

## BÀI 26 – 27

26-27.1. a) B; b) A.

Chọn chiều dương là chiều từ dưới thấp lên cao. Thế năng của vật trong trọng trường được tính theo công thức :  $W_t = mgz$ , với  $m$  là khối lượng của vật,  $z$  là độ cao tính từ gốc thế năng đã chọn.

a) Khi chọn mặt đường làm gốc tính thế năng ( $W_t = 0$ ), ta có :

$$W_{t1}(M) = mgz_{M1} = 50.10.300 = 150 \text{ kJ}$$

$$W_{t2}(N) = mgz_{N2} = 50.10.(-30) = -15 \text{ kJ}$$

b) Khi chọn đáy vực làm gốc tính thế năng ( $W_t = 0$ ), ta có :

$$W_{t2}(M) = mgz_{M2} = 50.10.330 = 165 \text{ kJ}$$

$$W_{t2}(N) = mgz_{N2} = 50.10.0 = 0 \text{ kJ}$$

26-27.2. D.

Áp dụng công thức về độ giảm thế năng :

$$W_t(M) - W_t(N) = A_{MN}$$

với  $W_t(M) = mgz_M$  và  $W_t(N) = mgz_N$  là thế năng của vật tại các vị trí M và N so với mặt đất, còn  $A_{MN}$  là công của trọng lực làm vật di chuyển từ vị trí M đến vị trí N. Từ đó suy ra :

$$A_{MN} = mg(h_M - h_N) = 400.10.(25 - 10) = 60 \text{ kJ}$$

26-27.3. B.

Khi được ném thẳng đứng lên cao thì vật chuyển động chậm dần đều với gia tốc  $g$  và vận tốc :  $v = gt + v_0$ .

Tại vị trí cao nhất, vật có vận tốc  $v = 0$ , nên khoảng thời gian để vật chuyển động tới vị trí cao nhất sẽ bằng :

$$t_m = -\frac{v_0}{g} = -\frac{2}{-10} = 0,2 \text{ s}$$

Từ đó suy ra độ cao nhất mà vật đạt tới :

$$z_{\max} = \frac{gt_m^2}{2} + v_0 t_m + z_0$$

Thay số, ta được :  $z_{\max} \approx \frac{-10.(0,2)^2}{2} + 2.0,20 + 5 \approx 5,2 \text{ m}$

Như vậy, cơ năng của vật tại vị trí cao nhất có giá trị bằng :

$$W = W_d + W_t = \frac{mv^2}{2} + mgz_{\max} = 0 + 200.10^{-3}.10.5,2 \approx 10,4 \text{ J}$$

#### 26-27.4. A.

Thế năng đàn hồi của lò xo khi lò xo bị nén :

$$W_t = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 = \frac{1}{2}.250.(2.10^{-2})^2 = 50.10^{-3} \text{ J} = 50 \text{ mJ}$$

**26-27.5.** Cơ năng của một vật chuyển động trong trọng trường bằng tổng động năng và thế năng của vật trong trọng trường :

$$W = W_d + W_t = \frac{mv^2}{2} + mgz$$

– Khi vận động viên đứng trên cầu ( $v_0 = 0, z_0 = h = 10 \text{ m}$ ), nên :  $W_1 = mgh$ .

– Ngay trước khi chạm mặt nước ( $z = 0$ ), nên :  $W_2 = \frac{mv^2}{2}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng đối với chuyển động nhảy cầu của vận động viên bơi lội, ta có :

$$W_2 = W_1 \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgh$$

suy ra vận tốc của vận động viên này ngay trước khi chạm mặt nước :

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2.10.10} \approx 14 \text{ m/s}$$

**26-27.6.** Chọn mặt đất làm gốc tính thế năng, chiều từ mặt đất lên cao là chiều dương. Trường hợp này, vật chuyển động chậm dần đều từ độ cao  $z_0$  với gia tốc  $g$  và vận tốc đầu  $v_0$ , nên vận tốc  $v$  và độ cao  $z$  của vật sau khoảng thời gian  $t$  được tính theo các công thức :

$$v = gt + v_0 = -10.0,5 + 10 = 5 \text{ m/s}$$

$$z = \frac{gt^2}{2} + v_0t + z_0 = \frac{-10.(0,5)^2}{2} + 10.0,5 + 5 = 11,25 \text{ m}$$

Từ đó suy ra cơ năng của vật tại vị trí có vận tốc  $v$  và độ cao  $z$  :

$$W = W_d + W_t = \frac{mv^2}{2} + mgz = m \left( \frac{v^2}{2} + gz \right)$$

Thay số, ta tìm được :  $W \approx 100 \cdot 10^{-3} \cdot \left[ \frac{5^2}{2} + 10 \cdot 11,25 \right] = 12,5 \text{ kJ}$ .

**26-27.7.** Chọn mặt đất làm gốc tính thế năng ( $W_t = 0$ ), chiều chuyển động của vật trên mặt dốc là chiều dương. Do chịu tác dụng của lực ma sát (ngoại lực không phải là lực thế), nên cơ năng của vật không bảo toàn. Trong trường hợp này, độ biến thiên cơ năng của vật có giá trị bằng công của lực ma sát :

$$W_2 - W_1 = \left( \frac{mv^2}{2} + mgz \right) - \left( \frac{mv_0^2}{2} + mgz_0 \right) = A_{ms}$$

Thay số :  $v_0 = 0$ ,  $z_0 = 20 \text{ m}$ ,  $v = 15 \text{ m/s}$  và  $z = 0$ , ta tìm được :

$$A_{ms} = m \left( \frac{v^2}{2} - gz_0 \right) = 10 \cdot \left[ \frac{(15)^2}{2} - 10 \cdot 20 \right] = -875 \text{ J}$$

**26-27.8.** Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng đối với hai trường hợp chuyển động của vật :

– Khi vật rơi tự do từ độ cao  $h_1$  xuống chạm đất :  $mgh_1 = \frac{mv_1^2}{2}$ ,

trong đó  $v_1$  là vận tốc của vật ngay trước khi chạm đất :

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \approx \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} \approx 20 \text{ m/s}$$

– Khi vật bị nảy lên với vận tốc  $v_2$ , ta có :

$$mgh_2 = \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh_2}$$

So sánh  $v_1$  và  $v_2$ , ta tìm được độ cao  $h_2$  mà vật đạt được sau khi chạm đất :

$$\frac{h_2}{h_1} = \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^2 \Rightarrow h_2 = 20 \cdot \left( \frac{30}{20} \right)^2 = 45 \text{ m}.$$

**26-27.9.** Hệ vật gồm hòn đá và Trái Đất. Chọn mặt đất làm gốc tính thế năng, chiều từ mặt đất lên cao là chiều dương. Do chịu tác dụng của lực cản của không khí (ngoại lực), nên hệ vật ta xét không cô lập. Trong trường hợp này, độ biến thiên cơ năng của hệ vật có giá trị bằng công của lực cản :

$$W_2 - W_1 = \left( \frac{mv^2}{2} + mgz \right) - \left( \frac{mv_0^2}{2} + mgz_0 \right) = A_c$$

suy ra :  $A_c = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2) - mgz_0$

Thay  $v_0 = 18 \text{ m/s}$ ,  $z_0 = 20 \text{ m}$ ,  $v = 20 \text{ m/s}$  và  $z = 0$ , ta tìm được :

$$A_c = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot [(20)^2 - (18)^2] - 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 20 = -8,1 \text{ J}$$

**26-27.10.** Hệ vật "Quả cầu – Lò xo – Trái Đất" là hệ cô lập, do không chịu tác dụng các ngoại lực (lực ma sát, lực cản), chỉ có các nội lực tương tác (trọng lực, phản lực, lực đàn hồi), nên cơ năng của hệ vật bảo toàn.

Chọn vị trí cân bằng của hệ vật làm gốc tính thế năng đàn hồi, chiều lò xo bị kéo dãn là chiều dương.

– Tại vị trí ban đầu : quả cầu có vận tốc  $v_0 = 0$  và lò xo bị kéo dãn một đoạn

$\Delta l_0 > 0 \text{ cm}$ , nên cơ năng của hệ vật :  $W_0 = \frac{k(\Delta l_0)^2}{2}$ .

– Tại vị trí cân bằng : quả cầu có vận tốc  $v \neq 0$  và lò xo không bị biến dạng

( $\Delta l = 0$ ), nên cơ năng của hệ vật :  $W = \frac{mv^2}{2}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho chuyển động của hệ vật :

$$W = W_0 \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{k(\Delta l_0)^2}{2}$$

Suy ra vận tốc của quả cầu khi nó về tới vị trí cân bằng :

$$v = \Delta l_0 \sqrt{\frac{k}{m}} = 3 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{100}{40 \cdot 10^{-3}}} = 1,5 \text{ m/s}$$

**26-27.11\*.** Áp dụng công thức về độ biến thiên cơ năng :

$$W - W_0 = A$$

với  $W_0$  và  $W$  là cơ năng tại vị trí đầu và vị trí cuối của vật chuyển động, còn  $A$  là công của ngoại lực tác dụng lên vật. Trong trường hợp ô tô chuyển động trên mặt đường, ngoại lực tác dụng lên ô tô chính là lực ma sát  $F_{ms} = \mu N$ . Gọi  $h_A$  là độ cao của đỉnh dốc  $A$  và  $\alpha$  là góc nghiêng của mặt dốc. Khi đó :

$$\sin \alpha = \frac{h_A}{AB} = \frac{30}{100} = 0,3 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - (\sin \alpha)^2} \approx 0,95$$

a) Chọn mặt đường phẳng ngang làm mốc thế năng ( $W_t = 0$ ), ta có :

$$\text{– Trên đoạn đường dốc } AB : W_B - W_A = A_{ms1} = -F_{ms1} \overline{AB}$$

$$\text{hay } \frac{mv_B^2}{2} - mgh_A = -\mu mg \cos \alpha \overline{AB}$$

$$\text{– Trên đoạn đường ngang } BC : W_C - W_B = A_{ms2} = -F_{ms2} \overline{BC}$$

$$\text{hay } -\frac{mv_B^2}{2} = -\mu mg \overline{BC}$$

$$\text{Cộng hai phương trình, ta được : } -mgh_A = -\mu mg(\cos \alpha \overline{AB} + \overline{BC})$$

$$\text{suy ra hệ số ma sát : } \mu = \frac{h_A}{\cos \alpha \overline{AB} + \overline{BC}} = \frac{30}{0,95 \cdot 100 + 35} \approx 0,23$$

b) Động năng của ô tô tại chân dốc  $B$  :

$$W_{dB} = \frac{mv_B^2}{2} = \mu mg \overline{BC} = 0,23 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 35 = 80,5 \text{ kJ}$$

c) Công của lực ma sát trên cả đoạn đường  $ABC$  :

$$A_{ms} = A_{ms1} + A_{ms2} = -mgh_A \approx -1000 \cdot 10 \cdot 30 = 300 \text{ kJ}$$

**26.12\*.** Hệ vật ta xét gồm "Quả cầu – Lò xo – Trái Đất" là hệ cô lập. Lập luận tương tự Bài 26.10 và áp dụng định luật bảo toàn cơ năng.

Cơ năng  $W$  của hệ vật này có giá trị bằng tổng của động năng ( $W_d$ ), thế năng trọng trường ( $W_t$ ) và thế năng đàn hồi ( $W_{dh}$ ) :

$$W = W_d + W_t + W_{dh}$$

Chọn gốc toạ độ là vị trí cân bằng của hệ vật (quả cầu đứng yên) và chiều dương là chiều lò xo bị kéo dãn. Do đó ta có :

– Tại vị trí ban đầu : hệ vật có  $W_d = 0$  ( $v_0 = 0$ ), lò xo bị dãn một đoạn  $\Delta l$  so với vị trí cân bằng, nên  $W_t \neq 0$ ,  $W_{dh} \neq 0$  và cơ năng của hệ vật bằng :

$$W_0 = 0 + mg\Delta l + \frac{k(\Delta l + \Delta l_0)^2}{2}$$

– Khi về tới vị trí cân bằng : quả cầu có  $W_d \neq 0$  ( $v \neq 0$ ) và  $W_t = 0$  (trùng với gốc tính thế năng đàn hồi), đồng thời lò xo bị dãn một đoạn  $\Delta l_0$ , nên cơ năng của hệ vật bằng :

$$W = \frac{mv^2}{2} + 0 + \frac{k(\Delta l_0)^2}{2} \quad W = \frac{mv^2}{2} + 0 + \frac{k(\Delta l_0)^2}{2}$$

*Chú ý :* Hệ vật này được treo thẳng đứng nên tại vị trí cân bằng của nó, lò xo đã bị dãn một đoạn  $\Delta l_0$  thoả mãn điều kiện :

$$mg + k\Delta l_0 = 0 \Rightarrow mg = -k\Delta l_0$$

với  $P = mg$  là trọng lực và  $F_{dh} = k\Delta l$  là lực đàn hồi tác dụng lên hệ vật.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho hệ vật, ta có :

$$\begin{aligned} W &= W_0 \Rightarrow mg\Delta l + \frac{k(\Delta l + \Delta l_0)^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{k(\Delta l_0)^2}{2} \\ \Rightarrow mg\Delta l + \frac{k(\Delta l)^2}{2} + \frac{k\Delta l\Delta l_0}{2} + \frac{k(\Delta l_0)^2}{2} &= \frac{mv^2}{2} + \frac{k(\Delta l_0)^2}{2} \end{aligned}$$

Vì  $mg = -k\Delta l_0$ , nên sau khi rút gọn hai vế của phương trình, ta được :

$$\frac{k(\Delta l)^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

Từ đó suy ra vận tốc của quả cầu khi nó về tới vị trí cân bằng :

$$v = \Delta l \sqrt{\frac{k}{m}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{200}{80 \cdot 10^{-3}}} = 2,5 \text{ m/s}$$