

**BÀI 2**

**XÁC ĐỊNH GIA TỐC TRỌNG TRƯỜNG BẰNG CON LẮC THUẬN NGHỊCH**

1. **DỤNG CỤ THÍ NGHIÊM**

* **Con lắc vật lý;**
* **Máy đo thời gian hiện số, chính xác 0,01s;**
* **Giá treo con lắc;**
* **Cổng quang điện hồng ngoại**
* **Thước kẹp 0-150mm, chính xác 0,02mm**
* **Thước 1000mm, chính xác 1mm**
* **Giấy vẽ đồ thị kẻ li 120 x 80mm**

1. **CƠ SỞ LÝ THUYẾT**

Con lắc vật lý là một vật rắn, khối lượng *m*, có thể dao động quanh một trục cố định nằm ngang đi qua điểm *O1* nằm cao hơn khối tâm *G* của nó (*Hình1*). *O1* gọi là điểm treo của con lắc.

Vị trí cân bằng của con lắc trùng với phương thẳng đứng của đường thẳng *O1G*. Khi kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc nhỏ, rồi buông nó ra thì thành phần *Pt* của trọng lực *P = mg* tác dụng lên con lắc một mômen lực *M1* có trị số bằng:

*M1 = -Pt.L1 = -mg.L1.sin* (1)



**Hình 1. Con lắc vật lý**

Trong đó g là tốc trọng trường, *L1 = O1G* là khoảng cách từ điểm *O1* đến khối tâm *G*, dấu (-) cho biết mômen lực *M1* luôn kéo con lắc về vị trí cân bằng, tức quay ngược chiều với góc lệch . Khi  nhỏ, ta có thể coi gần đúng:

*M1*  *- mg.L1.* (2)

Phương trình cơ bản đối với chuyển động quay của con lắc quanh trục đi qua O1 có dạng:

Với là gia tốc góc, I1 là mômen quán tính của con lắc với trục quay đi qua O1. Kết hợp (3) với (2) và thay , ta nhận được phương trình dao động điều hòa của con lắc:

(4)

Nghiệm của phương trình (4) có dạng:

(5)

Với là biên độ, là tần số góc, là pha ban đầu tại thời điểm t=0

Từ (5) ta suy ra chu kỳ T1 của con lắc:

(6)

Trong con lắc vật lý, ta có thể tìm thấy một điểm *O2*, nằm trên đường thẳng đi qua *O1* và *G* sao cho khi con lắc dao động quanh trục nằm ngang đi qua *O2* thì chu kỳ dao động của con lắc đúng bằng chu kỳ dao động của nó khi dao động quanh trục đi qua *O1*. **Con lắc vật lý khi đó được gọi là *con lắc thuận nghịch*.**

Thật vậy, ta có thể dễ dàng chứng minh rằng, có tồn tại điểm treo *O2* này, như sau: Khi dao động quanh trục đi qua điểm *O2* (*Hình 1*), chu kỳ dao động *T2* của con lắc được tính toán tương tự trên, và ta tìm được:

(7)

với *L2 = O2 G* là khoảng cách từ trục quay đi qua điểm *O2* đến khối tâm *G* và *I2* là mômen quán tính của con lắc đối với trục quay đi qua *O2*. Gọi *IG* là mômen quán tính của con lắc

đối với trục quay đi qua khối tâm *G* và song song với hai trục đi qua *O1* và *O2*. Theo định lý Huyghens-Steiner:

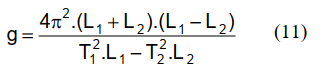
*I1 = IG + mL21* (8)

*I2 = IG + mL22* (9)

Nếu điểm treo *O2* thoả mãn điều kiện *T1 = T2*, thay (9), (8) vào (7), (6) ta tìm được biểu thức xác định vị trí của O2:

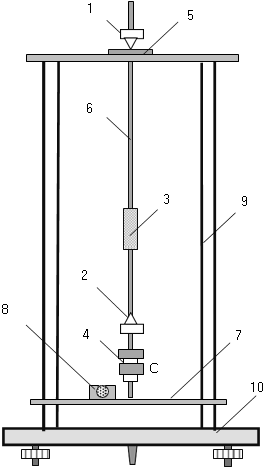
(10)

Mặt khác, từ (6), (7) ta có thể rút ra biểu thức xác định gia tốc trọng trường :



Nếu hai điểm treo O1, O2 thoả mãn công thức (10), thì T1 = T2 = T, và biểu thức xác định gia tốc  
trọng trường được đơn giản thành:

với L = L1 + L2 = O1O2 là khoảng cách giữa hai trục nằm ngang đi qua O1 và O2. Con lắc vật lý sử dụng trong bài này gồm một thanh kim loại 6, trên đó có gắn hai con dao cố định 1 và 2 nằm cách nhau một khoảng L = O1O2 không đổi (Hình 2). Cạnh của dao 1 hoặc 2 lần lượt được đặt tựa trên mặt kính phẳng nằm ngang của gối đỡ 5. Hai quả nặng 3 và 4 gắn cố định trên thanh kim loại 6. Gia trọng C có dạng một đai ốc lắp trên thân ren 4, có thể dịch chuyển bằng cách vặn xoay quanh trục ren 4, dùng để thay đổi vị trí khối tâm G, sao cho thoả mãn công thức  
(10) để con lắc vật lý trở thành con lắc thuận nghịch. Toàn bộ con lắc được đặt trên giá đỡ 9 và tấm chân đế 10 có các vít điều chỉnh thăng bằng V1, V2.Số dao động và thời gian tương ứng được đo trên máy đo thời gian hiện số.

Máy đo thời gian hiện số là loại dụng cụ đo thời gian chính xác cao (độ chia nhỏ nhất 0,01s). Nó có thể hoạt động như một đồng hồ bấm giây, được điều khiển bằng các cổng quang điện. Cổng quang điện 8 (Hình 2) gồm một điôt D1 phát ra tia hồng ngoại, và một điôt D2 nhận tia hồng ngoại từ D1 chiếu sang. Dòng điện cung cấp cho D1 được lấy từ máy đo thời gian. Khi con lắc dao động, thanh kim loại 6 đi vào khe của cổng quang điện 8 sẽ chắn chùm tia hồng ngoại chiếu từ D1 sang D2, D2 sẽ phát ra tín hiệu truyền theo dây dẫn đi tới máy đo thời gian, điều khiển máy hoạt động. Cơ chế như vậy cho phép đóng ngắt bộ đếm của máy đo thời gian hầu như không có quán tính. Cổng quang điện 8 được đặt ở gần vị trí cân bằng thẳng đứng của con lắc để giới hạn con lắc dao động với biên độ nhỏ α < 90)

**Hình 2 Bộ thí nghiệm vật lý**



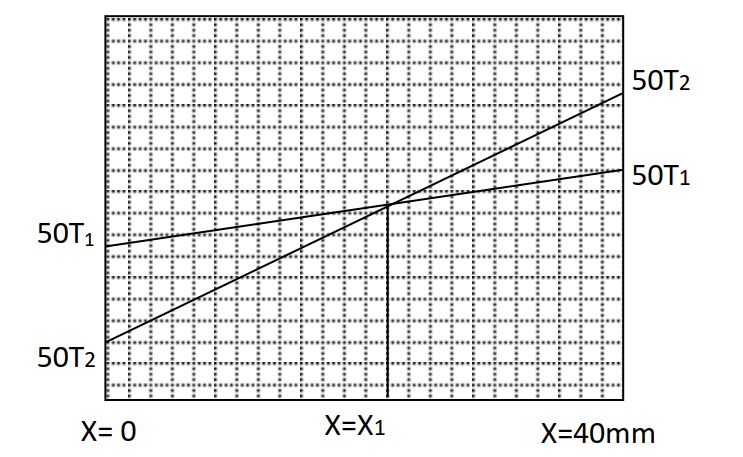
**Hình 3: Máy đo thời gian hiện số**

Trên mặt máy đo thời gian có hai ổ cắm 5 chân A và B, một nút ấn RESET, một chuyển mạch chọn thang đo thời gian TIME (9,999s hoặc 99,99s), và một cái chuyển mạch MODE. Trong bài thí nghiệm này:  
\* Chuyển mạch MODE đặt ở vị trí n = 50 để đo thời gian của 50 chu kỳ dao động của con lắc, các chức năng khác không dùng đến. Chú ý không để con lắc dao động với biên độ lớn vượt qua  
giới hạn cổng quang điện, sao cho sau mỗi chu kỳ, trên cửa sổ "số chu kỳ n = N - 1" chỉ nhảy số 1 lần.\* Nút ấn RESET để đưa chỉ thị số về trạng thái 0000.  
\* Thang thời gian TIME, chọn 99,99s.  
\* Phích cắm 5 chân của cổng quang điện 8 được nối với ổ A trên mặt máy đo thời gian hiện số.  
\* Cắm phích điện máy đo thời gian vào lưới điện 220V, nhấn khoá K trên mặt máy, các LED chỉ thị số sáng lên, máy đếm sẵn sàng đo.

1. **TIẾN HÀNH THÍ NGHIÊM**

Như trên đã nói, trong bất kỳ con lắc vật lý cho trước nào cũng có thể tìm thấy hai điểm O1, O2 sao cho khi đổi chiều con lắc, chu kỳ dao động không đổi. Trong bài thí nghiệm này, hai điểm treo (hai lưỡi dao O1, O2) cố định, ta phải tìm vị trí gia trọng C (tức thay đổi vị trí khối tâm G, sao cho công thức (10) được thoả mãn), để con lắc vật lý trở thành con lắc thuận nghịch. Cách làm như sau:  
1. Vặn gia trọng C về sát quả nặng 4. Dùng thước cặp đo khoảng cách x0 giữa chúng. Trong nhiều trường hợp con lắc được chế tạo sao cho gia trọng C có thể vặn về thật sát quả nặng 4 tức là x0 = 0mm. Ghi giá trị x0 vào bảng 1. Đặt con lắc lên giá đỡ theo chiều thuận (chữ "Thuận" xuôi chiều và hướng về phía người làm thí nghiệm), đo thời gian 50 chu kỳ dao động và ghi vào bảng 1, dưới cột 50T1.  
2. Đảo ngược con lắc (Chữ "Nghịch" xuôi chiều và hướng về phía người làm thí nghiệm), và đo  
thời gian 50 chu kỳ nghịch, ghi kết quả vào bảng 1 dưới cột 50T2.  
3. Vặn gia trọng C về vị trí cách quả nặng 4 một khoảng x' = x0 + 40mm, (dùng thước cặp kiểm  
tra). Đo thời gian 50 chu kỳ thuận và 50 chu kỳ nghịch ứng với vị trí này, ghi kết quả vào bảng 1.  
4. Biểu diễn kết quả đo trên đồ thị: trục tung dài 120mm, biểu diễn thời gian 50T1 và 50T2, trục hoành dài 80mm, biểu diễn vị trí x của gia trọng C. Nối các điểm 50T1 với nhau và các điểm 50T2 với nhau bằng các đoạn thẳng, giao của chúng là điểm gần đúng vị trí x1 của gia trọng C để có T1 = T2 = T. (Hình 3).  
5. Dùng thước cặp đặt gia trọng C về đúng vị trí x1. Đo 50T1 và 50T2. Ghi kết quả vào bảng 1.

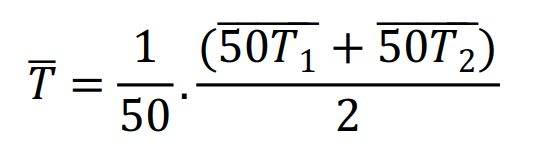
6. Ví dụ cách điều chỉnh chính xác vị trí gia trọng C: Đồ thị hình 4 cho thấy đường thẳng 50T1 dốc hơn đường thẳng 50T2, có nghĩa là ở bên trái điểm cắt nhau thì 50T2 > 50T1 còn bên phải điểm cắt thì 50T1 > 50T2. Từ kết quả phép đo 5 tại vị trí x1 cho ta rút ra nhận xét cần dịch chuyển gia trọng C theo hướng nào để thu được kết quả tốt nhất sao cho 50T1 = 50T2. Lưu ý mỗi lần dịch chuyển chỉ xoay gia trọng C 01 hoặc 02 vòng. Lặp lại phép đo 5 cho đến khi sai biệt giữa 50T1 và 50T2 nhỏ hơn 0,05s.7. Cuối cùng, khi đã xác định được vị trí tốt nhất của gia trọng C, ta đo mỗi chiều từ 3 đến 5 lần để lấy kết quả vào bảng 2.  
8. Dùng thước 1000mm đo khoảng cách L giữa hai lưỡi dao O1, O2. Ghi vào bảng 1. (Chỉ đo cẩn  
thận một lần, lấy sai số dụng cụ ΔL = ±1mm).  
9. Thực hiện xong thí nghiệm, tắt máy đo và rút phích cắm điện của nó ra khỏi nguồn ~ 220V



**Hình 4: Đồ thị xác định điểm cắt của hai chiều – thuận**

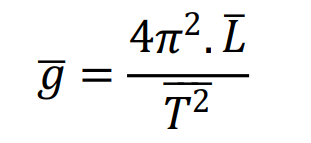
1. **CÔNG THỨC TÍNH VÀ CÔNG THỨC TÍNH SAI SỐ.**
2. ***Công thức tính***

* *Chu kỳ dao động T của con lắc thuận nghịch (đơn vị: s)*



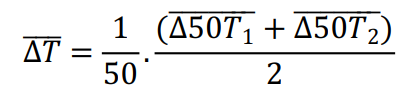


* *Gia tốc trọng trường (đơn vị: m/s2):*

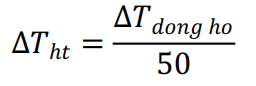


1. ***Công thức sai số***

- *Sai số ngẫu nhiên của phép đo T (đơn vị: s):*





- *Sai số dụng cụ của phép đo T (đơn vị: s):*

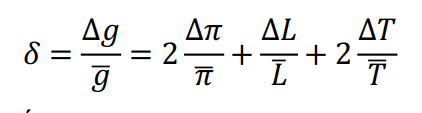


- *Sai số phép đo T (đơn vị: s):*





* *Sai số tương đối của gia tốc trọng trường:*





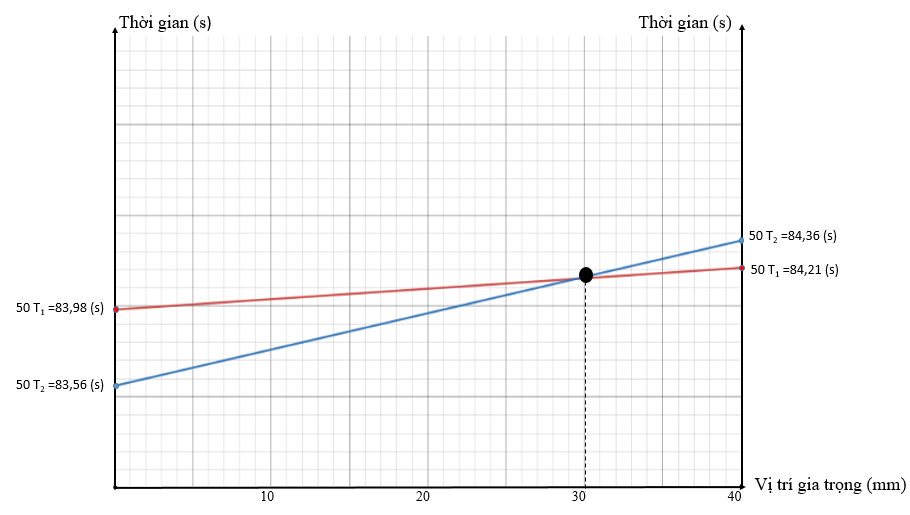
* *Sai số tuyệt đối của gia tốc trọng trường:*



1. **BẢNG SỐ LIỆU**
   1. **Xác định chu kỳ dao động hai chiều thuận –nghịch**

***Bảng 1****: L= 700 1 (mm)*

| **Vị trí gia trọng C**  **(mm)** | **50T1 (s)** | **50T2 (s)** |
| --- | --- | --- |
| xo =...0…mm | *83,98* | *83,56* |
| xo + 40 =..40..mm | *84,21* | *84,36* |
| x1 =…..31….mm | *84,18* | *84,14* |

* 1. **Vẽ đồ thị** 

***Bảng 2***: Tại vị trí tốt nhất x1’ con lắc vật lý trở thành thuận nghịch T1=T2=T

| Vị trí tốt nhất: x1’*=………………….****31****………………(*mm) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lần đo** | **50T1** | **(50T1)** | **50T2** | **(50T2)** |
| **1** | *84,09* | *0,06* | *84,13* | *0,03* |
| **2** | *84,20* | *0,05* | *84,16* | *0,00* |
| **3** | *84,16* | *0,01* | *84,19* | *0,03* |
| **Trung**  **bình** | *84,15* | *0,04* | *84,16* | *0,02* |

1. **TÍNH TOÁN SỐ LIỆU**

* =

=>

* =

=>

* 1. **Xác định chu kì dao động của con lắc thuận nghịch**

*\* Căn cứ vào bảng 2, tính chu kỳ dao động T của con lắc thuận nghịch là trung bình của các giá trị đo được của 50T1 và 50T2:*

* *Sai số ngẫu nhiên của phép đo T:*
* *Sai số dụng cụ của phép đo:*
* *Sai số phép đo T:*
  1. **Tính gia tốc trọng trường:**
* *Tính sai số tương đối của gia tốc trọng trường:*
* *Tính sai số tuyệt đối của gia tốc trọng trường:*

1. **KẾT LUẬN**



**---------------------------------HẾT-----------------------------------**