ملاحظات حل مسائل النواس المرن

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

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

- ✓ شدة قوة الارجاع بدون (ناقص) والتسارع عندئذ يكون موجب $a = \frac{F \text{ قوة الإرجاع}}{m} \xleftarrow{\text{محصلة القوى هي قوة إرجاع}} a = \frac{\sum F}{m} \Leftarrow \sum F = m.a$

4. ثابت صلابة النابض k $(N.m^{-1})$

- ✓ إذا أعطانا النبض الخاص ω_0 : $\boxed{k = m.\omega_0^2}$
- ✓ 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: ω_0 ، X_{max} ، $\bar{\varphi}$
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 ، $\frac{\text{طول القطعة المستقيمة}}{2} \xRightarrow{\text{تعني كلها}} \boxed{X_{max}}$
- 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 : $t = 0\ ,\ x = \frac{X_{max}}{2}$ الااتجاه سالب مثلاً نعوض شروط البدء بتابع المطال : $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ $\frac{X_{max}}{2} = X_{max}\cos(\frac{\pi}{2}(0) + \bar{\varphi})$ $\Rightarrow \cos\varphi = +\frac{1}{2} \left\{\begin{array}{l} \varphi = +\frac{\pi}{3} \text{ rad (إما} \\ \varphi = -\frac{\pi}{3} \text{ rad (أو} \end{array}\right.$ 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 $t = 0\ ,\ v < 0$ 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 $\left\{\begin{array}{l} \text{تابع السرعة: } \bar{v} = (\bar{x})'_t = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \\ \text{السرعة العظمى طويلةً (موجبة): } \boxed{v_{max} = \omega_0 X_{max}} \\ \text{سرعة المرور الاول بوضع التوازن في كلا الاتجاهين } (t = 0\,, x = \pm X_{max}) : \boxed{v = \pm\omega_0 X_{max}} \end{array}\right.$

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

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

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 $\omega_0, \bar{\varphi}$ معلومة من تابع المطال مسبقاً : $\boxed{t = \frac{\frac{\pi}{2} - \bar{\varphi} + \pi k}{\omega_0}}$

4) نعوض $k = 0$ للحصول على زمن المرور الأول و$k = 1$ للمرور الثاني و $k = 2$ للمرور الثالث

نكشة : إذا عوضنا $k = 0$ للمرور الأول ونتج زمن سالب هنا نرفضه ونعتبر ناتج تعوض $k = 1$ هو زمن المرور الأول

✓ **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) : $\boxed{E_k = E - E_P}$

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

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 $E_k = E_P$

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

9. **تحديد موضع (مطال x) مركز عطالة الجسم في اللحظة tاو 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 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 : $\bar{F} = -k\bar{x}$	$\bar{F} = -F_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{F} = -kX_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$F_{max} = kX_{max} = m\omega_0^2 X_{max}$
كمية الحركة : $\bar{p} = m.\bar{v}$	$\bar{p} = -p_{max} sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$\bar{p} = -m.\,v_{max} sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$p_{max} = m.v_{max} = m.\omega_0 X_{max}$
الطاقة الكامنة المرونية: $E_P = \frac{1}{2}kx^2$	$E_P = E_{P_{max}} cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$E_P = \frac{1}{2}kx_{max}^2 cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$E_{P_{max}} = \frac{1}{2}kx_{max}^2 = \frac{1}{2}m.\omega_0^2 x_{max}^2$
الطاقة الحركية: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$	$E_k = E_{k_{max}} sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$E_k = \frac{1}{2}mv_{max}^2 sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	$E_{k_{max}} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{1}{2}m\omega_0^2 x_{max}^2$

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 االفتل له علاقة بعزم العطالة للنواس I_Δ (تناسب طردي) وبثابت فتل سلك الفتلk(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 : $\begin{cases} I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}.mL^2 \text{ للساق} \\ I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}.mr^2 \text{ للقرص} \end{cases} I_{\Delta/c}$ 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 $I_\Delta \begin{cases} I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} \text{ لايوجد كتل} \\ I_{\Delta/\text{جملة}} = I_{\Delta/c_{\text{جسم(ساق أو قرص)}}} + 2.I_{\Delta/m_1} \text{ بوجود كتل} \end{cases}$

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

13. 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

$\sqrt{L} \xrightarrow{\text{عكساً}} \sqrt{K} \xrightarrow{\text{عكساً}} T_0$ 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 ونجذرها .

- 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: $\sqrt{\frac{3}{4}\times\frac{1}{4}} \leftarrow \boxed{T_0' = \frac{\sqrt{3}}{4}T_0}$

14. 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 : ننسب الدورين

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

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 افتل 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 g

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

- **التغير النسبي للدور عند تغيير مكان النواس (الجاذبية g) وثبات طول الخيط :**

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{\sqrt{X}=X^{\frac{1}{2}}} T_0 = 2\pi\left(\frac{L}{g}\right)^{\frac{1}{2}} \xrightarrow{\text{نوزع } \frac{1}{2} \text{ على البسط وعلى المقام}} T_0 = 2\pi\frac{L^{\frac{1}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}}$$

$$\Rightarrow T_0 = 2\pi.L^{\frac{1}{2}}.g^{-\frac{1}{2}} \xrightarrow{2\pi.L^{\frac{1}{2}}=const} T_0 = const.\,g^{-\frac{1}{2}} \xrightarrow{\text{بأخذ التغيّر النسبي للطرفين}} \boxed{\frac{\Delta T}{T} = -\frac{1}{2}.\frac{\Delta g}{g}}$$

✓ الدور T_0 يتناسب طرداً $\sqrt{L}$ طول خيط النواس وقد يكون الخيط سلك معدني

- التغير النسبي للدور عند تغيير طول خيط النواس وثبات الجاذبية :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{\sqrt{X}=X^{\frac{1}{2}}} T_0 = 2\pi\left(\frac{L}{g}\right)^{\frac{1}{2}} \xrightarrow{\text{نوزع } \frac{1}{2} \text{ على البسط وعلى المقام}} T_0 = 2\pi\frac{L^{\frac{1}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}}$$

$$\Rightarrow T_0 = 2\pi.L^{\frac{1}{2}}.g^{-\frac{1}{2}} \xrightarrow{2\pi.g^{-\frac{1}{2}}=const} T_0 = const.\,L^{\frac{1}{2}} \xrightarrow{\text{بأخذ التغيّر النسبي للطرفين}} \boxed{\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2}.\frac{\Delta L}{L}}$$

- دستور التمدد الطولي يستخدم عند رفع درجة حرارة سلك النواس المعدني (يتمدد طوله)

$$L = L_0(1 + \alpha.\Delta t) \xrightarrow{\text{ننشر } L_0 \text{ عالقوس}} L = L_0 + L_0\alpha.\Delta t$$

L_0: طول السلك الأصلي قبل تغيير الحرارة

L : طول السلك الجديد بعد تغيير الحرارة

حيث المجاهيل إما Δt هي ارتفاع درجة الحرارة أو α عامل التمدد الطولي

$$L - L_0 = L_0\alpha.\Delta t \Rightarrow \Delta L = L_0\alpha.\Delta t$$

$$\left(\frac{\Delta L}{L_0}\right) = \alpha.\Delta t \xrightarrow{\text{نعزل المجهول حسب الطلب}} \begin{cases} \boxed{\alpha = \left(\frac{\Delta L}{\ell_0}\right)\frac{1}{\Delta t}} \\ \boxed{\Delta t = \left(\frac{\Delta L}{\ell_0}\right)\frac{1}{\alpha}} \end{cases}$$

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 :

$$T - W = m.a_c$$

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

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

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

4. **نزيح بزاوية θ_{max} ونتركه دون سرعة ابتدائية احسب الدور 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 $\theta = 0$

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

$$E_k - E_{k_0} = \overrightarrow{W}_{\vec{T}} + \overrightarrow{W}_{\vec{W}}$$

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

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

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

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

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

ملاحظات لحل مسائل النواس الثقلي المركب:

الدور بحالة السعات الصغيرة: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}}}$

نواس يدق الثانية $\boxed{T_0 = 2sec}$

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

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

لحساب T_0 يجب تعيين كل من I_Δ، d، m ونختصر g مع π بعد تعويض g بـ 10

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

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

تعيين d : $d = oc = \frac{L}{2}$

2) ساق مع كتلة :

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

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 :

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

احسب طول النواس البسيط المواقت للنواس المركب:

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

$$\text{رقم} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

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

$\sqrt{}\theta_{max}$, ω؟ نعزل ثم نعوض

الحل:

نطيق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

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

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

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

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

0لأن القوة تعامد الانتقال في كل لحظة0 تركت دون سرعة ابتدائية

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

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

I_Δ, d , m بتجيبهن من طلب الدور.

احسب السرعة الخطية: $\boxed{v_{\text{خطية}} = \omega_{\text{زاوية}} r}$

لمركز العطالة: $v = \omega . r \xrightarrow{r=d} \boxed{v = \omega . d}$

لإحدى الكتلتين: $v = \omega . r \xrightarrow{r=\frac{L}{2}} \boxed{v = \omega . \frac{L}{2}}$

ملاحظات السوائل الساكنة

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

وتحسب من :

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

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

3. دافعة أرخميدس تساوي ثقل السائل المزاح

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

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

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

- الغمر الكلي : كل الجسم تحت سطح الماء فيكون :

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

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

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

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

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

✓ شرط الطفو : نستخدمه عندما يذكر (يطفو الجسم)

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

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

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

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

✓ للتميز بين الكرات المجوفة (التي تحوي على فراغ بداخلها) والمصمتة (الممتلئة كلياً ولاتحوي فراغ بداخلها) : نحسب حجم الكرة من : $\boxed{V_{\text{الحجم الكلي للجسم}} = \dfrac{B\left\{\begin{matrix} w - w_{app} \\ \text{ينقص وزنه}\end{matrix}\right.}{\rho_{\text{سائل}}.g}}$ ونحسب حجم المادة التي بداخل الكرة من : $V = \dfrac{m}{\rho_{\text{مادة}}}$ إذا تساوى الحجمين فالكرة مصمتة وإذا لم يتساوى فالكرة تحتوية على تجويف في داخلها

ويكون حجم التجويف يساوي حجم الكرة ناقص حجم المادة التي بداخلها

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

✓ بعض التحويلات الهامة :

V تحويلة الحجم $cm^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^3$	s تحويلة المساحة $cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$	(h,L,z,y,x) تحويلة الطول $cm \xrightarrow{\times 10^{-2}} m$
V تحويلة الحجم L لتر $\xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$	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	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	$V = s.h = \pi r^2.h$	$V = L^3$

ملاحظات السوائل المتحركة

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)

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

<table>
<tr><th colspan="2">نستطيع من قانون التدفق الحجمي حساب</th><th rowspan="2">لحساب التدفق الحجمي من القانونين</th></tr>
<tr><th>الزمن اللازم للتفريغ</th><th>سرعة تدفق السائل</th></tr>
<tr><td>$Q' = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow$ $\boxed{\Delta t = \frac{V}{Q'}}$</td><td>$Q' = s.v \Rightarrow$ $\boxed{v = \frac{Q'}{s}}$</td><td>$\boxed{Q' = \frac{V}{\Delta t}}$
$Q' = \frac{V}{\Delta t} \xrightarrow{V = S.\Delta x} Q' = \frac{S.\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{v = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \boxed{Q' = s.v}$</td></tr>
</table>

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

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

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

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

- 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

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

$\boxed{P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const \ : \text{معادلة برنولي}}$ 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 ونتنبه 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 $(\frac{\Delta E_k}{\Delta V})$:

$$\left(\frac{\Delta E_k}{\Delta V}\right) = \frac{W \text{ العمل المبذول}}{\Delta V \text{ وحدة الحجوم}}$$ تغير الطاقة الحركية في وحدة الحجوم

ملاحظات لحل مسائل الأمواج

طول الموجة λ: هو المسافة التي يقطعها الاهتزاز خلال دور كامل (أي المسافة بين قاعين أو قمتين متتاليتين)

عقدالاهتزاز N : هي نقاط سعتها معدومة $\left(y_{max\therefore n_{عقدة}} = 0\right)$ يصلها الاهتزاز على تعاكس دائم والمسافة بين كل عقدتين ثابتة وتحصر مغزل

بطون الاهتزاز A : هي نقاط سعتها عظمى $\left(y_{max\therefore n_{بطن}} = 2y_{max}\right)$ يصلها الاهتزاز على توافق دائم .

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 : $\frac{L}{\lambda} = \frac{\text{طول المزمار}}{\text{طول الموجة}}$ وواحدته (طول موجة)

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

الوتر (الخيط المشدود)طول $\boxed{L = k\frac{\lambda}{2}} \xrightarrow{\text{نعزل المجهول}}$

عند طلب λ طول الموجة $\boxed{\lambda = \frac{2L}{k}}$

عند طلب k عدد المغازل $\boxed{k = \frac{2L}{\lambda}}$

حساب السعة لنقطة (ارتفاع النقطة) تبعد مسافة (x معطاة) عن النهاية المقيدة :

$\boxed{y_{max\therefore n} = 2y_{max}\left|\sin\frac{2\pi}{\lambda}\bar{x}\right|}$ حيث : y_{max} سعة اهتزاز المنبع

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

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) : $\mu = \frac{m}{L} \xRightarrow{m=\rho.V} \mu = \frac{\rho.V}{L} = \frac{\rho.sL}{L} = \rho.s \Rightarrow \boxed{\mu = \rho.\pi r^2}$

لحساب سرعة انتشار الاهتزاز :

سرعة انتشار الاهتزاز v $\begin{cases} v = \lambda.f & \text{f : تواتر الاهتزاز} \\ & F_T \text{ : قوة الشد} \end{cases}$

حساب التواترات الخاصة لعدة مدروجات : $f = \frac{k.v}{2L}$ حيث $k = 1,2,3,4$ تمثل عدد المغازل

($k=1$: المدروج الأساسي (الأول) , $k=2$: المدروج الثاني , $k=3$: المدروج الثالث)

حيث أن شرطي التجاوب بين الوتر والهزازة : $\left(L = k\frac{\lambda}{2}\right)$ طول الوتر , $\left(f = k_{\text{مضاعفات}} f_1\right)$ تواتر الاهتزاز التواتر الأساسي

حساب قوة الشد F_T من أجل k مغزل وفق الخطوات الآتية :

$\begin{cases} v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \\ f = \frac{k.v}{2L} \end{cases} \Rightarrow f = \frac{k}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين ونعوض}} f^2 = \frac{k^2}{4L^2}\frac{\boxed{F_T}}{\mu}$ بعدالتعويض نحصل على قيمة $\boxed{F_T}$

حساب أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيدة :

معادلة العقد : $\boxed{x = k.\frac{\lambda}{2}}$ حيث : $k = 0_{\text{أول عقدة}}, 1_{\text{ثاني عقدة}}, 2_{\text{ثالث عقدة}}, 3_{\text{رابع عقدة}}$

معادلة البطون : $\boxed{x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}}$ حيث : $k = 0_{\text{أول بطن}}, 1_{\text{ثاني بطن}}, 2_{\text{ثالث بطن}}, 3_{\text{رابع بطن}}$

ملاحظة : لما يغير عدد المغازل نحسب طول موجة جديدة $\boxed{\lambda_{\text{جديدة}} = \frac{2L}{k_{\text{جديد}}}}$

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 (اللمبة)	$f = (2n-1)\frac{v}{4L}$
تمثل مدروجات الصوت n	$n = 1,2,3,4$ $(n = 1$ صوت أساسي$)$	القوس$(2n-1)$يمثل مدروجات الصوت (n عدد العقد الكلية)	$(2n-1) = 1,2,3,4$ $((2n-1) = 1$ 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	
$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$: T كلفن $= t(C^0) + 273$		كثافة الغاز $D = \frac{M_{\text{الكتلة الغرامية}}}{29}$: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = \sqrt{\frac{\frac{M_1}{29}}{\frac{M_2}{29}}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$	

ملاحظات المحولة الكهربائية

s : ثانوي p : أولي

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

حساب الاستطاعة المقدمة من الأولية: $P_p = I_{effp}.U_{effp}$

حساب الاستطاعة المفيدة من الثانوية: $P_s = I_{effs}.U_{effs}$

مردود المحولة : $\eta = \frac{P_s}{P_p}$

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (**أنس أحمد فيزياء**)

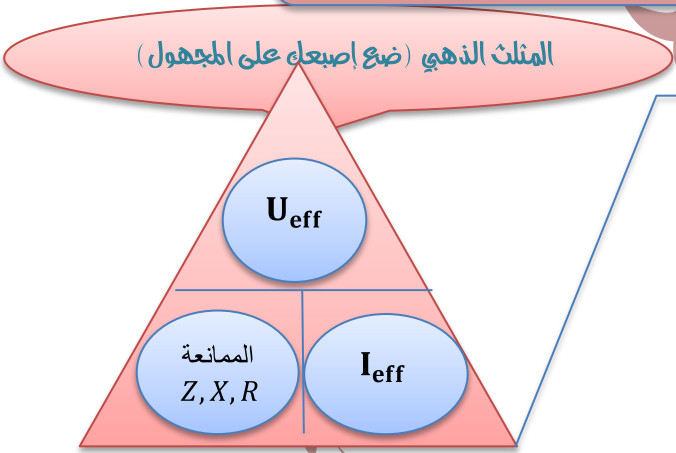
ملاحظات التيار المتناوب

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 في الشدة والاتجاه في كل أجزاء الدارة

على تفرع التوتر U ثابت في الشدة والاتجاه في كل أجزاء الدارة

المثلث الذهبي (ضع إصبعك على المجهول)



من المثلث:

التوتر المنتج $U_{eff} = Z.I_{eff}$

الشدة المنتجة $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z}$

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) اتساعية المكثفة $X_c = \frac{U_{eff_c}}{I_{eff_c}}$

الجهاز	الممانعة x	الطور φ (تسلسل)	الطور φ (تفرع)	الحالة بين $\bar{I}$ و $\bar{U}$	إنشاء فرينل	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} $\vec{I}$	$\varphi = 0 \Rightarrow cos\varphi = 1 \Rightarrow$ $P_{avg} = I_{eff}.U_{eff} \xrightarrow{U_{eff}=R.I_{eff}}$ $\boxed{P_{avg} = R.{I_{eff}}^2}$ 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} $\vec{I}$	$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ 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} $\vec{I}$	المكثفة $\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow cos\varphi = 0 \Rightarrow P_{avg} = 0$ لاتستهلك طاقة

حساب مقاومة الوشيعة r

- من عامل استطاعة الوشيعة: $\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2} \Rightarrow$ $r = Z_2.\cos\varphi$
- من ممانعة الوشيعة: $Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2} \xrightarrow{\text{نربع ونعزل } r_2}$ $r = \sqrt{Z_2^2 - X_L^2}$
- من معلومات تيار متواصل (الوشيعة في حالة تيار متواصل تعتبر مقاومة أومية فقط): $r = \frac{U_{\text{متواصل}}}{I_{\text{متواصل}}}$

لمشاهدة شرح منهاج الفيزياء على اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

الوشيعة التي لها مقاومة (L, r)

رديتها	$X_L = L\omega$	$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2} \xrightarrow{\text{نربع ونعزل L}} \Rightarrow L = \frac{\sqrt{Z_2^2 - r^2}}{\omega}$
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 :

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

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

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)

الاستطاعة التوسطة المستهلكة على التسلسل $P_{avg}=I_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi$

الاستطاعة المستهلكة في جملة الفرعين $p_{avg}=p_{avg1}+p_{avg2}$

$p_{avg}=I_{eff1}.U_{eff}.\cos\varphi_1+I_{eff2}.U_{eff}.\cos\varphi_2$

التسلسل واجزاء التفرع

من (رز) $\cos\varphi=\frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$ (رز)

عامل إستطاعة الدارة $\cos\varphi$

عامل استطاعة الدارة الفرعية

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

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

في التسلسل عندما يضيف جهاز ويذكر جملة

(بقيت شدة التيار نفسها) ⇐ Z قبل الإضافة $=Z$ بعد 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

في حالة التجاوب الكهربائي (الطنين)

نكتب ($X_L=X_C\Rightarrow L\omega=\frac{1}{\omega C}$) ونعزل المجهول

ونحسب تيار جديد من العلاقة ($I'_{eff}=\frac{U_{eff}}{R}$)

حل التجاوب الكهربائي (التسلسل)

عامل استطاعة $\cos\varphi=1$ الدارة يساوي الواحد

التيار $I'_{eff}=\frac{U_{eff}}{R}$ بأكبر قيمة له ويحسب حصرا

الممانعة $Z=R$ أصغر مايمكن

التوتر على توافق مع الشدة $\varphi=0$

التجاوب الكهربائي $X_L=X_C$ (الطنين)

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	$C=\frac{C_1}{n}\Rightarrow\boxed{n=\frac{C_1}{C}}$	$C=n.C_1\Rightarrow\boxed{n=\frac{C}{C_1}}$

تنويه : تستطيع مشاهدة فيديوهات لشرح منهاج الفيزياء كاملاً وحل مسائل الكتاب على قناة اليوتيوب (أنس أحمد فيزياء)