

## Chuyên đề 4 CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

### Dạng 5. CON LẮC ĐƠN

#### I. PHƯƠNG PHÁP

##### 1. Các khái niệm

###### • Con lắc đơn

Con lắc đơn gồm 1 vật nhỏ có khối lượng  $m$  gắn với 1 sợi dây mềm, mảnh, nhẹ không giãn, sợi dây được treo vào 1 điểm cố định.

- Khoảng cách từ điểm treo cố định đến vật nhỏ là chiều dài con lắc đơn
- Khối lượng vật nhỏ gọi là khối lượng con lắc đơn

###### • Dao động

Dao động là chuyển động qua lại quanh vị trí cân bằng. Trường hợp con lắc đơn ta có thể làm cho vật dao động trong mặt phẳng thẳng đứng quanh 1 vị trí cân bằng (thường là vị trí dây treo thẳng đứng)

- Vị trí cân bằng là vị trí hợp lực tác dụng lên vật theo phương tiếp tuyến bằng 0
- Li độ góc (li độ) là góc hợp bởi dây treo vật ở vị trí khảo sát với dây treo vật khi ở vị trí cân bằng
- Lực hồi phục là thành phần hợp lực theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo của vật.

###### • Kích thích dao động

Là cung cấp cho con lắc một cơ năng ban đầu để vật tự dao động.

- Có 3 hình thức kích thích cơ bản (các em tự suy nghĩ)
- Khi cơ năng bảo toàn thì quá trình dao động cơ năng có 1 giá trị xác định gọi là cơ năng dao động.

##### 2. Các kỹ năng cơ bản

###### 1. Nhóm bài cơ bản

###### • Tính vận tốc dựa vào cơ năng

B1. Chọn mốc thế năng hấp dẫn (thường chọn ngang với vị trí cân bằng)

B2. Lập biểu thức tính cơ năng ở vị trí khảo sát và 1 vị trí đã biết

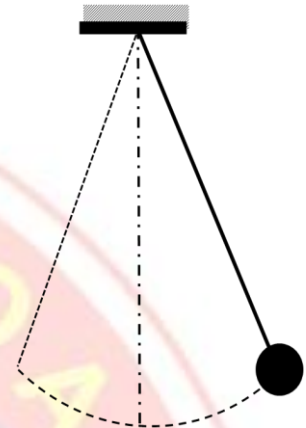
- Vị trí đã biết có thể là vị trí chịu kích thích ban đầu
- Có thể đề bài cho trước cơ năng được cung cấp ban đầu

B3. Kiểm tra sự bảo toàn cơ năng.

- Nếu vật chỉ chịu tác dụng của lực thế (bỏ qua ma sát, lực cản của môi trường) thì cơ năng bảo toàn
- Nếu có lực không phải lực thế (lực ma sát, lực cản, lực từ - xem dạng 9 sách dao động & sóng cơ học Vũ Duy Phương) thì cơ năng không bảo toàn.

B4. Áp dụng định luật bảo toàn tương ứng.

- Bảo toàn cơ năng.
- Bảo toàn năng lượng (xem các dạng sau).



Hình 5.1

- *Tính lực căng dây*

B1. Chọn hệ quy chiếu hướng tâm

B2. Lập lại các bước cơ bản của phương pháp động lực học

B3. Kết hợp với kết quả tính vận tốc ở trên từ đó tính được lực căng

- *Các bài toán biện luận*

Các bài toán biện luận cần phải dựa vào dấu hiệu bản chất của hiện tượng và yêu cầu bài toán, các bài biện luận về cơ bản có thể coi có các bước sau đây.

B1. Thiết lập các phương trình cơ bản (tính toán các đại lượng bằng các kỹ năng cơ bản nói trên)

B2. Phân tích hiện tượng vật lý viết phương trình điều kiện hay mô tả hiện tượng.

- Dây căng thì  $T \geq 0$ ; dây luôn căng thì ... (các em tự suy nghĩ).

- Vật chưa tách khỏi “sàn” thì  $Q \geq 0$

B3. Viết phương trình điều kiện đề bài.

B4. Kết hợp các bước 1,2,3 giải và biện luận hệ.

*Chú ý: nói là phương trình nhưng có thể là hệ phương trình hay bất phương trình*

## II. BÀI TẬP ÁP DỤNG (trong dạng này bỏ qua hết lực cản của môi trường)

### Kích thích dao động

#### Bài 61. Kéo – thả

Một con lắc đơn gồm 1 vật nhỏ khối lượng  $m$  được buộc vào 1 sợi dây mềm, mảnh, nhẹ không giãn chiều dài  $l$ . Người ta kéo vật cho lệch khỏi vị trí cân bằng 1 góc  $\alpha_0$  (li độ góc  $\alpha_0$ ) giữ cho giây căng, vật đứng yên rồi thả nhẹ.

a. Tính vận tốc của vật ở li độ góc  $\alpha$

b. Tính lực căng dây khi vật ở li độ góc  $\alpha$

c. Chứng minh rằng tại vị trí cân bằng vận tốc của vật và lực căng dây đạt giá trị cực đại, tính các giá trị cực đại đó.

#### Bài 62. Truyền

Một con lắc đơn gồm 1 vật nhỏ khối lượng  $m$  được buộc vào 1 sợi dây mềm, mảnh, nhẹ không giãn chiều dài  $l$ . Khi vật đang đứng yên ở vị trí cân bằng người ta truyền cho vật 1 vận tốc  $v_0$  theo phương ngang. Tính li độ góc lớn nhất mà vật đạt được.

#### Bài 63. Kéo – truyền

Một con lắc đơn gồm 1 vật nhỏ khối lượng  $m$  được buộc vào 1 sợi dây mềm, mảnh, nhẹ không giãn chiều dài  $l$ . Người ta kéo cho vật lệch khỏi vị trí cân bằng 1 góc  $\alpha$  rồi truyền cho vật một vận tốc  $v_0$  theo phương vuông góc với sợi dây trong mặt phẳng thẳng đứng. Tính độ li độ góc cực đại mà vật đạt được.

#### Bài 64. Vận dụng các hình thức kích thích

1. Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 100\text{cm}$ , khối lượng  $m = 200\text{g}$ . Người ta kéo cho con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc  $\alpha = 60^\circ$  rồi thả nhẹ cho vật dao động.

a. Tính vận tốc của vật và lực căng dây khi vật đi qua li độ  $45^\circ$ ;  $30^\circ$

b. Tính giá trị lớn nhất của vận tốc của vật và lực căng dây treo

2. Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 50\text{cm}$ , khối lượng  $m = 100\text{g}$ . Khi con lắc đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì người ta truyền cho vật 1 vận tốc bằng  $\sqrt{5}\text{ m/s}$ .



- a. Tính li độ góc cực đại mà vật đạt được (gọi là biên độ góc) từ đó suy ra độ cao cực đại so với vị trí cân bằng mà vật đạt được.
- b. Tính vận tốc của vật và lực căng dây ở vị trí li độ  $30^\circ$ ;  $45^\circ$
3. Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 60\text{cm}$ , khối lượng  $m = 200\text{g}$ . Người ta kéo cho vật đến li độ góc  $60^\circ$  rồi truyền cho 1 vận tốc bằng  $\sqrt{6}\text{ m/s}$  theo phương vuông góc với sợi dây trong mặt phẳng thẳng đứng đi qua sợi dây.
  - a. Tính li độ góc cực đại mà vật đạt được.
  - b. Tính vận tốc của vật và lực căng dây khi vật ở li độ góc an pha bằng  $30^\circ$
  - c. Tính lực hướng tâm và lực hồi phục tác dụng lên vật từ đó suy ra hợp lực tác dụng lên vật
4. Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1\text{m}$ , khối lượng  $m = 100\text{g}$  được cấp cho 1 năng lượng ban đầu bằng  $0,5\text{J}$ .
  - a. Tính biên độ góc của dao động và vận tốc cực đại của vật
  - b. Tính lực hướng tâm và lực hồi phục tác dụng lên khi vật ở li độ góc  $30^\circ$  từ đó suy ra phương chiều của hợp lực tác dụng lên vật khi đó.
5. Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1\text{m}$ , khối lượng  $m = 100\text{g}$ . Tại vị trí li độ góc bằng  $30^\circ$  hợp lực có phương ngang. Tính cơ năng dao động của vật.

### **Trọng trường biểu kiến và thay đổi vị trí cân bằng**

**Bài 65.1.** Một người ngồi trên ô tô đang chuyển động thẳng đều trên một đoạn đường phẳng lì, quan sát một lá bùa treo ở cabin ô tô, lá bùa gồm một sợi chỉ nhỏ có chiều dài khoảng  $20\text{cm}$  buộc với một miếng ngọc nhỏ. Khi lá bùa đang đứng yên, dây treo thẳng đứng thì viên tài xế đột ngột tăng tốc với gia tốc  $a = g/\sqrt{3}$

- a. Quan sát viên thấy lá bùa lắc lư. Xác định vị trí cân bằng của miếng ngọc từ đó suy ra biên độ góc và độ cao cực đại mà vật đạt được so với vị trí thấp nhất của miếng ngọc
- b. Tính vận tốc của miếng ngọc với ô tô ở vị trí cân bằng.

**Bài 65.2.** Một con lắc đơn đang đứng yên trên một trần thang máy thì thang đột ngột chuyển động thẳng xuống dưới nhanh dần đều với gia tốc  $a = g/2$ . Khi đó điểm treo vẫn cố định với thang máy nhưng người ta truyền cho vật 1 vận tốc vận tốc  $v_0$ . Tính  $v_0$  để con lắc lên được đến vị trí dây treo nằm ngang thì trở về vị trí cân bằng, biết chiều dài dây treo là  $l$

**Bài 65.3.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l$  dao động với biên độ góc  $\alpha_0$ . Khi vật qua vị trí cân bằng thì điểm treo đột ngột rơi tự do. Tính biên độ góc mới của dao động.

**Bài 65.4.** Một con lắc đơn được gắn vào 1 ô tô đang đứng yên, con lắc có chiều dài  $l$  đang dao động với biên độ góc  $\alpha$  khi vật qua vị trí cân bằng thì xe đột ngột chuyển động nhanh dần đều theo phương ngang trong mặt phẳng dao động của con lắc với gia tốc  $g = g/\sqrt{3}$ . Tính biên độ dao động mới của vật trong hệ quy chiếu gắn với ô tô

### **Vướng đỉnh**

**Bài 61.2.** Một con lắc đơn được buộc cố định vào điểm O, đầu A của sợi dây được buộc vào 1 vật nhỏ có khối lượng  $100\text{g}$ , cho  $OA = 100\text{cm}$ . Người ta kéo cho vật đến li độ góc  $\alpha = 60^\circ$  rồi thả nhẹ. trên đường thẳng đứng đi qua A phía dưới có một cái đinh cách A một khoảng  $50\text{cm}$

- a. Tính độ cao cực đại vật đạt được sau khi vướng đỉnh và đi sang bên kia.

- b. Tính tỷ số lực căng dây ở 2 vị trí vật có vận tốc bằng không.

**Bài 66.2** Trong bộ phim tinh võ phong vân, một cảnh quay mạo hiểm do Chân Tử Đan thực hiện. Trong cảnh quay anh nắm tay vào sợi dây điện của một đường dây giữa 2 cột điện cao bằng nhau và dùng dao cắt cắt sợi dây nối với cột phía sau, sợi dây đứt và làm cho anh đu người về phía cột phía trước. ước tính rằng khoảng cách từ Chân Tử Đan (trọng tâm của anh) đến giá treo dây điện ở cột trước là 20m.



Hình 5.2. Vướng đỉnh

- Tính vận tốc trọng tâm của Chân Tử Đan khi anh qua vị trí thấp nhất
  - Tính lực căng dây khi Chân Tử Đan qua vị trí thấp nhất
  - Giả sử quá trình thực hiện cảnh quay dây điện bị vướng vào một vật cố định ở cây cột điện cách giá treo 10m hãy tính lực căng dây điện ngay sau khi vướng.
- (bài toán bỏ qua lực cản của môi trường, coi chuyển động của diễn viên như chất điểm và coi dây điện mềm, có khối lượng không đáng kể so với diễn viên)

### Dây căng, trùng

**Bài 67.** Một thanh cứng mảnh, nhẹ được gắn với 1 vật nhỏ nặng. Đầu còn lại của thanh cứng được bắt với 1 bản lề trơn để thanh cứng có thể chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng một cách tự do. Khi thanh cứng đang đứng yên ở vị trí cân bằng bên thì người ta truyền cho vật một vận tốc  $v_0$  theo phương vuông góc với thanh treo trong mặt phẳng quỹ đạo. Tính giá trị tối thiểu của  $v_0$  để thanh chuyển động hết vòng tròn.

**Bài 68.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l$  khối lượng  $m$  được treo vào 1 điểm cố định. Khi con lắc đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì người ta truyền cho vật 1 vận tốc  $v_0$  theo phương vuông góc với sợi dây. Tính giá trị nhỏ nhất của  $v_0$  để vật có thể chuyển động trên quỹ đạo tròn trong mặt phẳng thẳng đứng.

**Bài 69 \*** Một con lắc đơn dài 1m đang ở vị trí cân bằng thì người ta truyền cho một vận tốc bằng  $\sqrt{35}$  m/s theo phương ngang

- Xác định vị trí vật khi dây không còn căng
- Tính vận tốc vật ở vị trí trên
- Viết phương trình quỹ đạo của vật khi dây chưa căng trở lại
- Xác định vị trí dây căng trở lại

$$\cos\alpha = v_0^2/3g - 2/3$$

**Bài 65.** Hãy chỉ rõ đề bài 62, 63 chưa chặt chẽ

### Đứt dây, chuyển động ném xiên

**Bài 70.** Một con lắc đơn dài 1m được kích thích cho dao động với biên độ góc bằng  $60^\circ$ . Khi con lắc đi lên qua vị trí li độ góc bằng  $45^\circ$  thì vật đột ngột rời khỏi dây. Viết phương trình chuyển động của vật sau khi tụt khỏi dây.

### Đổi hệ quy chiếu



**Bài 71. 1\*.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1\text{m}$  đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì người ta di chuyển điểm treo theo phương ngang với vận tốc không đổi  $v_0$ . Tính biên độ dao động của vật và biện luận kết quả

**Bài 71.2\*.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l$  được buộc vào 1 điểm cố định, sợi dây được vắt qua ròng rọc động, sợi dây nằm ngang. Ròng rọc chuyển động thẳng đều theo phương ngang với vận tốc  $v_0 = 3\text{m/s}$ . Tính vận tốc của quả cầu so với ròng rọc

**Luyện tập bài dễ**

1. Con lắc đơn có chiều dài  $l$ , khối lượng  $m$  góc lệch cực đại của dây treo là  $\alpha_0$  Tính lực căng dây và vận tốc vật khi đi qua các vị trí  $\alpha$  lần lượt bằng  $60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, 0^\circ$  Biết

- $l = 1\text{m}, m = 500\text{g}, \alpha_0 = 90^\circ$
- $l = 40\text{cm}, m = 200\text{g}, \alpha_0 = 90^\circ$
- $l = 30\text{cm}, m = 100\text{g}, \alpha_0 = 90^\circ$
- $l = 1\text{m}, m = 500\text{g}, \alpha_0 = 60^\circ$
- $l = 40\text{cm}, m = 200\text{g}, \alpha_0 = 60^\circ$
- $l = 30\text{cm}, m = 100\text{g}, \alpha_0 = 60^\circ$

2. Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 120\text{cm}$  đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì người ta truyền cho vật 1 vận tốc  $v_0$ . Tính  $v_0$  để góc lệch cực đại bằng :

- $60^\circ$
- $30^\circ$
- $45^\circ$
- $90^\circ$

3. Một con lắc đơn có chiều dài  $l$ , người ta kéo cho vật đến li độ  $\alpha$  bằng  $30^\circ$  rồi truyền cho vận tốc  $v_0$  theo phương vuông góc với sợi dây trong mặt phẳng dao động. Tính  $v_0$  để biên độ góc bằng  $45^\circ; 60^\circ; 90^\circ$

**Chuyển đi vận dậm bắt đầu từ một bước chân!**

**Vũ Duy Phương**

Công ty TNHH Trung Tâm Hoa Tử

**ĐT: 0984 666 104**

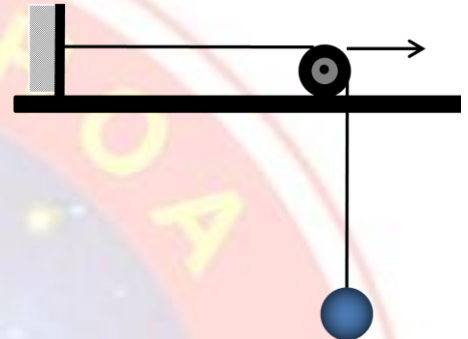
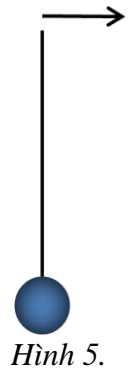
Đ/c: 08/286 Đội Cung – Phường Trường Thi – TP Thanh Hoá

Web: <http://hoatuphysics.com>

Email: [hoatutiensinh@gmail.com](mailto:hoatutiensinh@gmail.com)

Facebook: <http://facebook.com/hoatutiensinh>

<http://facebook.com/trungtamhoatu>



Hình