

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 cho máy đo thời gian, rồi nối cổng A của nó với cổng quang điện trên giá đỡ con lắc.
- Vận 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, vận 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 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, vận 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 $T_1 = T_2 = T$.
 - Vận 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 vận gia trọng C từ 1 đến 2 vòng. 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_1 và O_2 . 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: $\bar{g} = \frac{4\pi^2 L}{T^2} (m/s^2)$.
- Sai số tương đối của gia tốc trọng trường: $\delta = \frac{\Delta g}{\bar{g}} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T}$.
- Sai số tuyệt đối của gia tốc trọng trường: $\Delta g = \delta * \bar{g} (m/s^2)$.

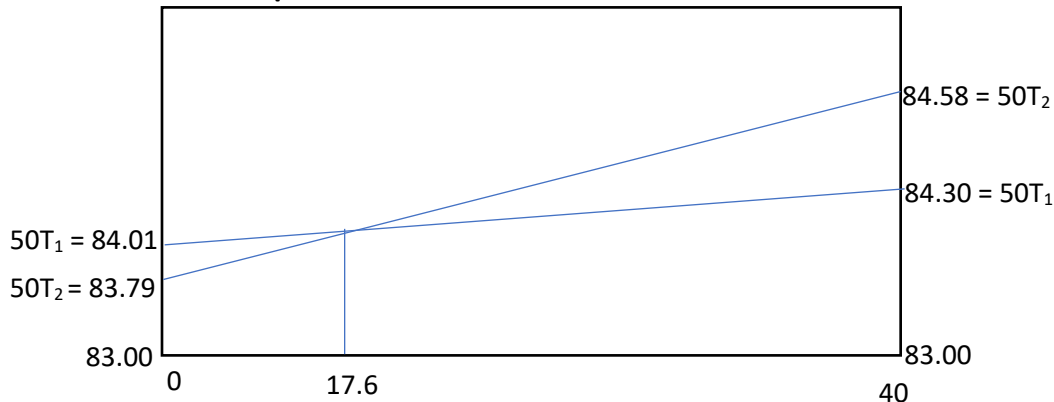
4. BẢNG SỐ LIỆU

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

Bảng 1: $L = 700 \pm 1 (mm)$.

Vị trí gia trọng C (mm)	$50T_1 (s)$	$50T_2 (s)$
$x_0 = 0 \text{ mm}$	84.01	83.79
$x_0 + 40 = 40 \text{ mm}$	84.30	84.58
$x_1 = 17.6 \text{ mm}$	84.18	84.16

4.2 Vẽ đồ thị



Bảng 2: Tại vị trí tốt nhất x_1' con lắc vật lý trở thành thuận nghịch $T_1 = T_2 = T$.

Vị trí tốt nhất $x_1' = 17.6 (mm)$				
Lần đo	$50T_1 (s)$	$\Delta 50T_1$	$50T_2 (s)$	$\Delta 50T_2$
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 $50T_2$:

$$\bar{T} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(\overline{50T_1} + \overline{50T_2})}{2} = \frac{1}{50} \cdot \frac{(84.163 + 84.14)}{2} = 1.68303(s).$$

- Sai số ngẫu nhiên của phép đo T:

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

- 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:

$$\bar{g} = \frac{4\pi^2 \bar{L}}{\bar{T}^2} = \frac{4 * 3.14^2 * 0.7}{1.68303^2} = 9.7461617(m/s^2).$$

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

$$\delta = \frac{\Delta g}{\bar{g}} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta L}{\bar{L}} + 2 \frac{\Delta T}{\bar{T}} = 2 * \frac{0.005}{3.14} + \frac{1}{700} + 2 * \frac{0.00044}{1.68303} = 0.005136.$$

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

$$\Delta g = \delta * \bar{g} = 0.005136 * 9.7461617 = 0.05(m/s^2).$$

4.5 Viết kết quả phép đo gia tốc trọng trường

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