ملاحظات الميكانيك

ملاحظات حل مسائل النواس المرن

1. الدور الخاص وواحدته (sec) T_0 حسب المعطيات من ثلاثة طرق
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$
$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0 \text{ النبض}}$$
$$T_0 = \frac{\text{زمن الهزات } t}{\text{عدد الهزات } N} \text{ تجريبياً}$$

✓ 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: $mg = kx_0 \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{mg}{k}}$

وإذا لم تعطى قيم m, k

✓ نستطيع تبديل $k = m.\omega_0^2$ فيكون $x_0 = \frac{mg}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{m\omega_0^2} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{g}{\omega_0^2}}$

✓ $mg = kx_0 \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x_0}{g} \xrightarrow{\text{نعوض بدل } \frac{m}{k} \text{ في علاقة الدور}} T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}} \xrightarrow{\text{نربع ونعزل } x_0}$

3. قوة الارجاع (N) $\overline{F} = -k\overline{x}$
التسارع $(m.s^{-2})$ $\overline{a} = -\omega_0^2\overline{x}$
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 $\sum F = |m.\overline{a}| = |-k\overline{x}|$

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: $\boxed{\overline{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})}$
   2) نعين الثوابت: ω_0 ، X_{max} ، $\overline{\varphi}$
   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 ، $\frac{\text{طول القطعة المستقيمة التي تقطعها}}{2} \Longrightarrow \boxed{X_{max}}$
- تعيين $\overline{\varphi}$ من شروط البدء

في الوضعين 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 : $\overline{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$ $+X_{max} = X_{max}\cos(\overline{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$ • شروط البدء : $t = 0$ ، $x = -X_{max}$ تركت دون سرعة ابتدائية نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\overline{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$ $-X_{max} = X_{max}\cos(\overline{\varphi}) \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \boxed{\varphi = \pi\, rad}$	• شروط البدء : $t = 0$ ، $x = \frac{X_{max}}{2}$ الاتجاه سالب مثلاً نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\overline{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \overline{\varphi})$ $\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(\frac{\pi}{2}(0) + \overline{\varphi})$ $\Rightarrow \cos\varphi = +\frac{1}{2}$ إما) $\varphi = +\frac{\pi}{3}\, rad$ أو) $\varphi = -\frac{\pi}{3}\, rad$ نختار φ قيمة التي تجعل السرعة سالبة: $\overline{v} = (\overline{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \overline{\varphi})$ نعوض شروط البدء $t = 0$ ، $v < 0$ لأن الاتجاه سالب: $\overline{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\overline{\varphi} < 0$ $\varphi = +\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \overline{v} = -\omega_0 X_{max}\sin\left(+\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v < 0$ مقبول $\varphi = -\frac{\pi}{3} \Longrightarrow \overline{v} = +\omega_0 X_{max}\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow v > 0$ مرفوض

6. السرعة الخطية لمركز عطالة الجسم
- تابع السرعة: $\overline{v} = (\overline{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \overline{\varphi})$
- 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 $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2_{\text{معطى}}}$ وعندما يكون الاتجاه الموجب: $v > 0$ السرعة موجبة ، الاتجاه السالب: $v < 0$ السرعة سالبة

7. تعيين (زمن) او 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 $x = 0$ ← $0 = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

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

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 $\bar{\varphi}$، ω_0 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 الوضعين 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) : $\boxed{E_k = E - E_p}$

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

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 أو لحظة بدء الزمن $t = 0$

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

10. التوابع الزمنية الموجودة داخل الكتاب وخارجه :

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)

11. 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 : $I_{\Delta/c} \begin{cases} I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2 \text{ للقرص} \end{cases}$ معطى بنص المسألة

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

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

✓ 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: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} \xrightarrow{\text{تربيع}} T_0^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{k} \Rightarrow \boxed{k = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2}}$

12. 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

$T_0 \xleftarrow{\text{عكسا}} \sqrt{K} \xleftarrow{\text{عكسا}} \sqrt{L}$ 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 ارباع ، ثلث وثلثين) فيكون الدور الجديد بعد تعليق الساق بجزأي السلك معاً احدهما 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 ارباع: $\sqrt{\frac{3}{4}\times\frac{1}{4}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{3}}{4}T_0}$

13. ملاحظات للمسائل وخصوصاً عند الدمج مع الثقلي المركب :

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

$$\begin{cases} \text{الدور بدون كتل } T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/\text{جسم}}}{k}} : I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق او قرص)}}} \text{ معطى بنص المسألة} \\ \text{الدور بوجود كتل } T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/\text{جملة}}}{k}} : I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق او قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} \end{cases} \xrightarrow{\text{نسب الدورين}} \frac{T_0'}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/\text{جملة}}}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/c\,\text{جسم}}}{k}}} \xrightarrow{\text{نختصر } k} \frac{T_0'}{T_0} = \sqrt{\frac{I_{\Delta/\text{جملة}}}{I_{\Delta/c\,\text{جسم}}}}$$

نعوض قيم العزوم ونعزل المجهول المطلوب

✓ إذا علقنا الساق بسلكي فتل معاً أطوالهما L_2, L_1 احدهما 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 العظمى (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 $\theta > 0,24\ rad$ او $\theta > 14^0$ (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 $\theta \leq 0,24\ rad$ او $\theta \leq 14^0$

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

✓ 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 اي (الميقاتية تؤخر) وبالعكس (الميقاتية تقدم)

2. 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 :

$$T - W = m.a_c$$

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

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

3. 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 $\theta = 0$

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

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

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

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

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

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

4. علاقة التسارع المماسي عندما يصنع الخيط زاوية θ مع الشاقول

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

بالاسقاط على المماس نجد :

$$W.\sin\theta = m.a_t \Rightarrow m.g.\sin\theta = m.a_t$$

$\boxed{a_t = g.\sin\theta}$ التسارع المماسي $(m.s^{-2})$

- التسارع الزاوي α : $a_t = \alpha.r \Rightarrow \alpha = \frac{a_t}{r} \xrightarrow{\text{طول الخيط } L = r} \alpha = \frac{a_t}{L}\ (rad.s^{-2})$
- ملاحظة: اسقاط التسارع على الناظم هو تسارع ناظمي $a_c = \frac{v^2}{r}$ وعلى المماس هو تسارع مماسي a_t

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 $\theta > 0.24rad$) : $\boxed{T_0' = T_0\left[1+\frac{\theta_{max}^2}{16}\right]}$

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 اي (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 :

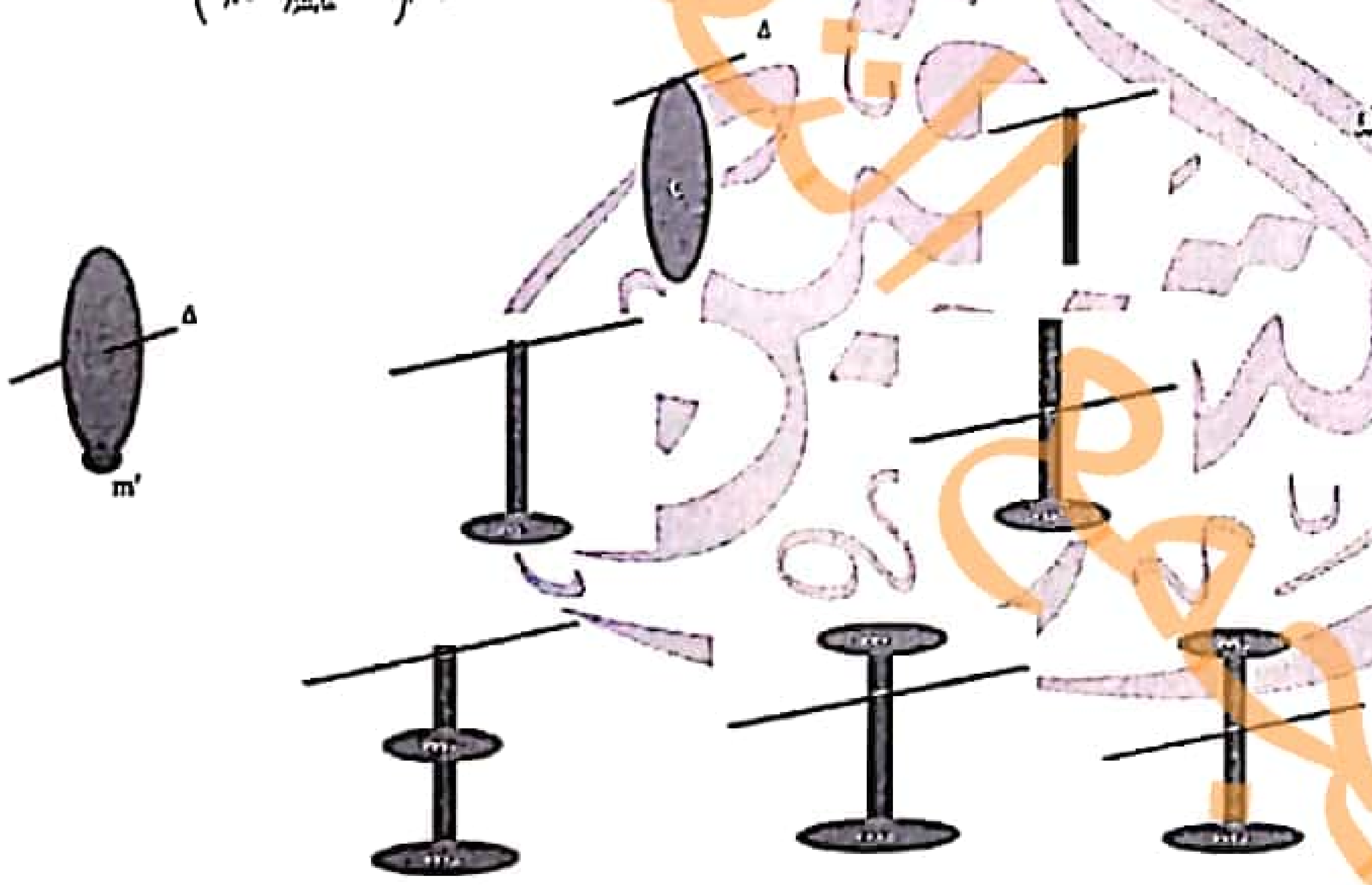
✓ $I_{\Delta/m}$: عزم عطالة اي نقطة مادية (كتلة نقطية) هو جداء الكتلة بمربع بعدها عن محور ثابت (سلك الفتل) $I_{\Delta/m} = m.r^2 \begin{cases} r = \frac{L}{2} \xrightarrow{\text{الكتل على طرفي الساق}} I_{\Delta/m} = m.\frac{L^2}{4} \\ I_{\Delta/m} = m.r^2 \ \text{الكتلة على محيط القرص} \end{cases}$

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

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

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

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

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 او قرص) عن وضع توازنه الشاقولي زاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الزاوية لحظة المرور بالشاقول

$\omega\surd$ ، θ_{max}؟ نفصل ثم نعوض فوراً او $\theta_{max}\surd$ ، 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 $\theta = 0$

$\sum \overline{W}_{\vec{F}_{1\to2}} = \Delta \overline{E_K}$

$\cancel{\overline{W}_{\vec{R}}} + \overline{W}_{\vec{W}} = E_k - \cancel{E_{k_0}}$

لأن تمثله تلاقي محور الدوران لا تعمل — 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: $\boxed{v_{\text{خطية}} = \omega_{\text{زاوية}} \underset{\text{بعد m عن O}}{r}}$ للسرعة الخطية لمركز العطالة: $v = \omega.r \xrightarrow{r=d} \boxed{v = \omega.d}$ لإحدى الكتلتين: $\underset{\text{بعد m عن O}}{r}$: $v = \omega.r$

ملاحظات الموائع :

✓ بعض التحويلات الهامة :

V الحجم تحويلة $cm^3 \xrightarrow{\times10^{-6}} m^3$	s المساحة تحويلة $cm^2 \xrightarrow{\times10^{-4}} m^2$	(h,L,z,y,x) تحويلة الطول $cm \xrightarrow{\times10^{-2}} m$
V الحجم تحويلة لتر $L \xrightarrow{\times10^{-3}} m^3$	m الكتلة تحويلة $g \xrightarrow{\times10^{-3}} kg$	ρ تحويلة $g.cm^{-3} \xrightarrow{\times1000} kg.m^{-3}$

✓ 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	
$Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{V}{Q'}}$	$Q' = s.v \Rightarrow \boxed{v = \frac{Q'}{s}}$	$\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t}}$ $Q' = \frac{V}{\Delta t} \xrightarrow{V = S.\Delta x} Q' = \frac{S.\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{v = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \boxed{Q' = s.v}$

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

معادلة الإستمرارية $\Rightarrow \boxed{Q' = s_1.v_{1_{دخول}} = s_2.v_{2_{خروج}} = const} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{Q'}{s_1} = \frac{s_2.v_2}{s_1} & \text{سرعة دخول السائل} \\ v_2 = \frac{Q'}{s_2} = \frac{s_1.v_1}{s_2} & \text{سرعة خروج السائل} \end{cases}$

- 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

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

- 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 احسب 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 المسالة

- 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 او 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 طول الموجة λ : $\boxed{\lambda = \frac{2L}{n}}$ ، عند طلب عدد المغازل n : $\boxed{n = \frac{2L}{\lambda}}$
2. حساب السعة لنقطة (ارتفاع النقطة) تبعد مسافة ($\bar{x}$) عن النهاية المقيدة :
$$\boxed{y_{max/n} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|}$$ 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) : $\mu = \frac{m}{L} \xRightarrow{m=\rho.V} \mu = \frac{\rho.V}{L} = \frac{\rho.s.L}{L} = \rho.s \Rightarrow \boxed{\mu = \rho.\pi r^2}$

لحساب سرعة انتشار الاهتزاز : v سرعة انتشار الاهتزاز
- $v = \lambda.f$ ، f : تواتر الاهتزاز
- $v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ ، F_T : قوة الشد

4. حساب التواترات الخاصة لعدة مدروجات : $f = \frac{n.v}{2L}$ حيث $n = 1,2,3,4$ تمثل عدد المغازل
(المدروج الثالث : $n = 3$, المدروج الثاني : $n = 2$, المدروج الأساسي (الأول) : $n = 1$)
5. حساب قوة الشد F_T من أجل n مغزل وفق الخطوات الآتية :
$\left\{ v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} ,\ f = \frac{n.v}{2L} \right. \Rightarrow f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \xRightarrow{\text{نربع الطرفين ونعوض}} f^2 = \frac{n^2}{4L^2}\frac{F_T}{\mu}$ بعد التعويض نحصل على قيمة $\boxed{F_T}$
6. حساب أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة :
معادلة العقد : $\boxed{x = n.\frac{\lambda}{2}}$ حيث : $n = 0$ أول عقدة ، 1 ثاني عقدة ، 2 ثالث عقدة ، 3 رابع عقدة
معادلة البطون : $\boxed{x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}}$ حيث : $n = 0$ أول بطن ، 1 ثاني بطن ، 2 ثالث بطن ، 3 رابع بطن
ملاحظة : لما يتغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة $\boxed{\lambda_{\text{جديدة}} = \frac{2L}{n_{\text{جديدة}}}}$

ملاحظات المزامير

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	$n = 1,2,3,4$ (صوت أساسي $n = 1$)	القوس $(2n-1)$ يمثل مدوجات الصوت $(n = 1,2,3,4)$	$(2n-1) = 1,3,5$ (صوت أساسي $(2n-1) = 1$)
طول الموجة يحسب في المزامير من العلاقة :	$\lambda = \frac{v}{f}$	عدد أطوال الموجة يحسب :	$\frac{L}{\lambda} = \frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}}$
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 $D = \frac{M_{\text{الكتلة المولية}}}{29}$	$\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}} = \sqrt{\frac{\frac{M_1}{29}}{\frac{M_2}{29}}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$

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 $f = \frac{n.v}{2L}$ $n = 1, 2, 3, 4$ ($n = 1$ الرنين الأول) 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 الأول يساوي $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ (أقصر 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: $(2n-1) = 1 \Rightarrow f = \frac{v}{4L_1} \Rightarrow L_1 = \frac{v}{4f}$

ملاحظات النسبية

1- المراقب الداخلي (مركبة فضائية، رائد فضاء، الكترون، 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: عدد اللفات الكلية = $\frac{\text{طول السلك}}{\text{محيط اللفة}}$ $\Leftarrow$ $\boxed{N = \frac{\ell'}{2\pi r}}$

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

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

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

- عند طلب حساب تغير التدفق $\Delta\bar{\Phi}$ 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 $B_{\text{كلي}} = B_1 - B_2 > 0$ والعكس بجهة واحدة $B_{\text{كلي}} = B_1 + B_2 > 0$

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

ملاحظات الدرس الثاني : فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

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

مخطط لحساب الاستطاعة:

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

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

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

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

- شدة القوة الكهرطيسية: $\sin\theta = 1$ $\theta(\vec{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$: $F = ILB\sin\theta$
- عند إمالة السكتين عن الأفق بزاوية α 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: $+F\cos\alpha - W\sin\alpha = 0$

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

تجربة دولاب بارلو:

- شدة القوة الكهرطيسية: $L = r$: $F = ILB\sin\theta \xLeftarrow{\text{ولكن}} \theta(\vec{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ و $\xLeftarrow{\text{ويكون}} F = IrB\sin\theta$
- عزم القوة الكهرطيسية: $d = \frac{r}{2} \Rightarrow \Gamma = \frac{r}{2}.F$: $\Gamma = d.F$
- 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 $\sum\bar{\Gamma}_\Delta = 0$

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

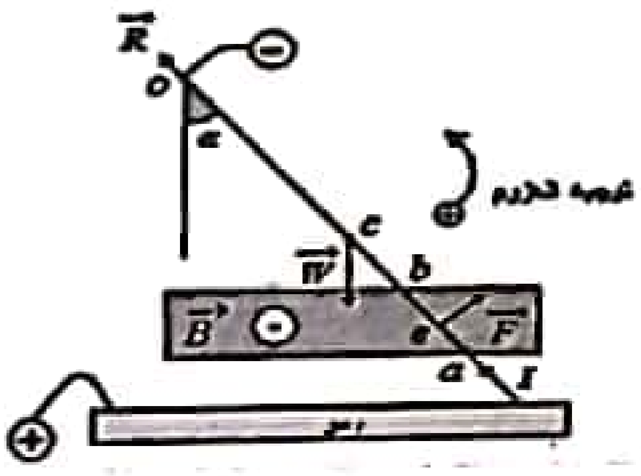
$\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي Δ $\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec{W}$ يلاقي Δ

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

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

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

ينحرف السلك عن الشاقول ويتوازن أي يتحقق شرط التوازن الدوراني:



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

$\overline{\Gamma}_{\overrightarrow{R}/\Delta} = 0$ لأن حامل $\overrightarrow{R}$ 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:
$\overline{\Phi} = N\,s\,B\,cos\alpha$
لحظة إمرار التيار ، $\alpha = \frac{\pi}{2}$
لحظة الاستقرار ، $\alpha = 0$
عندما يدور الإطار زاوية $30°$ أو $\frac{\pi}{6}$ ، $\alpha = \frac{\pi}{3}$

2. حساب شدة القوة الكهرطيسية لحظة إمرار التيار:
$F = NILB\ sin\theta$ ، $\theta(I\overrightarrow{L} ; \overrightarrow{B})$
الأضلاع الأفقية $I\overrightarrow{L} \,//\, \overrightarrow{B}$
الأضلاع الشاقولية $I\overrightarrow{L} \perp \overrightarrow{B}$

3. حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية:
$\Gamma = NISB\sin\alpha$

3. حساب عمل القوة الكهرطيسية بين وضعين:
$W = I\Delta\Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1)$
$= I(NBScos\,\alpha_2 - NBScos\,\alpha_1)$
$= INBS(cos\,\alpha_2 - cos\,\alpha_1)$
معطاة = α_1 (الوضع الأول)
معطاة = α_2 (الوضع الثاني)

سلك فتل

نكتب الاستنتاج كاملاً ونعزل المجهول

$$\sum \Gamma_\Delta = 0$$

$$\underbrace{\Gamma_\Delta}_{\text{كهرطيسية}} + \underbrace{\Gamma'_\Delta}_{\text{فتل}} = 0$$

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

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

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

في حالة التوازن

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

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) $\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

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

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

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

  محرّض متناقص : $\Delta\phi < 0$ تناقص $\Leftarrow \bar{\varepsilon} > 0 \Leftarrow \bar{i} > 0$ تيار المتحرض يولد $\overrightarrow{B}_{\text{متحرض}}$ مع $\overrightarrow{B}_{\text{محرض}}$
- **وتحدد جهة التيار المتحرض** حسب قاعدة اليد اليمنى: إبهامها بجهة $\overrightarrow{B}_{\text{متحرض}}$ أصابع اليد تلتف بجهة التيار.
- اذا ذكر أن ملفاً دائرياً يحيط بالقسم المتوسط من وشيعة ولم يُعطَ نصف قطر ملف ولا سطحه نكتب: $S_{\text{ملف}} = S_{\text{وشيعة}} = \pi r^2$
  - 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
$L = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 \times s}{l}$ أو $\left.\begin{array}{l} N = \frac{\ell'}{2\pi r} \\ S = \pi r^2 \end{array}\right\} \Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2}\pi r^2}{\ell}$ ، ذاتية وشيعة علم طولها ℓ وطول سلكها ℓ' $\Rightarrow \boxed{L = 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}}$	$\overline{\emptyset} = L\bar{i}$ ، تغير التدفق المغناطيسي: $\overline{\Delta\emptyset} = L\overline{\Delta i}$ ، $\overline{\Delta\emptyset} = L(I_2 - I_1)$	$\bar{\varepsilon} = -L\frac{di}{dt} = -L\,(i)'_t$ ، 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 الأنية 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 $\bar{\imath} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{\varepsilon_{max} \sin \omega t}{R}$

ملاحظات الدرس الرابع : الدارات المهتزة

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

$$\frac{q}{c.u}$$

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

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

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

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

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 : $\bar{\imath} = (\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max} \sin \omega_0 t$ أو $\bar{\imath} = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$
- 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

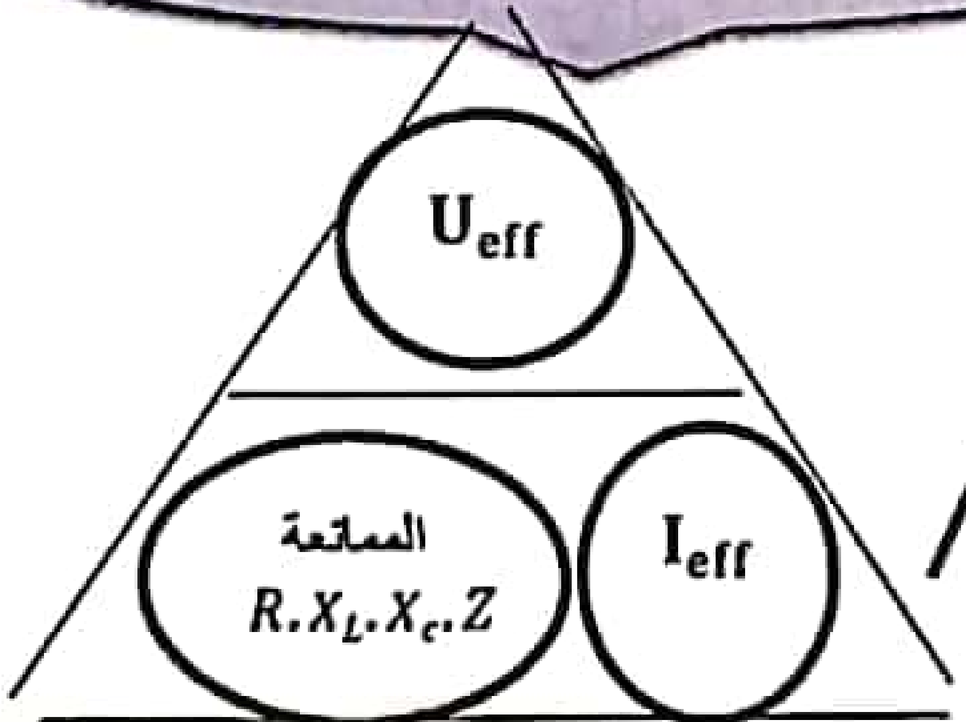
- التوتر المنتج $U_{eff} = Z . I_{eff}$
- الشدة المنتجة $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z}$

من المثلث:

- الممانعة الكلية $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$
- المقاومة الصرفة $R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff_R}}$
- (ممانعة) ردية الوشيعة $X_L = \frac{U_{eff_L}}{I_{eff_L}}$
- (ممانعة) الساعية المكثفة $X_c = \frac{U_{eff_c}}{I_{eff_c}}$

على تفرع التوتر U ثابت و I متغير

المثلث الذهبي نرقم المتغير حسب نوع



الجهاز	الممانعة x	الطور φ (تسلسل)	الطور φ (تفرع)	الحالة بين I و U تسلسل	إنشاء فرينل تسلسل	الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg} = I_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi$
المقاومة الصرفة R	$X_R = R$	$\varphi = 0$	$\varphi = 0$	تجعل التوتر على توافق مع الشدة	U_{eff} I	$\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow P_{avg} = I_{eff}.U_{eff}$ $U_{eff} = R.I_{eff}$ الاستطاعة الحرارية $\boxed{P_{avg} = R.I_{eff}^2}$
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} I	$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ الذاتية لاتستهلك طاقة
المكثفة c	ممانعتها $X_c = \frac{1}{\omega c}$ (الساعية المكثفة)	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	تؤخر التوتر عن الشدة	U_{eff} I	$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ المكثفة لاتستهلك طاقة

الوشيعة التي لها مقاومة (L , r)

رديتها	$X_L = L\omega$	$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2} \Rightarrow$ الذاتية $L = \frac{\sqrt{Z_L^2 - r^2}}{\omega}$
ممانعتها	$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$	
طورها	على تسلسل: حادة موجبة $(+\varphi)$	على تفرع: حادة سالبة $(-\varphi)$
إنشاء فرينل على التفرع	نعطي مثلث غير قائم نكتب : (علاقة شعاعية – علاقة التجيب)	

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

علاقة التجيب :

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

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

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 : $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$ (ز)
- 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
- ✓ 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)	ووشيعة 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 (ز) $\cos\varphi = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$	$\cos\varphi = \frac{r+R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$	$\cos\varphi = \frac{r}{Z}$
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 ما يمكن $Z = R$ ❖ 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 $(X_L = X_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega})$ 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) ⇐ قبل الإضافة Z = بعد الإضافة Z

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')	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}}$	$C_{eq} = C + C' \Rightarrow \boxed{C' = C_{eq} - C}$
حساب عدد المكثفات (n) المتماثلة	$C = \frac{C_1}{n} \Rightarrow \boxed{n = \frac{C_1}{C}}$	$C = n.C_1 \Rightarrow \boxed{n = \frac{C}{C_1}}$

ملاحظات الدرس السادس المحولة الكهربائية

من قوانين المتناوب ثانوي : s 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