

استقصاء عملي ٦-٣: تحليل بيانات البندول المخروطي

تمّ إجراء الاستقصاء الموصوف في مقدمة الاستقصاء العملي ٦-٢.

قيس الزمن المستغرق للطائرة اللعبة لصنع 10 دورات كاملة حول المسار الدائري، بالإضافة إلى الزاوية θ ، وهي أقصى زاوية موضحة في الفيديو. ثم تركت الطائرة تحلق بشكل أسرع، وقيست القراءات مرة أخرى. يوضح جدول تسجيل النتائج ٦-٢ القراءات المقاسة. عندما يتم قياس θ ، قد تبدو الطائرة كما لو أنها على حافة قصوى من الحركة؛ ومع ذلك ربما لا تكون هناك تمامًا لأن الحركة تظهر فقط إطارًا واحدًا في كل مرة. وهذا يعني أن الزاوية θ تقاس فقط إلى أقرب (1°) .

النتائج

$\frac{1}{\omega^2}$ (rad ⁻² s ²)	ω (rad s ⁻¹)	T (s)	زمن 10 دورات T_{10} (s)	$\cos \theta$	θ (°)
0.0504	4.46	1.41	14.1	0.984 ± 0.003	10 ± 1
0.0475	4.56	1.37	13.7	0.927 ± 0.007	22 ± 1
0.0435	4.80	1.31	13.1	0.848 ± 0.009	32 ± 1
0.0383	5.11	1.23	12.3	0.743 ± 0.011	42 ± 1
0.0306	5.71	1.10	11.0	0.602 ± 0.014	53 ± 1
0.0166	7.76	0.81	8.1	0.326 ± 0.017	71 ± 1

الجدول ٦-٢: جدول تسجيل النتائج.

مثال لحساب عدم اليقين

$$\frac{\cos 9 - \cos 11}{2} = 0.003$$

مهم

جد قيمة عدم اليقين المطلق للقيمة الأولى لـ $\cos \theta$ بإيجاد الفرق بين $(\cos 9^\circ)$ و $(\cos 11^\circ)$ وقسمة الناتج على 2.

التحليل والاستنتاج والتقييم

أ. للتحقق من العلاقة $\cos \theta = \frac{g}{L\omega^2}$ ، يتم رسم تمثيل بياني لـ $\cos \theta$ على المحور الصادي (y) مقابل $\frac{1}{\omega^2}$ على المحور السيني (x). جد تعبيراً للميل بدلالة (L) و (g).

مهمة

اختر عدداً معقولاً من الأرقام المعنوية لتتناسب مع قيمة عدم اليقين في $\cos \theta$ ، أو ثلاثة أرقام معنوية لـ (T) و (ω) و $\frac{1}{\omega^2}$ ، حيث يتم إعطاء (T_{10}) فقط لثلاثة أرقام معنوية.

الميل =

ب. يرتبط الزمن الدوري (T) للحركة الدائرية بالسرعة الزاوية (ω) بالمعادلة $T = \frac{2\pi}{\omega}$. احسب قيم $\cos \theta$ و (T) و (ω) و $\frac{1}{\omega^2}$ ودونها في جدول تسجيل النتائج ٦-٢. ضمّن أيضاً قيمة عدم اليقين المطلق لـ $\cos \theta$.

ج. ارسم تمثيلاً بيانياً لـ $\cos \theta$ على المحور الصادي (y) مقابل $\frac{1}{\omega^2}$ على المحور السيني (x). ضمّن أشرطة الخطأ لـ $\cos \theta$.

النقاط للقيمة المتوسطة

المنحنى الأكثر ملاءمة

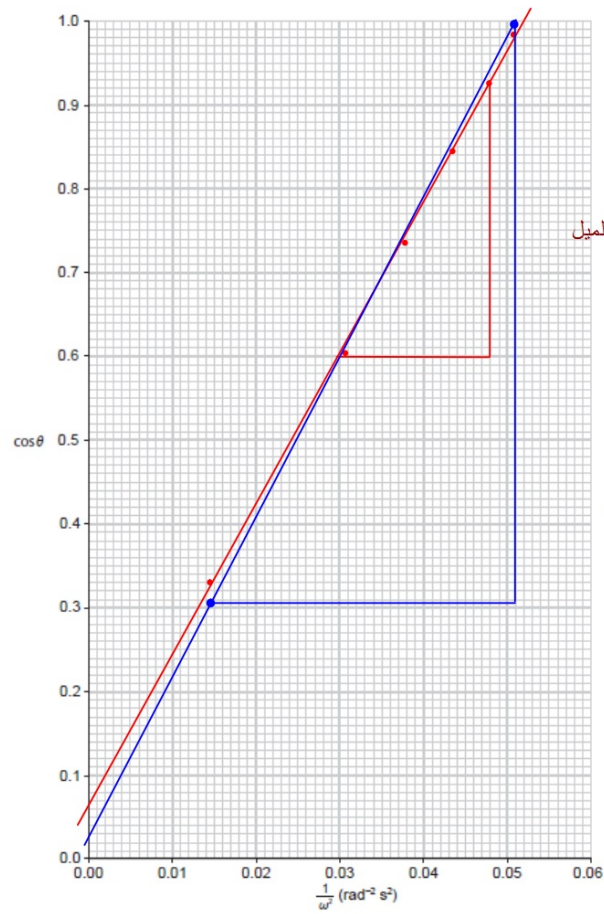
ميل المنحنى الأكثر ملاءمة

النقاط للقيمة الناتجة من عدم اليقين

النقاط للقيمة العظمى

المنحنى الأسوأ ملاءمة

ميل المنحنى الأسوأ ملاءمة



$$\text{الميل} = \frac{0.93-0.60}{0.047-0.030} = 19.4$$

$$\text{الميل} = \frac{0.987-0.309}{0.0504-0.0166} = 20.1$$

د. ارسم الخط المستقيم الأفضل ملاءمة، وأسوأ خط مستقيم مقبول على التمثيل البياني.

يجب وضع عنوان واضح لكلا الخطّين.

هـ. حدّد ميل الخط الأفضل ملاءمة. وضمّن قيمة عدم اليقين ووحدة قياس الميل في إجابتك.

الحل

$$\text{الميل} = 19.4 \text{ s}^{-2} \dots\dots\dots \text{قيمة عدم اليقين} = 0.7 \text{ s}^{-2} \dots\dots\dots 20.1 - 19.4 =$$

الحل

و. باستخدام إجاباتك على الجزئيتين (أ) و (هـ)، حدد قيمة (L). ضمّن وحدة قياسها، واحسب النسبة المئوية لعدم اليقين في (L).

$$\frac{g}{L} = \frac{\text{الميل}}{\text{الميل}} \implies L = \frac{g}{\frac{\text{الميل}}{\text{الميل}}} = \frac{9.81}{19.4} = 0.506\text{m}$$

$$\text{نسبة عدم اليقين في } L = \frac{0.7}{19.4} \times 100\% = 3.6\%$$

$$L = 0.506\text{m} \pm 3.6\%$$

مهم
فكر في قيمة $\cos \theta$
عندما تكون θ صفرًا.

الحل

ز. استخدم التمثيل البياني لإيجاد قيمة (ω) عندما تكون θ لها أصغر قيمة ممكنة،

واحسب الزمن الدوري للحركة عند هذه القيمة. $\theta = 0 \implies \cos \theta = 1$

$$\frac{g}{L} = \frac{\cos \theta}{\omega^{-2}} \implies \omega = 4.43\text{rad s}^{-1}$$

$$\omega^{-2} = \frac{L \cos \theta}{g} = \frac{0.506}{9.81} = 0.051 \implies \omega = \frac{2\pi}{T} = 1.42\text{s}$$