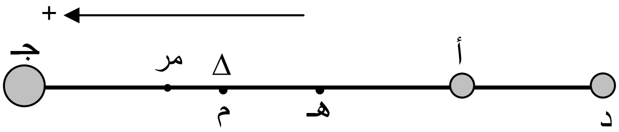
أجوبة الأسئلة النظرية

1 - $\text{عط}_{\Delta} = \frac{1}{2}\,\text{ك}_1\,\text{نق}^2 + \frac{1}{12}\,\text{ك}_2\,\text{ل}^2 + \text{ك}_2\left(\frac{\text{ل}}{4}\right)^2 + \text{ك}\left(\frac{3\text{ل}}{4}\right)^2 =$ **0,245 كغ . م²**



2 - أ) نفرض أن مركز ثقل الجملة هو (مر) .

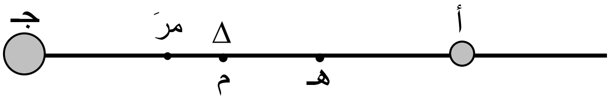
علاقة مركز الأبعاد المتناسبة تعطينا :

$(\text{ك}_{د} + \text{ك}_{أ} + \text{ك} + \text{ك}_{جـ})\,\overrightarrow{\text{م مر}} = \text{ك}_{جـ}\,\overrightarrow{\text{م جـ}} + \text{ك}\,\overrightarrow{\text{م هـ}} + \text{ك}_{أ}\,\overrightarrow{\text{م أ}} + \text{ك}_{د}\,\overrightarrow{\text{م د}}$.

$(\text{ك}_{د} + \text{ك}_{أ} + \text{ك} + \text{ك}_{جـ})\,\text{م مر} = \text{ك}_{جـ}\,\text{م جـ} - \text{ك}\,\text{م هـ} - \text{ك}_{أ}\,\text{م أ} - \text{ك}_{د}\,\text{م د}$ ، وبعد التعويض نجد **م مر = 0**

ب) لا يمكن لهذه الجملة أن تنوس حول المحور (Δ) ، لأن هذا المحور يصادف مركز ثقلها (الدور غير معرّف) .

جـ) لما ننزع الجسم المثبت في (د) يختل التوازن حول (Δ) فتدور الجملة نحو اليسار لتستقر في الوضعية الشاقولية التي تكون فيها (جـ) في الأسفل . (لم تُرسم لضيق المكان)



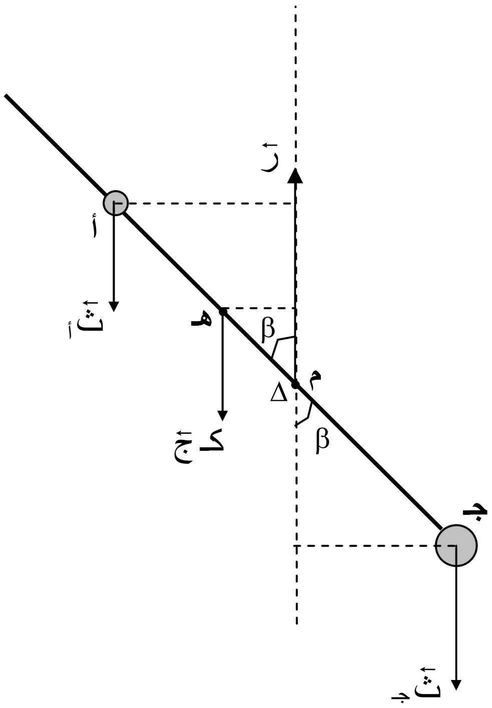
لتعيين مركز ثقل الجملة الجديدة نطبق نفس العلاقة في السؤال (2 – أ) ونجد م مرَ = 18,2 سم .

د) $\text{عطَ} = \frac{1}{12}\,\text{ك}\,\text{ل}^2 + \text{ك}\,(\text{م هـ})^2 + \text{ك}_{أ}\,(\text{م أ})^2 + \text{ك}_{جـ}\,(\text{م جـ})^2 = 7,4 \times 10^{-2}$ كغ . م²

هـ) الاهتزازات صغيرة السعة ، إذن الحركة جيبية ودورها $\text{د} = 2\pi\sqrt{\frac{\text{عط}}{\text{ك ج ب}}}$ ، $\text{ك} = \text{ك} + \text{ك}_{أ} + \text{ك}_{جـ}$

ب = م مر = 0,182 م . نجد **د = 1,92 ثا** .

و) **الطريقة الأولى :**



$\Sigma\,\text{عز}_{\Delta} = \text{عط تعه}$

$\text{عز}(\overrightarrow{\text{ث}_{جـ}}) + \text{عز}(\overrightarrow{\text{ك ج}}) + \text{عز}(\overrightarrow{\text{ث}_{أ}}) + \text{عز}(\overrightarrow{\text{ر}}) = \text{عط تعه}$

$-\text{ث}_{جـ}\,\text{م جـ جب}\,\beta + \text{ك ج م هـ جب}\,\beta + \text{ث}_{أ}\,\text{م أ جب}\,\beta = \text{عط تعه}$

$\text{تعه} = -\frac{\text{ث}_{جـ}\,\text{م جـ} - \text{ك ج م هـ} - \text{ث}_{أ}\,\text{م أ}}{\text{عط}}\,.\,\beta$ (جب β ≈ β)

التسارع الزاوي من الشكل $\text{تعه} = -\text{ي}^2\,\beta$ ، إذن الحركة جيبية .

الطريقة الثانية :

طم = ثابت

$\frac{1}{2}\,\text{عط سه}^2 + \text{ك}_{جـ}\,\text{ج م جـ}\,(1 - \text{تجب}\,\beta) + \text{ك ج}\,(\text{م هـ تجب}\,\beta + \text{م جـ}) + \text{ك}_{أ}\,\text{ج}\,(\text{م أ تجب}\,\beta + \text{م جـ}) = \text{ثابت}$.

باشتقاق طرفي المعادلة بالنسبة للزمن :

$\text{عط سه تعه} + \text{ك}_{جـ}\,\text{ج م جـ جب}\,\beta\,\text{سه} - \text{ك ج م هـ جب}\,\beta\,\text{سه} - \text{ك}_{أ}\,\text{ج م أ جب}\,\beta\,\text{سه} = 0$ ، ومنه :

$\text{تعه} = - \frac{\text{ثجـ م جـ} - \text{كـ ج م هـ} - \text{ثأ م أ}}{\text{عط}}\ \beta$.

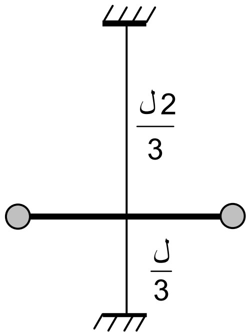
نتحصل على نفس النتيجة حتى لو لم نعين الوضع المرجعي ، وذلك بإضافة ثابت للطاقة الكامنة ، وعند الاشتقاق يعدم هذا الثابت .

3 – أ) $\text{د} = 2\pi \sqrt{\frac{\text{ل}}{\text{ج}}} = 1,98$ ثا .

ب) $\frac{\Delta \text{د}}{\text{د}} = \frac{\text{ع}}{\text{نق}} = \frac{1900}{64 \times 10^{5}}$ ، **Δ د = 0,58 ميلي ثانية** .

جـ) $\text{دَ} = \text{د} \left(1 + \frac{\text{هـ}^2}{16}\right)$ ، ومنه $\frac{\Delta \text{د}}{\text{د}} = \frac{\text{هـ}^2}{16}$ ، **Δ د = 15 ميلي ثانية** .

د) $\frac{\Delta \text{د}}{\text{د}} = \frac{1}{2} \lambda\ \text{ء}$ ، (ء هو التغير في درجة الحرارة) ، **Δ د = 9,9 ميلي ثانية** .



4 - أ) $\text{عط} = \text{عط}_0 + 2\ \text{كـ} \left(\frac{\text{لَ}}{2}\right)^2$ (1)

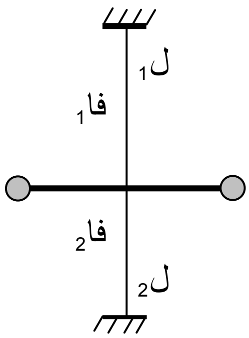
حيث عط_0 هو عزم عطالة الساق .

لحساب عط_0 نجد عبارة الدور ، نرمز بـ (فا_1) لثابت فتل الجزء السفلي من السلك و بـ (فا_2) لجزئه العلوي .

$\Sigma\ \text{عز}_\Delta = \text{عط تعه}$

$- \text{فا}_1 \text{يه} - \text{فا}_2 \text{يه} = \text{عط تعه}$ (2)

يتناسب ثابت فتل السلك عكسيا مع طوله $\text{فا} = \frac{\mu}{\text{ل}}$ ، μ ثابت يتعلق بمعدن وسطح مقطعه (نفس قيمة μ بالنسبة لجزئي السلك) . $\text{فا}_1 = \frac{\mu}{\text{ل}_1} = \frac{\mu}{\frac{\text{ل}}{3}} = 3\ \text{فا}$ ، $\text{فا}_2 = \frac{\mu}{\text{ل}_2} = \frac{\mu}{\frac{2\text{ل}}{3}} = \frac{3}{2}\ \text{فا}$.



بالتعويض في العلاقة (2) ، نجد $\text{تعه} = \frac{4,5\ \text{فا}}{\text{عط}}\ \text{يه}$ ، ومنه $\text{ي}^2 = \frac{4,5\ \text{فا}}{\text{عط}}$.

لدينا الدور $\text{د} = \frac{12.56}{20} =$ **0,628 ثا** . نحسب عط ، وبإدراج العلاقة (1)

نجد **$\text{عط}_0 = 5 \times 10^{-4}$ كغ . م^2**

ب) - فا$_1$ يه - فا$_2$ يه = عط تعه

$- \left(\frac{\mu}{ل_1} + \frac{\mu}{ل_2} \right)$ يه = عط تعه

$د = 2\pi \sqrt{\frac{عط\,(ل_1\,ل_2)}{\mu\,(ل_1 + ل_2)}}$. المقادير عط ، μ ، (ل$_1$ + ل$_2$) ثابتة عند سحب الساق .

فالدور يتغير حسب الجداء ل$_1$ × ل$_2$ (أكبر جداء لعددين س$_1$ و س$_2$ مجموعهما أ هو لما يكون س$_1$ = س$_2$).

إذن أكبر دور للنواس هو لما نثبت الساق في منتصف السلك .

5 – أ) النواس (1) : لا يتغير دوره ، لأن من أجل السعات الصغيرة الدور مستقل عن السعة د = $2\pi \sqrt{\frac{ل}{ج}}$.

النواس (2) : د = $2\pi \sqrt{\frac{ك}{ثا}}$ ، لا يتغير الدور لنفس السبب ، لأنه مستقل عن السعة .

النواس (3) : د = $2\pi \sqrt{\frac{عط}{فا}}$ ، الدور لا يتغير ، نفس السبب .

النواس (4) : θ = 22° ليست زاوية صغيرة ، دوره يتغير دَ = د $\left(1 + \frac{\theta'^2}{16}\right)$.

ب) د = $2\pi \sqrt{\frac{ك}{ثا}}$ ، ولدينا عند التوازن ك ج = ثا Δ ل ، نعوض عبارة (ك) في علاقة الدور نجد :

د = $2\pi \sqrt{\frac{\Delta ل}{ج}}$ ، **د = 0,44 ثا**