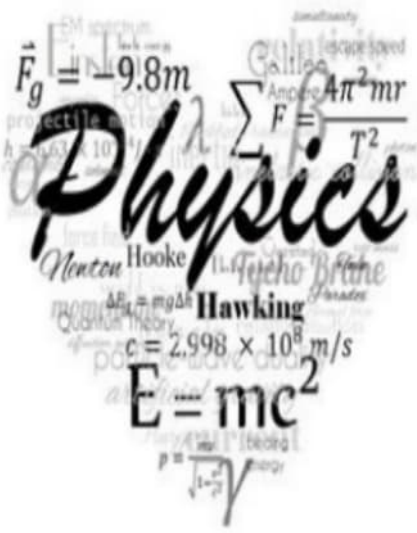
الوحدة الأولى
(الحركة والتحريك)

حل المسائل العامة



قناتنا على التلغرام :
بكلوريا-فيزياء 2021-2022

https://t.me/physics20212022syr

حلّ المسائل العامّة

★ المسألة الأولى :

$m = 0.1\ kg$ ، $K = 10\ N.m^{-1}$

شروط البدء ($t = 0\ s$ ، $x = 0\ m$ ، $v = -3\ m.s^{-1}$ يتحرك بالاتجاه السالب)

1

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0.1}} = \sqrt{\frac{10}{10^{-1}}}$$

$$\omega_0 = \sqrt{100} = 10\ rad.s^{-1}$$

2

$$x = X_{max}.\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

• نعيّن ثوابت الحركة ($X_{max}, \omega_0, \varphi$):

عند المرور بوضع التوازن تكون السرعة عظمى ⇐

$$v_{max} = \omega_0 X_{max}$$

$$\Rightarrow X_{max} = \frac{v_{max}}{\omega_0}$$

$$X_{max} = \frac{3}{10} = 0.3\ m$$

$$X_{max} = 0.3\ m$$

• نعيّن φ من شروط البدء ، $t = 0$ ، $x = 0$

نعوض في التابع : $x = X_{max}.\cos(\omega_0 t + \varphi)$

$$0 = X_{max}.\cos(\omega_0(0) + \varphi)$$

$$0 = X_{max}.\cos(\varphi)$$

$$X_{max} \neq 0 \Rightarrow \cos(\varphi) = 0$$

$$\Rightarrow \varphi \begin{cases} \text{إما} \rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2}\ rad \\ \text{أو} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}\ rad \end{cases}$$

• نختار قيمة φ التي تحقق شروط البدء أي تجعل السرعة سالبة.

• من أجل $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ نعوض في تابع السرعة

$$v = -\omega_0 X_{max}.\sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$v = -\omega_0 X_{max}.\sin\left(\omega_0(0) + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow v = -\omega_0 X_{max}.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) < 0$$

$\varphi = +\frac{\pi}{2}\ rad$ تحقق شروط البدء بالتالي مقبولة.

• من أجل $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ نعوض في تابع السرعة،

$$v = -\omega_0 X_{max}.\sin\left(\omega_0(0) - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow v = -\omega_0.X_{max}.\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)$$

$$v = +\omega_0 X_{max}.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) > 0$$

$\varphi = -\frac{\pi}{2}\ rad$ لا تحقق شروط البدء بالتالي مرفوضة.

• هنا نتعيّن قيم ثوابت الحركة

نعوضها في التابع الزمني المطلوب، بالتالي،

$$x = 0.3\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)\ m$$

3

$$x = 3\ cm = 3 \times 10^{-2}\ m$$

$$F = |-Kx|$$

$$F = 10 \times 3 \times 10^{-2}$$

$$F = 0.3\ N$$

في الطلب الثاني استخدمنا العلاقة التالية في الحل،

$$\sin(-\theta) = -\sin\theta$$

• التي تعدّ من شروط البدء وهي مفاتيح حل المسألة في تعيين الثوابت.

Tawfiq Hammoud

★ المسألة الثانية :

$m = 0.5\ kg$ ، $T_0 = 4\ s$

$X_{max} = 8\ cm = 8 \times 10^{-2}\ m$

شروط البدء: $t=0$ ، $x = \frac{X_{max}}{2}$ ، تتحرك بالاتجاه السالب أي $v<0$

1 التابع الزمني للمطال الحركة:

$x = X_{max} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$

• نعيّن قيم ثوابت الحركة $(X_{max}, \omega_0, \varphi)$

$X_{max} = 8 \times 10^{-2} = 0.08\ m$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4} \Rightarrow \omega_0 = \frac{\pi}{2}\ rad.s^{-1}$

• نعين φ من شروط البدء: $t=0$ ، $x = +\frac{X_{max}}{2}$

نعوّض في التابع الزمني للمطال:

$\frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cdot \cos(\omega_0(0) + \varphi)$

$\frac{1}{2} = \cos(\varphi)$

$\Rightarrow \varphi$ لما $\begin{cases} \varphi = +\frac{\pi}{3}\ rad \\ \varphi = -\frac{\pi}{3}\ rad \end{cases}$

• نختار قيمة φ التي تحقق شروط البدء $(t=0, v<0)$ ، نعوض شروط البدء في تابع السرعة $v = -\omega_0 X_{max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$

• من أجل $\varphi = -\frac{\pi}{3}$:

$v = -\omega_0 X_{max} \cdot \sin(\omega_0(0) - \frac{\pi}{3})$

$= -\omega_0 X_{max} \cdot \sin(-\frac{\pi}{3})$

$= +\omega_0 X_{max} \cdot \sin(\frac{\pi}{3}) > 0$

$\varphi = -\frac{\pi}{3}$ لا تحقق شروط البدء، بالتالي مرفوضة.

• من أجل $\varphi = +\frac{\pi}{3}$:

$v = -\omega_0 X_{max} \cdot \sin(\omega_0(0) + \frac{\pi}{3})$

$= -\omega_0 X_{max} \cdot \sin(\frac{\pi}{3}) < 0$

$\varphi = +\frac{\pi}{3}\ rad$ تحقق شروط البدء بالتالي مقبولة.

• نعوّض قيم الثوابت بالتابع الزمني للمطال:

$\Rightarrow x = 0.08 \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3})\ m$

2 لحظات المرور في وضع التوازن $x=0$.

t

• نعوض $x=0$ في التابع الزمني للمطال:

$0 = 0.08 \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3})$

$\Rightarrow \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}) = 0$

$\cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}) = \cos(\frac{\pi}{2} + \pi k)$

$\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + \pi k$

$\frac{1}{2}t = \frac{1}{2} + k - \frac{1}{3}$

$t = 1 + 2k - \frac{2}{3}$

$t = \frac{1}{3} + 2k$

• المرور الأول أي $k=0$:

$t_1 = \frac{1}{3} + 2(0) \Rightarrow t_1 = \frac{1}{3}\ (s)$

• المرور الثالث $k=2$:

$t_3 = \frac{1}{3} + 2(2) = \frac{1}{3} + 4 = \frac{1}{3} + \frac{12}{3}$

$\Rightarrow t_3 = \frac{13}{3}\ (s)$

3 المواضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى $F = F_{max}$.

x

$\vec{F} = -K\vec{x}$ تكون عظمى عندما تكون x عظمى أي $x = \pm X_{max}$

Tawfiq Hammoud

أي عند الوضعين الطرفيين،
قيمتها:

$$F_{max} = |-Kx_{max}|$$
$$= |-w_0^2 m x_{max}|$$
$$= \left|-\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \times 0.5 \times 8\times10^{-2}\right|$$
$$= \left|-\left(\frac{\pi^2}{4}\right)\left(\frac{1}{2}\right)\frac{8}{10^2}\right|$$
$$= \frac{1}{10} = 0.1\ N$$
$$F_{max} = 0.1\ N$$

• تتعدم شدة هذه القوة عندما $x=0$ أي عند وضع التوازن.

[4]
$$K = w_0^2 \cdot m$$
$$K = \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \times 5\times10^{-1} = \frac{\pi^2}{4} \times \frac{5}{10}$$
$$K = \frac{5}{4}\ N.m^{-1}$$

لا تتغير قيمة K باستبدال الكتلة المعلقة

[5]
$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{K}}$$
$$T_0'^2 = 4\pi^2 \times \frac{m'}{K}$$
$$m' = \frac{K \cdot T_0'^2}{4\pi^2}$$
$$m' = \frac{5 \times (1)^2}{4\times4\times10} = \frac{1}{32}$$
$$m' = \frac{1}{32}\ kg$$

تذكير: $\sin(-\theta) = -\sin\theta$

تم إثبات في السنة الأولى أن معادلة القوى الكاربية المؤثرة في مركز عطالة الجسم في كل لحظة هي قوة إرجاع لذلك المستوى هي $F = -Kx$

★ المسألة الثالثة:

للقرص $M_1 = 0.12\ kg$ ، $R = 0.05\ m$

للساق $M_2 = 0.012\ kg$ ، $L = 0.1\ m$

الكل $m_1 = m_2 = 0.05\ kg$ ، $2r = 0.04\ m \Rightarrow r = 0.02\ m$

$K = 8\times10^{-4}\ m.N.rad^{-1}$

[1]
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta\,عطالة}}{K}}$$

$m_2 = m_1$، $r_2 = r_1$ $\Rightarrow I_{\Delta_1} = I_{\Delta_2}$ $\Rightarrow I_{\Delta_1} + I_{\Delta_2} = 2I_{\Delta}$

$$I_{\Delta\,عطالة} = I_{\Delta\,قرص} + I_{\Delta\,ساق} + 2I_{\Delta\,كتلة}$$

[أفضل من توزيع الكل مع بعض]، نحسب كل واحدة على حدا.

• $I_{\Delta\,قرص} = \frac{1}{2}M_1R^2 = \frac{1}{2}(12\times10^{-2})(5\times10^{-2})^2$
$= 6\times10^{-2}\times25\times10^{-4} = 150\times10^{-6}$
$\Rightarrow \boxed{I_{\Delta\,قرص} = 15\times10^{-5}\ kg.m^2}$

• $I_{\Delta\,ساق} = \frac{1}{12}M_2L^2 = \frac{1}{12}(12\times10^{-3})(10^{-1})^2 = 10^{-3}\times10^{-2}$
$\Rightarrow \boxed{I_{\Delta\,ساق} = 10^{-5}\ kg.m^2}$

• $I_{\Delta\,كتلة} = m_1r_1^2 = (5\times10^{-2})(2\times10^{-2})^2 = 5\times10^{-2}\times4\times10^{-4}$
$= 20\times10^{-6} = 2\times10^{-5}\ kg.m^2$
$\Rightarrow \boxed{2I_{\Delta\,كتلة} = 4\times10^{-5}\ kg.m^2}$

$I_{\Delta\,عطالة}$ توضع في علاقة

$$I_{\Delta\,عطالة} = 15\times10^{-5} + 1\times10^{-5} + 4\times10^{-5}$$
$$= (15+1+4)\times10^{-5} = 20\times10^{-5}$$
$$\Rightarrow \boxed{I_{\Delta\,عطالة} = 2\times10^{-4}\ kg.m^2}$$

$$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\times10^{-4}}{8\times10^{-4}}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{2\pi}{2}$$
$$\Rightarrow T_0 = \pi\ (s)$$
$$= 3.14\ (s)$$

[2] نغير r تصبح r' $\Leftarrow$ تتغير I_Δ تصبح I_Δ'
تتغير T_0 تصبح T_0' (يزداد الدور بمقدار 0.86)

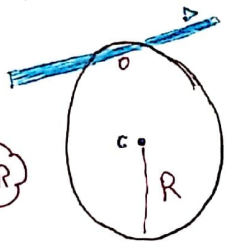
$$\Rightarrow T_0' = T_0 + 0.86 = 3.14 + 0.86$$
$$T_0' = 4\ (s)$$

Tawfiq Hammoud

★ المسألة الرابعة :

$R = 12.5\ cm = 12.5 \times 10^{-2} = 125 \times 10^{-3}\ m$

1) محور الدوران لا يمر من مركز عطالة الحلقة ⟸ نطبق هايغنز :



$I_{\Delta/O} = I_{\Delta/C} + Md^2$

$= MR^2 + MR^2$ ($d = OC = R$)

$= 2MR^2$

$T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{I_{\Delta/O}}{Mgd}}$

$T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{2MR^2}{MgR}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{2R}{g}}$

$T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{2 \times 125 \times 10^{-3}}{10}} = 2\sqrt{250 \times 10^{-3}}$

$T_0 = \sqrt{4 \times 25 \times 10^{-2}} = \sqrt{100 \times 10^{-2}} = \sqrt{1}$

$\boxed{T_0 = 1\ (s)}$

2)

$T_{0\ \text{بسيط}} = T_{0\ \text{مركب}}$

$2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 1$

بتربيع الطرفين

$4\pi^2\left(\dfrac{l}{g}\right) = 1$

$l = \dfrac{g}{40} = \dfrac{10}{40} = \dfrac{1}{4}$

$l = 0.25\ m$

ملاحظة :

• الرسم قد يعطيك نصف الحل عند حساب عزم العطالة [من حيث الفهم والعلامات 😊]

$T_0' = 2\pi\sqrt{\dfrac{I_\Delta'}{K}}$

بتربيع الطرفين :

$T_0'^2 = 4\pi^2\left(\dfrac{I_\Delta'}{K}\right)$

$\Longrightarrow I_\Delta' = \dfrac{T_0'^2 \cdot K}{4\pi^2} = \dfrac{(4)^2 \times 8 \times 10^{-4}}{40} = \dfrac{2}{10}$

$\boxed{I_\Delta' = 32 \times 10^{-5}\ kg.m^2}$

$I_\Delta' = I_{\Delta\ \text{قرص}} + I_{\Delta\ \text{ساق}} + 2I'_{\Delta\ \text{كتلة}}$

$= I_{\Delta\ \text{قرص}} + I_{\Delta\ \text{ساق}} + 2(mr'^2)$

$I_\Delta' - I_{\Delta\ \text{قرص}} - I_{\Delta\ \text{ساق}} = 2mr'^2$

$r'^2 = \dfrac{I_\Delta' - I_{\Delta\ \text{قرص}} - I_{\Delta\ \text{ساق}}}{2m}$

$r'^2 = \dfrac{32 \times 10^{-5} - 15 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-5}}{2 \times 5 \times 10^{-2}}$

$r'^2 = \dfrac{(32 - 15 - 1) \times 10^{-5}\ 10^{-4}}{10 \times 10^{-2}\ 10^{-1}}$

$r'^2 = 16 \times 10^{-4} \Longrightarrow r' = 4 \times 10^{-2}\ m$

$2r' = 8 \times 10^{-2}\ m$

انتبه : هو يطلب البعد بين الكتلتين أي $2r$ وليس بعد الكتلة عن محور الدوران r

تذكير ما :

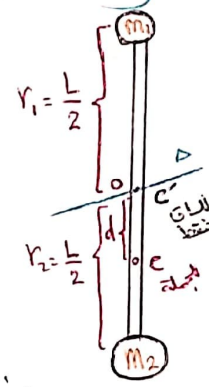
• أي تغير بمحتويات I_0 سوف يتغير فكما ورد في المسألة تغيرت $(2r)$ و $2r$ موجودة في علاقة $I_{\text{كتلة}}$ التي هي ضمن $I_{\text{جملة}}$ لذلك أصبح لدينا $I'_{\text{جملة}}$.

• نتنبه إلى الطلب جيداً ونعرف ماذا يريد مثل الطلب الثاني قد يسهو الطالب ويحسب فقط r'.

Tawfiq Hammoud

المسألة الخامسة :

$L = 1\ m$ ، $m_1 = 0.2\ kg$ ، $m_2 = 0.6\ kg$



1 $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{I_0}{mgd}}$

- $I_{\Delta} = I_{\Delta_{ساق}} + I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$

$I_{\Delta_{ساق}} = 0$ ← لأن الساق مهملة الكتلة

$I_{\Delta m_1} = m_1 r_1^2 = m_1\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}m_1L^2$

$I_{\Delta m_2} = m_2 r_2^2 = m_2\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}m_2L^2$

$\Rightarrow I_{\Delta_{جملة}} = 0 + \frac{1}{4}m_1L^2 + \frac{1}{4}m_2L^2$

$= \frac{1}{4}(m_1+m_2)L^2$

$= \frac{1}{4}(0.2+0.6)1^2 = \frac{8\times10^{-1}}{4}$

$\Rightarrow I_{\Delta_{جملة}} = 2\times10^{-1}\ kg.m^2$

- $m = m_1 + m_2 = 0.2+0.6 = 0.8 = 8\times10^{-1}\ kg$
- $d = \dfrac{-m_1r_1 + m_2r_2}{m_1+m_2}$ ← لأنها بدون محور الدورانية / لأنها تحدد الدورانية

$= \dfrac{(-0.2+0.6)\frac{1}{2}}{8\times10^{-1}}$ ← $\frac{L}{2} = \frac{1}{2}$

$= \dfrac{(4\times10^{-1})\frac{1}{2}}{8\times10^{-1}} = \dfrac{2\times10^{-1}}{8\times10^{-1}} = \frac{1}{4}\ m$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{2\times10^{-1}}{8\times10^{-1}\times10\times\frac{1}{4}}}$

$T_0 = 2\ (s)$

2 $T_{0_{بسيط}} = T_{0_{مركب}}$

$2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 2$

$4\pi^2\left(\dfrac{l}{g}\right) = 4 \Rightarrow l = 1\ m$

---

3 $\theta_{max} = 0.4\ rad > 0.24\ rad$ أي الحركة ليست

$T_0' = T_0\left(1 + \dfrac{\theta_{max}^2}{16}\right)$

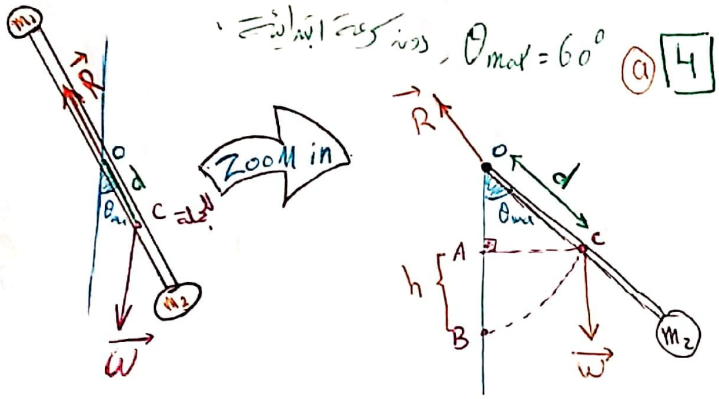
$= 2\left(1 + \dfrac{(0.4)^2}{16}\right) = 2\left(1 + \dfrac{0.16}{16}\right)$

$= 2\left(1 + \dfrac{10^{-2}}{1}\right) = 2\left(1 + \frac{1}{100}\right)$

$= 2\,(1.01\times10^{-2}) = 2.02\times10^{-2}$

$\Rightarrow T_0' = 2.02\ (s)$

4 ⓐ دون سرعة ابتدائية ، $\theta_{max} = 60°$



نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

الأول : عند الطالة العظمى $\theta_{max} = \frac{\pi}{3}$ عند $\theta_0 = 0$ ، $\omega_0 = 0$

الثاني : عند الشاقول $\theta = 0$ عند $\omega \neq 0$

$\sum \overrightarrow{W_F} = \Delta E_{K(1\to2)}$

$\overrightarrow{W_{\omega}} + \overrightarrow{W_R} = E_{K_2} - E_{K_1}$

$\overrightarrow{W_R} = 0$ لأن $\overrightarrow{R}$ ناظمية لا تنجز شغل

$E_{K_1} = 0$ لأنها تركت دون سرعة ابتدائية $\Rightarrow \omega_1 = 0$

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

$(m_1+m_2)gd(1-\cos\theta_{max}) = \frac{1}{2}I_{\Delta}\omega^2$

$\omega = \sqrt{\dfrac{2(m_1+m_2)gd(1-\cos\theta_{max})}{I_{\Delta}}}$

$\omega = \sqrt{\dfrac{2(8\times10^{-1})\times10\times\frac{1}{4}(1-\cos(\frac{\pi}{3}))}{2\times10^{-1}}}$

$\omega = \sqrt{\dfrac{2\times10(1-\frac{1}{2})}{1}} = \sqrt{2\times10\times\frac{1}{2}} = \sqrt{10}$

$\omega = \pi\ rad.s^{-1}$

حيث أن : $m = m_1+m_2$ ، $d = OB - OA = d - d\cos\theta_{max}$

Tawfiq Hammoud

★ المسألة السادسة :

قرص كتلته m ، $r = \frac{2}{3}\,m$

المحور مار من نقطة على محيط القرص

[1]

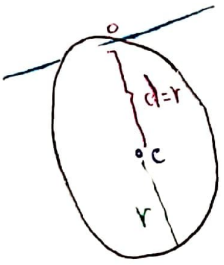
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta/0}}{mgd}}$$

• محور الدوران لا يمر من مركز عطالة القرص حسب نظرية هايغنز:

$$I_{\Delta/0} = I_{\Delta/c} + md^2$$

$$I_{\Delta/0} = \frac{1}{2}mr^2 + mr^2$$

$$I_{\Delta/0} = \frac{3}{2}mr^2$$



$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mr^2}{mgr}} = 2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{3\times\frac{2}{3}}{2\times 10}} = 2 \Longrightarrow T_0 = 2\ (s)$$

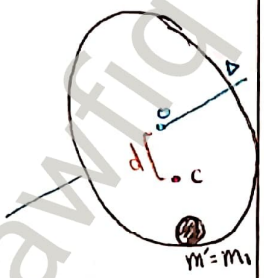
T_0 بسيط $= T_0$ مركب

[2]

$$2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \Longrightarrow \ell = 1\ m$$

[3]

$$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta'}{mgd}}$$



• $I_\Delta' = I_{\Delta\,\text{القرص}} + I_{\Delta m'}$

$$= \frac{1}{2}m_1r^2 + m'r^2$$

$$= \frac{3}{2}m_1r^2 \quad (m_1 = m')$$

• $m = m_1 + m' = 2m_1$ ($m' = m_1 \Rightarrow m = 2m_1$)

• $d = \frac{m_1r_1 + m'r'}{m_1 + m'} = \frac{m'r'}{2m'} = \frac{r'}{2} = \frac{r}{2}$ ($r_1 = 0$ ، $r' = r$)

$$\Longrightarrow T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}m_1r^2}{2m_1\times g\times\frac{r}{2}}} = \underbrace{2\pi\sqrt{\frac{3r}{2g}}}_{T_0}$$

$$T_0' = T_0 = 2\ (s)$$

[4] تركب دون سرعة ابتدائية

عند المرور بالشاقول $v_{m'} = \frac{2\pi}{3}\ m.s^{-1}$

$\theta_{max} > 0.24$

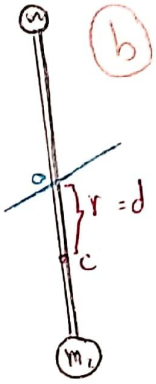
$$v_c = \omega.r_c$$

$$= \omega.d$$

$$= \pi\times\frac{1}{4}$$

$$\Longrightarrow v_c = 0.25\ m.s^{-1}$$

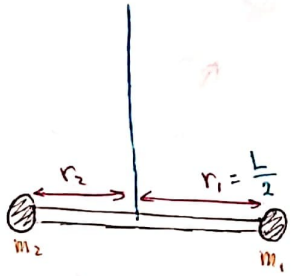
b



[5] نأخذ $m_1 = m_2 = 0.2\ kg$ ، نركبهما دون سرعة ابتدائية

$$T_0 = 2\pi\ (s)$$

$$K = \omega_0^2.I_\Delta$$



$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$$

$$= \frac{2\pi}{2\pi} = 1\ rad.s^{-1}$$

$$I_\Delta = I_{\Delta m_1} + I_{\Delta m_2}$$

$$= m_1r_1^2 + m_2r_2^2$$

$$= (2\times10^{-1})\left(\frac{1}{2}\right)^2 + (2\times10^{-1})\left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$= \frac{1}{2}\times10^{-1} + \frac{1}{2}\times10^{-1} = 10^{-1}$$

$$\Longrightarrow I_\Delta = 10^{-1}\ kg.m^2 = 0.1\ kg.m^2$$

إذا كان $I_{\Delta_1} = I_{\Delta_2}$ فإن $2I_{\Delta m_1}$ أو $\begin{cases} m_1 = m_2 \\ r_1 = r_2 \end{cases}$ إذا

$$\Longrightarrow K = (1)^2(10^{-1})$$

$$K = 0.1\ N.m.rad^{-1}$$

[6] $\theta = 0.5\ rad$

$$\alpha = -\omega_0^2.\theta$$

$$\alpha = -(1)^2(0.5)$$

$$\alpha = -0.5\ rad.s^{-2}$$

Tawfiq Hammoud

★ التمرين السابع :

$r_1 = 5\ cm = 5\times10^{-2}\ m$ $\quad h = 50\ cm = 50\times10^{-2}\ m$

$r_2 = 10\ cm = 10\times10^{-2}\ m$

$v_1 = 4\ m.s^{-1}$ [1]

من معادلة الاستمرارية

$S_1 v_1 = S_2 v_2$

$$v_2 = \frac{S_1 v_1}{S_2} = \frac{\pi r_1^2 \times v_1}{\pi r_2^2} = \frac{(5\times10^{-2})^2 \times 4}{(10\times10^{-2})^2} = \frac{25\times10^{-4}\times4}{10^{-2}} = 1$$

$$v_2 = 1\ m.s^{-1}$$

$\rho_{H_2O} = 1000\ kg.m^{-3}$ [2]

من معادلة برنولي :

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_b + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(z_2 - z_1)$$

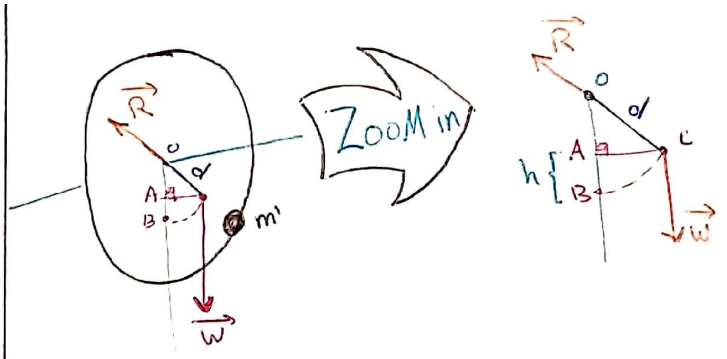
$$P_a - P_b = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g h$$

$$= \frac{1}{2}\times1000\times(1^2 - 4^2) + 1000\times10\times50\times10^{-2}$$

$$= -7500 + 5000$$

$$\Rightarrow \boxed{P_a - P_b = -2500\ Pa}$$

انتبه في مسائل السوائل للوحدات جيداً قد تحتاج للتحويل.



نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين :

الأول : عند الطاقة الأعظمية θ_{max} يكون عندما $v_1 = 0$ و $w_1 = 0$

الثاني : عند الشاقول $\theta = 0$ يكون عندما $v \neq 0$ و $w \neq 0$

$$\sum W_{\vec{F}} = \Delta E_{(1\to2)}$$

$$W_{\vec{w}} + W_{\vec{R}} = E_{K_2} - E_{K_1}$$

$W_{\vec{R}} = 0$ لأن نقطة تأثير $\vec{R}$ لا تنتقل.

$E_{K_1} = 0$ لأن الجملة تركت دون سرعة ابتدائية ($v_1 = 0$ و $w_1 = 0$)

$$+mgh = +\frac{1}{2}I_\Delta w^2$$

$m = 2m_1$ ، $h = d(1-\cos\theta_{max})$ ، $w = \frac{v}{r}$

$$2m_1 g d(1-\cos\theta_{max}) = +\frac{1}{2}I_\Delta \frac{v^2}{r^2}$$

$d = \frac{r}{2}$

$$2m_1 g \frac{r}{2}(1-\cos\theta_{max}) = +\frac{1}{2}I_\Delta \frac{v^2}{r^2}$$

$$1-\cos\theta_{max} = \frac{+\frac{1}{2}I_\Delta \frac{v^2}{r^2}}{m_1 g r}$$

$$\cos\theta_{max} = 1 - \frac{\frac{1}{2}I_\Delta \frac{v^2}{r^2}}{m_1 g r}$$

$I_\Delta = \frac{3}{2}m_1 r^2$

$$\cos\theta_{max} = 1 - \frac{\frac{1}{2}\times\frac{3}{2}m_1 r^2 \times \frac{v^2}{r^2}}{m_1 g r}$$

$$= 1 - \frac{3v^2}{4gr}$$

$$= 1 - \frac{3\times(\frac{2\pi}{3})^2}{4\times10\times\frac{2}{3}} = 1 - \frac{3\times3\times\frac{4\pi^2}{9}}{4\times10\times2}$$

$$= 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{3}\ rad$$

Tawfiq Hammoud

★ المسألة الثامنة :

قياسات المركب (مراقب داخلي) :

طول المركبة $L_0 = 100\ m$ ، عرض المركبة $b = 25\ m$

$t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة ، $L' = 4$ المسافة المقطوعة بسنة ضوئية

1 قياسات المحطة الأرضية (مراقب خارجي) :

- $L' = v.t_0 \Rightarrow v = \frac{L'}{t_0}$

$$v = \frac{4c}{\frac{8}{\sqrt{3}}} = 4c \times \frac{\sqrt{3}}{8} = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 3 \times 10^{+8}\ m.s^{-1}$$

$$v = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 10^{+8}\ m.s^{-1}$$

- $L = \frac{L_0}{\gamma}$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\frac{3}{4}c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = 2$$

$$\Rightarrow L = \frac{100}{2} = 50\ m$$

- العرض لا يتغير لأن شعاع سرعة المركبة يعامد عرض المركبة ولا توازيه

- $L' = \frac{L'_0}{\gamma} \Rightarrow L'_0 = \gamma L'$

$L'_0 = 2 \times 4 = 8$ سنة ضوئية

- $t = \gamma . t_0$

$= 2 \times \frac{8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{\sqrt{3}}$ سنة

تذكير : عندما تعطى المسافة بواحدة السنة الضوئية ويطلب حساب السرعة عندها تعبر بسرعة الضوء c .

- ومميز قياسات المراقب الخارجي عن قياسات المراقب الداخلي لتعرف من تمدد ومن تقلص
- و انتبه لشعاع السرعة من يوازي ومن يعامد .

Tawfiq Hammoud