كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الاولى**

المادة : فيزياء حيوية

المحاضرة : الثانية/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

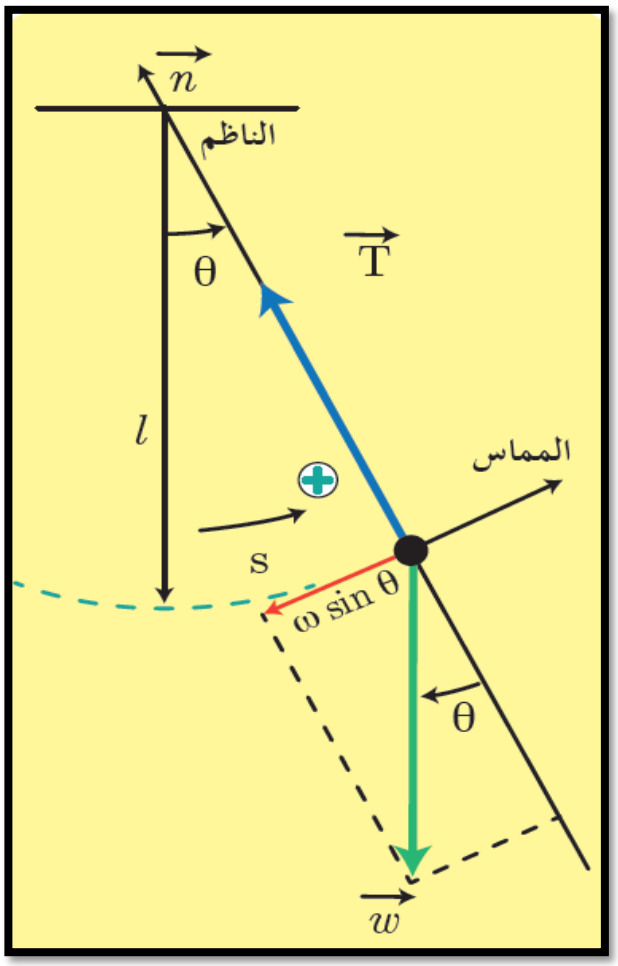
2025

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

النوّاس الثقليّ البسيط

أهداف التجربة:

1- **إيجاد دور النواس البسيط من أجل السعات الزاوية الصغيرة.**
2- **إيجاد قيمة تسارع الجاذبية باستخدام النواس البسيط.**



بالتعريف هو كرةٌ صغيرةٌ كتلتُها m ،كثافتُها النسبيّة كبيرةٌ معلّقةٌ بخيطٍ مهملِ الكتلة لا يمتط طولُهُ l كبير بالنسبة لنصف قطر الكرة.

الجزء النظري: دراسة الحالة الحركية للجملة

القوى المؤثرة على كرة النواس هي $\vec{\omega}$ قوة الثقل، و $\vec{T}$ قوة رد الفعل

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a}$$

$$\Rightarrow \quad \vec{\omega} + \vec{T} = m.\vec{a}$$

نلاحظ أنها علاقة شعاعية يلزمها إسقاط الأشعة

بالإسقاط على المَمَاسّ الموجّه بجهة إزاحة الكرة نجد أن:

$$-m\ g\ \sin(\theta) + 0 = m.a_t \qquad (1)$$

وبما أن $a_t = l\ \bar{\alpha} = l\ \bar{\theta}_t''$ نعوض في (1)

$$-m\ g\ \sin(\theta) + 0 = m.l\ \bar{\theta}_t'' \qquad (2)$$

بالتالي:

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

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تحتوي $sin\theta$ بدلاً من θ فحلُّها ليس جيبيّاً، ومنه فإنّ حركة النوّاس الثقليّ البسيط هي حركةٌ اهتزازيّةٌ غيرُ توافقيّة،و من أجل جعل حركة النوّاس الثقليّ البسيط حركةٌ اهتزازيّةٌ توافقيّة يجب الأخذ بعين الاعتبار السعات زاوية صغيرة كما يلي:

$$\theta \leq 14° \quad \text{أو} \quad \theta \leq 0.24\ rad$$

ومنه تصبحُ حركةُ النوّاس البسيط من أجل السّعات الزاويّة الصغيرة حركةٌ اهتزازيّةٌ توافقيّة وبذلك يمكن إلباس الزاوية بجيبها أي $sin\theta \cong \theta$

$$\Rightarrow (\theta)_t^{"} = -\frac{g}{l}\ \theta \qquad (3)$$

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌ من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

للتحقّق من صحة الحل نشتق تابع المطال مرّتين بالنسبة للزمن نجدُ

$$\bar{\theta}_t'' = -{\omega_0}^2 . \bar{\theta} \qquad (4)$$

وبالمطابقة بين (3) و (4) نجد أن:

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

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

وهذا محقّقٌ؛ لأنّ l, g مقداران موجبان، فحركةُ النوّاس الثقليّ البسيط من أجل السّعات الزاويّة الصغيرة هي حركةٌ جيبيّةٌ دورانيّةٌ نبضُها الخاصُّ ω_0.

بالمساوة بين العلاقتين ⟸ $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ ، $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$

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

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

وهي علاقةُ الدّور الخاصّ للنوّاس الثقليّ البسيط في السعات الزاويّة الصغيرة.

وبتربيع علاقة الدور تصبح من الشكل التالي:

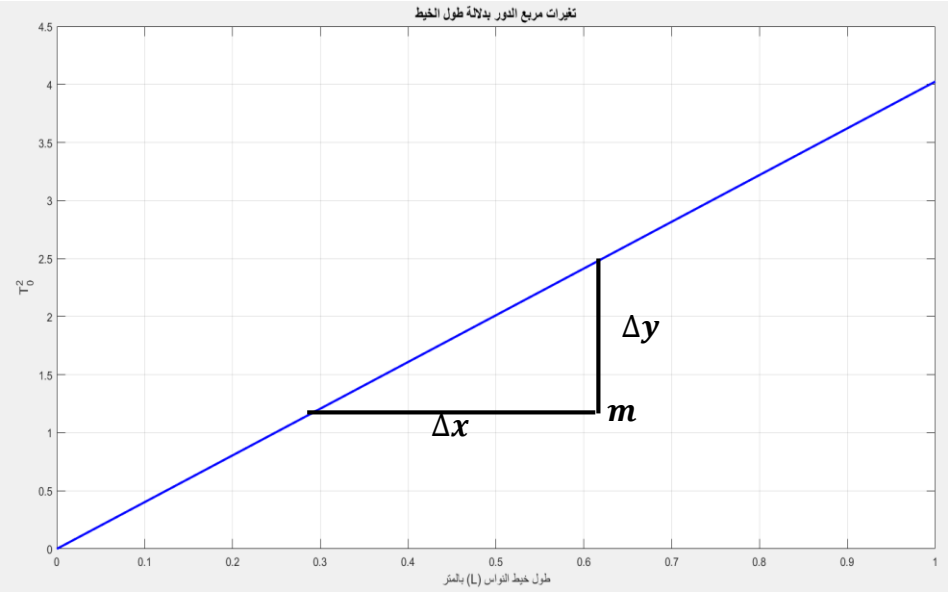
$$T_0^2 = \frac{4\pi^2 . l}{g}$$

ويمكن كتابتها على شكل معادلة خطية كما يوضح الرسم جانباً:

$$T_0^2 = m . l$$

حيث أن $\boxed{m = \frac{4\pi^2}{g}}$

m **: ميل الخط البياني**



يُعطى دورُ النوّاس الثقليّ في حال السّعات الزاويّة الكبيرة بالعلاقة:

$$\boxed{{T_0}' \cong T_0(1 + \frac{\theta_{max}^2}{16})}$$

حيث أن θ_{max} : السّعة الزاويّة مقدّرة بالراديان، T_0 : دورُ النوّاس في حالة السّعات الزاويّة الصغيرة

ويمكن حساب الدور الخاص T_0 بدلالة زمن الهزات وعددها بالعلاقة:

$$T_0 = \frac{t}{n}$$

حيث أن t: زمن الهزات s، n: عدد الهزات.

<u>حساب تسارع الجاذبية الأرضية من ميل المماس بيانياً:</u>

بما أن ميل المماس $\boldsymbol{m = \frac{\Delta y}{\Delta x}}$

ومنه يمكن حساب $\boldsymbol{g}$ **من العلاقة:**

$$g = \frac{4\pi^2}{m}$$

الجزء العملي:

يوضح الجدول التالي بيانات لتجربة نواس بسيط تم إزاحة الكرة عن وضع توازنها بسعة زاوية صغيرة

رقم التجربة	طول الخيط $l\ (Cm)$	طول الخيط $l\ (m)$	زمن 10 هزات حيث ان: $n = 10$			$T_0(s)$ $T_0 = \frac{t}{n}$	$T_0^2(s)$	تسارع الجاذبية الأرضية $g\ (m.s^{-1})$ من العلاقة: $g = \frac{4\pi^2.l}{T_0^2}$	متوسط تسارع الجاذبية الأرضية $\bar{g}(m.s^{-1})$
			زمن المحاولة الأولى t_1	زمن المحاولة الثانية t_2	متوسط زمن المحاولات $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$				
1									
2									
3									
4									
5									

المطلوب:

1- املأ الجدول السابق بما يناسب مراعياً تحويل الواحدات.
2- ارسم الخط البياني الذي يُعبر عن تغيرات الزمن الدوري بدلالة طول الخيط $T_0^2 = f(l)$.
3- احسب ميل المماس ثم أحسب قيمة تسارع الجاذبية الأرضية بيانياً وقارن هذه القيمة مع متوسط تسارع الجاذبية الأرضية $\bar{g}$ التي ظهرت في الجدول.
4- احسب الخطأ النسبي والنسبي المئوي والمطلق المرتكب في حساب دور النواس البسيط علماً أن $\Delta l = 0.01\ m$ وأن طول خيط النواس يبلغ $l = 0.1\ m$
5- من أجل نواس طول خيطه $l = 30\ cm$ احسب دوره في حال الزواية التالية $\theta_{max} = 30°$

إعداد المدرسين:

أ.أنس مغامس أ. زينا خضر

انتهت المحاضرة

مكتبة A to Z