النواس الثقلي الغير متخامد

النواس ثقلي مركب: هو جسم صلب يهتز بتأثير عزم ثقله حول محور افقي عامودي على مستوي ولايمر من مركز عطالته.

الدراسة التحريكية:

جسم صلب كتلته m مُعلق من مركز عطالته إلى محور دوران أفقي Δ مار من O حيث $d = oc$ نزيح الجسم عن وضع توازنه أدرس طبيعة حركته وكيف تصبح في حالة السعات الزاوية الصغيرة واستنتج علاقة دوره الخاص:

القوى المؤثرة على الجسم: ثقل الجسم $\vec{w}$

قوة رد فعل محور الدوران $\vec{R}$

$$\sum \overline{\Gamma_\Delta} = I_\Delta \alpha$$

$$\overline{\Gamma_{\vec{w}/\Delta}} + \overline{\Gamma_{\vec{R}/\Delta}} = I_\Delta \alpha$$

$$-dsin\theta . w + 0 = I_\Delta \alpha$$

لأن حاملها يمر من محور الدوران $\overline{\Gamma_{\vec{R}/\Delta}} = 0$

$$-mgdsin\theta = I_\Delta \alpha$$

$$\alpha = -\frac{mgd}{I_\Delta} sin\theta$$

$$(\theta)''_t = -\frac{mgd}{I_\Delta} sin\theta$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تحوي $sin\theta$ وليس θ فحلها ليس جيبياً وحركة النواس الثقلي هي حركة اهتزازية غير توافقية

من أجل السعات الصغيرة $\theta \leq 0.24\, rad$ أو $\theta \leq 14$

$$sin\theta \approx \theta$$

$$(\theta)''_t = -\frac{mgd}{I_\Delta}\theta \quad .....(1)$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

$$\theta = \theta_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

نشتق مرتين بالنسبة للزمن:

$$(\theta)'_t = -\omega_0 \theta_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\theta)''_t = -{\omega_0}^2 \theta_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\theta)''_t = -{\omega_0}^2 \theta \quad .....(2)$$

بالمطابقة بين 1 و 2 :

$${\omega_0}^2 = \frac{mgd}{I_\Delta}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}} > 0$$

محققة لأن المقادير d وg وm وI_Δ موجبة وحركة النواس الثقلي في حال السعات الصغيرة جيبية دورانية:

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

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

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}}$$

دلالات الرموز:

I_Δ عزم عطالة الجسم الصلب , m كتلة الجسم الصلب ,
$d = oc$ بعد محور الدوران عن مركز عطالة الجسم الصلب
g تسارع الجاذبية الأرضية

النواس ثقلي بسيط:

كرة صغيرة معلقة بخيط خفيف لا يمتط تشكل نواس ثقلي بسيط ادرس حركة الكرة واستنتج علاقة دوره الخاص في حال السعات الصغيرة:

القوى الخارجية المؤثرة على الكرة:

ثقل الساق $\vec{W}$,توتر الخيط $\vec{T}$

$$\sum \overline{\Gamma_\Delta} = I_\Delta \alpha$$

$$\overline{\Gamma_{\vec{W}/\Delta}} + \overline{\Gamma_{\vec{T}/\Delta}} = I_\Delta \alpha$$

$\overline{\Gamma_{\vec{T}/\Delta}} = 0$ حامله مار بمحور الدوران

$$-\ell sin\theta . w = I_\Delta \alpha$$

حيث $W = mg$ و $I_\Delta = m\ell^2$ $\alpha = (\theta)''_t$

$$-mg\ell sin\theta = m\ell^2 (\theta)''_t$$

$$-gsin\theta = \ell(\theta)''_t$$

$$(\theta)''_t = -\frac{g}{\ell} sin\theta$$

من أجل سعات صغيرة $\theta \leq 0.24\, rad \rightarrow$ $sin\theta \approx \theta$

$$(\theta)''_t = -\frac{g}{\ell}\theta \quad .....(1)$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

$$\theta = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

نشتق مرتين بالنسبة للزمن:

$$(\theta)'_t = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\theta)''_t = -{\omega_0}^2\theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(2).....(\theta)''_t = -{\omega_0}^2\theta$$

بالمطابقة بين 1 و 2 :

$${\omega_0}^2 = \frac{g}{\ell}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}} > 0$$

محقق لأن ℓ و g مقادير موجبة وبالتالي حركة النواس الثقلي البسيط حركة جيبية دورانية من أجل السعات الزاوية الصغيرة

استنتاج الدور الخاص:

$$\begin{cases} \omega_0 = \dfrac{2\pi}{T_0} \\ \omega_0 = \sqrt{\dfrac{g}{\ell}} \end{cases}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

مم يتألف النواس الثقلي البسيط عملياً ونظرياً واستنتج علاقة دوره الخاص انطلاقاً من علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي المركب في حالة السعات الصغيرة.

نظرياً نقطة مادية تهتز بتأثير ثقلها على بعد ثابت ℓ من محور أفقي ثابت.

عملياً: كرة صغيرة كتلتها m كثافتها النسبية كبيرة ملعقة بخيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله / كبير بالنسبة لنصف قطر الكرة:

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

$$d = \ell \quad , \quad I_\Delta = m\ell^2$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m\ell^2}{mg\ell}}$$

$$\boldsymbol{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}}$$

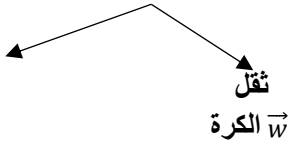
دلالات الرموز:

T_0 الدور الخاص

ℓ طول الخيط

استنتاج دور نواس ثقلي البسيط انطلاقاً من العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي (أو من قانون نيوتن الثاني)

القوى الخارجية المؤثرة في الكرة-



$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{w} + \vec{T} = m\vec{a}$$

بالاسقاط على المماس :

$$-w\sin\theta + \theta = ma_t$$

تسارع مماسي $a_t = \alpha.\ell$

$$\boldsymbol{w = mg}$$

$$\boldsymbol{-mg\sin\theta = m\alpha\ell}$$

$$\boldsymbol{-g\sin\theta = \alpha\ell}$$

$$\boldsymbol{\alpha = -\frac{g}{\ell}\sin\theta}$$

$$\boldsymbol{(\theta)''_t = -\frac{g}{\ell}\sin\theta}$$

ونفس الاستنتاج السابق

+963-994281105 +963-116811015 futuregatelearn@gmail
fglearn.net FGLearn @FGLearn +963-994281105