطور φ (تسلسل)	الطور φ (تفرع)	الحالة بين Ī وŪ تسلسل	إنشاء فرينل تسلسل	الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg} = I_{eff}.U_{eff}.cos\varphi$
المقاومةالصرفة R	$X_R = R$	$\varphi = 0$	$\varphi = 0$	تجعل التوتر على توافق مع الشدة	U_{eff} $\bar{I}$	$\varphi = 0 \Rightarrow cos\varphi = 1 \Rightarrow$ $P_{avg} = I_{eff}.U_{eff} \xrightarrow{U_{eff}=R.I_{eff}}$ $\boxed{P_{avg} = R.I_{eff}{}^2}$ الاستطاعة الحرارية
الذاتية L(وشيعة مهملة مقاومة)	ممانعتها $X_L = L\omega$ (ردية الوشيعة)	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	تقدم التوتر على الشدة	U_{eff} $\bar{I}$	$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ الذاتية لاتستهلك طاقة
المكثفة C	ممانعتها $X_c = \frac{1}{\omega c}$ (اتساعية المكثفة)	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	تؤخر التوتر عن الشدة	U_{eff} $\bar{I}$	المكثفة $\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ لاتستهلك طاقة

الوشيعة التي لها مقاومة $(L\,,r)$

رديتها	$X_L = L\omega$	نعزل X_L من العلاقة $Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$
ممانعتها	$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$	
طورها	على تسلسل حادة موجبة$(+\varphi)$	على تفرع حادة سالبة$(-\varphi)$
إنشاء فرينل على التفرع	تعطي مثلث غير قائم نكتب : (علاقة شعاعية – علاقة التجيب)	

العلاقة الشعاعية : $\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff1}} + \overrightarrow{I_{eff2}}$

علاقة التجيب :

$$I_{eff}{}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2 + 2I_{eff1}.I_{eff2}.\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{4}\,rad$	$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{6}\,rad$	$\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{3}\,\text{rad}$

حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة :

- الاستطاعة التوسطة المستهلكة على التسلسل وأجزاء التفرع من :
  $P_{avg} = I_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi$ أو من : المقاومة بمربع التيار $P_{avg} = (\text{المقاومة}) \times (\text{التيار})^2$
- الاستطاعة المستهلكة في جملة الفرعين $p_{avg} = p_{avg1} + p_{avg2}$
  $p_{avg} = I_{eff1}.U_{eff}.\cos\varphi_1 + I_{eff2}.U_{eff}.\cos\varphi_2$

حساب عامل استطاعة الدارة :

- **في التسلسل وأجزاء التفرع** : $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$ (رز)
- **في الدارة التفرعية الكلية** : $\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{I_{eff}.U_{eff}}$
- **حساب الطاقة الحرارية للمقاومة** $\boxed{E = p_{avgR}.t}$
- **المصباح الكهربائي ذو الذاتية المهملة يعتبر مقاومة صرفة R**
- **جهاز تسخين كهربائي ذاتيته مهملة يعتبر مقاومة صرفة R**
- **إذا وصل جهاز من طرفي جهاز فالوصل تفرع**
- **إذا أعطانا شدة تيار متواصل I وتوتر متواصل U نحسب منه مقاومة الوشيعة** $r = \frac{U_{\text{متواصل}}}{I_{\text{متواصل}}}$

تطبيقات لحساب الممانعة الكلية و الاستطاعة المتوسطة المستهلكة وعامل استطاعة الدارة على بعض الدارات التسلسلية

دارة تحوي على التسلسل :	مقاومة صرفة (R) ووشيعة لها مقاومة (r , L) ومكثفة (C)	مقاومة صرفة (R) ووشيعة مهملة مقاومة (L) ومكثفة (C)	مقاومة صرفة (R) ومكثفة (C)	وشيعة لها مقاومة (r , L)
الممانعة الكلية للدارة Z :	$Z = \sqrt{(r+R)^2 + (X_L - X_C)^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$	$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}$
عامل الاستطاعة $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$ (رز)	$\cos\varphi = \frac{r+R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{r}{Z}$
الاستطاعة المتوسطة $P_{avg} = (\text{المقاومة}) \times (\text{التيار})^2$	$P_{avg} = (r+R).I_{eff}^2$	$P_{avg} = R.I_{eff}^2$	$P_{avg} = R.I_{eff}^2$	$P_{avg} = r.I_{eff}^2$

- **حالة التجاوب الكهربائي (الطنين الكهربائي)** $X_L = X_C$ **وفق الشروط :**

1- دارة تسلسل 2- تغيير في الدارة (تغيير تواتر أو إضافة جهاز جديد) 3- ذكر إحدى الجمل الأربعة :

(❖ الممانعة أصغر مايمكن $Z = R$ ❖ التيار بأكبر قيمة له $I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$ ❖عامل الاستطاعة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$ ❖ التوتر على وفاق بالطور مع الشدة $\varphi = 0$)

في حالة التجاوب الكهربائي (الطنين) نكتب $(X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega c})$ ونعزل المجهول ونحسب تيار جديد من العلاقة $(I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R})$

- **حالات خاصة :**

في التسلسل عندما يضيف جهاز ويذكر جملة (بقيت شدة التيار نفسها) ⇐ Zقبل الإضافة = Zبعد الإضافة

في التفرع عندما يضيف جهاز ويذكر جملة (فرق الكمون على توافق مع التيار) : نرسم إنشاء فرينل لكل الدارة وشعاع (I) المضاف نرسمه لحد ال (U) فنحصل على مثلث قائم ، نحسب منه (I) المضاف

- **خاص بالمكثفات :**

خاص بالمكثفات	وصل المكثفات على التسلسل	ضم المكثفات على التفرع
تحديد نوع الضم (نقارن C مع السعة الكلية C_{eq})	$C_{eq} < C$	$C_{eq} > C$
حساب سعة المكثفة المضافة (C')	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}}$	$C_{eq} = C + C' \Rightarrow \boxed{C' = C_{eq} - C}$

ملاحظات الدرس السادس المحولة الكهربائية

ثانوي : s من قوانين المتناوب أولي : p من نسبة التحويل

نسبة التحويل : $\mu = \frac{N_s}{N_P} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}$

محولة رافعة للتوتر(الجهد) وخافضة للتيار: $\mu > 1 \Rightarrow N_S > N_P \Rightarrow U_{effs} > U_{effp}$

محولة خافضة للتوتر (الجهد) ورافعة للتيار : $\mu < 1 \Rightarrow N_s < N_P \Rightarrow U_{effs} < U_{effp}$

لحساب كل من شدة تياري الأولية I_{effp} والثانوية I_{effs}

$$\begin{cases} I_{effs} = \frac{U_{effs}}{R_s} \text{ أو } I_{effs} = \frac{p_s}{U_{effs}} \\ I_{effp} = \mu.I_{effs} \end{cases}$$

يتم دمج مسألة المحولة مع التيار المتناوب في الدارة الثانوية ويكون U_{effs} هو التوتر المنتج الكلي للدارة التفرع

تنويه : يوجد أوراق محلولة تشمل (النظري سؤال وجواب – العملي عشر مسائل محلولة شاملة للمنهاج