

CHỦ ĐỀ

CON LẮC ĐƠN

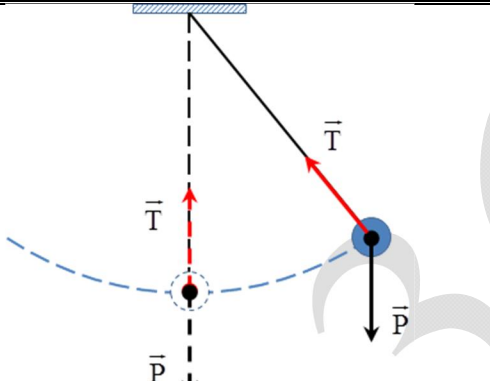
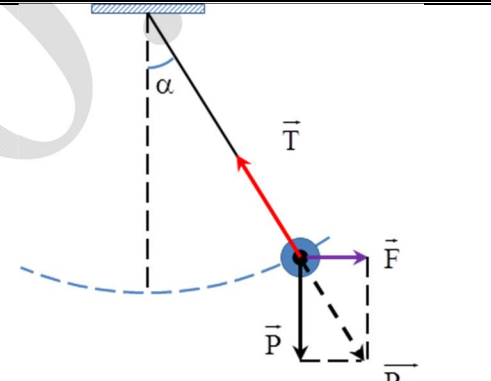
8

TRONG TRƯỜNG TRỌNG LỰC BIỂU KIẾN

I. CHU KÌ CỦA CON LẮC ĐƠN TRONG TRƯỜNG TRỌNG LỰC BIỂU KIẾN

**Bài toán:** Một con lắc đơn gồm vật nặng có khối lượng  $m$  dao động điều hòa dưới tác dụng của trường trọng lực  $\vec{P}$  và trường lực ngoài  $\vec{F}$ , xác định chu kỳ dao động của con lắc

Hướng dẫn:

Trong trường trọng lực	Trong trường trọng lực biểu kiến
 <p>+ Phương trình động lực học cho vật <math>\vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}</math></p> <p>+ Tại vị trí cân bằng <math>\vec{T} = -\vec{P}</math> cũng chính là vị trí dây treo trùng với phương thẳng đứng</p> <p>+ Chu kỳ dao động của vật <math>T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}</math></p>	 <p>+ Phương trình động lực học cho vật <math>\vec{T} + \underbrace{\vec{P} + \vec{F}}_{\vec{P}_{bk}} = m\vec{a}</math></p> <p>Ta đặt <math>\vec{P}_{bk} = \vec{P} + \vec{F}</math> gọi là trọng lực biểu kiến</p> <p>+ Tại vị trí cân bằng <math>\vec{T} = -\vec{P}_{bk}</math>, tại vị trí này dây treo lệch một góc <math>\alpha</math> so với phương thẳng đứng với <math>\tan \alpha = \frac{\vec{F}}{\vec{P}}</math></p> <p>+ Chu kỳ dao động của vật <math>T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{bk}}}</math> với <math>\vec{g}_{bk} = \frac{\vec{P}_{bk}}{m} = \vec{g} + \vec{a}</math></p>

--	--

**Lưu ý:**

Ngoại lực  $\vec{F}$  có thể là:

+ Lực tĩnh điện  $\vec{F} = q\vec{E}$

+ Lực quán tính cho bài toán con lắc treo trong thang máy  $\vec{F} = -m\vec{a}$

## II. SỰ THAY ĐỔI CỦA GIA TỐC BIỂU KIẾN VÀ NĂNG LƯỢNG THEO VỊ TRÍ TÁC DỤNG LỰC

**Bài toán:** Một con lắc đơn gồm sợi dây có chiều dài  $l$ , vật nặng khối lượng  $m$  được treo trên trần của một thang máy. Khi thang máy đứng yên con lắc dao động với biên độ góc  $\alpha_0$ , khi con lắc đi qua vị trí có li độ góc  $\alpha$  thì thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc  $a$ . Xác định sự thay đổi biên độ góc và năng lượng của con lắc sau đó

+ Sự thay đổi biên độ góc của con lắc

Giả sử sau khi thang máy đi lên con lắc dao động với biên độ góc  $\alpha'_0$

Định luật bảo toàn cơ năng cho con lắc (với  $\alpha'_0$  là biên độ góc lúc sau của dao động)

$$\frac{1}{2}mv^2 + mg_{\text{bk}}l(1 - \cos \alpha) = mg_{\text{bk}}l(1 - \cos \alpha'_0)$$

Với  $v^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$

Trong khai triển gần đúng:  $\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$  ta thu được  $g\left(\frac{\alpha_0^2}{2} - \frac{\alpha^2}{2}\right) + g_{\text{bk}}\frac{\alpha^2}{2} = g_{\text{bk}}\frac{\alpha_0'^2}{2}$

Rút gọn biểu thức:

$$\alpha_0'^2 = \frac{g}{g_{\text{bk}}}\alpha_0^2 + \left(\frac{g_{\text{bk}} - g}{g_{\text{bk}}}\right)\alpha^2$$

Từ phương trình trên ta thấy rằng

- Nếu thang máy chuyển động có gia tốc tại vị trí biên  $\alpha = \alpha_0$  thì biên độ góc của con lắc không đổi
- Nếu thang máy chuyển động có gia tốc tại vị trí cân bằng  $\alpha = 0$  thì biên độ góc của con lắc tỉ lệ với căn bậc hai gia tốc trọng trường trong các trường hợp  $\alpha_0'^2 = \frac{g}{g_{\text{bk}}}\alpha_0^2$

+ Sự thay đổi năng lượng dao động của con lắc

Năng lượng dao động của con lắc đơn sau khi kích thích được xác định bằng biểu thức  $E = \frac{1}{2} m g_{bk} l \alpha_0'^2$

Từ phương trình trên ta thấy rằng

- Nếu thang máy chuyển động có gia tốc tại vị trí biên  $\alpha = \alpha_0$  thì biên độ góc của con lắc không đổi, tuy nhiên gia tốc biểu kiến  $g_{bk} > g \Rightarrow$  năng lượng dao động của con lắc tăng
- Nếu thang máy chuyển động có gia tốc tại vị trí cân bằng  $\alpha = 0$  thì biên độ góc của con lắc tỉ lệ với căn bậc hai gia tốc trọng trường trong các trường hợp  $\alpha_0'^2 = \frac{g}{g_{bk}} \alpha_0^2$ , tuy nhiên tích số  $g_{bk} \alpha_0'^2 = g \alpha_0^2$  do đó năng lượng của vật là không đổi