(التجربة رقم -٥-)

اسم التجربة : (بندول التعليق الثنائي)

الغرض من التجربة :

١- دراسة خواص معلق بفلر .

٢- ايجاد عزم القصور الذاتي لقضيب حول محور عمودي على طوله ويمر بمركز ثقله .

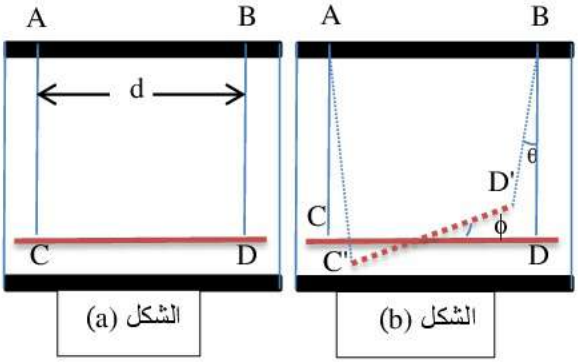
الأجهزة المستخدمة :

١- قضيب معدني و خشبي مقطعه العرضي منتظم ٢- مسطرة اعتيادية مع مسطرة مترية

٣- خيط تعليق ٤ - مساند مع مواسك ٥ - ساعة توقيت .

النظرية :

نفرض ان قضيبا كتلته (M) وعزم قصوره الذاتي حول محور عمودي يمر على نقطة من مركز ثقله هو (I) ، عُلق القضيب بالخيطين (AC) و (BD) المتوازيين وكان طول كل منهما (L cm) والمسافة بينهما (d cm) وكما مبين في الشكل (a) .



من الواضح ان الشد في كلا الخيطين هو($\frac{1}{2}mg$) ، فاذا أُزيح القضيب من الموضع (CD) الى الموضع (C' D') بزاوية صغيرة قدرها (θ) حول محوره المركزي ، فان هذا سيؤدي الى ان كلا الخيطين سيُزاح عن العمود بزاويه (ϕ) ،وكما مبين في الشكل (b) .

ولما كانت (θ) و (ϕ) زاويتان صغيرتان لذلك فان :

$$DD' = L\phi = \frac{1}{2}\ \theta\ d \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

في الموضع (C' D') تنشأ قوة مركبة تحاول ان تعيد القضيب الى موضعه الاصلي وتساوي مركبة الشد الافقية لأي من الخيطين وهي تساوي ($\frac{1}{2}mg\sin\emptyset$) ، ولما كانت (ϕ) صغيرة يكون حينئذ : $\sin\emptyset = \emptyset$ لذلك سوف نحصل على :

$$\frac{1}{2}mg\emptyset = \frac{Mgd}{4L} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

وبما ان العزم المؤثر على القضيب هو :

$$\frac{Mgd}{4L}\ \theta.d = \frac{Mgd^2}{4L} \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

اذن معادلة الحركة للقضيب هي :

$$I\theta^{\cdot\cdot} = \frac{Mgd^2}{4L}\ \theta \dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

حيث ان : I عزم الصور الذاتي ، θ التعجيل ازاوي للجسم ، اي ان :

$$\theta^{\cdot\cdot} + \frac{Mgd^2}{4LI}\ \theta = 0 \dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

فالحركة اذن حركة توافقية بسيطة زمن ذبذبتها هو :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{4LI}{Mgd^2}} \dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

وبما ان الكمية ($2\pi\sqrt{\frac{4LI}{Mg}}$) هي كمية ثابتة ، ولتكن تساوي (K) ، اي ان :

$$\mathrm{K} = \ 2\pi\sqrt{\frac{4LI}{Mg}} \dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

لذلك فان المعادلة (6) ستصبح بالشكل الاتي :

$$T = \frac{K}{d} \quad or \quad \boxed{K = Td} \dots\dots\dots\dots (8)$$

ومن العلاقة (7) يمكن حساب عزم القصور الذاتي للقضيب وكما يلي :

$$\boxed{I = \frac{K^2Mg}{16\pi^2L}} \dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

طريقة العمل :

١- علق القضيب بالحامل كما مبين في الشكل (a) بحيث يكون القضيب والحامل الموازي له بمستو موازي للأفق وحسب قياس القبان المستوي .

٢- اربط الخيطين على بعد (1 cm) من طرفي القضيب وسجل المسافة بين الخيطين (d) وقس طول كل منهما (L) .

٣- دور القضيب بزاوية صغيرة حول المحور المركزي واتركه ليتذبذب وكما موضح في الشكل (b) ثم قس زمن (20) ذبذبة وليكن (t_1) .

٤- كرر الخطوة (3) مرة ثانية وسجل زمن (20) ذبذبة وليكن (t_2) ثم احسب المعدل (t_{ave}) ، بعد ذلك احسب زمن الذبذبة الواحدة (T) .

٥- حرك كل من الخيطين مسافة (2 cm) ، اي قلل المسافة بين الخيطين (4 cm) ثم أعد حساب زمن الذبذبة الواحدة بنفس الطريقة السابقة .

٦- كرر جميع الخطوات السابقة لست مرات ثم سجل قراءاتك في جدول كما مبين في الصفحة التالية وبوحدات متجانسة .

٧- قس طول القضيب (L) وكتلته (M) .

٨- ارسم بيانيا بين قيم (T) على محور الصادات وما يقابلها من قيم ($\frac{1}{d}$) على محور السينات ، ثم احسب ميل الخط المستقيم الناتج والذي يمثل قيمة (K) .

٩- عوض عن قيمة (K) في العلاقة (8) ثم احسب قيمة عزم القصور الذاتي للقضيب (I) باستخدام العلاقة (9) .

١٠- قارن قيمة (I) التي حصلت عليها عمليا مع قيمتها النظرية باستخدام العلاقة ($I = \frac{1}{2} mr^2$) .

الاسئلة :

١- ما هي الحركة التي يتذبذب بها معلق بفلر ؟

٢- اذا كانت الزاوية التي يُدار بها المتذبذب اكبر من الزاوية التي أُجريت بها التجربة ، ماذا تتوقع ان يدخل من متغيرات الى معادلة الحركة ؟ اذكرها مع التوضيح البسيط .

٣- لماذا يُفضل ان يكون عدد الذبذبات كثيرا ؟

ملاحظة/ اعتمد المعطيات الاتية :-

r = 0.3 cm

L = 50 cm

m = 330 gm

d (cm)	Time of 20 cycles. (sec)		t_{ave} sec	$T = \frac{t_{ave}}{20}$ sec	$\frac{1}{d}$ cm^{-1}
	t_1	t_2			
46					
42					
38					
34					
30