

BÀI SỐ 5


**XÁC ĐỊNH CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN
TRONG CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN**

Xác nhận của giáo viên hướng dẫn

Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Lớp Nhóm 5

Họ tên Tạ Công Nam

I. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

Xác định các đại lượng cơ bản trong chuyển động quay của vật rắn

II. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

- Độ chính xác bộ đếm thời gian hiện số:	$(\Delta t)_d = 0,001 \text{ s}$
- Độ chính xác của đĩa chia độ:	$(\Delta \varphi)_d = 1^\circ$

1. Xác định gia tốc góc

a) Xác lập trị số góc quay ban đầu φ_1

Bảng 1

$\varphi_1 = 20^\circ$ (°)		
Lần đo	t_i (s)	Δt_i (s)
1	1,567	0,0298
2	1,461	0,0762
3	1,527	0,0102
4	1,632	0,0948
5	1,499	0,0382
Trung bình	$\bar{t}_1 = 1,5372 \text{ (s)}$	$\bar{\Delta t}_1 = 0,04984 \text{ (s)}$

b) Đo thời gian chuyển động ứng với các góc quay khác nhau

Bảng 2

Góc quay		t (s)	$\tau = t^2/2$ (s ²)
(°)	(rad)		
$\varphi_1 = 20^\circ$	0,349	1,531	1,1720
$\varphi_2 = \varphi_1 + 10^\circ$	0,524	1,946	1,8935
$\varphi_3 = \varphi_1 + 20^\circ$	0,698	2,130	2,2685
$\varphi_4 = \varphi_1 + 30^\circ$	0,873	2,368	2,8037
$\varphi_5 = \varphi_1 + 40^\circ$	1,047	2,686	3,6073
$\varphi_6 = \varphi_1 + 60^\circ$	1,396	2,973	4,4194
$\varphi_7 = \varphi_1 + 90^\circ$	1,920	3,682	6,7786

SAI SỐ'

1. Sai số tương đối của $M = \frac{mgd}{2}$

B₁: Logarit nếp 2 vế: $\ln(M) = \ln\left(\frac{mgd}{2}\right) = \ln(m) + \ln(g) + \ln(d) - \ln(2)$

B₂: Vi phân toàn phần 2 vế:

$$d(\ln M) = d(\ln m + \ln g + \ln d - \ln 2) = d \ln m + d \ln g + d \ln d - d \ln 2$$

B₃: Biến đổi rút gọn:

$$\frac{dM}{M} = \frac{dm}{m} + \frac{dg}{g} + \frac{dd}{d}$$

B₄: Thay d thành dấu sai số Δ .

$$\frac{\Delta M}{M} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta d}{d}$$

Trong đó $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ với $\Delta g = 0,01 \text{ m/s}^2$

2. Sai số của φ :

Ở đơn vị độ, φ có sai số bằng 1° . Khi chuyển sang đơn vị radian thì sai số của φ là:

$$\Delta \varphi = \frac{1}{180} \times 3,14 = 0,018$$

3. Sai số của τ :

Ta có, $\tau = \frac{t^2}{2} \Rightarrow \Delta \tau = \left(\frac{t^2}{2}\right)' \cdot \Delta t = t \cdot \Delta t$

Như vậy, $\Delta \tau$ vừa phụ thuộc vào $\Delta t = (\Delta t)_{dc} = 0,001 \text{ s}$, vừa phụ thuộc vào giá trị t .

Ta lập bảng dưới:

$\varphi \text{ (rad)}$	$t \text{ (s)}$	$\tau = \frac{t^2}{2} \text{ (s)}$	$\Delta \tau$
0,349	1,554 1,581	1,1720	0,0015
0,524	1,946	1,8935	0,0020
0,698	2,130	2,2685	0,0021
0,873	2,368	2,8037	0,0024
1,047	2,686	3,6073	0,0027
1,396	2,973	4,4194	0,0030
1,920	3,682	6,7786	0,0037

Ta lấy giá trị lớn nhất của $\Delta \tau$ làm sai số chung $\rightarrow \Delta \tau = 0,0037$

4. Sai số của β :

Ta có: $\beta = \frac{\pi}{t^2} \rightarrow \Delta \beta = \left(\frac{\pi}{t^2}\right)' \cdot \Delta t = \frac{2\pi}{t^3} \cdot \Delta t$, với $\Delta t = (\Delta t)_{dc} = 0,001 \text{ (s)}$

PHỤ LỤC: BÁO CÁO THÍ NGHIỆM VẬT LÝ I

2. Xác định mô men quán tính I khi mô men lực thay đổi

a) Thay đổi khối lượng m

Bảng 3

Đường kính puli: $d = 20,00 \pm 0,02$ ($\times 10^{-3}$ m)					
m (10^{-3} kg)	Khối lượng các móc kim loại được dùng	$\mathcal{M}_1 = \frac{mgd}{2}$ ($\times 10^{-6}$ Nm)	t (s)	$\beta_1 = \pi t^2$ (rad/s ²)	$L_1 = \frac{mgd}{2}t$ (10^{-6} kg.m ² /s)
1	1g	98,1	7,016	0,06382	688,2696
2	2g	196,2	4,224	0,17608	828,7488
3	1g + 2g	294,3	3,194	0,30795	939,9942
4	1g + 1g + 2g	392,4	2,722	0,42401	1068,1128

b) Thay đổi đường kính d

Bảng 4

Khối lượng: $m = 3,00 \pm 0,02$ ($\times 10^{-3}$ kg)				
d (10^{-3} m)	$\mathcal{M}_2 = \frac{mgd}{2}$ ($\times 10^{-6}$ Nm)	t (s)	$\beta_2 = \pi t^2$ (rad/s ²)	$L_2 = \frac{mgd}{2}t$ (10^{-6} kg.m ² /s)
10	147,2	4,540	0,15242	668,288
20	294,3	3,317	0,28553	976,1934
30	441,5	2,649	0,44770	1169,5335

III. XỬ LÝ SỐ LIỆU

1. Xác định và đánh giá sai số của phép đo thời gian chuyển động và đại lượng τ

- Sai số tuyệt đối của thời gian chuyển động t_1 :

$$\Delta t_1 = (\Delta t_1)_{dc} + \overline{\Delta t_1} = 0,001 + 0,050 = 0,051 \text{ (s)}$$

- Kết quả phép đo thời gian chuyển động ứng với góc quay ban đầu φ_1

$$t_1 = \bar{t}_1 \pm \Delta t_1 = 1,537 \pm 0,051 \text{ (} 10^{-3} \text{ s)}$$

- Giá trị trung bình: $\bar{\tau} = \frac{\bar{t}_1^2}{2} = \frac{1,537^2}{2} = 1,181$

- Sai số tương đối của đại lượng τ :

$$\delta = \frac{\Delta \tau}{\bar{\tau}} = 2 \frac{\Delta t_1}{\bar{t}_1} = 2 \times \frac{0,051}{1,537} = 0,066 = 6,6 \text{ (%)}$$

- Sai số tuyệt đối của đại lượng τ :

$$\Delta \tau = \delta \bar{\tau} = \frac{6,6}{100} \times 1,181 = 0,078 \text{ (s)}$$

- Kết quả xác định đại lượng τ :

$$\tau = \bar{\tau} \pm \Delta \tau = 1,181 \pm 0,078 \text{ (s)}$$

Chú ý: Sinh viên phải tự thiết lập các công thức sai số tương đối ra mặt sau của báo cáo.

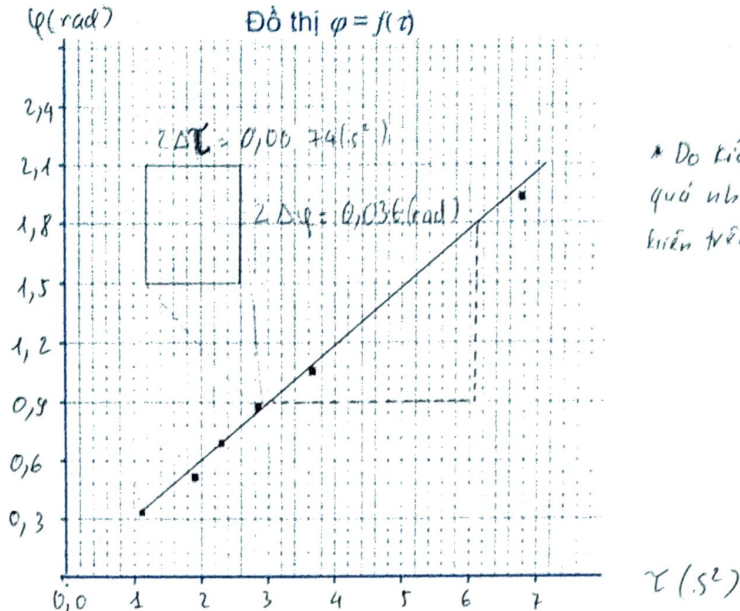
Từ đó xác định ΔM và $\Delta \beta$.

M_1 ($\times 10^{-6} \text{ Nm}$)	ΔM_1 ($\times 10^{-6} \text{ Nm}$)	β_1 (rad/s^2)	$\Delta \beta_1$ (rad/s^2)	M_2 ($\times 10^{-6} \text{ Nm}$)	ΔM_2 ($\times 10^{-6} \text{ Nm}$)	β_2 (rad/s^2)	$\Delta \beta_2$ (rad/s^2)
98,1	2,2	0,06382	0,00002	147,2	2,4	0,15242	0,00007
196,2	2,4	0,17608	0,00008	294,3	4,5	0,28553	0,00017
294,3	4,5	0,30795	0,00019	441,5	6,6	0,44770	0,00033
392,4	6,7	0,42401	0,00031				

Trong đó, vật nặng có sai số $\Delta m = 0,02 (\times 10^{-3} \text{ kg})$. Tuy nhiên, khi kết hợp hai vật nặng hoặc 3 vật nặng, sai số $\Delta m = 0,02 + 0,02 = 0,04$ (2 vật) hoặc $\Delta m = 0,02 + 0,02 + 0,02 = 0,06$ (3 vật). (đơn vị: $\times 10^{-3} \text{ kg}$)

Ta lấy giá trị lớn nhất của $\Delta M_1, \Delta \beta_1, \Delta M_2, \Delta \beta_2$ làm sai số chung cho mỗi đại lượng đo tương ứng: $M_1, \beta_1, M_2, \beta_2$.

2. Xác định gia tốc góc



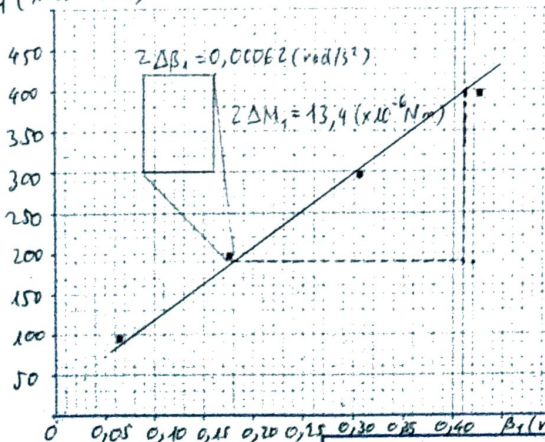
- Gia tốc góc của hệ vật rắn chuyển động quay:

$$\beta = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\tau} = \frac{1,8 - 0,9}{6,1 - 3} = 0,29 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

3. Xác định mô men quán tính I khi mô men lực thay đổi

a) Thay đổi m

$M_1 (\times 10^{-6} Nm)$ Đồ thị $M_1 = f(\beta_1)$



- Mô men quán tính:

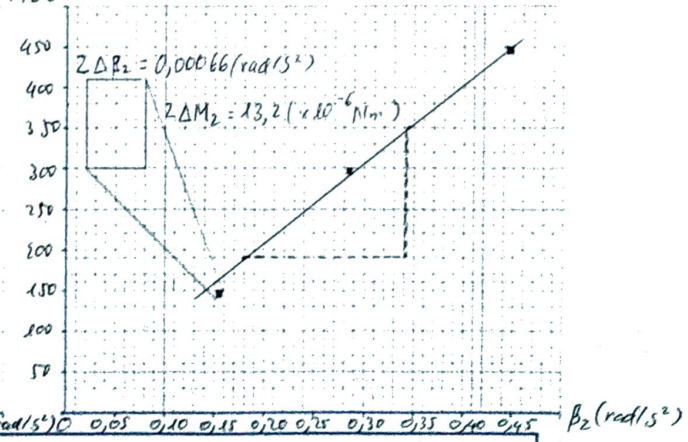
$$I_1 = \frac{\Delta M_1}{\Delta\beta_1} = \frac{400 - 190}{0,41 - 0,18} \times 10^{-6} = 913 \times 10^{-6} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

- Mô men quán tính:

$$I_2 = \frac{\Delta M_2}{\Delta\beta_2} = \frac{350 - 190}{0,34 - 0,18} \times 10^{-6} = 1000 \times 10^{-6} \text{ (kgm}^2\text{)}$$

b) Thay đổi d

$M_2 (\times 10^{-6} Nm)$ Đồ thị $M_2 = f(\beta_2)$



- So sánh các kết quả I_1 và I_2 thu được và nhận xét: Ta thấy $I_1 \approx I_2$, do vậy, khi thay đổi khối lượng vật nặng (m) hay thay đổi đường kính ròng rọc (d) thì mô men quán tính gần như không thay đổi.

