

## Bài 2: XÁC ĐỊNH GIA TỐC TRỌNG TRƯỜNG BẰNG CON LẮC THUẬN NGHỊCH

Lớp: L07

Tổ: 2A

Danh sách thành viên:

Xác nhận của giáo  
viên hướng dẫn

Họ và tên	MSSV
Vũ Trọng Đạt	2310719
Nguyễn Văn Đức	2310790
Vũ Minh Đức	2310814
Phạm Tuấn Hải	2310880
Trịnh Vũ Đức Hải	2310886
Nguyễn Trung Hậu	2310934

### 1. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

- Con lắc vật lý là một vật rắn có thể dao động quanh một trục cố định nằm ngang đi qua điểm  $O_1$  nằm cao hơn khối tâm  $G$  của nó. Khi này con lắc dao động với chu kỳ  $T_1$ :

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{I_1}{mgL_1}}$$

Trong đó:

- $m$  là khối lượng của con lắc.
- $g$  là gia tốc trọng trường.
- $L_1$  là khoảng cách từ  $O_1$  tới khối tâm  $G$  của con lắc.
- $I_1$  là Moment quán tính của con lắc đối với trục quay đi qua  $O_1$ .
- Trong con lắc vật lý, ta còn có thể tìm thấy một điểm  $O_2$  khác nằm trên đường thẳng đi qua  $O_1$  và  $G$ , sao cho khi con lắc dao động quanh trục nằm ngang đi qua  $O_2$ , thì chu kỳ dao động  $T_2$  của con lắc đúng bằng chu kỳ của nó khi dao động quanh trục đi qua  $O_1$ :

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{I_2}{mgL_2}}$$
$$T_2 = T_1 = T$$

Trong đó:

- $L_2$  là khoảng cách từ  $O_2$  tới khối tâm  $G$  của con lắc.
- $I_2$  là Moment quán tính của con lắc đối với trục quay đi qua  $O_2$ .
- Khi này, con lắc vật lý được gọi là con lắc thuận nghịch. Đồng thời ta cũng suy ra được công thức tính gia tốc trọng trường như sau:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

Trong đó:

- $L = L_1 + L_2 = O_1O_2$  là khoảng cách giữa hai trục nằm ngang đi qua  $O_1$  và  $O_2$ .

### 2. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

#### 2.1 Dụng cụ đo và sai số dụng cụ

- Con lắc vật lý.

- Máy đo thời gian hiện số MC – 963A, chính xác 0.01s.
- Cổng quang điện hồng ngoại.
- Giá treo con lắc.
- Thước 1000mm, chính xác 1mm.
- Thước kẹp 0 – 150mm, chính xác 0.02mm.
- Giấy vẽ đồ thị kẻ li: 120 x 80mm.

## 2.2 Tiến hành thí nghiệm

### a. Bố trí thí nghiệm:

- Cấp nguồn ~220V cho máy đo thời gian, rồi nối cổng A của nó với cổng quang điện trên giá đỡ con lắc.
- Vặn gia trọng C về sát quả nặng 4. Dùng thước kẹp đo khoảng cách  $x_0$  giữa chúng, thông thường con lắc sẽ được chế tạo để  $x_0 = 0\text{mm}$ . Ghi giá trị  $x_0$  vào bảng 1.
- Đặt con lắc lên giá đỡ theo chiều thuận, sao cho chữ “Thuận” trên con lắc xuôi chiều và hướng vào người làm thí nghiệm.

### b. Điều chỉnh con lắc vật lý thành con lắc thuận nghịch:

- Gạt khóa K trên máy đo thời gian sang ON, vặn nút MODE về  $n = 50$ , giữ con lắc khỏi cổng quang điện, nhấn RESET để đưa thị số trên đồng hồ về trạng thái 0000, sau đó mới thả con lắc.
- Để con lắc dao động tự do, tiến hành đo 50 chu kỳ dao động, đồng hồ sẽ đo đến lần thứ 51 là tự động ngưng, ghi kết quả vào bảng 1, cột  $50T_1$ .
- Đảo đầu con lắc, sao cho chữ “Nghịch” trên con lắc xuôi chiều và hướng vào người làm thí nghiệm, rồi đặt lại vào giá đỡ.
- Nhấn RESET trên máy đo thời gian để đưa thị số về 0000, rồi thả con lắc cho nó dao động tự do, tiến hành đo 50 chu kỳ dao động rồi ghi kết quả vào bảng 1, cột  $50T_2$ .
- Lấy con lắc ra, vặn gia trọng C tới vị trí cách quả nặng 4 một khoảng  $x' = x_0 + 40\text{mm}$ , dùng thước kẹp để kiểm tra.
- Tiến hành đo lại như 2 lần trước, đo cả 2 chiều thuận – nghịch và ghi kết quả vào bảng 1.
- Tiến hành vẽ đồ thị để tìm vị trí cắt nhau  $x_1$ :
- Trục tung dài 120mm, biểu diễn thời gian  $50T_1$  và  $50T_2$ .
- Trục hoành dài 80mm, biểu diễn vị trí  $x$  của gia trọng C.
- Nối các điểm  $50T_1$  với nhau và  $50T_2$  với nhau bằng các đoạn thẳng, giao của chúng là điểm gần đúng vị trí  $x_1$  của gia trọng C để có  $T_1 = T_2 = T$ .
- Vặn gia trọng C của con lắc tới vị trí cách quả nặng 4 một khoảng bằng  $x_1$ , dùng thước kẹp để kiểm tra. Sau đó tiếp tục đo  $50T_1$  và  $50T_2$  như những lần trước. Ghi kết quả đo vào bảng 1.
- Tiếp tục điều chỉnh vị trí gia trọng C để đạt được vị trí  $x_1'$  tốt nhất để con lắc vật lý trở thành con lắc thuận nghịch:
- Nếu tại  $x_1$  mà khác biệt giữa  $50T_1$  và  $50T_2$  nhỏ hơn 0.05s, ta chọn  $x_1' = x_1$ .
- Ngược lại, nếu khác biệt giữa chúng lớn hơn 0.05s, ta sẽ tiến hành điều chỉnh dựa trên đồ thị đã vẽ, nghĩa là cần dịch chuyển gia trọng C theo hướng nào để thu được kết quả tốt nhất sao cho  $T_1 = T_2 = T$ . Mỗi lần dịch chuyển chỉ vặn gia trọng C từ 1 đến 2 vòng. Điều chỉnh và lặp lại phép đo cho đến khi khác biệt giữa  $50T_1$  và  $50T_2$  nhỏ hơn 0.05s.
- Sau khi đã chọn được vị trí  $x_1'$  tốt nhất cho gia trọng C, ta tiến hành đo  $50T_1$  và  $50T_2$  từ 3 đến 5 lần, rồi ghi kết quả vào bảng 2.

### c. Đo khoảng cách giữa $O_1$ và $O_2$ :

- Dùng thước 1000mm với sai số 1mm để đo khoảng cách L giữa lưỡi dao O<sub>1</sub> và O<sub>2</sub>. Chỉ đo 1 lần rồi ghi kết quả vào bảng 1.
- d. Kết thúc thí nghiệm:
  - Gạt khóa K trên máy đo thời gian về OFF rồi rút phích cắm điện của nó ra khỏi nguồn.

### 3. CÔNG THỨC TÍNH VÀ CÔNG THỨC KHAI TRIỂN SAI SỐ

- Chu kỳ trung bình:  $\bar{T} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(50T_1 + 50T_2)}{2} (s)$ .
- Sai số dụng cụ của phép đo T:  $\Delta T_{ht} = \frac{\Delta T_{dong ho}}{50} (s)$ .
- Sai số ngẫu nhiên của phép đo T:  $\Delta \bar{T} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(\Delta 50T_1 + \Delta 50T_2)}{2} (s)$ .
- Sai số phép đo T:  $\Delta T = \Delta T_{ht} + \Delta \bar{T} (s)$ .
- Gia tốc trọng trường:  $\bar{g} = \frac{4\pi^2 \bar{L}}{\bar{T}^2} (m/s^2)$ .
- Sai số tương đối của gia tốc trọng trường:  $\delta = \frac{\Delta g}{\bar{g}} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta L}{\bar{L}} + 2 \frac{\Delta T}{\bar{T}}$ .
- Sai số tuyệt đối của gia tốc trọng trường:  $\Delta g = \delta * \bar{g} (m/s^2)$ .

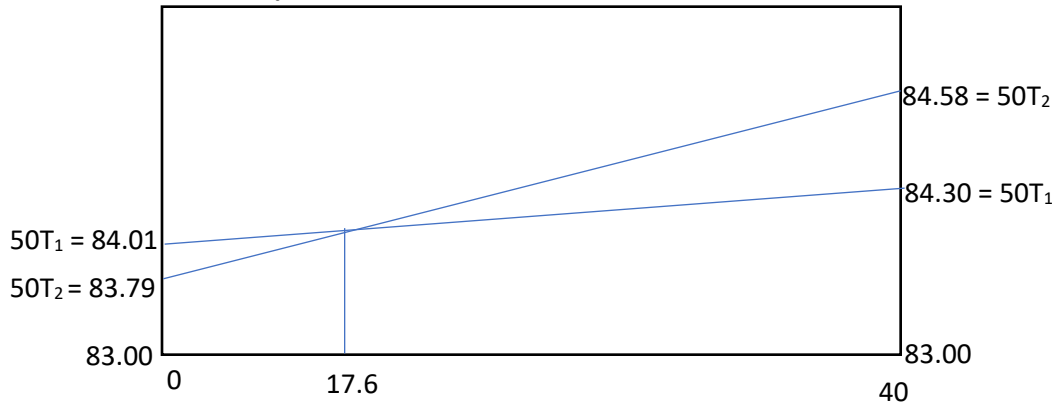
### 4. BẢNG SỐ LIỆU

#### 4.1 Xác định chu kỳ dao động hai chiều thuận – nghịch

Bảng 1: L = 700 ± 1 (mm).

Vị trí gia trọng C (mm)	50T <sub>1</sub> (s)	50T <sub>2</sub> (s)
x <sub>0</sub> = 0 mm	84.01	83.79
x <sub>0</sub> + 40 = 40 mm	84.30	84.58
x <sub>1</sub> = 17.6 mm	84.18	84.16

#### 4.2 Vẽ đồ thị



Bảng 2: Tại vị trí tốt nhất x<sub>1</sub>' con lắc vật lý trở thành thuận nghịch T<sub>1</sub>=T<sub>2</sub>=T.

Vị trí tốt nhất x <sub>1</sub> ' = 17.6 (mm)				
Lần đo	50T <sub>1</sub> (s)	Δ50T <sub>1</sub>	50T <sub>2</sub> (s)	Δ50T <sub>2</sub>
1	84.18	0.017	84.16	0.02
2	84.15	0.013	84.13	0.01
3	84.16	0.003	84.13	0.01
Trung bình	84.163	0.011	84.14	0.013

#### 4.3 Xác định chu kỳ dao động của con lắc thuận nghịch

- Căn cứ vào bảng 2, ta sẽ tính chu kỳ dao động T của con lắc thuận nghịch là trung bình của các giá trị đo được của  $50T_1$  và  $50T_2$ :

$$\bar{T} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(50\bar{T}_1 + 50\bar{T}_2)}{2} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(84.163 + 84.14)}{2} = 1.68303(s).$$

- Sai số ngẫu nhiên của phép đo T:

$$\overline{\Delta T} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(\Delta 50T_1 + \Delta 50T_2)}{2} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(0.011 + 0.013)}{2} = 0.00024(s).$$

- Sai số dụng cụ của phép đo T:

$$\Delta T_{ht} = \frac{\Delta T_{dong ho}}{50} = \frac{0.01}{50} = 0.0002(s)$$

- Sai số phép đo T:

$$\Delta T = \Delta T_{ht} + \overline{\Delta T} = 0.0002 + 0.00024 = 0.00044(s).$$

- Tính gia tốc trọng trường:

$$\bar{g} = \frac{4\pi^2 \bar{L}}{\bar{T}^2} = \frac{4 * 3.14^2 * 700}{1.68303^2} = 9746.161706(mm/s^2) \approx 9.7462(m/s^2).$$

- Tính sai số tương đối của gia tốc trọng trường:

$$\delta = \frac{\Delta g}{\bar{g}} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta L}{\bar{L}} + 2 \frac{\Delta T}{\bar{T}} = 2 * \frac{0.005}{3.14} + \frac{1}{700} + 2 * \frac{0.00044}{1.68303} = 0.00513615.$$

- Tính sai số tuyệt đối của gia tốc trọng trường:

$$\Delta g = \delta * \bar{g} = 0.00513615 * 9746.161706 = 50.05774845(mm/s^2) \approx 0.05(m/s^2).$$

#### 4.5 Viết kết quả phép đo gia tốc trọng trường

$$g = \bar{g} \pm \Delta g = 9.75 \pm 0.05(m/s^2).$$