

XÁC ĐỊNH MÔ MEN QUÁN TÍNH CỦA CÁC VẬT RẮN ĐỐI XỨNG - NGHIỆM LẠI ĐỊNH LUẬT STEINER HUYGHENS								
BẢNG SỐ LIỆU								
<i>Xác định mô men quán tính I của các vật rắn đối xứng</i>								
Bảng 1								
Mô men quán tính của đĩa đỡ khối trụ: $I_D = 1.2 \pm 0.1 (10^{-4}kgm^2)$								
Độ chính xác của bộ đếm thời gian: $(\Delta T)_{dc} = 0.001 (s)$								
Lần đo	Thanh dài		Đĩa đặc		Trụ rỗng		Khối cầu	
	$T_{TH}(s)$	$\Delta T(s)$	$T_{ĐĐ}(s)$	$\Delta T(s)$	$T_{TR+Đ}(s)$	$\Delta T(s)$	$T_c(s)$	$\Delta T(s)$
1	2.609	0.0004	2.075	0.0006	1.143	0.0012	2.098	0.0002
2	2.608	0.0006	2.073	0.0014	1.143	0.0012	2.099	0.0012
3	2.609	0.0004	2.076	0.0016	1.144	0.0002	2.099	0.0012
4	2.609	0.0004	2.074	0.0004	1.145	0.0008	2.095	0.0028
5	2.608	0.0006	2.074	0.0004	1.146	0.0018	2.098	0.0002
TB	2.6086	0.0005	2.0744	0.0009	1.1442	0.0010	2.0978	0.0011
<i>Nghiệm lại định lý Steiner-Huygens</i>								
Hệ số đàn hồi xoắn: $D_z = 0.044 (Nm/rad)$								
$d(\times 10^{-3}m)$	$T(s)$	$x = d^2(\times 10^{-6}m)$	$I = D_z \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 (kg.m^2)$					
0	2.652	0	0.0078					
30	2.784	900	0.0086					
60	3.085	3600	0.0106					
90	3.364	8100	0.0126					
120	3.816	14400	0.0162					
XỬ LÝ SỐ LIỆU								
Tính mô men quán tính của các vật rắn đối xứng								
a. Thanh dài: $L = 620 \text{ mm}$ $M = 240 \text{ g}$								
Sai số tuyệt đối của phép đo chu kỳ T(TH):								
$\Delta T_{TH} = (\Delta T)_{dc} + \overline{\Delta T_{TH}} = 0.001 + 0.0005 = 0.0015 (s)$								
Mô men quán tính trung bình của thanh dài:								
$\overline{I_{TH}} = D_z \left(\frac{\overline{T_{TH}}}{2\pi}\right)^2 = XXX = 0.00758 (kgm^2)$								
Sai số tương đối trung bình của phép đo mô men quán tính của thanh dài:								
$\delta = \frac{\Delta I_{TH}}{I_{TH}} = \frac{\Delta D_z}{D_z} + \frac{2\Delta T_{TH}}{\overline{T_{TH}}} + \frac{2\Delta\pi}{\pi} = XXX = 2.5\%$								
ở đây nên lấy $\Delta\pi = 0.001$ và π bằng 3.142 để đảm bảo sai số của hằng số π có thể bỏ qua tức là nhỏ hơn 1/10 sai số tương đối của các đại lượng còn lại								
Sai số tuyệt đối của mô men quán tính:								
$\Delta I_{TH} = \delta \cdot \overline{I_{TH}} = XXX = 0.00019 (kgm^2)$								

Kết quả đo mô men quán tính của thanh dài:

$$I_{TH} = \overline{I_{TH}} \pm \Delta I_{TH} = XXX = \mathbf{0.00758} \pm \mathbf{0.00019} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Chú ý: có một số giáo viên không thích nhiều dấu phẩy mặc dù chả sai gì cả nên tốt nhất nếu gặp số mà có nhiều hơn 3 số sau dấu phẩy thì các bạn nên qui đổi về dạng mũ

$$I_{TH} = \overline{I_{TH}} \pm \Delta I_{TH} = \mathbf{(758 \pm 19) \times 10^{-5} \text{ (kgm}^2\text{)}}$$

Mô men quán tính của thanh dài tính theo lý thuyết là: 0.0002

$$(I_{TH})_{LT} = \frac{1}{12} ML^2 = XXX = \mathbf{0.00769} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Sai số tỷ đối:

$$\delta^* = \frac{|(I_{TH})_{LT} - I_{TH}|}{(I_{TH})_{LT}} = XXX = \mathbf{1.4\%}$$

b. Đĩa đặc D = **220** mm M = **795** g

Sai số tuyệt đối của phép đo chu kỳ T(ĐĐ):

$$\Delta T_{\text{ĐĐ}} = (\Delta T)_{dc} + \overline{\Delta T_{\text{ĐĐ}}} = \mathbf{0.001} + \mathbf{0.0009} = \mathbf{0.0019} \text{ (s)}$$

Mô men quán tính trung bình của đĩa đặc:

$$\overline{I_{\text{ĐĐ}}} = D_z \left(\frac{\overline{T_{\text{ĐĐ}}}}{2\pi} \right)^2 = XXX = \mathbf{0.00480} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Sai số tương đối trung bình của phép đo mô men quán tính của đĩa đặc:

$$\delta = \frac{\Delta I_{\text{ĐĐ}}}{\overline{I_{\text{ĐĐ}}}} = \frac{\Delta D_z}{D_z} + \frac{2\Delta T_{\text{ĐĐ}}}{\overline{T_{\text{ĐĐ}}}} + \frac{2\Delta\pi}{\pi} = XXX = \mathbf{2.5\%}$$

Sai số tuyệt đối của mô men quán tính:

$$\Delta I_{\text{ĐĐ}} = \delta \cdot \overline{I_{\text{ĐĐ}}} = XXX = \mathbf{0.00012} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Kết quả đo mô men quán tính của đĩa đặc:

$$I_{\text{ĐĐ}} = \overline{I_{\text{ĐĐ}}} \pm \Delta I_{\text{ĐĐ}} = XXX = \mathbf{0.00480} \pm \mathbf{0.00012} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Đưa về dạng mũ:

$$I_{\text{ĐĐ}} = \overline{I_{\text{ĐĐ}}} \pm \Delta I_{\text{ĐĐ}} = \mathbf{(480 \pm 12) \times 10^{-5} \text{ (kgm}^2\text{)}}$$

Mô men quán tính của đĩa đặc tính theo lý thuyết là:

$$(I_{\text{ĐĐ}})_{LT} = \frac{1}{8} MD^2 = XXX = \mathbf{0.00481} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Sai số tỷ đối:

$$\delta^* = \frac{|(I_{\text{ĐĐ}})_{LT} - I_{\text{ĐĐ}}|}{(I_{\text{ĐĐ}})_{LT}} = XXX = \mathbf{0.21\%}$$

c. Trụ rỗng D = **89** mm M = **789** g

Sai số tuyệt đối của phép đo chu kỳ: $T_{TR+\text{Đ}}$ đo trực tiếp

$$\Delta T_{TR+\text{Đ}} = (\Delta T)_{dc} + \overline{\Delta T_{TR+\text{Đ}}} = \mathbf{0.001} + \mathbf{0.001} = \mathbf{0.002} \text{ (s)}$$

Mô men quán tính trung bình của trụ rỗng và đĩa đỡ:

$$\overline{I_{TR+D}} = D_Z \left(\frac{\overline{T_{TR+D}}}{2\pi} \right)^2 = XXX = \mathbf{0.00146} \quad (kgm^2)$$

Sai số tương đối trung bình của phép đo mô men quán tính của trụ rỗng và đĩa đỡ:

$$\delta = \frac{\Delta I_{TR+D}}{\overline{I_{TR+D}}} = \frac{\Delta D_Z}{D_Z} + \frac{2\Delta T_{TR+D}}{\overline{T_{TR+D}}} + \frac{2\Delta\pi}{\pi} = XXX = \mathbf{2.7\%}$$

Sai số tuyệt đối của mô men quán tính và đĩa đỡ:

$$\Delta I_{TR+D} = \delta \cdot \overline{I_{TR+D}} = XXX = \mathbf{0.00004} \quad (kgm^2)$$

Mô men quán tính trung bình của trụ rỗng: $\overline{I_{TR}}$

$$\overline{I_{TR}} = \overline{I_{TR+D}} - I_D = \mathbf{0.00146} - \mathbf{0.00012} = \mathbf{0.00134} \quad (kgm^2)$$

Sai số tuyệt đối của mô men quán tính trụ rỗng:

$$\Delta I_{TR} = \Delta I_{TR+D} + \Delta I_D = \mathbf{0.00004} + \mathbf{0.00001} = \mathbf{0.00005} \quad (kgm^2)$$

Kết quả đo mô men quán tính của trụ rỗng:

$$I_{TR} = \overline{I_{TR}} \pm \Delta I_{TR} = XXX = \mathbf{0.00134} \pm \mathbf{0.00005} \quad (kgm^2)$$

Đưa về dạng mũ:

$$I_{TR} = \overline{I_{TR}} \pm \Delta I_{TR} = \mathbf{(134 \pm 5) \times 10^{-5} (kgm^2)}$$

Mô men quán tính của trụ rỗng tính theo lý thuyết là:

$$(I_{TR})_{LT} = MR^2 = M \left(\frac{D}{2} \right)^2 = XXX = \mathbf{0.00156} \quad (kgm^2)$$

Sai số tỷ đối:

$$\delta^* = \frac{|(I_{TR})_{LT} - I_{TR}|}{(I_{TR})_{LT}} = XXX = \mathbf{14\%}$$

sai số quá lớn nhưng số liệu chỉ có vậy nên đành chấp nhận thôi → hơi phũ nhưng cũng đúng thôi vì sự thật nó thường không đẹp như trong mơ

d. Khối cầu đặc D = **146** mm M = **2290** g

Sai số tuyệt đối của phép đo chu kỳ T(C):

$$\Delta T_C = (\Delta T)_{ac} + \overline{\Delta T_C} = \mathbf{0.001} + \mathbf{0.001} = \mathbf{0.002} \quad (s)$$

Mô men quán tính trung bình của khối cầu đặc:

$$\overline{I_C} = D_Z \left(\frac{\overline{T_C}}{2\pi} \right)^2 = XXX = \mathbf{0.0049} \quad (kgm^2)$$

Sai số tương đối trung bình của phép đo mô men quán tính của khối cầu đặc:

$$\delta = \frac{\Delta I_C}{\overline{I_C}} = \frac{\Delta D_Z}{D_Z} + \frac{2\Delta T_C}{\overline{T_C}} + \frac{2\Delta\pi}{\pi} = XXX = \mathbf{2.5\%}$$

Sai số tuyệt đối của mô men quán tính:

$$\Delta I_C = \delta \cdot \overline{I_C} = XXX = \mathbf{0.00012} \quad (kgm^2)$$

Kết quả đo mô men quán tính của khối cầu đặc:

$$I_C = \overline{I_C} \pm \Delta I_C = XXX = \mathbf{0.00490} \pm \mathbf{0.00012} \quad (kgm^2)$$

Đưa về dạng mũ:

$$I_C = \overline{I_C} \pm \Delta I_C = \mathbf{(490 \pm 12) \times 10^{-5} (kgm^2)}$$

Mô men quán tính của khối cầu đặc tính theo lý thuyết là:

$$(I_C)_{LT} = \frac{2}{5} MR^2 = \frac{2}{5} M \left(\frac{D}{2} \right)^2 = XXX = \mathbf{0.00488} \quad (kgm^2)$$

Sai số tỷ đối:

$$\delta^* = \frac{|(I_C)_{LT} - I_C|}{(I_C)_{LT}} = XXX = \mathbf{0.4\%}$$

I	ΔI	x	Δx
0.0078	0.0002	0	0
0.0086	0.0002	0.0009	0.00006
0.0106	0.0003	0.0036	0.00012
0.0126	0.0003	0.0081	0.00018
0.0162	0.0004	0.0144	0.00024

$$x = d^2 \rightarrow \Delta x = 2d\Delta d$$

d thì lấy ở bảng 2, và $\Delta d = 0.001$ m

Ở version đầu tiên, tôi chỉ định hướng cho các bạn tự tính ra ΔI . Nhưng tôi đã ATSM của các bạn sv khi cho rằng các bạn có thể xử lý ngon. Ai ngờ cứ dính đến bài này là lại gửi mail và câu hỏi tới tấp vì ko làm thế nào tính được ra ΔI . Do đó tôi đành phải hướng dẫn chi tiết một lần cho xong :)

Như chúng ta biết I được tính theo công thức này

$$I = D_z \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 (kg.m^2)$$

Để tính được sai số tuyệt đối ΔI thì ta có thể tính sai số tương đối trước, sau đó từ sai số tương đối và giá trị I tương ứng ta tính ngược về sai số tuyệt đối ΔI . Ở đây tôi tính sai số tuyệt đối ứng với giá trị I = 0.0078 để làm ví dụ, mấy cái sau thì cứ áp dụng tương tự là ra

$$\delta = \frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta D_z}{D_z} + \frac{2\Delta T}{T} + \frac{2\Delta\pi}{\pi} = \frac{0.001}{0.044} + 2 \cdot \frac{0.001}{2.652} + \frac{2\Delta\pi}{\pi} = 0.0235 + \frac{2\Delta\pi}{\pi}$$

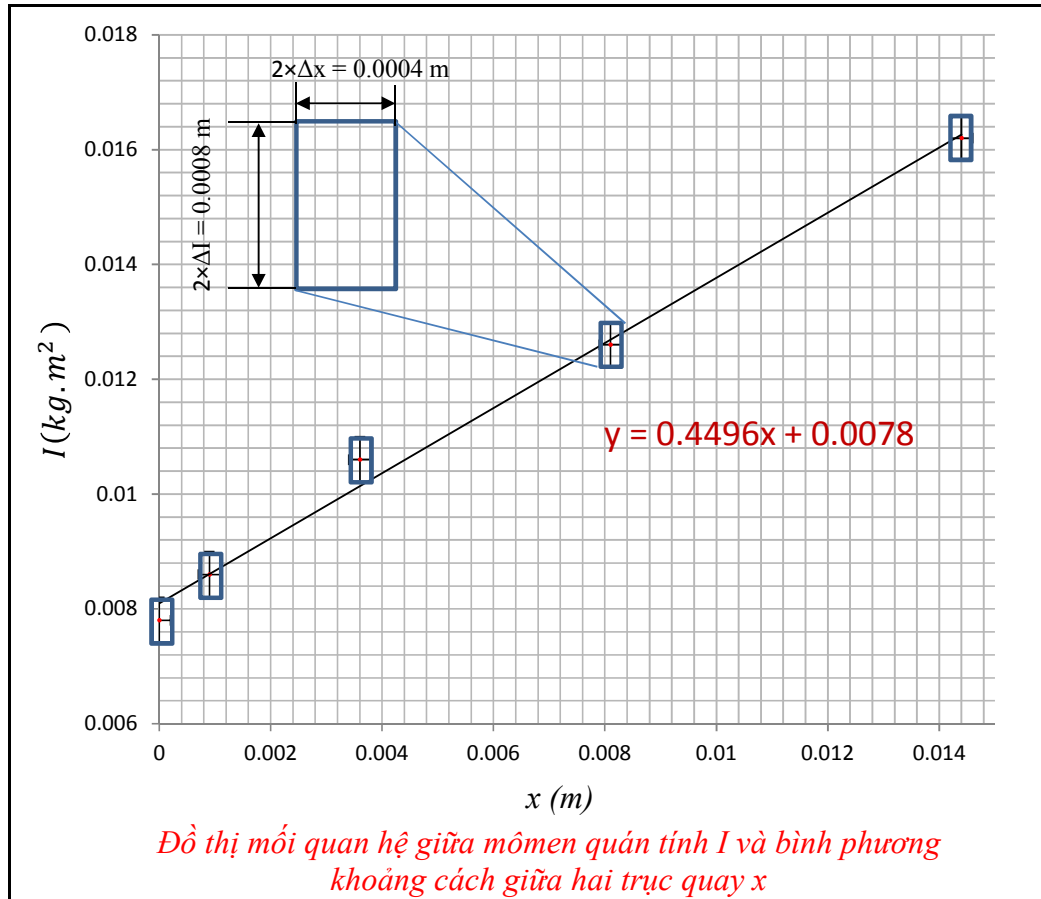
$$\delta = 0.0235 + 2 \frac{0.001}{3.142} \approx 2.4\%$$

Chú ý: Một số giáo viên khó tính thích đòi hỏi cặn kẽ vì sao các bạn lại chọn hằng số pi thế này. Tốt nhất là các bạn nên viết vài ba dòng hoặc kẻ cái bảng ra và lí giải vì sao lại chọn giá trị pi thế này. Nhớ qui tắc là sai số tương đối của pi không được vượt 1/10 tổng các sai số tương đối còn lại

Đến đây tính ΔI ngon ơ roài nhé:

$$\Delta I = \delta \cdot I = 2.4\% \times 0.0078 \approx 0.0002 (kg.m^2)$$

Đề ý là sai số tuyệt đối của I và x đều phụ thuộc vào giá của chính nó, nên ta thấy nó rõ ràng là thay đổi. Tức là kích thước ô sai số tại một điểm là không hoàn toàn giống nhau. Tuy nhiên, để cho đơn giản thì chúng ta có thể coi sai số tuyệt đối của từng giá trị I và x chính bằng sai số tuyệt đối lớn nhất của nó. Cái này giống kiểu muốn xử lý một nhóm nào đó thì cứ thẳng to đầu nhất và khỏe nhất mà táng. Nếu ăn được thì đám còn lại chẳng sợ vcd ra đây chứ còn nếu không ăn được thì RIP các bạn thôi. Với sai số tuyệt đối cũng thế, ta cứ chọn giá trị lớn nhất mà dùng là yên tâm cmnl. Vậy với số liệu thu được ở bảng trên. Ta có thể coi sai số tuyệt đối của I và của x lần lượt là **0.0004** và **0.0002**



Chém gió: OMG, mặc dù có một số liệu hơi bị đánh võng ra bên ngoài nhưng nhìn chung ta thấy được mối quan hệ giữa mô men quán tính và x là hàm tuyến tính. Để ý kỹ thì thấy hệ số b của phương trình đường thẳng chính bằng I_0 . Gia cát dự là khối lượng của đĩa có thể dao động xung quanh giá trị 450 g (làm tròn từ hệ số góc của đường thẳng 0.4496). Chốt lại là định luật Steiner-Huygens nhà ta trông thế mà cũng chuẩn phết :). Tất nhiên là các bạn chả cần phải viết phương trình này làm gì vì báo cáo hình như cũng chả yêu cầu. Mục đích chính là kiểm nghiệm lại định luật Steiner-Huygens xem có chuẩn không thôi. Nên chỉ cần chém là kết quả đo phù hợp với định luật Steiner-Huygens là xong.

$$I = md^2 + I_0$$