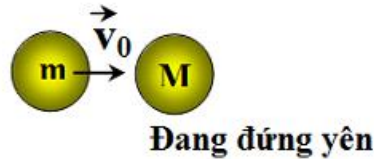


CHỦ ĐỀ 3. CON LẮC ĐƠN

BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN VA CHẠM CON LẮC ĐƠN

Phương pháp giải



Vật m chuyển động vận tốc \vec{v}_0 đến va chạm với vật M. Gọi \vec{v}, \vec{V} là vận tốc của m và M ngay sau va chạm.

+ Nếu va chạm mềm: $v = V$ nên: $mv_0 = (m + M)V \Rightarrow V = \frac{mv_0}{(m + M)}$

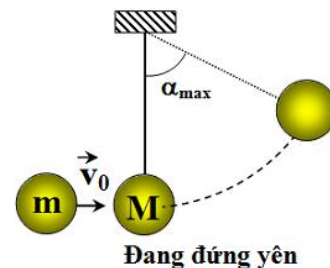
+ Nếu va chạm đàn hồi: $\begin{cases} mv_0 = mv + MV \\ 0,5mv_0^2 = 0,5mv^2 + 0,5MV^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V = \frac{2m}{m + M}v_0 \\ v = \frac{m - M}{m + M}v_0 \end{cases}$

1) VẬT VA CHẠM VỚI CON LẮC TẠI VỊ TRÍ CÂN BẰNG

Nếu con lắc đơn đang đứng yên tại vị trí cân bằng thì vật m chuyển động với vận tốc \vec{v}_0 đến va chạm vào nó.

+ Nếu va chạm mềm thì tốc độ của con lắc ngay sau va chạm

(tại VTCB) là $V = \frac{mv_0}{(m + M)}$



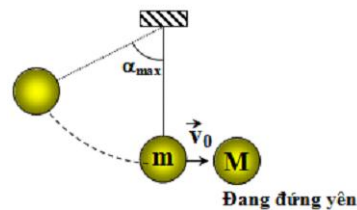
+ Nếu va chạm đàn hồi thì tốc độ của con lắc ngay sau va chạm (tại VTCB) là $V = \frac{2mv_0}{(m + M)}$

V cũng chính là tốc độ cực đại của con lắc sau va chạm nên $V = v_{\max}$ với v_{\max} tính bằng

$$\begin{cases} v_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_{\max})} \\ v_{\max} = \omega A \text{ (Dao động điều hòa)} \end{cases} \text{ với } \begin{cases} A = l\alpha_{\max} \\ \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \end{cases}$$

+ Cơ năng sau va chạm (VC):

$$\begin{cases} VC \text{ mềm: } W' = W_{d\max} = \frac{(m+M)V^2}{2} \\ VC \text{ cứng: } W' = W_{d\max} = \frac{MV^2}{2} \end{cases}$$



2) CON LẮC VA CHẠM VỚI VẬT TẠI VỊ TRÍ CÂN BẰNG

Con lắc đơn đang dao động đứng lúc nó đi qua VTCB (có tốc độ cực đại $v_0 = v_{\max}$) thì nó va chạm với vật M đang đứng yên.

Trong đó $\begin{cases} v_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_{\max})} \\ v_{\max} = \omega A \text{ (Dao động điều hòa)} \end{cases}$

+ Nếu va chạm mềm thì $V = \frac{mv_{\max}}{(m+M)}$ chính là tốc độ cực đại của con lắc sau va chạm :

$$V = \frac{mv_{\max}}{(m+M)} = v'_{\max} : \begin{cases} v'_{\max} = \sqrt{2gh'_{\max}} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha'_{\max})} \\ v'_{\max} = \omega A' \text{ (Dao động điều hòa)} \end{cases}$$

+ Nếu va chạm đàn hồi thì $|v| = \left| \frac{m-M}{m+M} v_{\max} \right|$ chính là tốc độ cực đại của con lắc sau va chạm:

$$|v| = \left| \frac{m-M}{m+M} v_{\max} \right| = v'_{\max} : \begin{cases} v'_{\max} = \sqrt{2gh'_{\max}} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha'_{\max})} \\ v'_{\max} = \omega A' \text{ (Dao động điều hòa)} \end{cases}$$

+ Cơ năng sau va chạm: $\begin{cases} VC \text{ mềm: } W' = W_{d\max} = \frac{(m+M)V^2}{2} \\ VC \text{ cứng: } W' = W_{d\max} = \frac{MV^2}{2} \end{cases}$

Ví dụ 1: Một viên đạn khối lượng 1 kg bay theo phương ngang với tốc độ 10 m/s đến găm vào một quả cầu bằng gỗ khối lượng 1 kg được treo bằng một sợi dây nhẹ, mềm và không đàn hồi dài 2 m. Kết quả là làm cho sợi dây bị lệch đi một góc tối đa so với phương thẳng đứng là α_{\max} .

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hãy xác định α_{\max}

A. 63°

B. 30°

C. 68°

D. 60°

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$V = \frac{mv_0}{(m+M)} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_{\max})} \Leftrightarrow 5 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2(1 - \cos \alpha_{\max})}$$

$$\Rightarrow \alpha_{\max} = 68^\circ$$

Ví dụ 2: Một con lắc đơn gồm quả cầu A nặng 200 g. Con lắc đang đứng yên tại vị trí cân bằng thì bị một viên đạn có khối lượng 300 g bay ngang với tốc độ 400 cm/s đến va chạm vào A, sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng chuyển động. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua mọi ma sát. Tìm chiều cao cực đại của A so với vị trí cân bằng?

- A. 28,8 (cm). B. 10 (cm). C. 12,5 (cm). D. 7,5 (cm).

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$V = \frac{mv_0}{(m+M)} = \sqrt{2gh_{\max}} \Leftrightarrow \frac{0,3 \cdot 4}{0,3+0,2} = \sqrt{20 \cdot h_{\max}} \Leftrightarrow h_{\max} = 0,288(m)$$

Ví dụ 3: Một con lắc đơn gồm vật nhỏ dao động có khối lượng 50 (g) đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì một vật nhỏ có khối lượng gấp đôi nó chuyển động theo phương ngang với tốc độ v_0 đến va chạm mềm với nó. Sau va chạm hai vật dính vào nhau cùng dao động điều hòa với biên độ dài 2,5 (cm) và chu kì π (s). Giá trị v_0 là

- A. 5 cm/s. B. 10 cm/s. C. 12 cm/s. D. 7,5 cm/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$V = \frac{mv_0}{(m+M)} = \frac{100 \cdot v_0}{100+50} = \frac{2v_0}{3}$$

V cũng là tốc độ cực đại của dao động điều hòa:

$$V = \omega A \Leftrightarrow \frac{2v_0}{3} = \frac{2\pi}{T} A \Leftrightarrow v_0 = 7,5 (cm/s)$$

Ví dụ 4: Một con lắc đơn gồm vật nhỏ dao động có khối lượng M đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì một vật nhỏ có khối lượng bằng nó chuyển động theo phương ngang với tốc độ 20π (cm/s) đến va chạm đàn hồi với nó. Sau va chạm con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc là α_{\max} và chu kì 1 (s). Lấy gia tốc trọng trường π^2 (m/s^2). Giá trị α_{\max} là

- A. B. C. D.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$V = \frac{2m}{m+M} v_0 = 0,2\pi (m/s). \text{ Đây chính là tốc độ cực đại của dao động}$$

$$v_{\max} = \omega A = \frac{2\pi}{T} \cdot l \cdot \alpha_{\max} = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T^2 g}{4\pi^2} \cdot \alpha_{\max} = \frac{Tg\alpha_{\max}}{2\pi} \text{ nên}$$

$$0,2\pi = \frac{1 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\max}}{2\pi} \Leftrightarrow \alpha_{\max} = 0,4(rad)$$

Ví dụ 5: Một con lắc đơn gồm một quả cầu khối lượng $m_1 = 0,5 \text{ kg}$, được treo vào một sợi dây không co giãn, khối lượng không đáng kể, có chiều dài $l = 1 \text{ m}$. Bỏ qua mọi ma sát và sức cản của không khí. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Một vật nhỏ có khối lượng $m_2 = 0,5 \text{ kg}$ bay với vận tốc