

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
LớpNhóm.....
Họ tên

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:	$(\Delta t)_{dc} = 0.001 \text{ s}$
- Độ chính xác của đĩa chia độ:	$(\Delta \varphi) = 1^\circ$

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	$t_1(s)$	$t_2(s)$
1	1.252	0.018
2	1.298	0.028
3	1.297	0.027
4	1.254	0.016
5	1.248	0.022
Trung bình	$t_1 = 1.270 (s)$	$\overline{\Delta t_1} = 0.022(s)$

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)
($^\circ$)	(rad)		
$\varphi_1 = 20$	0.349	1.253	0.785
$\varphi_2 = \varphi_1 + 10 = 30$	0.524	1.640	1.345
$\varphi_3 = \varphi_1 + 20 = 40$	0.698	1.867	1.743
$\varphi_4 = \varphi_1 + 30 = 50$	0.873	1.900	1.805
$\varphi_5 = \varphi_1 + 40 = 60$	1.047	2.378	2.827
$\varphi_6 = \varphi_1 + 60 = 80$	1.396	2.715	3.686
$\varphi_7 = \varphi_1 + 90 = 110$	1.920	3.146	4.949

2. Xác định mô men quán tính / 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	$\mathfrak{M}_1 = \frac{mgd}{2}$ ($\times 10^{-6} \text{ Nm}$)	t (s)	$\beta_1 = \pi/t^2$ (rad/s ²)	$L_1 = \frac{mgd}{2}t$ ($10^{-6} \text{ kg.m}^2/\text{s}$)
1	1g	98	5.315	0.111	520.87
2	2g	196	3.589	0.244	703.444
3	1g + 2g	294	3.070	0.333	902.58
4	2g + 2g = 4g	392	2.466	0.517	966.672

b) Thay đổi đường kính d

Bảng 4

Khối lượng: $m = 3.00 \pm 0.02 (\times 10^{-3} \text{ kg})$				
d (10^{-3} m)	$\mathfrak{M}_2 = \frac{mgd}{2}$ ($\times 10^{-6} \text{ Nm}$)	t (s)	$\beta_1 = \pi/t^2$ (rad/s ²)	$L_1 = \frac{mgd}{2} t$ ($10^{-6} \text{ kg.m}^2/\text{s}$)
10	147	4.098	0.187	602.406
20	294	3.029	0.342	890.526
30	441	2.519	0.498	1110.879

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 thuyết đối của thời gian chuyển động t_1 :

$$\Delta t_1 = (\Delta t)_{dc} + \overline{\Delta t_1} = 0.001 + 0.022 = 0.023(s)$$

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

$$t_1 = \bar{t}_1 \pm \Delta t_1 = 1270 \pm 23(10^{-3}s)$$

- Giá trị trung bình: $\bar{\tau} = \frac{\bar{t}_1^{-2}}{2} = \frac{1.270^2}{2} = 0.807$

- Sai số tương đối của đại lượng τ :

$$\delta = \frac{\Delta \tau}{\bar{\tau}} = 2 \cdot \frac{\Delta t_1}{\bar{t}_1} = 2 \cdot \frac{0.023}{1.270} = 0.036 = 3.6(\%)$$

- Sai số tuyệt đối của đại lượng τ :

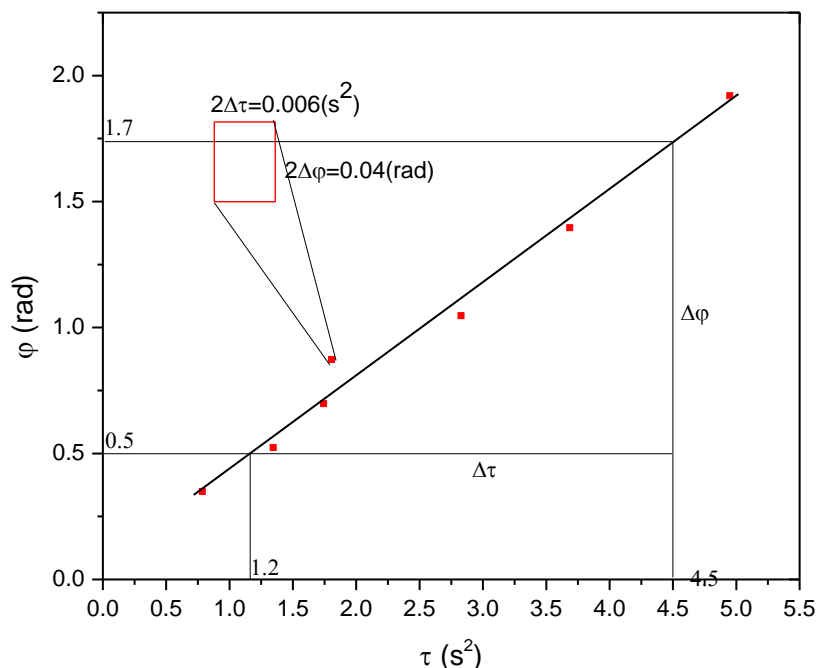
$$\Delta \tau = \delta \cdot \bar{\tau} = \frac{3.6}{100} \times 0.807 = 0.029(s)$$

- Kết quả xác định đại lượng τ :

$$\tau = \bar{\tau} \pm \Delta \tau = \mathbf{0.807 \pm 0.029 (s)}$$

2. Xác định gia tốc góc

Đồ thị $\varphi = f(\tau)$



Cách xác định sai số:

- Sai số của φ : Ở đơn vị độ, φ có sai số bằng 1 ($^{\circ}$), vậy khi chuyển sang đơn vị rad thì sai số của φ là: $\Delta\varphi = \frac{1}{180} \times 3.14 = 0.018 \rightarrow$ Làm tròn: $\Delta\varphi = 0.02(\text{rad})$

- Sai số của τ : Ta có, $\tau = \frac{t^2}{2} \rightarrow \Delta\tau = \left(\frac{t^2}{2}\right)' \Delta t = t\Delta t \rightarrow$ Vừa phụ thuộc vào $\Delta t = (\Delta t)_{dc} = 0.001 (s)$, vừa phụ thuộc vào giá trị τ : Kết quả như bảng dưới, ta lấy giá trị lớn nhất của $\Delta\tau$ làm sai số chung $\rightarrow \Delta\tau = 0.003 (s)$.

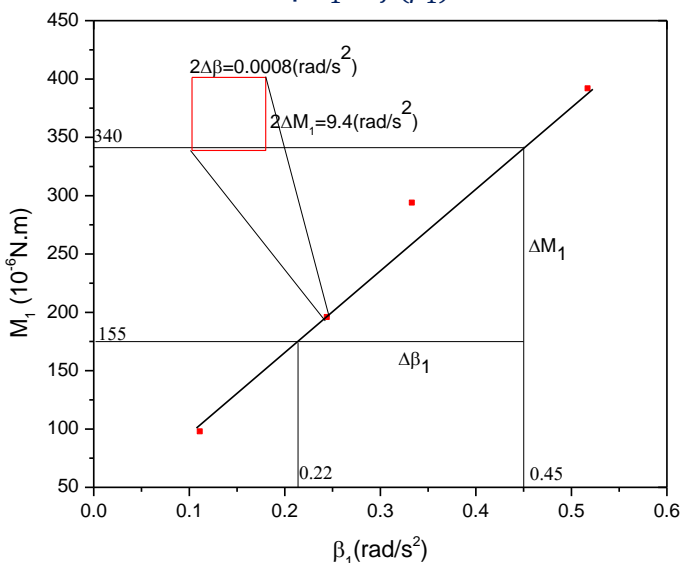
$\varphi(\text{rad})$	t (s)	$\tau = t^2/2$ (s ²)	$\Delta\tau$
0.349	1.253	0.785	0.001
0.524	1.640	1.345	0.002
0.698	1.867	1.743	0.002
0.873	1.900	1.805	0.002
1.047	2.378	2.827	0.002
1.396	2.715	3.686	0.003
1.920	3.146	4.949	0.003

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

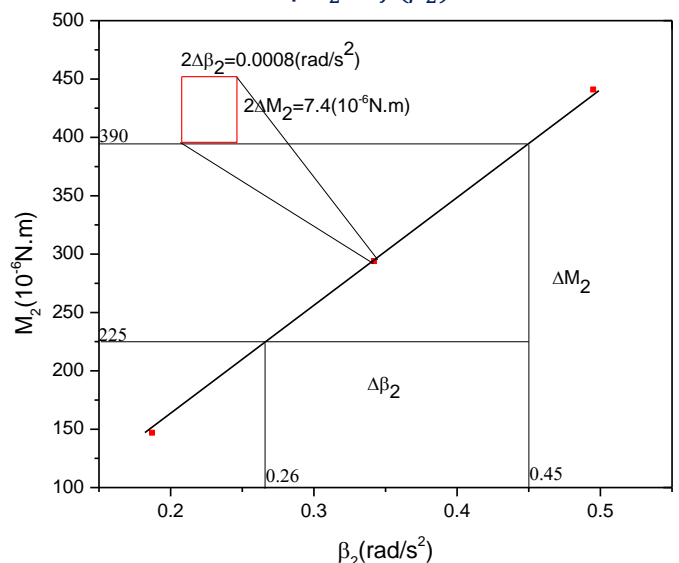
$$\beta = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\tau} = \frac{1.7 - 0.5}{4.5 - 1.2} = 0.364 (\text{rad/s}^2)$$

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

a) Thay đổi m
Đồ thị $M_1 = f(\beta_1)$



b) Thay đổi d
Đồ thị $M_2 = f(\beta_2)$



$M_1(10^{-6}\text{Nm})$	$\Delta M_1(10^{-6}\text{Nm})$	β_1	$\Delta\beta_1$	$M_2(10^{-6}\text{Nm})$	$\Delta M_2(10^{-6}\text{Nm})$	β_2	$\Delta\beta_2$
98	2.2	0.111	0.00004	147	1.4	0.187	0.00009
196	2.4	0.244	0.00014	294	2.6	0.342	0.00023
294	4.5	0.333	0.00022	441	3.7	0.495	0.00039
392	4.7	0.517	0.00042				

Cách xác định sai số:

- Sai số của M : Ta có $M = \frac{mgd}{2} \rightarrow \Delta M = \left(\frac{mgd}{2}\right)'_m \Delta m + \left(\frac{mgd}{2}\right)'_g \Delta g + \left(\frac{mgd}{2}\right)'_d \Delta d = \frac{gd}{2} \Delta m + \frac{md}{2} \Delta g + \frac{mg}{2} \Delta d$

với $\Delta m = 0.02(\times 10^{-3}\text{kg})$; $g = 9.81$; $\Delta g = 0.01$; $\Delta d = 0.02(\times 10^{-3}\text{m})$

Lưu ý: Đối với phép đo M với m thay đổi, chúng ta sử dụng từ các vật nặng có kích thước khác nhau, mỗi vật nặng đều có sai số là $\Delta m = 0.02$. Tuy nhiên, khi kết hợp các vật nặng để có khối lượng lớn, ta phải tính tổng sai số của số vật nặng sử dụng. Ví dụ, với $m = 4(\times 10^{-3} kg)$, nếu bạn sử dụng 2 vật $m = 2(\times 10^{-3} kg)$ thì sai số sẽ là $\Delta m = 0.02 + 0.02 = 0.04$.

Ở bảng 4, ta cần sử dụng vật nặng $m = 3.00 \pm 0.02(\times 10^{-3} kg)$, tuy nhiên trường hợp phải kết hợp từ 2 vật $m = 1, m = 2$ thì sai số là $\Delta m = 0.04(\times 10^{-3} kg)$. Ở đây, tôi sử dụng 1 móc có khối lượng $m = 3$ nên sai số chỉ là $\Delta m = 0.02(\times 10^{-3} kg)$.

- Sai số của β : Ta có $\beta = \frac{\pi}{t^2} \rightarrow \Delta\beta = \left(\frac{\pi}{t^2}\right)' \Delta t = \frac{2\pi}{t^3} \Delta t$; với $\Delta t = (\Delta t)_{dc} = 0.001(s)$

Từ đó, xác định các giá trị của ΔM và $\Delta\beta$

- Mô men quán tính $I_1 = \frac{\Delta M_1}{\Delta\beta_1} = \frac{340-155}{0.45-0.22} = 804(10^{-6} kg.m^2)$

- Mô men quán tính $I_2 = \frac{\Delta M_2}{\Delta\beta_2} = \frac{390-225}{0.45-0.26} = 868(10^{-6} kg.m^2)$

Đến đây, vấn đề chúng ta phải kết luận rằng mô men quán tính trong hai trường hợp là giống nhau, ít nhất cũng phải same same nhau. Vì vậy, ΔM và $\Delta\beta$ các bạn phải lấy dựa vào các cạnh của hình tam giác vuông (vẽ trên đồ thị) sao cho hệ số góc của đồ thị (góc đáy) càng gần nhau càng tốt.

- 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 rãnh (d) thì mô men quán tính gần như không thay đổi nhiều