

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٧-١: اهتزاز مسطرة مترية كبنءول

في هذا الاستقصاء سوف تستقصي اهتزاز مسطرة مترية تعمل كبنءول. يعتمد الزمن الدوري لاهتزاز المسطرة على المسافة بين نقطة تعليق المسطرة ومركز كتلتها.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- مسطرة مترية مع ثقب صنت
- ساعة إيقاف.
- على مسافات مختلفة من أحد طرفي المسطرة، على سبيل المثال: (20 cm) و (25 cm) و (30 cm) و (35 cm) و (40 cm).
- مسمار رفيع مثبت بإحكام في حامل مع مثبت ومشبك (ربما مع مشبك G أو وزن ثقيل لضمان ثبات الحامل).

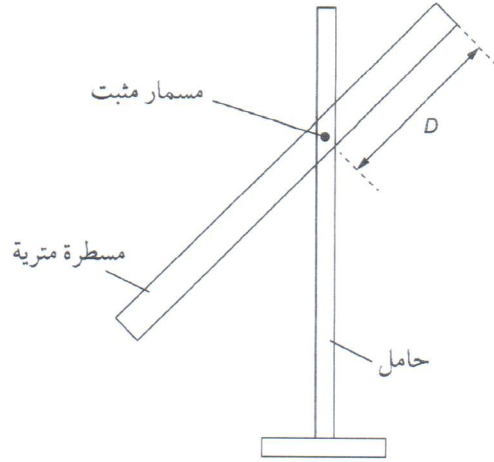
احتياطات الأمان والسلامة

- تأكد من قراءة احتياطات الأمان والسلامة الواردة في بداية هذا الكتاب، واستمع إلى نصائح معلمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء العملي.
- احرص على ألا يؤدي المسمار عينيك، خصوصاً أثناء الانحناء. يمكن ارتداء نظارات الوقاية أو تغطية طرف المسمار بكرة من الصلصال أو المطاط.
- إذا كان الحامل غير مستقر أو معرضاً للسقوط، فيمكن تثبيته بالمنضدة أو وضع وزن ثقيل على قاعدة الحامل.

الطريقة

١. قم بتجهيز أدوات التجربة كما هو موضح في الشكل ٧-١١، مع تثبيت المسمار الرفيع على الحامل، وباستخدام الفتحة التي تم صنعها على بُعد (40 cm) من طرف المسطرة. تأكد من أن المسطرة المترية تتأرجح بحرية، وإذا لزم الأمر يمكن استخدام طرف المنضدة لجعل المسطرة تتدلى.

مهم
يمكنك اختيار تسجيل الزمن لـ 10 اهتزازات للمسطرة؛ ولتحسين الضبط، يمكنك تكرار قراءاتك.



الشكل ١١-٧: نموذج تجريبي لمسطرة متريّة تم تعليقها بواسطة مسمار رفيع يمر من خلال ثقب.

٢. اجعل المسطرة تهتز مع سعة صغيرة، وخذ قراءات تسمح لك بتحديد قيمة دقيقة للزمن الدوري (T) لاهتزازة واحدة كاملة.

علامة تتبع
Fiducial mark
علامة تستخدم كنقطة مرجعية.

يجب عليك استخدام علامة تتبع تسمح لك ببدء التوقيت وإيقافه عند نقطة الاهتزاز نفسها، وأفضل مكان لعلامة التتبع هو مركز الاهتزاز؛ حيث يتحرك البندول بشكل أسرع في هذه المرحلة، ويجب أن تكون قادرًا على بدء ساعة الإيقاف وإيقافها بأكبر ضبط ممكن، كما يمكنك وضع قطعة من الورق أسفل المسطرة المتريّة كعلامة أو مجرد استخدام ساق الحامل كعلامة.

سجّل قراءاتك في العمود الثاني والثالث والرابع من جدول تسجيل النتائج ١-٧ في قسم النتائج. أعط هذه الأعمدة عنوانًا يوضح القراءات التي أخذتها. استخدم قراءاتك لحساب الزمن الدوري لاهتزاز المسطرة المتريّة. قس المسافة (D) من نهاية المسطرة إلى المسمار ودوّن ذلك في العمود الأول من جدول تسجيل النتائج ١-٧ (تمّ تسجيل القيمة الأولى $D = 0.400 \text{ m}$).

٣. كرّر الإجراء مع تعليق المسطرة من الثقوب الأخرى فيها. سجّل قراءاتك في جدول تسجيل النتائج ١-٧.

مهم
تبدأ الاهتزازة الواحدة الكاملة عندما تمرّ المسطرة أمام العلامة ذهأباً - على سبيل المثال إلى اليسار- وتنتهي في المرة التالية التي تمرّ فيها المسطرة أمام العلامة في الاتجاه نفسه.

النتائج

$d^2 (m^2)$	$T^2 d (s^2 m)$	$d (m)$	متوسط الزمن الدوري $T (s)$				$D (m)$
0.010	0.395	0.100	1.987	19.89	19.91	19.81	0.400
0.023	0.438	0.150	1.709	17.18	17.00	17.09	0.350
0.040	0.500	0.200	1.581	15.83	15.81	15.79	0.300
0.090	0.704	0.300	1.532	15.37	15.31	15.29	0.200
0.160	0.988	0.400	1.572	15.67	15.77	15.72	0.100

الجدول ١-٧: جدول تسجيل النتائج.

التحليل والاستنتاج والتقييم

أ. من المفترض أن يكون مركز كتلة المسطرة المترية عند علامة (50 cm). تُحسب المسافة (d) بين نقطة تعليق المسطرة ومركز كتلتها بواسطة المعادلة:

$$d = 0.500 - D$$

حيث جميع القيم بالأمتار.

أضف قيم (d) في جدول تسجيل النتائج ١-٧.

ب. نظرياً (T) و (d) مرتبطان بالمعادلة:

$$T^2 = \frac{A}{d} + Bd$$

حيث A و B ثابتان.

استخدم هذه المعادلة لتوضيح أن منحنى التمثيل البياني لـ ($T^2 d$) مقابل (d^2) هو خط مستقيم.

$$T^2 = \frac{A + Bd^2}{d}$$

نوجد المقادير في الجدول

$$T^2 d = A + Bd^2$$

$$T^2 d = Bd^2 + A$$

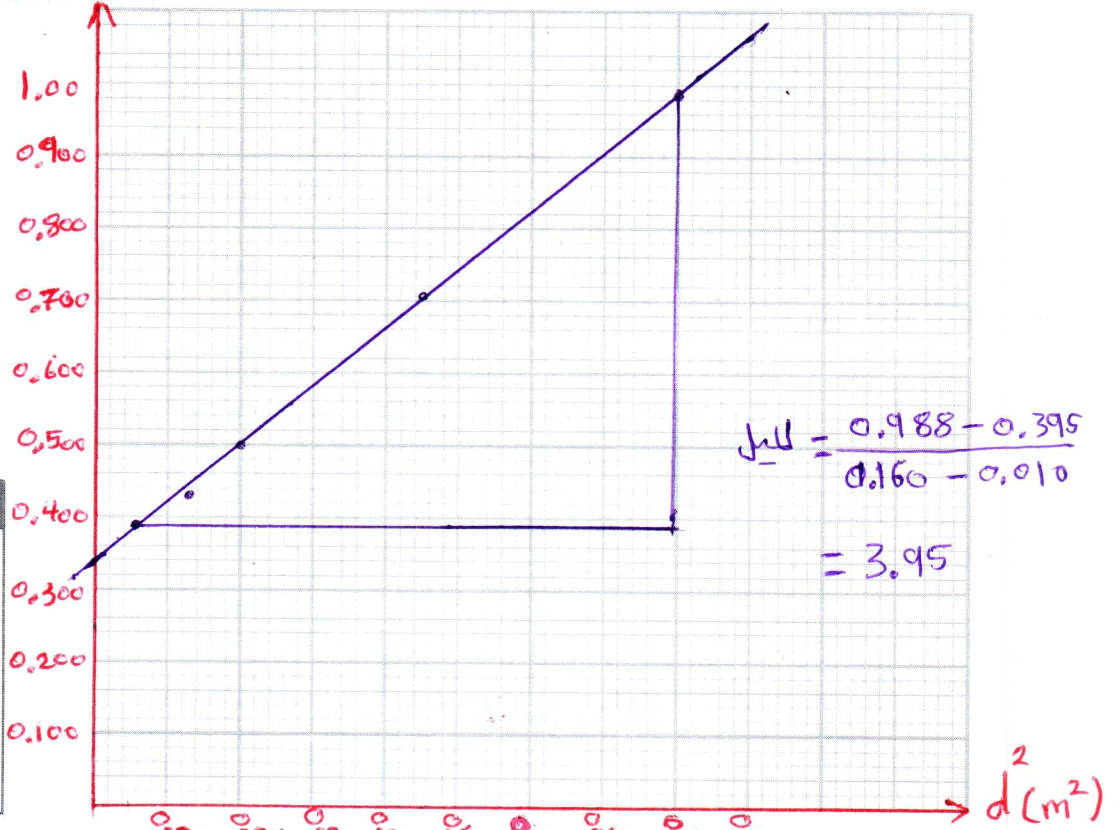
ج. أكمل جدول تسجيل النتائج ١-٧ بحساب قيم ($T^2 d$) و (d^2).

$$y = mx + c$$

معادلة

د. ارسم على ورقة الرسم البياني تمثيلاً بيانياً لـ $T^2 d$ (s² m) على المحور الصادي

(y) مقابل d^2 (m²) على المحور السيني (x). ارسم الخط الأفضل ملائمة. $T^2 d$ (s² m)



هـ. حدّد الميل ونقطة تقاطع الخط الأفضل ملائمة مع المحور الصادي (y).

مهم
نقطة التقاطع مع
المحور الصادي (y)
هي قيمة (y) في
هذه الحالة $T^2 d$
عندما تكون قيمة (x)
صفرًا.

مهم
قد تصعب قراءة
التقاطع مباشرة
من التمثيل البياني
إذا كنت قد بدأت
بالمحور الصادي
(y) من قيمة مرتفعة
جداً. فإذا حدث هذا،
يجب عليك تسجيل
إحداثيات نقطة واحدة
على الخط الأفضل
ملائمة، واستخدام
ميل الخط لحساب
قيمة $T^2 d$ عندما
تكون قيمة d^2 صفرًا.

الميل = 3.95 نقطة التقاطع = 0.356

حساب نقطة التقاطع مع الميل

$$y = 0.988 - \text{الميل} \times 0.160 \Rightarrow \text{الميل} = \frac{0.988 - y}{0.160 - 0}$$

$$0.160 \times 3.95 = 0.988 - y$$

$$y = 0.988 - (0.160 \times 3.95)$$

$$y = 0.356$$

و. استخدم إجاباتك من الجزئية (هـ) لإيجاد قيم A و B . قم بتضمين وحدات القياس في إجابتك.

$$T^2 = B d + A$$

$$T^2 = \underbrace{Bd}_{\text{Jah}} + \underbrace{A}_{\text{sek, s!}}$$

..... $5m^2$ وحدة القياس $A = 0.356$

..... $s^2 \cdot m^{-1}$ وحدة القياس $B =$ 3.95

ز. استخدم نتائج الاستقصاء لإيجاد قيمة (T) عندما تكون قيمة $(d = 45 \text{ cm})$.

$$T^2 = \frac{A}{d} + Bd$$

$$= \frac{0.356}{0.45} + 3.46 \times 0.45 \quad T = \dots 1.60 \text{ s} \dots$$

$$= 2.57 \text{ s}^2$$

$$T = \sqrt{2.57} = 1.608$$

۱۵۵

انتبه إلى أن قيمة (d)
معطاة بوحدة cm هنا.

(Handwritten signature)