

# 37 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

## I – Mục tiêu

- Nắm vững khái niệm cơ năng gồm tổng động năng và thế năng của vật.
- Biết cách thiết lập định luật bảo toàn cơ năng trong các trường hợp cụ thể lực tác dụng là trọng lực và lực đàn hồi. Từ đó mở rộng thành định luật tổng quát khi lực tác dụng là lực thế nói chung.

## II – Chuẩn bị

### 1. Giáo viên

Chuẩn bị một con lắc đơn.

### 2. Học sinh

Ôn lại kiến thức về động năng và thế năng.

## III – Những điều cần lưu ý

1. Khi thành lập định luật bảo toàn cơ năng trong trường hợp trọng lực, GV cần làm cho HS hiểu vấn đề then chốt là phải có tác dụng của lực thế. Nếu không, chỉ áp dụng được một kết quả của định lí động năng. Chỉ khi có

điều kiện về lực thế mới có kết quả thứ hai : công do lực thế thực hiện bằng độ giảm thế năng. Phối hợp lại sẽ tìm được định luật bảo toàn cơ năng.

**2.** Trong trường hợp lực đàn hồi, cách lập luận cũng tương tự. Tuy nhiên, có một điểm cần làm rõ. Trong trọng trường, động năng và thế năng đều của chính vật chịu tác dụng của trọng lực. Còn trong trường hợp lực đàn hồi, thực chất thế năng đàn hồi là của lò xo bị biến dạng, còn động năng lại là của vật gắn vào lò xo (động năng của lò xo bằng 0 vì lò xo có khối lượng không đáng kể). Do đó phải làm cho HS hiểu rõ cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng của vật đó. Vì vật gắn vào đầu lò xo nên vật cũng chịu tác dụng của lực đàn hồi và thế năng của vật bằng thế năng đàn hồi.

**3.** Trong định luật bảo toàn cơ năng, cần nắm vững sự nghịch biến giữa động năng và thế năng. Khi động năng tăng thì thế năng phải giảm, và ngược lại, sao cho tổng của chúng giữ không đổi (bảo toàn). Quy tắc này thể hiện trên hai đồ thị ứng với hai trường hợp trọng lực và lực đàn hồi. Cần lưu ý cho HS hiểu hai đồ thị đều là đường biểu diễn thế năng : đường thẳng (Hình 37.3 SGK) biểu diễn thế năng trọng trường là hàm bậc nhất của toạ độ, còn đường parabol (Hình 37.5 SGK) biểu diễn thế năng đàn hồi của lò xo là hàm bậc hai của độ biến dạng. Khi cơ năng bảo toàn (có một giá trị không đổi), từ đồ thị ta xác định được phân động năng tương ứng.

**4.** Cũng có thể xét định luật bảo toàn cơ năng theo quan điểm hệ kín (không có ngoại lực hoặc các ngoại lực cân bằng nhau) và phát biểu như sau :

Đối với một hệ kín trong đó nội lực tác dụng chỉ là lực thế, cơ năng của hệ được bảo toàn.

Ta hãy xét với trường hợp trọng trường. Khi đó hệ kín gồm vật và Trái Đất, nội lực tương tác là lực hấp dẫn, cũng là trọng lực đối với vật (lực thế), ngoại lực như lực ma sát đã được bỏ qua. Cơ năng của hệ vật - Trái Đất thực chất chỉ là cơ năng của vật, vì Trái Đất có khối lượng vô cùng lớn nên coi như đứng yên, do đó cả động năng và thế năng đều không thay đổi và bằng không. Định luật bảo toàn cơ năng đối với hệ vật - Trái Đất cuối cùng vẫn thống nhất với định luật bảo toàn cơ năng của vật trong trường trọng lực. Tóm lại, đó là hai cách hiểu của cùng một vấn đề.

**5.** Nếu ngoài nội lực là lực thế, còn có tác dụng của lực không thế, ví dụ lực cản thì độ biến thiên cơ năng của hệ đúng bằng công của lực này :

$$A_{(\text{lực không thế})} = \Delta W = W_2 - W_1$$

#### IV – Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. GV cho HS quan sát chuyển động của con lắc đơn và để HS phát biểu nhận xét trong quá trình chuyển động, có sự biến đổi lần lượt : thế năng giảm, động năng tăng và ngược lại, động năng giảm, thế năng tăng.

2. Thành lập định luật bảo toàn cơ năng : GV cần lưu ý HS nắm vững điều kiện : chỉ khi vật chịu tác dụng của lực thế, cơ năng mới bảo toàn và có sự chuyển hoá lẫn nhau giữa động năng và thế năng. Trong chương trình, HS chỉ được biết hai loại lực thế là trọng lực và lực đàn hồi, do đó thành lập được định luật bảo toàn cơ năng với hai loại lực đó.

3. Trở lại ví dụ con lắc đơn, GV cho HS trả lời [C2] và giải thích vì sao áp dụng được định luật bảo toàn cơ năng.

4. Cuối cùng kết luận cho HS : Khi có thêm lực khác không phải lực thế tác dụng, thì cơ năng của vật không bảo toàn và độ biến thiên cơ năng đúng bằng công của lực này.

[C1] Thế năng chuyển thành động năng :

$$mgh = \frac{mv^2}{2}, \text{ suy ra } v = \sqrt{2gh}$$

[C2] Nếu bỏ qua lực cản, ngoài trọng lực, còn có lực căng của sợi dây tác dụng lên vật, nhưng lực này không sinh công vì luôn vuông góc với độ dời của vật. Do đó có thể áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho chuyển động của con lắc đơn.

#### V – Hướng dẫn giải bài tập

1. Câu D.

$$2. \text{ a) } W_d = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,02 \cdot 16}{2} = 0,16 \text{ J}$$

$$W_t = mgh = 0,02 \cdot 9,8 \cdot 1,6 = 0,31 \text{ J}$$

$$W = W_d + W_t = 0,47 \text{ J.}$$

$$\text{b) } mgh_{\max} = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

$$h_{\max} - h = \frac{v^2}{2g} = \frac{16}{2 \cdot 9,8} \approx 0,82 \text{ m}$$

$$h_{\max} = 0,82 + 1,6 = 2,42 \text{ m.}$$

3. a) Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng  $W_2 = W_1$

$$\frac{mv^2}{2} + mgl(1 - \cos 30^\circ) = mgl(1 - \cos 45^\circ)$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgl(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ)$$

$$v = \sqrt{2gl(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ)} = 1,76 \text{ m/s.}$$

b)  $v = \sqrt{2gl(1 - \cos 45^\circ)} = 2,4 \text{ m/s.}$

4. a) Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$W_{đ_2} = W_{đ_1} \text{ vì } W_{t_1} = W_{t_2} = 0$$

Ta có kết quả :

$$v_2 = v_1 = 10 \text{ m/s}$$

Phối hợp với kết quả giải bằng phương pháp động lực học :

- Thành phần  $v_{1x} = v_{2x}$  vì chuyển động đều theo phương ngang.

- Thành phần  $v_{1y} = -v_{2y}$  vì chuyển động biến đổi đều với gia tốc  $\vec{g}$  theo phương thẳng đứng.

Kết quả :  $\vec{v}_2$  hợp với phương ngang cùng góc ném nhưng chệch xuống phía dưới (Hình 37.1).

b) Gọi  $h$  là độ cao cực đại ứng với đỉnh của quỹ đạo parabol, tại đó vận tốc của vật chỉ còn thành phần nằm ngang, bằng  $v_0 \cos \alpha$ . Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng lần lượt với hai trường hợp là :

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(v_0 \cos \alpha)^2}{2} + mgh$$

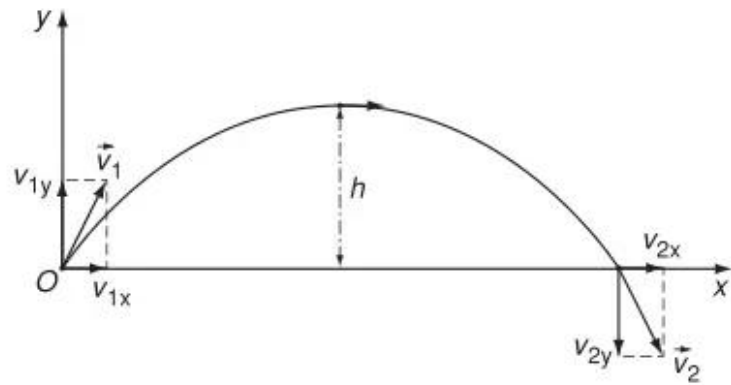
$$h = \frac{v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} \quad (1)$$

Với  $\alpha_1 = 30^\circ$  :

$$h_1 = \frac{100 \left(1 - \frac{3}{4}\right)}{2 \cdot 9,8} = 1,27 \text{ m}$$

Với  $\alpha_2 = 60^\circ$  :

$$h_2 = \frac{100 \left(1 - \frac{1}{4}\right)}{2 \cdot 9,8} = 3,83 \text{ m}$$



Hình 37.1

Ta cũng thấy kết quả (1) trùng với công thức (18.10) đã biết trong SGK :

$$h = \frac{v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha)}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$