

## BÀI TẬP CUỐI CHƯƠNG IV

**IV.1. B.** Áp dụng công thức về độ biến thiên động lượng :

$$m\Delta v = m(v - v_0) = \bar{F}\Delta t$$

suy ra độ lớn trung bình của lực đẩy :

$$\bar{F} = \frac{mv}{\Delta t} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 865}{0,001} = 8650 \text{ N}$$

**IV.2. C.** Áp dụng công thức về độ biến thiên động lượng :

$$m\vec{\Delta v} = m(\vec{v}' - \vec{v}) = \vec{F}\Delta t$$

Chọn chiều dương là chiều của lực  $\vec{F}$  do bức tường tác dụng vào quả bóng. Vì các vận tốc  $\vec{v}$  và  $\vec{v}'$  của quả bóng trước và sau va đập có cùng độ lớn, nhưng hướng ngược nhau, nên  $v = -v' < 0$ . Do đó, ta tìm được :

$$mv' - mv = 2mv' = F\Delta t$$

suy ra :  $F = \frac{2mv'}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 2,5}{0,1} = 20 \text{ N}$

**IV.3. A.** Vì vật rơi nhanh dần đều từ độ cao  $h = 15 \text{ m}$  xuống đất với vận tốc đầu  $v_0 = 5 \text{ m/s}$  và gia tốc  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ , nên ta có phương trình :

$$v^2 - v_0^2 = 2gh$$

Suy ra vận tốc của vật ngay trước khi chạm đất bằng :

$$v = \sqrt{2gh + v_0^2} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 15 + 5^2} \approx 18 \text{ m/s}$$

Áp dụng công thức về độ biến thiên động năng :

$$\frac{mv'^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = A = -F_c s$$

Thay  $v \approx 18 \text{ m/s}$ ,  $v' = 0$ ,  $s = 5 \text{ cm}$ , ta tìm được lực cản trung bình của đất tác dụng lên vật :

$$F_c = \frac{mv^2}{2s} \approx \frac{200 \cdot 10^{-3} \cdot (18)^2}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-2}} \approx 648 \text{ N}$$

**IV.4.** a) Gia tốc của vật :  $a = \frac{F}{m} = \frac{5,0}{10} = 0,5 \text{ m/s}^2$ .

Quãng đường vật dịch chuyển :  $s = \frac{at^2}{2} = \frac{0,5t^2}{2} = 0,25t^2$

Công của lực thực hiện :  $A = Fs$ .

– Trong giây thứ nhất (từ 0 đến 1 s) :

$$s_1 = 0,25t_1^2 = 0,25.(1^2 - 0) = 0,25 \text{ m.}$$

suy ra :  $A_1 = Fs_1 = 5.0,25 = 1,25 \text{ J.}$

– Trong giây thứ hai (từ 1 s đến 2 s) :

$$s_2 = 0,25.(t_2^2 - t_1^2) = 0,25.(2^2 - 1^2)^2 = 0,75 \text{ m}$$

suy ra :  $A_2 = Fs_2 = 5.0,75 = 3,75 \text{ J.}$

– Trong giây thứ ba (từ 2 s đến 3 s) :

$$s_3 = 0,25.(t_3^2 - t_2^2) = 0,25.(3^2 - 2^2)^2 = 1,25 \text{ m}$$

suy ra :  $A_3 = Fs_3 = 5.1,25 = 6,25 \text{ J.}$

b) Công suất tức thời của lực :  $\mathcal{P} = Fv$ .

Tại giây thứ tư ( $t = 4 \text{ s}$ ) :  $v = at = 0,2.4 = 0,8 \text{ m/s.}$

Suy ra :  $\mathcal{P} = Fv = 5.0,8 = 4 \text{ W.}$

**IV.5.** Áp dụng công thức về độ biến thiên động năng :

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A$$

Thay  $v = 0$  và  $A = -F_{ms}s$ , ta tìm được :  $s = \frac{mv_0^2}{2F_{ms}}$ .

Vì  $F_{ms}$  và  $m$  không thay đổi, nên  $s$  tỉ lệ với  $v_0^2$ , tức là :

$$\frac{s_2}{s_1} = \left( \frac{v_{02}}{v_{01}} \right)^2 \Rightarrow s_2 = 4 \cdot \left( \frac{90}{30} \right)^2 = 36 \text{ m}$$

**IV.6.** a) Vật nặng chịu lực căng  $\vec{T}$  (ngoại lực) tác dụng, chuyển động từ mặt đất lên tới độ cao  $h = 10$  m và đạt được vận tốc  $v = 0,5$  m. Trong trường hợp này, độ biến thiên cơ năng của vật có giá trị bằng công do ngoại lực thực hiện, nên ta có :

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = Th$$

suy ra lực căng của sợi dây cáp :

$$T = m \left( \frac{v^2}{2h} + g \right) \approx 500 \cdot \left[ \frac{(0,60)^2}{2 \cdot 4,5} + 9,8 \right] = 4920 \text{ N}$$

b) Nếu dây cáp chịu được lực căng tối đa  $T_{\max} = 6000 \text{ N} > 4920 \text{ N}$ , thì ở cùng độ cao nêu trên vật có thể đạt được vận tốc tối đa  $v_{\max}$  sao cho :

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} + mgh = T_{\max}h$$

Suy ra :

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2h}{m}(T_{\max} - mg)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,5}{500}(6000 - 500 \cdot 9,8)} \approx 14 \text{ m/s.}$$

**IV.7.** Hệ hai vật  $m_1$  và  $m_2$  chuyển động trong trọng trường, chỉ chịu tác dụng của trọng lực, nên cơ năng của hệ vật bảo toàn.

Vật  $m_1$  có trọng lượng  $P_1 = m_1g \approx 20 \text{ N}$  và vật  $m_2$  có trọng lượng  $P_2 = m_2g \approx 1 \cdot 10 = 10 \text{ N}$ . Vì sợi dây nối hai vật này không dãn và  $P_1 > P_2$ , nên vật  $m_1$  chuyển động thẳng đứng đi xuống và vật  $m_2$  bị kéo trượt lên phía đỉnh mặt nghiêng với cùng đoạn đường đi và vận tốc. Như vậy, khi vật  $m_1$  đi xuống một đoạn  $h$  thì thế năng của nó giảm một lượng  $W_{t_1} = m_1gh$ , đồng thời vật  $m_2$  cũng trượt lên phía đỉnh mặt nghiêng một đoạn  $h$  nên độ cao của nó tăng thêm một lượng  $hsin\alpha$  và thế năng cũng tăng một lượng  $W_{t_2} = m_2gh$ .

Theo định luật bảo toàn cơ năng, độ tăng động năng của hệ vật chuyển động trong trọng trường bằng độ giảm thế năng của hệ vật đó, tức là :

$$\begin{aligned}\Delta W_d &= -\Delta W_t \\ \Rightarrow \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 &= m_1gh - m_2gh\sin\alpha\end{aligned}$$

Suy ra :  $W_d = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = gh(m_1 - m_2\sin 30^\circ)$

Thay số, ta tìm được động năng của hệ vật khi vật  $m_1$  đi xuống phía dưới một đoạn  $h = 50$  cm :

$$W_d = 10.50.10^{-2}.(2 - 1.0,5) = 7,5 \text{ J}$$

**IV.8\***. Hệ vật gồm "Đầu đạn – Hộp cát – Trái Đất" là một hệ cô lập, vì không có các ngoại lực (lực cản, lực ma sát) tác dụng. Do đó, động lượng và cơ năng của hệ vật bảo toàn. Chọn mặt đất làm gốc tính thế năng trọng trường và chiều chuyển động của các vật là chiều dương.

– Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho quá trình va chạm mềm khi đầu đạn bay tới xuyên vào hộp cát theo phương ngang, ta có :

$$(m + M)V = mv \Rightarrow V = \frac{mv}{m + M}$$

trong đó  $v$  là vận tốc của đầu đạn có khối lượng  $m$ , còn  $V$  là vận tốc của hộp cát chứa đầu đạn có tổng khối lượng  $M + m$ .

– Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho quá trình khi hộp cát chứa đầu đạn có vận tốc  $V$  chuyển động trong trọng trường và trọng tâm của nó được nâng cao thêm một đoạn  $h$  so với vị trí cân bằng, ta có :

$$(m + M)gh = \frac{(m + M)V^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$$

Từ hai phương trình trên, ta suy ra vận tốc của đầu đạn :

$$v = \frac{m + M}{m} \sqrt{2gh} = \frac{20.10^{-3} + 2,5}{20.10^{-3}} \cdot \sqrt{2.9,8.0,2} = 504 \text{ m/s}$$

**IV.9. Hệ vật "Lò xo – Vật trượt – Trái Đất"** là hệ cô lập (do không chịu ngoại lực tác dụng) nên cơ năng của hệ vật bảo toàn.

Chọn mặt phẳng ngang làm mốc thế năng trọng trường ( $W_t = 0$ ) và chọn vị trí cân bằng của vật tại điểm O làm mốc thế năng đàn hồi ( $W_{dh} = 0$ ). Vì hệ vật chuyển động trên cùng mặt phẳng ngang, nên cơ năng của hệ vật tại vị trí bất kì có giá trị bằng tổng của thế năng đàn hồi và động năng :

$$W = W_{dh} + W_d = \frac{k(\Delta l)^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

a) Khi hệ vật nằm cân bằng tại vị trí O : lò xo không biến dạng ( $\Delta l = 0$ ) nên thế năng đàn hồi  $W_{dh}(O) = 0$  và cơ năng của hệ vật có giá trị đúng bằng động năng của vật trượt :

$$W(O) = W_d(O) = \frac{mv_O^2}{2} = 3,6 \text{ J}$$

Từ đó suy ra vận tốc của vật tại vị trí O :

$$v_O = \sqrt{\frac{2W_d(O)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,6}{0,2}} = 6 \text{ m/s}$$

b) Muốn xác định công suất của lực đàn hồi, ta phải tính được lực đàn hồi  $\vec{F}_{dh}$  của lò xo và vận tốc  $\vec{v}$  của vật tại cùng một vị trí.

Chọn chiều lò xo bị nén là chiều dương. Tại vị trí A : lò xo bị nén một đoạn  $\Delta l = 10 \text{ cm} > 0$  và vật rời xa vị trí cân bằng có vận tốc  $v > 0$ , nên lực đàn hồi của lò xo  $\vec{F}_{dh}$  (chống lại lực nén) ngược hướng với vận tốc  $\vec{v}$  của vật và có giá trị bằng :

$$F_{dh} = -k \Delta l = -500 \cdot 10 \cdot 10^{-2} = -50 \text{ N} < 0$$

Cơ năng của hệ vật tại vị trí A bằng :

$$W(A) = \frac{mv_A^2}{2} + \frac{k(\Delta l)^2}{2}$$

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

$$W(A) = W(O) \Rightarrow \frac{mv_A^2}{2} + \frac{k(\Delta l)^2}{2} = \frac{mv_O^2}{2}$$

$$\text{hay : } v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{k(\Delta l)^2}{m}}.$$

Thay số, ta tìm được vận tốc của vật trượt tại vị trí A :

$$v_A = \sqrt{6^2 - \frac{500.(10.10^{-2})^2}{200.10^{-3}}} = 3 \text{ m/s}$$

Từ đó suy ra công suất của lực đàn hồi tại vị trí A có độ lớn bằng :

$$\mathcal{P} = |F_{dh}v_A| = 50.3 = 150 \text{ W}$$

**IV.10\*. Hệ vật "lò xo – vật – Trái Đất"** là hệ cô lập (do không chịu ngoại lực tác dụng) nên cơ năng của hệ vật bảo toàn.

Chọn mặt phẳng ngang đi qua vị trí A làm mốc tính thế năng trọng trường ( $W_t = 0$ ) và chọn vị trí lò xo không bị biến dạng làm mốc thế năng đàn hồi ( $W_{dh} = 0$ ). Khi đó cơ năng của hệ vật tại vị trí bất kì có giá trị bằng tổng của động năng  $W_d$ , thế năng trọng trường  $W_t$  và thế năng đàn hồi  $W_{dh}$ :

$$W = W_d + W_t + W_{dh} = \frac{mv^2}{2} + mgh + \frac{k(\Delta l)^2}{2}$$

a) Tại vị trí cân bằng O : hệ vật đứng yên, lò xo bị nén một đoạn  $\Delta l_0 = 10 \text{ cm}$  và lực đàn hồi  $\vec{F}_{dh}$  cân bằng với trọng lực  $\vec{P}$  tác dụng lên vật :

$$k\Delta l_0 = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta l_0} = \frac{8.10}{10.10^{-2}} = 800 \text{ N/m}$$

b) Tại vị trí A, lò xo bị nén một đoạn  $\Delta l = (10 + 30).10^{-2} = 40.10^{-2} \text{ m}$ , vật có động năng  $W_d(A) = 0$  và thế năng trọng trường  $W_t(A) = 0$ , nên cơ năng của hệ vật tại A đúng bằng thế năng đàn hồi của lò xo :

$$W(A) = W_{dh}(A) = \frac{k(\Delta l)^2}{2} = \frac{800.(40.10^{-2})^2}{2} = 64 \text{ J}$$

Khi buông nhẹ tay để thả cho vật từ vị trí A chuyển động lên phía trên tới vị trí B cách A một đoạn  $\Delta l = 40 \text{ cm}$ , tại đó lò xo không bị biến dạng, thế

năng đàn hồi  $W_{dh} = 0$ . Sau đó, vật tiếp tục chuyển động từ vị trí B lên tới vị trí C có độ cao  $h_{max} = \overline{BC}$ , tại đó vật có vận tốc  $v_C = 0$  và động năng  $W_d(C) = 0$ , nên cơ năng của hệ vật tại C bằng :

$$W(C) = mg(\Delta l + h_{max}) + \frac{kh_{max}^2}{2}$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho chuyển động của hệ vật từ vị trí A qua vị trí B tới vị trí C, ta có :

$$W(C) = W(B) = W(A) \Rightarrow mg(\Delta l + h_{max}) + \frac{kh_{max}^2}{2} = 64$$

Thay số, ta tìm được độ cao  $h_{max} = \overline{BC}$  :

$$8.10.(40.10^{-2} + h_{max}) + \frac{800h_{max}^2}{2} = 64 \Rightarrow 50h^2 + 10h - 4 = 0$$

Phương trình này có nghiệm số dương :  $h_{max} = \overline{BC} = 20$  cm.

Như vậy, độ cao lớn nhất mà vật đạt tới so với vị trí A bằng :

$$H_{max} = \overline{AB} + \overline{BC} = 40 + 20 = 60 \text{ cm}$$