تجربة رقم (4)

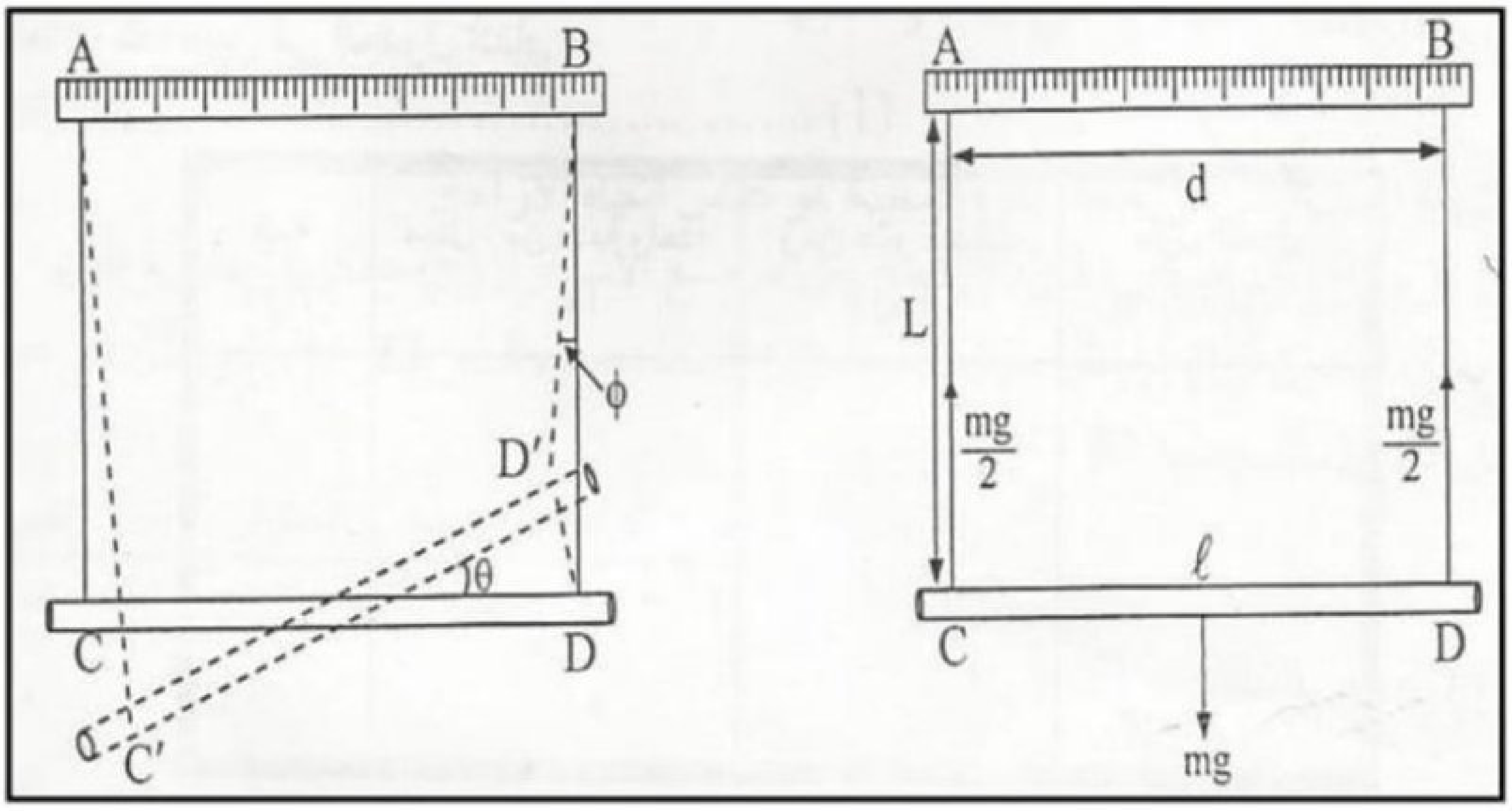
دراسة تغيير زمن الذبذبة مع المسافة المحصورة بين الخيطين المعلقين

الغاية من التجربة: دراسة كيفية تأثير المسافة بين نقطتي تعليق الخيطين على زمن الذبذبة

الأجهزة المستخدمة: قضيب معدني منتظم الطول، خيطين، مسندين، ماسكين، مسطرة مترية، ساعة توقيت

نظرية التجربة:

ينص قانون نيوتن الاول كل جسم يبقى على حالته الحركية من حيث السكون او الحركة بسرعة منتظمة في خط مستقيم ، مالم تؤثر عليه قوة تغير من حالته اي انه يمثل مقاومة الجسم للتغيير الطارئ على حالته الحركية ،و القوى التي تغير حركة الجسم يجب عليها ان تتغلب اولاعلى القصور الذاتي له و كلما كانت كتلة الجسم كبيرة كان من الصعب تحريكه او تغيير سرعته , حيث يفيد القصور الذاتي في قياس صعوبة تحريك الا جسام .و يطلق على قانون نيوتن الاول **(مبدأ القصور الذاتي)**، و نجد ما يمثل هذا المبدأ في الحركة الدورانية فالجسم قاصر عن تغيير حالته ساكنا كان ام متحركا ما لم يؤثر عليه عزم خارجي، حيث يعرف **العزم (**على انه مقدرة الجسم على احداث حركة دورانية حول محور ثابت) لو علق قضيب معدني كتلته (M) وعزم قصوره الذاتي (I) حول محور يمر بمركز ثقله بخيطين متوازيين مثل AC وBD وكان طول كل الخيطين (L) والمسافة بينهما (d) كما في الشكل (١) ومن الواضح ان الشد في كل من الخيطين يساوي ($\frac{1}{2}$ Mg) . فاذا ازيح القضيب المعدني افقيا من موضعه (CD) الى موضع ($C'D'$) بزاوية صغيره قدرها (θ) فان كل من خيطي التعليق يميل عن الشاقول بزاوية (ϕ) كما مبين في الشكل (١).



الشكل رقم (١)

عندما يكون القضيب في هذا الوضع تنشا قوة معيدة تحاول ان تعيده الى موضع استقراره وهذه القوة متمثلة بالمركبة الافقية لكل من الخيطين وهي تساوي ($-\frac{1}{2}mg\phi$)والاشارة السالبة تدل على ان اتجاه القوة المعيدة هو عكس اتجاه الازاحة الزاوية وعندما تكون θ و ϕ صغيرتين فان:

$$\sin\theta = \theta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\sin\phi = \phi \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

والقوة المعيدة تصبح

$$-\frac{1}{2}\boldsymbol{mg}\,\mathbf{sin}\,\boldsymbol{\theta} \approx -\frac{1}{2}\boldsymbol{mg\theta} - - - - - - - - - (3)$$

$$\mathbf{sin}\,\boldsymbol{\theta} = \frac{DD'}{\frac{1}{2}d} \quad - - - - - (4)$$ ومن الشكل

$$\sin\phi = \frac{DD'}{L} - - - - - - - - - (5)$$

وبتعويض المعادلة (1) في المعادلة (4) نحصل على

$$\boldsymbol{DD'} = \frac{1}{2}\ \boldsymbol{d\theta}\ \ ------(\mathbf{6})$$

وبتعويض المعادلة (2) في المعادلة (5) نحصل على

$$\boldsymbol{DD''} = \emptyset\ \boldsymbol{L} -------- (\mathbf{7})$$

وبتعويض المعادلة (7) في المعادلة (6) ينتج:

$$\emptyset = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}\frac{\mathbf{d\theta}}{\mathbf{L}}\ \ ------(\mathbf{8})$$

انّ القوة المعيدة التي تولدت في كل من الخيطين ستشكل عزما مزدوجا(τ) يساوي حاصل ضرب القوة المعيدة في البعد بين الخيطي ن(d)

$$\tau = -\frac{1}{2}\ \boldsymbol{mg\emptyset d} -------- (\mathbf{9})$$

وإذا عوضنا عن قيمة Ø من المعادلة (8) في المعادلة (9) يصبح العزم:

$$\tau = -\frac{1}{2}mg \times \frac{1}{2}\frac{d\theta}{L}d = -\ \frac{1}{4L}\ \ mgd^2\theta\ \ ------ (10)$$

و بمان العزم يساوي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي(I) في التعجيل الزاوي (∝)

$$I \propto = \frac{\text{mg}d^2\theta}{4L}\text{mg}d^2\theta -------- (11)$$

ولكن

$$\propto = \frac{d^2\theta}{dt^2}\text{---------------------}(12)$$

حيث (t) هو الزمن .وعند تعويض المعادلة (12) في(11) ينتج :

$$I\,\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{\text{mgd2}}{4L}\,\theta ------(13)$$

انّ المعادلة(13) تمثل معادلة حركة توافقية بسيطة، زمن ذبذبتها(T) هو:

$$T = 4\pi \sqrt{\frac{LI}{mgd^2}} = 4\pi\sqrt{\frac{LI}{mg}}\,\frac{1}{d} \quad ---------(14)$$

طريقة العمل

١ يعلق القضيب بالمسطرة المترية بحيث يكون كل منهما افقياً.

2-يربط الخيطان على بعد متساوي من طرفي القضيب.

3-قس المسافة بين الخيطين و لتكن(d)

4-دور القضيب افقيا بزاوية صغيرة و اتركه يتذبذب و احسب زمن عشر ذبذبات T_{10} من ثم جد زمن الذبذبة الواحدة (T)

5-قرب موقع كل من الخيطين 0.02m(2cm) نحو مركز القضيب اي تصبح المسافة بينهما اقل من السابق بـ0.04m (4cm)وكرر ما جاء بالفقرة (4)

٦ -كرر الفقرة (5) لمسافات مختلفة .

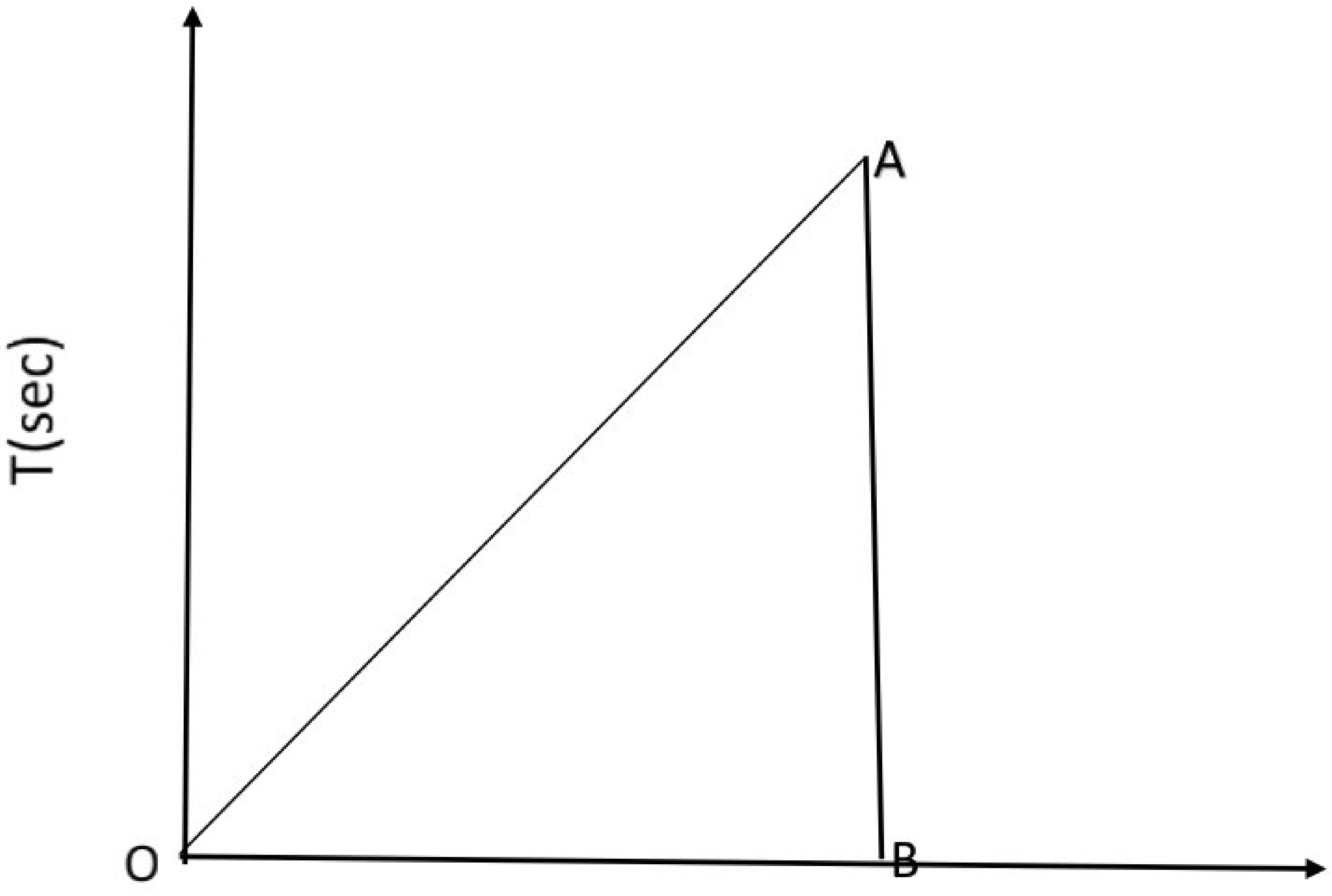
القياسات والحسابات Measurements and Calculations

1-دون النتائج كما في الجدول ادناه:

$d(cm)$	$(T_{10})_1$	$(T_{10})_2$	$T = \frac{T_{av}}{10}\,(sec)$	$\frac{1}{d}\,cm^{-1}$

2- قس طول كل من الخيطين (L) و جد كتلة القضيب(m).

3–ارسم عالقة بيانية بين على محور السينات$\frac{1}{d}$ وما يقابلها من قيم (T) على محور الصادات ستكون نتيجة الرسم خط مستقيم يمر بنقطة الاصل جد ميله ثم جد قيمة عزم القصور الذاتي (I)



$\frac{1}{d}\,(cm)^{-1}$

الشكل رقم (٢)

٧ – نحسب عزم القصور من العلاقة 14 :

$$\boldsymbol{T = 4\pi\sqrt{\frac{LI}{mg}}\frac{1}{d}}$$

$$\boldsymbol{slope} = \frac{AB}{OB} = Td = 4\pi\sqrt{\frac{LI}{mg}}$$

$$\mathbf{I} = \frac{\boldsymbol{mg}}{\boldsymbol{16\pi^2}}\ (\boldsymbol{slope})^{\mathbf{2}}\ \ ------(\mathbf{15})$$

٨ - قس طول القضيب L ثم احسب القيمة النظرية لعزم القصور الذاتي للقضيب حول محور عمودي على طوله ويمر من مركز ثقله من العلاقة

$$\boldsymbol{I = \frac{1}{12}\,m\mathrm{L}^2}$$

أسئلة المناقشة :

1-ما معنى عزم القصور الذاتي؟

2-هل تتأثر قيمة عزم القصور الذاتي بتغير المسافة بين الخيطين(ℓ)؟

3-لماذا يفضل ان يكون عدد الذبذبات قليلا ؟