

## Bài

## 26

CƠ NĂNG VÀ ĐỊNH LUẬT  
BẢO TOÀN CƠ NĂNG

Kỉ lục nhảy sào thế giới hiện nay là 6,17 m do vận động viên người Thụy Điển Amand Duplantis lập năm 2020, kỉ lục nhảy cao thế giới hiện nay là 2,45 m do vận động viên người Cuba Javier Sotomayor lập năm 1993. Tại sao vận động viên nhảy sào có thể nhảy cao hơn vận động viên nhảy cao nhiều đến thế?



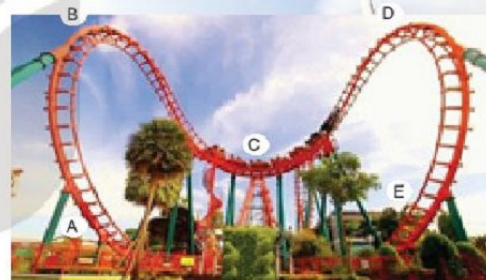
## I. SỰ CHUYỂN HOÁ GIỮA ĐỘNG NĂNG VÀ THỂ NĂNG

Chúng ta đã biết ở Trung học cơ sở:

- Cơ năng của một vật là tổng động năng và thế năng của nó. Khi vật chuyển động trong trường trọng lực thì cơ năng có dạng:

$$W_c = W_d + W_t = \frac{1}{2} m.v^2 + m.g.h \quad (26.1)$$

- Động năng và thế năng có thể chuyển hoá qua lại lẫn nhau.



Hình 26.1

?

1. Khi nước chảy từ thác xuống:

- Lực nào làm cho nước chảy từ đỉnh thác xuống dưới?
- Lực nào sinh công trong quá trình này?
- Động năng và thế năng của nó thay đổi như thế nào?
- Thế năng chuyển hoá được thành động năng là do đâu?

2. Từ một điểm ở độ cao  $h$  so với mặt đất, ném một vật có khối lượng  $m$  lên cao với vận tốc ban đầu  $v_0$ .

- Khi vật đi lên có những lực nào tác dụng lên vật, lực đó sinh công cản hay công phát động?
- Trong quá trình vật đi lên rồi rơi xuống thì dạng năng lượng nào tăng, dạng năng lượng nào giảm? Hãy dự đoán về mối liên hệ giữa độ tăng của động năng và độ giảm của thế năng.

?

1. Trên Hình 26.1 là một phần đường đi của tàu lượn siêu tốc. Em hãy phân tích sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng của tàu lượn trên từng đoạn đường.

2. Trong các quá trình hoạt động của tàu lượn, ngoài động năng và thế năng còn có dạng năng lượng nào khác tham gia vào quá trình chuyển hoá?

Như vậy động năng và thế năng có thể chuyển hoá qua lại lẫn nhau. Nếu thế năng chuyển thành động năng thì lực sẽ sinh công phát động, ngược lại, khi động năng chuyển thành thế năng thì lực sinh công cản.

Nhưng độ giảm của động năng có bằng độ tăng của thế năng, hay cơ năng không đổi không?

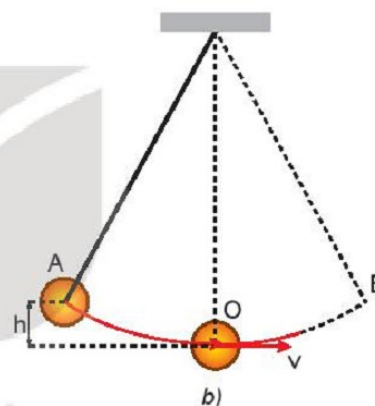
## II. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

### 1. Thí nghiệm về con lắc đồng hồ

Bây giờ ta hãy xét quá trình chuyển hoá giữa động năng và thế năng trong dao động của con lắc đồng hồ (Hình 26.2a).

Mô hình đơn giản của con lắc đồng hồ gồm một thanh nhẹ, không dẫn, một đầu được giữ cố định, đầu còn lại nối với một vật nặng (Hình 26.2b).

Đưa vật nặng lên điểm A có độ cao xác định  $h$  so với điểm O rồi thả cho vật chuyển động tự do. Ta thấy vật chuyển động nhanh dần từ A xuống O, tiếp tục chuyển động chậm dần từ O lên B, rồi lại chuyển động nhanh dần từ B xuống O, chậm dần từ O lên A,...



Hình 26.2. Con lắc đồng hồ quả lắc

?

- Khi vật chuyển động trên cung AO thì:
  - Những lực nào sinh công? Công nào là công phát động, công nào là công cản?
  - Động năng và thế năng của vật thay đổi như thế nào?
- Trả lời những câu hỏi trên cho quá trình vật chuyển động trên cung OB.
- Nếu bỏ qua ma sát thì A và B luôn nằm trên cùng một độ cao. Hiện tượng này chứng tỏ điều gì?

### 2. Định luật bảo toàn cơ năng

Thí nghiệm trên cho thấy độ tăng/giảm của động năng bằng độ giảm/tăng của thế năng, nghĩa là cơ năng luôn không đổi. Từ đó, ta có thể phát biểu định luật bảo toàn cơ năng như sau:

*Khi một vật chuyển động trong trọng trường chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì cơ năng của vật được bảo toàn.*

?



Hình 26.3

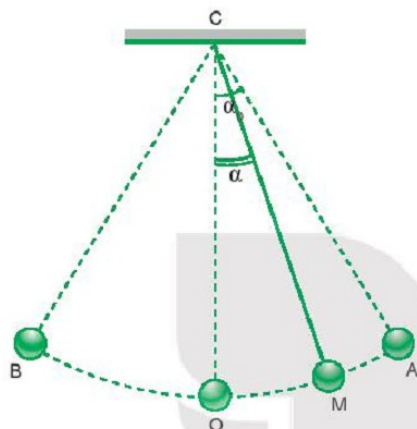
Hình 26.3 mô tả vận động viên tham gia trượt ván trong máng. Bỏ qua mọi ma sát, hãy phân tích sự bảo toàn cơ năng của vận động viên này.



## CHƯƠNG IV – NĂNG LƯỢNG, CÔNG, CÔNG SUẤT

**Bài tập ví dụ:**

Một con lắc đơn (Hình 26.4), biết độ dài dây treo là  $\ell = 0,6 \text{ m}$ . Đưa vật lên vị trí A hợp với phương thẳng đứng OC một góc  $\alpha_0 = 30^\circ$  rồi thả nhẹ nhàng, vật sẽ đi xuống O (vị trí thấp nhất) rồi đi đến B, sau đó quay lại và dao động cứ thế tiếp diễn. Bỏ qua tác dụng của các lực cản, lực ma sát, lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Hãy tính độ lớn vận tốc của vật tại vị trí M khi dây treo hợp với OC góc  $\alpha = 20^\circ$ .



Hình 26.4

**Giải**

Chọn mốc tính thế năng tại vị trí thấp nhất O.

Gọi cơ năng tại vị trí A, M lần lượt là  $W_A$  và  $W_M$ .

Thế năng tại vị trí A và M là:

$$W_{tA} = m \cdot g \cdot h_A = m \cdot g \cdot \ell (1 - \cos \alpha_0);$$

$$W_{tM} = m \cdot g \cdot h_M = m \cdot g \cdot \ell (1 - \cos \alpha)$$

Động năng tại vị trí A và M là:

$$W_{dA} = 0; W_{dM} = \frac{1}{2} m \cdot v_M^2$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$W_A = W_M \Leftrightarrow W_{tA} + W_{dA} = W_{tM} + W_{dM}$$

$$\Leftrightarrow m \cdot g \cdot \ell (1 - \cos \alpha_0) = m \cdot g \cdot \ell (1 - \cos \alpha) + \frac{1}{2} m \cdot v_M^2$$

$$\Leftrightarrow v_M = \sqrt{2 \cdot g \cdot \ell (\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$$

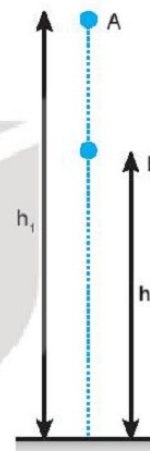
Thay số ta có:

$$v_M = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 20^\circ - \cos 30^\circ)} \approx 0,93 \text{ m/s}.$$

**EM CÓ BIẾT?**

Chúng ta cũng có thể dùng các kiến thức của bài trước để chứng minh rằng khi một vật chuyển động trong trọng trường chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì cơ năng của nó được bảo toàn.

Ví dụ: Xét sự thay đổi động năng và thế năng của một vật có khối lượng  $m$  rơi tự do từ vị trí A (độ cao  $h_1$  xuống vị trí B (độ cao  $h_2$ ) (Hình 26.5).



Hình 26.5

Trong quá trình chuyển động đó, công  $A_{AB}$  của trọng lực được xác định bởi hiệu thế năng tại A và B:

$$A_{AB} = W_{tA} - W_{tB} = m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 \quad (1)$$

Nếu trong quá trình đó, vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì công của trọng lực cũng được tính bằng độ biến thiên động năng từ A đến B:

$$A_{AB} = W_{dB} - W_{dA} = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$W_{tA} - W_{tB} = W_{dB} - W_{dA}$$

$$\Leftrightarrow W_{tA} + W_{dA} = W_{tB} + W_{dB}$$

$$\Leftrightarrow W_A = W_B$$

Với  $W_A, W_B$  lần lượt là cơ năng của vật tại A và B.



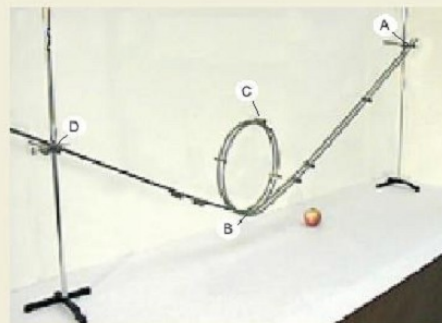
**Chế tạo mô hình minh họa định luật bảo toàn năng lượng**

**Dụng cụ:** một viên bi, hai thanh kim loại nhẵn, hai giá đỡ có vít điều chỉnh độ cao.

**Chế tạo:** Dùng hai thanh kim loại uốn thành đường ray và gắn lên giá đỡ để tạo được mô hình như Hình 23.2.

**Thí nghiệm:**

- Thả viên bi từ điểm A trên đường ray.
- Viên bi có thể chuyển động tới điểm D không? Tại sao? Làm thí nghiệm để kiểm tra.



Hình 23.2. Mô hình minh họa định luật bảo toàn năng lượng

**?**

1. Một vật được thả cho rơi tự do từ độ cao  $h = 10\text{ m}$  so với mặt đất. Bỏ qua mọi ma sát. Ở độ cao nào thì vật có động năng bằng thế năng?
2. Thả một vật có khối lượng  $m = 0,5\text{ kg}$  từ độ cao  $h_1 = 0,8\text{ m}$  so với mặt đất. Xác định động năng và thế năng của vật ở độ cao  $h_2 = 0,6\text{ m}$ . Lấy  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ .

#### EM ĐÃ HỌC

- Động năng và thế năng của vật có thể chuyển hoá qua lại lẫn nhau.
- Cơ năng của một vật là tổng của động năng và thế năng. Nếu vật chuyển động trong trọng trường chỉ chịu tác dụng bởi trọng lực thì cơ năng của nó được bảo toàn.

#### EM CÓ THỂ

1. Vận dụng định luật bảo toàn cơ năng để giải thích một số tình huống trong đời sống, kĩ thuật.
2. Giải thích được vì sao vận động viên nhảy sào có thể nhảy lên được tới hơn 6 m, trong khi đó vận động viên nhảy cao chỉ nhảy được tới hơn 2 m.



## Bài

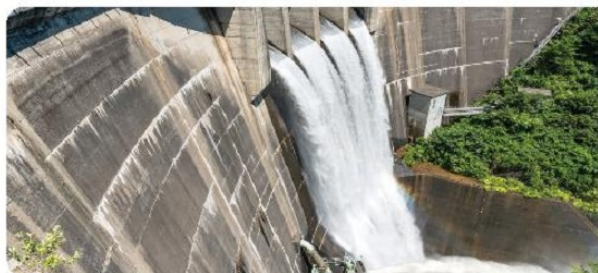
## 27

## HIỆU SUẤT



Theo em thì có thể có bao nhiêu phần trăm động năng của thác nước được nhà máy thủy điện chuyển hoá thành điện năng?

Đập nước của nhà máy thủy điện



## I. NĂNG LƯỢNG CÓ ÍCH VÀ NĂNG LƯỢNG HAO PHÍ

Chúng ta đã biết khi năng lượng được chuyển từ dạng này sang dạng khác, từ vật này sang vật khác, thì luôn có một phần bị hao phí.

Trong các động cơ nhiệt thông thường có khoảng từ 60% đến 70% năng lượng bị hao phí, trong các động cơ điện năng lượng hao phí thấp hơn, chỉ vào khoảng 10%, nhưng trong các pin mặt trời thì ngược lại, chỉ có khoảng 10% năng lượng của ánh sáng mặt trời được chuyển hoá thành điện năng, còn lại là năng lượng hao phí.



Hãy thảo luận về các vấn đề sau:

1. Xác định năng lượng có ích và năng lượng hao phí khi chơi thể thao.
2. Nếu chơi thể thao trong thời tiết lạnh thì nhiệt năng mà cơ thể toả ra có được xem là năng lượng có ích không? Vì sao?

?

1. Trong động cơ ô tô chạy bằng xăng và trong quạt điện:
  - a) Có những sự chuyển hoá năng lượng nào?
  - b) Trong số những dạng năng lượng tạo thành, dạng năng lượng nào là có ích, dạng năng lượng nào là hao phí?
2. Xác định năng lượng có ích và năng lượng hao phí trong các trường hợp dưới đây:
  - a) Acquy khi nạp điện.
  - b) Acquy khi phóng điện.
  - c) Sử dụng ròng rọc để kéo vật nặng lên cao.
  - d) Bếp từ khi đang hoạt động.

## II. HIỆU SUẤT

Để đánh giá tỉ lệ giữa năng lượng có ích và năng lượng toàn phần, người ta dùng khái niệm hiệu suất.

$$\text{Hiệu suất} = \frac{\text{Năng lượng có ích}}{\text{Năng lượng toàn phần}}$$

$$H = \frac{W_l}{W_{tp}} \cdot 100\% \quad (27.1)$$

hoặc  $H = \frac{P_l}{P_{tp}} \cdot 100\%$  với  $P_l$  là công suất có ích,  $P_{tp}$  là công suất toàn phần.



Từ công thức tính hiệu suất chung ở trên người ta có thể viết công thức tính hiệu suất cho từng trường hợp cụ thể.

Ví dụ, hiệu suất của động cơ nhiệt được viết dưới dạng:

$$H = \frac{A}{Q} \cdot 100\% \quad (27.2)$$

Trong đó, A là công cơ học mà động cơ thực hiện được, Q là nhiệt lượng mà động cơ nhận được từ nhiên liệu bị đốt cháy.

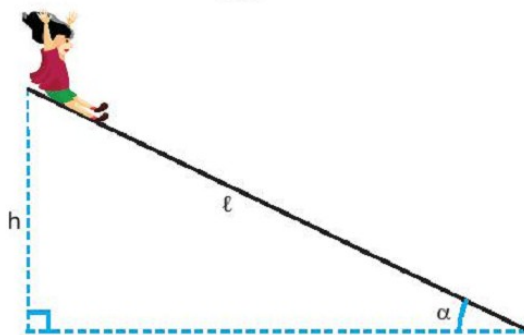
**Bảng 28.1.** Hiệu suất của một số thiết bị điện

Thiết bị	Năng lượng đầu vào	Năng lượng đầu ra có ích	Hiệu suất
Máy phát điện	Cơ năng	Điện năng	96%
Tuabin nước		Cơ năng	90%
Máy hơi nước	Hoá năng	Cơ năng	15%
Động cơ xăng		Cơ năng	35%
Tuabin hơi nước		Cơ năng	28%
Động cơ điện	Điện năng	Cơ năng	96%
Đèn dây tóc		Quang năng	7%
Đèn LED		Quang năng	95%
Bếp điện		Nhiệt năng	90%

*Bài tập ví dụ:* Một em bé nặng 20 kg chơi cầu trượt từ trạng thái đứng yên ở đỉnh cầu trượt dài 4 m, nghiêng góc  $40^\circ$  so với phương nằm ngang (Hình 28.2). Khi đến chân cầu trượt, tốc độ của em bé này là 3,2 m/s. Lấy gia tốc trọng trường là  $10 \text{ m/s}^2$ .

- Tính độ lớn lực ma sát tác dụng vào em bé này.
- Tính hiệu suất của quá trình chuyển thế năng thành động năng của em bé này.

*Giải*



Hình 27.2

- Độ lớn lực ma sát

Độ cao của đỉnh cầu trượt so với mặt đất:

$$h = l \cdot \sin \alpha = 4 \cdot \sin 40^\circ \approx 2,57 \text{ m}$$

Do có ma sát nên khi trượt, một phần thế năng của em bé được chuyển hoá thành động năng, một phần thắng công cản A của lực ma sát:

$$m \cdot g \cdot h - \frac{m \cdot v^2}{2} = A$$

Độ lớn công cản của lực ma sát:

$$A = m \cdot g \cdot h - \frac{m \cdot v^2}{2} \approx 411,6 \text{ J}$$

Từ biểu thức tính công:  $A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$

Ta có độ lớn lực ma sát:  $F = \frac{A}{l} \approx 102,9 \text{ N}$ .

- Hiệu suất

- Năng lượng toàn phần bằng thế năng của em bé ở đỉnh cầu trượt:

$$W_{\text{tp}} = m \cdot g \cdot h = 514 \text{ J}.$$