

35 THẾ NĂNG

THẾ NĂNG TRỌNG TRƯỜNG

Bài này dạy trong một tiết, việc trình bày công của trọng lực được coi là điểm xuất phát để xây dựng khái niệm thế năng trọng trường.

I – Mục tiêu

– Nắm vững cách tính công do trọng lực thực hiện khi vật dịch chuyển, từ đó suy ra biểu thức của thế năng trọng trường.

– Nắm vững mối quan hệ : công của trọng lực bằng độ giảm thế năng

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

– Biết được thế năng trong cơ học là dạng năng lượng của một vật chỉ phụ thuộc vị trí tương đối giữa vật với Trái Đất, hoặc phụ thuộc độ biến

dạng của vật so với trạng thái chưa biến dạng ban đầu. Từ đó phân biệt hai dạng năng lượng động năng và thế năng, hiểu rõ rằng thế năng luôn gắn với tác dụng của lực thế.

– Vận dụng được công thức xác định thế năng, trong đó phân biệt :

+ Công của trọng lực luôn làm giảm thế năng. Khi thế năng tăng tức là trọng lực đã thực hiện một công âm, bằng và ngược dấu với công dương của ngoại lực.

+ Thế năng tại mỗi vị trí có thể có giá trị khác nhau tùy theo cách chọn gốc toạ độ. Từ đó nắm vững tính tương đối của thế năng và biết chọn mức không của thế năng cho phù hợp trong việc giải các bài toán có liên quan đến thế năng.

II – Chuẩn bị

Học sinh

Ôn lại về lực hấp dẫn, trọng lực và khái niệm trọng trường (bài 17).

III – Những điều cần lưu ý

1. SGK trình bày cách tính công của trọng lực ngay trong trường hợp tổng quát. Trong cách chứng minh, cần lưu ý những điểm sau :

– Đường đi có thể có dạng bất kì vì khi chia nhỏ, mỗi độ dời Δs trở thành một đoạn thẳng và chiếu lên trục z thành độ dời Δz cùng phương với trọng lực \vec{P} .

– Công nguyên tố $\Delta A = -P\Delta z$ trong đó P là độ lớn của trọng lực, Δz là giá trị đại số của hình chiếu của độ dời trên trục Oz . Từ Hình 35.3 SGK có thể thấy nếu vật dịch chuyển từ cao xuống thấp thì công $\Delta A > 0$ vì góc hợp bởi \vec{P} và $\Delta \vec{s}$ là góc nhọn. Ngược lại, nếu vật dịch chuyển từ thấp lên cao thì $\Delta A < 0$ vì góc hợp bởi \vec{P} và $\Delta \vec{s}$ là góc tù.

– Kết quả là, khi cộng tất cả các công nguyên tố, ta tính được công toàn phần do trọng lực thực hiện khi vật dịch chuyển từ vị trí đầu đến vị trí cuối (B và C) bất kì. Công này không phụ thuộc hình dạng đường đi, mà chỉ phụ thuộc vị trí điểm đầu và điểm cuối của đường đi.

$$A_{BC} = -mg(z_C - z_B) = mgz_B - mgz_C$$

Công thức này phù hợp với lập luận đã nêu ở trên đối với công nguyên tố.

– Từ công thức tính công của trọng lực, ta có thể định nghĩa thế năng bằng công thức :

$$W_t = mgz$$

và có kết luận công của trọng lực bằng độ giảm thế năng của vật trong trọng trường :

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

Hình 35.4 SGK minh hoạ các trường hợp khác nhau của công A_{12} của trọng lực.

2. Thế năng trọng trường của một vật phụ thuộc vị trí tương đối giữa vật và Trái Đất và được xác định sai kém một hằng số cộng. Tuy nhiên, công của trọng lực đo bằng hiệu thế năng thì không phụ thuộc hằng số này (xem SGK). Nhưng khi xác định thế năng tại một vị trí thì cần chọn mức không của thế năng (tương ứng với chọn gốc toạ độ) sao cho đơn giản trong tính toán. Thực chất phải nói thế năng của hệ vật - Trái Đất, nhưng vì khi vật dịch chuyển dưới tác dụng của trọng lực thì Trái Đất coi như đứng yên do khối lượng vô cùng lớn, nên thế năng của Trái Đất không thay đổi và thế năng của cả hệ chỉ là thế năng của vật.

3. SGK mới chọn cách trình bày công của trọng lực trực tiếp dẫn đến công thức của thế năng trọng trường để thống nhất trong lập luận, vì bản chất của khái niệm thế năng trọng trường gắn liền với công do trọng lực thực hiện. Vì thế, việc dạy thế năng thành một bài riêng sau khi đã học động năng là hợp lí hơn.

4. SGK mới dùng thuật ngữ thế năng trọng trường thay cho thế năng của vật nặng. Do đó GV nên nhắc lại cho HS về khái niệm trường lực đã nói ở bài 17. Mở rộng, ngoài trọng trường có thể nói về trường hấp dẫn vũ trụ, điện trường.

Từ đó nhấn mạnh đến tính chất của lực thế : chỉ trong trường lực thế, tức là thông qua tác dụng của lực thế, vật mới có thế năng. Khái niệm thế năng luôn gắn với lực thế.

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

Nội dung trọng tâm của bài là phân tích công của trọng lực. Công này được tính ngay trong trường hợp tổng quát, tức là đường đi của vật chuyển dời trong trọng trường có dạng bất kì. GV có thể thực hiện các trình tự như sau :

1. Giải thích về công nguyên tố, được dùng khi lực tác dụng thay đổi và đường đi có dạng bất kì. Trong trường hợp của bài, vì trọng lực là không đổi và công toàn phần thực hiện trên cả quãng đường bằng tổng các công nguyên tố, nên ta được kết quả (xem Hình 35.3 SGK) :

$$A_{12} = mg(z_1 - z_2)$$

2. Vì công là số đo của biến đổi năng lượng, do đó đại lượng mgz có thứ nguyên là năng lượng và được gọi là thế năng trọng trường (thế năng của vật trong trọng trường).

3. Công thức $W_t = mgz$ là tổng quát nhất với ý nghĩa z là tọa độ theo trục thẳng đứng (có chiều dương hướng lên trên) so với một điểm gốc O tùy ý chọn, ví dụ trên mặt đất. Vì thế, về nguyên tắc, thế năng trọng trường của vật tại một vị trí có thể dương hoặc âm tùy theo gốc tọa độ đã chọn, tại đó được quy ước là mức không của thế năng (vì $z = 0$). Theo thói quen, HS thường dùng công thức $W_t = mgh$, tuy không sai, nhưng dễ gây hiểu nhầm là thế năng luôn dương (h là số dương). GV nên giải thích rõ cho HS về chi tiết này.

Thế năng được xác định sai kém một hằng số tùy theo sự chọn gốc tọa độ, nhưng công do trọng lực thực hiện khi vật di chuyển từ vị trí 1 đến vị trí 2 bất kì trong trọng trường thì hoàn toàn xác định :

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

Đây là nội dung quan trọng nhất mà GV cần nhấn mạnh để HS nắm vững.

4. Cuối cùng, GV kết luận tổng quát về lực thế và thế năng. Hai khái niệm này luôn gắn với nhau : chỉ khi các phần tử trong hệ (vật - Trái Đất) tương tác thông qua lực thế (trọng lực) thì vật mới có thế năng.

C2 Động năng chỉ phụ thuộc khối lượng và vận tốc của vật mà không liên quan đến tính chất của lực tác dụng. Thế năng, trái lại, chỉ phụ thuộc vị trí tương đối giữa các phần của hệ với điều kiện lực tương tác trong hệ phải là lực thế.

V – Hướng dẫn giải bài tập

1. A sai.

$$2. A = P \sin \alpha \cdot BC = Pl \sin \alpha = Pl \frac{h}{l} = Ph.$$

$$3. a) mg(z_A - z_B) = 80.9,8.10 = 7\,840 \text{ J.}$$

$$b) mg(z_B - z_C) = -80.9,8.5 = -3\,920 \text{ J.}$$

$$c) mg(z_A - z_D) = 80.9,8.15 = 11\,760 \text{ J.}$$

$$d) mg(z_A - z_E) = 80.9,8.2 = 1\,568 \text{ J.}$$

4. Chọn mức không của thế năng tại mặt đất.

a) $W_t = 3\,000 \cdot 9,8 \cdot 2 = 58\,800 \text{ J} =$ công của lực căng của dây cáp.

b) $A_{12} = W_{t_1} - W_{t_2} = mg(h_1 - h_2) = 3\,000 \cdot 9,8(2 - 1,2) = 23\,520 \text{ J}.$

5. Chọn trục toạ độ là trục z , chiều hướng từ dưới lên trên.

a) Công thức của thế năng trọng trường $W_t = mgz$.

– Lấy mặt đất làm mức không :

Vị trí xuất phát có toạ độ $z_0 = 10 \text{ m}$: $W_{t_0} = 8\,000 \cdot 10 = 8 \cdot 10^4 \text{ J}.$

Trạm dừng thứ nhất có toạ độ $z_1 = 550 \text{ m}$: $W_{t_1} = 8\,000 \cdot 550 = 44 \cdot 10^5 \text{ J}.$

Trạm dừng thứ hai có toạ độ $z_2 = 1\,300 \text{ m}$: $W_{t_2} = 8\,000 \cdot 1\,300 = 104 \cdot 10^5 \text{ J}.$

– Lấy trạm dừng thứ nhất làm mức không :

Vị trí xuất phát có toạ độ $z'_0 = -540 \text{ m}$: $W'_{t_0} = 8\,000 \cdot (-540) = -432 \cdot 10^4 \text{ J}.$

Trạm dừng thứ nhất có toạ độ $z'_1 = 0$: $W'_{t_1} = 0.$

Trạm dừng thứ hai có toạ độ $z'_2 = 750 \text{ m}$: $W'_{t_2} = 8\,000 \cdot 750 = 60 \cdot 10^5 \text{ J}.$

b) Công do trọng lực thực hiện :

– Khi buông cáp treo di chuyển từ vị trí xuất phát tới trạm dừng thứ nhất :

$$A_{01} = mg(z_0 - z_1) = 8\,000 \cdot (-540) = -432 \cdot 10^4 \text{ J} = W_{t_0} - W_{t_1}$$

– Khi buông cáp treo di chuyển từ trạm dừng thứ nhất đến trạm dừng thứ hai :

$$A_{12} = mg(z_1 - z_2) = 8\,000 \cdot (-750) = -60 \cdot 10^5 \text{ J} = W_{t_1} - W_{t_2}$$

Các công này có giá trị không phụ thuộc việc chọn mức không. Cụ thể :

$$W'_{t_0} - W'_{t_1} = -432 \cdot 10^4 - 0 = -432 \cdot 10^4 \text{ J} = W_{t_0} - W_{t_1}$$

$$W'_{t_1} - W'_{t_2} = 0 - 60 \cdot 10^5 = -60 \cdot 10^5 \text{ J} = W_{t_1} - W_{t_2}$$

Các công của trọng lực tính ở trên đều có giá trị âm vì vật chuyển dời từ thấp lên cao.