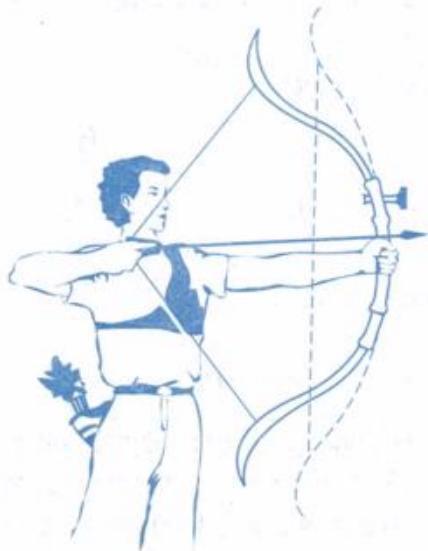




Hình 35.1 Búa máy đập cọc



Hình 35.2 Người bắn cung

1. Khái niệm thế năng

Ví dụ 1 : Ta hãy quan sát hoạt động của một búa máy trên công trường xây dựng (Hình 35.1). Quả nặng (búa) được kéo lên một độ cao nhất định so với mặt đất và thả cho rơi tự do xuống đập vào cọc bê tông và ấn nó lún xuống lòng đất. Búa được kéo càng cao thì vận tốc của búa khi chạm cọc càng lớn và làm cọc càng lún sâu hơn. Vậy quả nặng khi ở một độ cao có dự trữ một năng lượng để sinh công làm dịch chuyển cọc.

Ví dụ 2 : Một người khi giương cung đã làm cánh cung bị uốn cong (Hình 35.2). Khi người đó buông tay, mũi tên đặt trên dây cung được bắn đi. Cánh cung càng bị uốn nhiều thì mũi tên bay càng xa. Vậy cánh cung khi biến dạng đã có một năng lượng dự trữ có thể thực hiện công đưa mũi tên chuyển động và bay đi.

Dạng năng lượng nói đến trong hai ví dụ trên được gọi là *thế năng*. Nó phụ thuộc vị trí tương đối của vật so với mặt đất, hoặc phụ thuộc độ biến dạng của vật so với trạng thái chưa biến dạng.

2. Công của trọng lực

Một vật khối lượng m được coi như một chất điểm, di chuyển từ điểm B có độ cao z_B đến điểm C có độ cao z_C so với mặt đất. Ta hãy tính công do trọng lực tác dụng lên vật thực hiện trong dịch chuyển từ B đến C .

Vì quỹ đạo có dạng bất kì, nên ta chia nó thành những độ dời Δs rất nhỏ đủ để coi chúng như những

đoạn thẳng (Hình 35.3). Công nguyên tố ΔA do trọng lực P thực hiện khi vật có độ dời Δs là :

$$\Delta A = P \times \text{hình chiếu } \Delta s \text{ trên phương của } P, \text{ hay}$$

$$\Delta A = -P\Delta z$$

Công toàn phần thực hiện trên cả quãng đường từ B đến C là :

$$A_{BC} = \sum \Delta A = \sum (-P\Delta z) = -P \sum \Delta z = P(z_B - z_C)$$

$$\text{Kết quả : } A_{BC} = mg(z_B - z_C) \quad (35.1)$$

Nhận xét :

Công của trọng lực không phụ thuộc hình dạng đường đi của vật mà chỉ phụ thuộc các vị trí đầu và cuối. Lực có tính chất như thế được gọi là *lực thế* hay *lực bảo toàn*.

3. Thế năng trọng trường

Phương trình (35.1) có thể viết lại thành :

$$A_{BC} = mgz_B - mgz_C$$

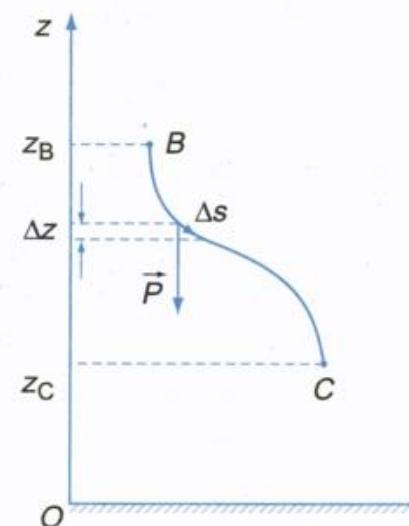
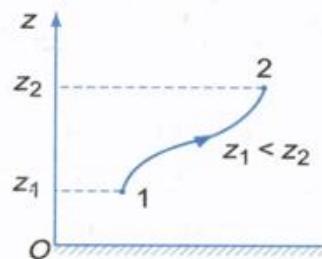
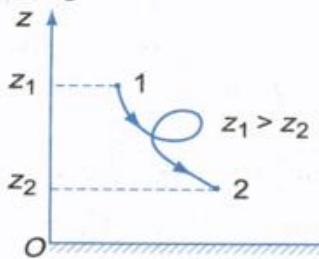
$$\text{Nếu kí hiệu } W_t = mgz \quad (35.2)$$

và gọi W_t là *thế năng của vật trong trọng trường* (gọi tắt là *thế năng trọng trường*) thì khi vật dịch chuyển từ vị trí 1 đến vị trí 2 bất kì (Hình 35.3), ta luôn luôn có :

$$A_{12} = W_{t_1} - W_{t_2} \quad (35.3)$$

Công của trọng lực bằng hiệu thế năng của vật tại vị trí đầu và tại vị trí cuối, tức là bằng độ giảm thế năng của vật.

Giống như trường hợp động năng, kết quả này thể hiện mối quan hệ : Công là số đo sự biến đổi năng lượng.



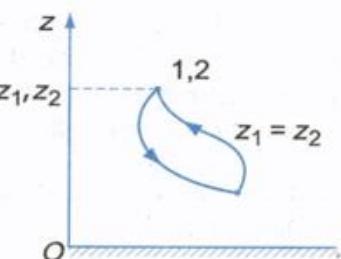
Hình 35.3 Trọng lực thực hiện công
Kí hiệu $\sum \Delta A$ để chỉ việc lấy tổng các công nguyên tố ΔA .

C1 Hãy cho biết năng lượng mà vật có khi được đặt tại một vị trí trong trọng trường của Trái Đất là năng lượng gì ?

Hình 35.4 Biến đổi của thế năng trọng trường
a)

Vật đi từ cao xuống thấp
 $A_{12} > 0$: công phát động.
Thế năng của vật giảm.

Vật đi từ thấp lên cao
 $A_{12} < 0$: công cản.
Thế năng của vật tăng.



c)

Quỹ đạo khép kín $A_{12} = 0$:
Tổng đại số công
thực hiện bằng 0.

Nếu ta chọn gốc O' khác ($OO' = a$) thì $z' = z + a$ và

$$W_t' = mgz' = mgz + mga = W_t + C$$

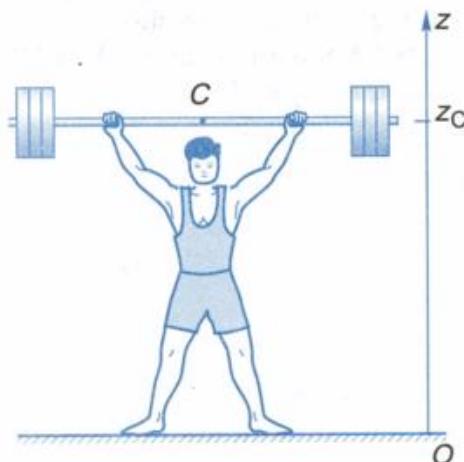
với $C = mga$ (vì a tuỳ ý nên C là một hằng số tuỳ ý).

Hằng số C không làm thay đổi độ giảm thế năng. Có thể chứng tỏ như sau :

$$\begin{aligned} A_{12}' &= W_{t_1}' - W_{t_2}' \\ &= (mgz_1 + mga) - (mgz_2 + mga) \\ &= mgz_1 - mgz_2 \\ &= W_{t_1} - W_{t_2} = A_{12} \end{aligned}$$

Như vậy độ giảm thế năng vẫn bằng A_{12} và phương trình (35.3) luôn đúng.

Ta nói : Thế năng trọng trường được xác định sai kém một hằng số cộng.



Hình 35.5 Người cử tạ

Quả tạ là một vật rắn. Nếu m là khối lượng của tạ và z_C là độ cao của trọng tâm của nó đối với mặt đất thì thế năng của tạ trong trọng trường là mgz_C .

C2 Tìm sự khác nhau giữa động năng và thế năng.

- Từ biểu thức của thế năng trọng trường trong (35.2), ta thấy giá trị thế năng của vật phụ thuộc việc chọn gốc toạ độ O tại đó thế năng coi bằng 0 và vị trí này được gọi là *mức không* của thế năng. Mức không được chọn khác nhau tùy trường hợp cụ thể, sao cho việc giải bài toán được đơn giản nhất.

- Vật ở trong trọng trường, tức là chịu tác dụng lực hấp dẫn của Trái Đất, có thế năng $W_t = mgz$ như đã nói ở trên. Trái Đất cũng chịu lực hấp dẫn của vật (có độ lớn bằng mg), nhưng khối lượng của Trái Đất rất lớn so với m nên khi vật bị hút lại gần Trái Đất thì Trái Đất coi như vẫn đứng yên. Thế năng của Trái Đất không đổi, coi như bằng 0. Do đó, thế năng của hệ vật – Trái Đất cũng bằng thế năng $W_t = mgz$ của vật.

- Ngoài Trái Đất, mọi thiên thể trong vũ trụ đều hút lẫn nhau với lực vạn vật hấp dẫn (bài 17), do đó cũng tồn tại năng lượng dưới dạng thế năng và gọi chung là *thế năng hấp dẫn*. Thế năng trọng trường chỉ là trường hợp riêng của thế năng hấp dẫn.

- Đơn vị thế năng trong hệ SI cũng là jun (J), giống như công.

4. Lực thế và thế năng

Ở trên đã nói trọng lực là lực thế. Ngoài ra còn lực vạn vật hấp dẫn, lực đàn hồi, lực tĩnh điện... cũng đều là lực thế. Lực ma sát không phải là lực thế vì công của nó phụ thuộc hình dạng đường đi.

Khái niệm thế năng luôn gắn với lực thế, vì chỉ có lực thế tác dụng lên một vật mới tạo cho vật có thế năng. **Thế năng là năng lượng của một hệ có được do tương tác giữa các phần của hệ** (ví dụ Trái Đất và vật) thông qua lực thế. Thế năng phụ thuộc vị trí tương đối của các phần ấy.

CÂU HỎI

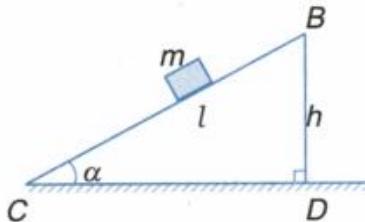
- Hãy nêu các đặc điểm của thế năng. Giữa động năng và thế năng có gì khác nhau?
- Định nghĩa lực thế. Thế năng liên quan đến lực thế như thế nào?
- Viết biểu thức của thế năng trọng trường. Nếu thế năng được xác định sai kém một hằng số cộng tùy ý thì độ giảm thế năng có bằng công của trọng lực không?
- Giải thích ý nghĩa hệ thức:

$$A_{12} = W_{t_1} - W_{t_2}$$

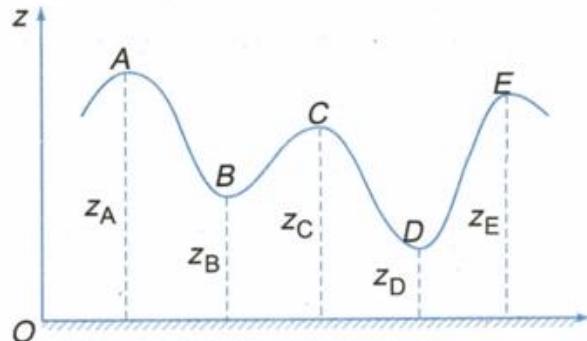
BÀI TẬP

1. Chọn câu sai.

- Thế năng của một vật tại một vị trí trong trọng trường phụ thuộc cả vào vận tốc của nó tại vị trí đó.
 - Công dương do trọng lực thực hiện bằng độ giảm thế năng của vật trong trọng trường.
 - Thế năng được xác định sai kém một hằng số cộng, nhưng hằng số này không làm thay đổi độ giảm thế năng khi trọng lực thực hiện công.
 - Thế năng của một vật trong trọng trường thực chất cũng là thế năng của hệ kín gồm vật và Trái Đất.
- Dưới tác dụng của trọng lực, một vật có khối lượng m trượt không ma sát từ trạng thái nghỉ trên một mặt phẳng nghiêng có chiều dài $BC = l$ và độ cao $BD = h$ (Hình 35.6). Hãy tính công do trọng lực thực hiện khi vật di chuyển từ B đến C và chứng tỏ công này chỉ phụ thuộc sự chênh lệch độ cao giữa hai điểm B và C .



Hình 35.6



Hình 35.7

- Trong công viên giải trí, một xe có khối lượng $m = 80 \text{ kg}$ chạy trên đường ray có mặt cắt như trên Hình 35.7. Độ cao của các điểm A, B, C, D, E được tính đối với mặt đất và có các giá trị: $z_A = 20 \text{ m}, z_B = 10 \text{ m}, z_C = 15 \text{ m}, z_D = 5 \text{ m}, z_E = 18 \text{ m}$.

Tính độ biến thiên thế năng của xe trong trọng trường khi nó di chuyển :

- a) Từ A đến B.
- b) Từ B đến C.
- c) Từ A đến D.
- d) Từ A đến E.

Hãy cho biết công mà trọng lực thực hiện trong mỗi quá trình đó là dương hay âm.

4. Một cần cẩu nâng một container có khối lượng 3 000 kg từ mặt đất lên độ cao 2 m (tính theo di chuyển của trọng tâm của container), sau đó đổi hướng và hạ nó xuống sàn một ô tô tải ở độ cao cách mặt đất 1,2 m (Hình 35.8).
- a) Tìm thế năng của container trong trọng trường khi nó ở độ cao 2 m. Tính công của lực phát động (lực căng của dây cáp) để nâng nó lên độ cao này.
 - b) Tìm độ biến thiên thế năng khi container hạ từ độ cao 2 m xuống sàn ô tô. Công của trọng lực có phụ thuộc cách di chuyển container giữa hai vị trí đó hay không ? Tại sao ?
5. Một buồng cáp treo chở người với khối lượng tổng cộng 800 kg đi từ vị trí xuất phát cách mặt đất 10 m tới một trạm dừng trên núi ở độ cao 550 m, sau đó lại đi tiếp tới một trạm khác ở độ cao 1 300 m.
- a) Tìm thế năng trọng trường của vật tại vị trí xuất phát và tại các trạm dừng.
 - Lấy mặt đất làm mức không.
 - Lấy trạm dừng thứ nhất làm mức không.
 - b) Tính công do trọng lực thực hiện khi buồng cáp treo di chuyển :
 - Từ vị trí xuất phát tới trạm dừng thứ nhất.
 - Từ trạm dừng thứ nhất tới trạm dừng tiếp theo.
- Công này có phụ thuộc việc chọn mức không như ở câu a) không ?



Hình 35.8