

PHẦN 2

PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA CỦA CON LẮC ĐƠN

GHI NHỚ

1. Độ biến thiên đại lượng X: $\Delta X = X_{\text{sau}} - X_{\text{trước}}$

- Nếu $\Delta X > 0$ thì X tăng.
- Nếu $\Delta X < 0$ thì X giảm.

2. Công thức gần đúng:

a. $\forall \varepsilon \ll 1$ ta có: $(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$

$$\text{Hệ quả: } \sqrt{\frac{1 + \varepsilon_1}{1 + \varepsilon_2}} \approx \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon_2\right)\left(1 + \frac{1}{2}\varepsilon_1\right) = 1 - \frac{1}{2}(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

b. $\forall \alpha \leq 10^0; \alpha \leq 1(\text{rad})$

$$\text{Ta có: } \cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}; \sin \alpha \approx \text{tg} \alpha \approx \alpha(\text{rad})$$

CHỦ ĐỀ 1. Viết phương trình dao động điều hòa của con lắc đơn:

Phương pháp:

Phương trình dao động có dạng: $s = s_0 \sin(\omega t + \varphi)$ hay $\alpha = \alpha_0 \sin(\omega t + \varphi)$ (1)

• $s_0 = l\alpha_0$ hay $\alpha_0 = \frac{s_0}{l}$

• ω : được xác định bởi: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

• Tìm s_0 và φ cùng một lúc: Dựa vào điều kiện ban đầu:

$$t_0 = 0 \leftrightarrow \begin{cases} s = s_1 \\ v = v_1 \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} s_1 = s_0 \sin \varphi \\ v_1 = \omega s_0 \cos \varphi \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} s_0 \\ \varphi \end{cases}$$

Chú ý: Nếu biết số dao động n trong thời gian t , chu kỳ: $T = \frac{t}{n}$

CHỦ ĐỀ 2. Xác định độ biến thiên nhỏ chu kỳ ΔT khi biết độ biến thiên nhỏ gia tốc trọng trường Δg , độ biến thiên chiều dài Δl :

Phương pháp:

Lúc đầu: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; Lúc sau: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g'}}$ Lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l' \cdot g}{l \cdot g'}}$

$$\text{Mà } \begin{cases} \Delta T = T' - T \\ \Delta g = g' - g \\ \Delta l = l' - l \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T' = T + \Delta T \\ g' = g + \Delta g \\ l' = l + \Delta l \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } \frac{T + \Delta T}{T} = \left(\frac{l + \Delta l}{l} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{g}{g + \Delta g} \right)^{\frac{1}{2}} \Leftrightarrow 1 + \frac{\Delta T}{T} = \left(1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} \right) \left(1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} \right)$$

$$\text{Hay: } \boxed{\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta l}{l} - \frac{\Delta g}{g} \right)}$$

Chú ý:

a. Nếu $g = \text{const}$ thì $\Delta g = 0 \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}$

b. Nếu $l = \text{const}$ thì $\Delta l = 0 \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g}$

CHỦ ĐỀ 3. Xác định độ biến thiên nhỏ chu kỳ ΔT khi biết nhiệt độ biến thiên nhỏ Δt ; khi đưa lên độ cao h ; xuống độ sâu h so với mặt biển:

Phương pháp:

1. Khi biết nhiệt độ biến thiên nhỏ Δt :

Ở nhiệt độ $t_1^0 C$: $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}$; Ở nhiệt độ $t_2^0 C$: $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}$

Lập tỉ số: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha t_2)}{l_0(1 + \alpha t_1)}} = \sqrt{\frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1}} = (1 + \alpha t_2)^{\frac{1}{2}} (1 + \alpha t_1)^{-\frac{1}{2}}$

Áp dụng công thức tính gần đúng: $(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$

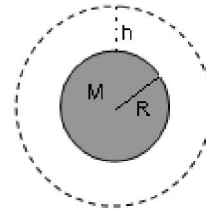
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(1 + \frac{1}{2} \alpha t_2 \right) \left(1 - \frac{1}{2} \alpha t_1 \right) \quad \text{Hay: } \boxed{\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{1}{2} \alpha (t_2 - t_1) = \frac{1}{2} \alpha \Delta t}$$

2. Khi đưa con lắc đơn lên độ cao h so với mặt biển:

Ở mặt đất: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; Ở độ cao h : $T_h = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_h}}$; Lập tỉ số: $\frac{T_h}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_h}} \quad (1).$

Ta có, theo hệ quả của định luật vạn vật hấp dẫn:

$$\begin{cases} g = G \frac{M}{R^2} \\ g_h = G \frac{M}{(R + h)^2} \end{cases}$$



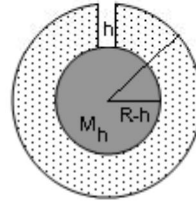
Thay vào (1) ta được: $\frac{T_h}{T} = \frac{R + h}{R}$ Hay: $\boxed{\frac{\Delta T}{T} = \frac{h}{R}}$

3. Khi đưa con lắc đơn xuống độ sâu h so với mặt biển:

Ở mặt đất: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; Ở độ sâu h : $T_h = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_h}}$; Lập tỉ số: $\frac{T_h}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_h}} \quad (2).$

Ta có, theo hệ quả của định luật vạn vật hấp dẫn:

$$\begin{cases} g = G \frac{M}{R^2} \\ g_h = G \frac{M_h}{(R-h)^2} \end{cases}$$



Thay vào (2) ta được: $\frac{T_h}{T} = \sqrt{\frac{(R-h)^2 M}{R^2 M_h}}$

Ta lại có:

$$\begin{cases} M = V \cdot D = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot D \\ M_h = V_h \cdot D = \frac{4}{3} \pi (R-h)^3 \cdot D \end{cases}$$

Thay vào ta được: $\frac{T_h}{T} = \left(\frac{R}{R-h}\right)^{\frac{1}{2}}$ Hay: $\boxed{\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \frac{h}{R}}$

CHỦ ĐỀ 4. Con lắc đơn chịu nhiều yếu tố ảnh hưởng độ biến thiên của chu kỳ: tìm điều kiện để chu kỳ không đổi:

Phương pháp:

1. Điều kiện để chu kỳ không đổi:

Điều kiện là: "Các yếu tố ảnh hưởng lên chu kỳ là phải bù trừ lẫn nhau"

Do đó: $\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3 + \dots = 0$

Hay: $\boxed{\frac{\Delta T_1}{T} + \frac{\Delta T_2}{T} + \frac{\Delta T_3}{T} + \dots = 0}$ (*)

2. Ví dụ: Con lắc đơn chịu ảnh hưởng bởi yếu tố nhiệt độ và yếu tố độ cao:

Yếu tố nhiệt độ: $\frac{\Delta T_1}{T} = \frac{1}{2} \alpha \Delta t$; Yếu tố độ cao: $\frac{\Delta T_2}{T} = \frac{h}{R}$

Thay vào (*): $\boxed{\frac{1}{2} \alpha \Delta t + \frac{h}{R} = 0}$

CHỦ ĐỀ 5. Con lắc trong đồng hồ gõ giây được xem như là con lắc đơn: tìm độ nhanh hay chậm của đồng hồ trong một ngày đêm:

Phương pháp:

Thời gian trong một ngày đêm: $t = 24^h = 24 \cdot 3600s = 86400(s)$

Ứng với chu kỳ T_1 : số dao động trong một ngày đêm: $n = \frac{t}{T_1} = \frac{86400}{T_1}$.

Ứng với chu kỳ T_2 : số dao động trong một ngày đêm: $n' = \frac{t}{T_2} = \frac{86400}{T_2}$.

Độ chênh lệch số dao động trong một ngày đêm: $\Delta n = |n' - n| = 86400 \left| \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right|$

Hay: $\Delta n = 86400 \frac{|\Delta T|}{T_2 \cdot T_1}$

Vậy: độ nhanh (hay chậm) của đồng hồ trong một ngày đêm là: $\theta = \Delta n.T_2 = 86400 \frac{|\Delta T|}{T_1}$

Chú ý: Nếu $\Delta T > 0$ thì chu kỳ tăng, đồng hồ chạy chậm; Nếu $\Delta T < 0$ thì chu kỳ giảm, đồng hồ chạy nhanh.

CHỦ ĐỀ 6. Con lắc đơn chịu tác dụng thêm bởi một ngoại lực \vec{F} không đổi: Xác định chu kỳ dao động mới T' :

Phương pháp:

Phương pháp chung: Ngoài trọng lực thật $\vec{P} = m\vec{g}$, con lắc đơn còn chịu tác dụng thêm một ngoại lực \vec{F} , nên trọng lực biểu kiến là: $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F} \Leftrightarrow \boxed{\vec{g}' = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m}}$ (1)

Sử dụng hình học để suy ra được độ lớn của g' , chu kỳ mới $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$. Chú ý: chúng ta thường lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$

1. \vec{F} là lực hút của nam châm:

Chiều (1) lên xx' : $g' = g + \frac{F_x}{m}$;

Nam châm đặt phía dưới: $F_x > 0 \Leftrightarrow \vec{F}$ hướng xuống

$$\Leftrightarrow g' = g + \frac{F}{m}.$$

Nam châm đặt phía trên: $F_x < 0 \Leftrightarrow \vec{F}$ hướng lên

$$\Leftrightarrow g' = g - \frac{F}{m}.$$

Chu kỳ mới $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$. Chú ý: chúng ta thường lập tỉ

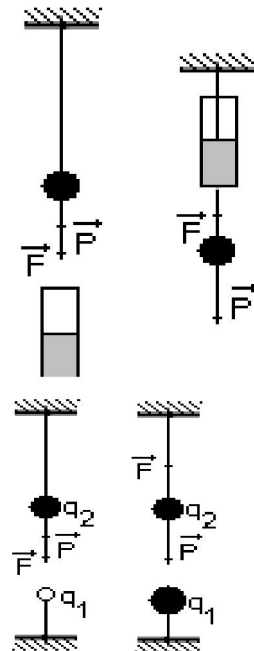
$$\text{số: } \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}.$$

2. \vec{F} là lực tương tác Coulomb:

Lực tương tác Coulomb: $F = k\frac{|q_1q_2|}{r^2}$; Tìm g' và chu kỳ T' như trên.

Hai điện tích cùng dấu: \vec{F} lực đẩy. ;

Hai điện tích trái dấu: \vec{F} lực hút.



3. \vec{F} là lực điện trường $\vec{F} = q\vec{E}$:

Trọng lực biểu kiến là: $\vec{P}' = \vec{P} + q\vec{E} \Leftrightarrow \vec{g}' = \vec{g} + \frac{q\vec{E}}{m}$ (2)

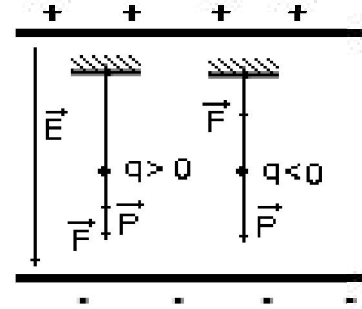
Chiều (2) lên xx' : $\boxed{g' = g + \frac{qE_x}{m}}$;

Chu kỳ mới: $T' = 2\pi \sqrt{g + \frac{qE_x}{m}} = 2\pi \sqrt{g \left(1 + \frac{qE_x}{mg}\right)}$.

Chú ý: chúng ta thường lập tỉ số:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{qE_x}{mg}}} = \left(1 + \frac{qE_x}{mg}\right)^{-\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \frac{qE_x}{mg}$$

hay $\frac{\Delta T}{T} = -\frac{1}{2} \frac{qE_x}{mg}$



4. \vec{F} là lực đẩy Acsimet $\vec{F}_A = -VD_{kk}\vec{g}$:

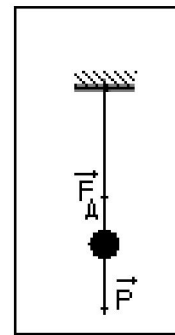
Trọng lực biểu kiến là:

$$\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_A \Leftrightarrow \vec{g}' = \vec{g} - \frac{VD_{kk}\vec{g}}{m} = \left(1 - \frac{VD_{kk}}{m}\right)\vec{g} \quad (3)$$

Chiều (3) lên xx' : $g' = \left(1 - \frac{VD_{kk}}{m}\right)g$;

Với: $m = V.D$, trong đó D là khối lượng riêng của quả cầu: $g' = \left(1 - \frac{D_{kk}}{D}\right)g$;

Chu kỳ mới: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\left(1 - \frac{D_{kk}}{D}\right)g}}$.



Chú ý: chúng ta thường lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \frac{D_{kk}}{D}\right)}}$ hay $\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \frac{D_{kk}}{D}$

5. \vec{F} là lực nằm ngang:

Trọng lực biểu kiến: $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$ hay $m\vec{g}' = m\vec{g} + \vec{F}$ hướng xiên, dây treo một góc β so với phương thẳng đứng. Gia tốc biểu kiến: $\vec{g}' = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m}$.

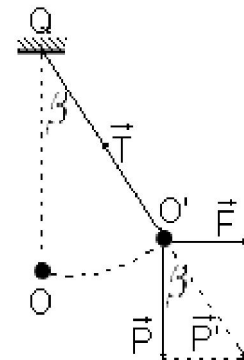
Điều kiện cân bằng: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = 0 \Leftrightarrow \vec{P}' = -\vec{T}$.

Vậy $\beta = \widehat{PO'P'}$ ứng với vị trí cân bằng của con lắc đơn.

Ta có: $tg\beta = \frac{F}{mg}$

Tìm T' và g' : áp dụng định lý Pitago: $g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}$

hoặc: $g' = \frac{g}{\cos\beta}$.



Chu kỳ mới: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$. Thường lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\cos\beta}$

CHỦ ĐỀ 7. Con lắc đơn treo vào một vật (như ô tô, thang máy...) đang chuyển động với gia tốc \vec{a} : xác định chu kỳ mới T' :

Phương pháp:

Trong hệ quy chiếu gắn liền với điểm treo(thang máy, ô tô..) con lắc đơn còn chịu tác dụng thêm một lực quán tính $\vec{F} = -m\vec{a}$. Vậy trọng lực biểu kiến $\vec{P}' = \vec{P} - m\vec{a}$ hay gia tốc biểu kiến:

$$\vec{g}' = \vec{g} - \vec{a} \quad (1)$$

Sử dụng hình học để suy ra được độ lớn của g' , chu kỳ mới $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$. Chú ý: chúng ta thường lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$

1. Con lắc đơn treo vào trần của thang máy (chuyển động thẳng đứng) với gia tốc \vec{a} :

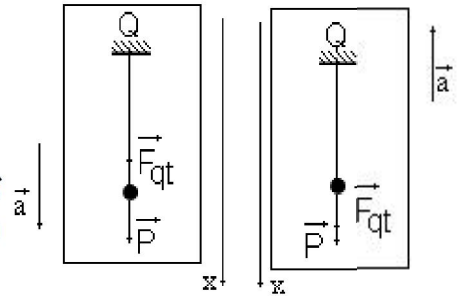
Chiều (1) lên xx' : $g' = g - a_x \quad (2)$

a. Trường hợp \vec{a} hướng xuống: $a_x > 0 \rightarrow a_x = |a|$

(2) : $g' = g - a$ chu kỳ mới: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$

Thường lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g-a}}$

Đó là trường hợp thang máy chuyển động lên chậm dần đều (\vec{v}, \vec{a} cùng chiều) hay thang máy chuyển động xuống nhanh dần đều (\vec{v}, \vec{a} ngược chiều).

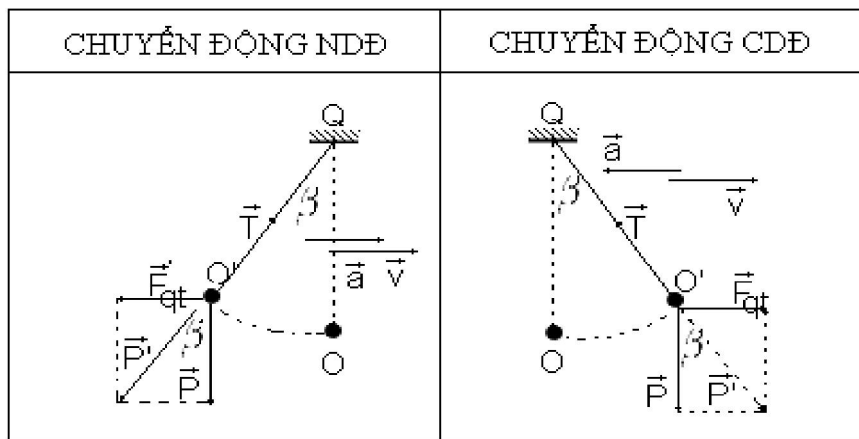


b. Trường hợp \vec{a} hướng lên: $a_x < 0 \rightarrow a_x = -|a|$

(2) : $g' = g + a$ chu kỳ mới: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$ Thường lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g+a}}$

Đó là trường hợp thang máy chuyển động lên nhanh dần đều (\vec{v}, \vec{a} ngược chiều) hay thang máy chuyển động xuống chậm dần đều (\vec{v}, \vec{a} cùng chiều).

2. Con lắc đơn treo vào trần của xe ô tô đang chuyển động ngang với gia tốc \vec{a} :



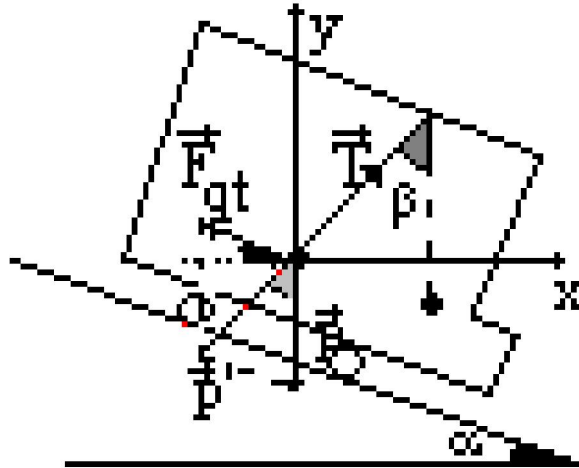
Góc: $\beta = \widehat{PO'P'}$ ứng với vị trí cân bằng của con lắc đơn.

Ta có: $tg\beta = \frac{F}{m.g} = \frac{a}{g}$

Tìm T' và g' : áp dụng định lý Pitago: $g' = \sqrt{g^2 + a^2}$ hoặc: $g' = \frac{g}{\cos \beta}$.

Chu kỳ mới: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$. Thường lập tỉ số: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\cos \beta}$

3. Con lắc đơn treo vào trần của xe ô tô đang chuyển động trên mặt phẳng nghiêng một góc α :



Ta có điều kiện cân bằng: $\vec{P} + \vec{F}_{gt} + \vec{T} = 0$ (*)

Chiều (*)/Ox: $T \sin \beta = ma \cos \alpha$ (1)

Chiều (*)/Oy: $T \cos \beta = mg - ma \sin \alpha$ (2)

Lập tỉ số: $\frac{1}{2}$: $\boxed{tg \beta = \frac{a \cos \alpha}{g - a \sin \alpha}}$

Từ (1) suy ra lực căng dây: $\boxed{T = \frac{ma \cos \alpha}{\sin \beta}}$

Từ (*) ta có: $P' = T \leftrightarrow mg' = T$ hay $g' = \frac{a \cos \alpha}{\sin \beta}$

Chu kỳ mới: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$ hay $\boxed{T' = 2\pi \sqrt{\frac{l \sin \beta}{a \cos \alpha}}}$

CHỦ ĐỀ 8. Xác định động năng E_d thế năng E_t , cơ năng của con lắc đơn khi ở vị trí có góc lệch β :

Phương pháp:

Chọn mốc thế năng là mặt phẳng đi qua vị trí cân bằng.

• **Thế năng E_t :**

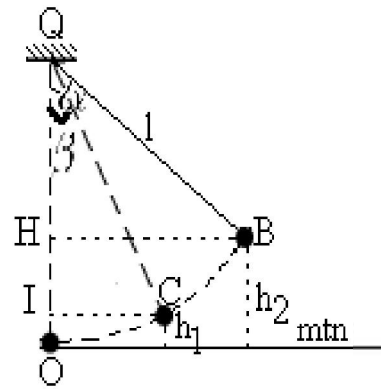
Ta có: $E_t = mgh_1$, với $h_1 = OI = l(1 - \cos \beta)$

Vậy:
$$E_t = mgl(1 - \cos \beta) \quad (1)$$

• **Cơ năng E :** Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$E = E_C = E_B = mgh_2 = mgl(1 - \cos \alpha)$$

Hay
$$E = mgl(1 - \cos \alpha) \quad (2)$$



• **Động năng E_d :** Ta có: $E = E_d + E_t \rightarrow E_d = E - E_t$

Thay (1), (2) vào ta được:
$$E_d = mgl(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (3)$$

Đặt biệt: Nếu con lắc dao động bé: áp dụng công thức tính gần đúng:

$$\cos \beta \approx 1 - \frac{\beta^2}{2}; \quad \cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\begin{cases} (1) \rightarrow E_t = \frac{1}{2}mgl\beta^2 \\ (2) \rightarrow E = \frac{1}{2}mgl\alpha^2 \\ (3) \rightarrow E_d = \frac{1}{2}mgl(\alpha^2 - \beta^2) \end{cases}$$

CHỦ ĐỀ 9. Xác định vận tốc dài v và lực căng dây T tại vị trí hợp với phương thẳng đứng một góc β :

Phương pháp:

1. **Vận tốc dài v tại C:**

Ta có công thức tính động năng: $E_d = \frac{1}{2}mv^2$, thay vào biểu thức (3) ở chủ đề 8 ta được:

$$v = \sqrt{2gl(\cos \beta - \cos \alpha)} \quad (1)$$

2. **Lực căng dây T tại C:**

Áp dụng định luật II Newton: $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}_{ht} \quad (2)$

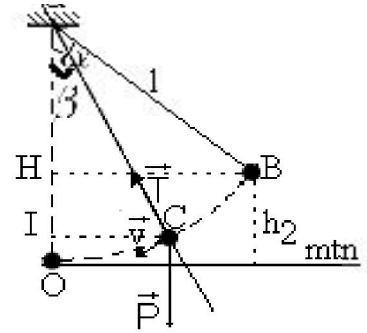
Chọn trục tọa độ hướng tâm, chiều phương trình (2) lên xx' :

Ta được:
$$-mg \cos \beta + T = m \frac{v^2}{l}$$

Thay (1) vào ta được: $T = m[3 \cos \beta - 2 \cos \alpha]g$ (3)

Đặt biệt: Nếu dao động của con lắc đơn là dao động bé
Thay biểu thức tính gần đúng vào ta được:

$$\begin{cases} (1) \rightarrow v = \sqrt{gl(\alpha^2 - \beta^2)} & (4) \\ (2) \rightarrow T = m \left[1 + \alpha^2 - \frac{3}{2}\beta^2 \right] g & (5) \end{cases}$$



3. Hệ quả: vận tốc và lực căng dây cực đại và cực tiểu:

$$\begin{cases} (1), (4) \rightarrow \begin{cases} v = \max \leftrightarrow \beta = 0 (\text{vị trí cân bằng}), & \rightarrow \begin{cases} v_{\max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} \\ v_{\max} = \alpha \sqrt{gl} \end{cases} \\ v = \min \leftrightarrow \beta = \alpha (\text{vị trí biên}) & \rightarrow v_{\min} = 0, \end{cases} \\ (3), (5) \rightarrow \begin{cases} T = \max \leftrightarrow \beta = 0 (\text{vị trí cân bằng}), & \rightarrow \begin{cases} T_{\max} = m(3 - 2 \cos \alpha)g \\ T_{\max} = m[1 + \alpha^2]g \end{cases} \\ T = \min \leftrightarrow \beta = \alpha (\text{vị trí biên}) & \rightarrow \begin{cases} T_{\min} = mg \cos \alpha \\ T_{\min} = m[1 - \frac{1}{2}\alpha^2]g \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

CHỦ ĐỀ 10. Xác định biên độ góc α' mới khi gia tốc trọng trường thay đổi từ g sang g' :

Phương pháp:

Áp dụng công thức số (2) chủ đề (8)

Khi con lắc ở nơi có gia tốc trọng trường g : Cơ năng của con lắc: $E = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$.

Khi con lắc ở nơi có gia tốc trọng trường g' : Cơ năng của con lắc: $E' = \frac{1}{2}mg'l\alpha'^2$.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng: $E = E' \leftrightarrow \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = \frac{1}{2}mg'l\alpha'^2$

Hay:

$$\boxed{\alpha' = \alpha \sqrt{\frac{g}{g'}}$$

CHỦ ĐỀ 11. Xác định chu kỳ và biên độ của con lắc đơn vướng đỉnh (hay vật cản) khi đi qua vị trí cân bằng:

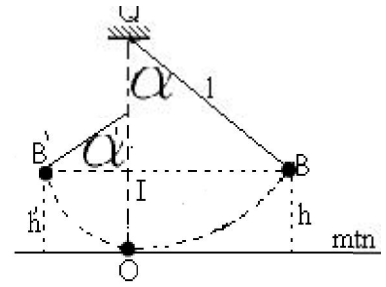
Phương pháp:

1. Tìm chu kỳ T :

Chu kỳ của con lắc đơn vướng đỉnh $T = \frac{1}{2}$ chu kỳ của con lắc đơn có chiều dài $l + \frac{1}{2}$ chu kỳ của con lắc đơn có chiều dài l'

Ta có: $T = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_2$

Trong đó:
$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}} \end{cases} \text{ với: } l' = l - QI$$



2. Tìm biên độ mới sau khi vướng đỉnh:

Vận dụng chủ đề (10) ta được: $\frac{1}{2}mgl\alpha^2 = \frac{1}{2}mgl'\alpha'^2$

Hay:
$$\alpha' = \alpha\sqrt{\frac{l}{l'}}$$

CHỦ ĐỀ 12. Xác định thời gian để hai con lắc đơn trở lại vị trí trùng phùng (cùng qua vị trí cân bằng, chuyển động cùng chiều):

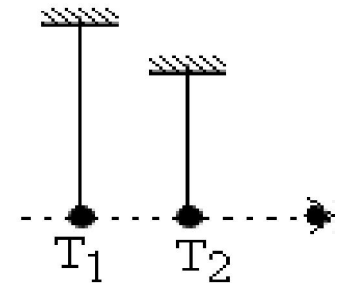
Phương pháp:

Giả sử con lắc thứ nhất có chu kỳ T_1 , con lắc đơn thứ hai có chu kỳ T_2 ($T_2 > T_1$).

Nếu con lắc thứ nhất thực hiện được n dao động thì con lắc thứ hai thực hiện được $n - 1$ dao động. Gọi t là thời gian trở lại trùng phùng, ta có:

$t = nT_1 = (n - 1)T_2 \rightarrow n = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$

Vậy thời gian để trở lại trùng phùng: $t = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1}$



CHỦ ĐỀ 13. Con lắc đơn dao động thì bị dây đứt: khảo sát chuyển động của hòn bi sau khi dây đứt?

Phương pháp:

1. Trường hợp dây đứt khi đi qua vị trí cân bằng O: Lúc đó chuyển động của vật xem như là chuyển động vật ném ngang. Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ.

Theo định luật II Newton: $\vec{F} = \vec{P} = m\vec{a}$

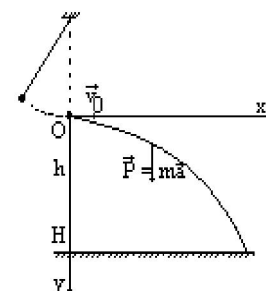
Hay: $\vec{a} = \vec{g}$ (*)

Chiều (*) lên Ox: $a_x = 0$,

trên Ox, vật chuyển động thẳng đều với phương trình:

$x = v_0 t \rightarrow t = \frac{x}{v_0}$ (1)

Chiều (*) lên Oy: $a_x = g$,



trên Oy, vật chuyển động thẳng nhanh dần đều với phương trình:

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

Thay (1) vào (2), phương trình quỹ đạo:

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{v_0^2} x^2$$

Kết luận: quỹ đạo của quả nặng sau khi dây đứt tại VTCB là một Parabol. ($y = ax^2$)

2.Trường hợp dây đứt khi đi qua vị trí có li góc α : Lúc đó chuyển động của vật xem như là chuyển động vật ném xiên hướng xuống, có \vec{v}_c hợp với phương ngang một góc β : $v_c = \sqrt{2gl(\cos \beta - \cos \alpha_0)}$. Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ.

Theo định luật II Newton: $\vec{F} = \vec{P} = m\vec{a}$

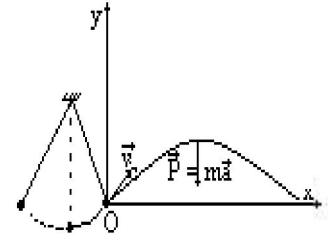
Hay: $\vec{a} = \vec{g}$ (*)

Chiều (*) lên Ox: $a_x = 0$,

trên Ox, vật chuyển động thẳng đều với phương trình:

$$x = v_c \cos \beta t \rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \beta} \quad (1)$$

Chiều (*) lên Oy: $a_x = -g$,



trên Oy, vật chuyển động thẳng biến đổi đều, với phương trình:

$$y = v_c \sin \beta t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

Thay (1) vào (2), phương trình quỹ đạo:

$$y = -\frac{g}{2v_c \cos^2 \beta} x^2 + tg\beta \cdot x$$

Kết luận: quỹ đạo của quả nặng sau khi dây đứt tại vị trí C là một Parabol. ($y = ax^2 + bx$)

CHỦ ĐỀ 14. Con lắc đơn có hòn bi va chạm đàn hồi với một vật đang đứng yên: xác định vận tốc của viên bi sau va chạm?

Phương pháp:

* Vận tốc của con lắc đơn trước va chạm (ở VTCB): $v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$

* Gọi v , v' là vận tốc của viên bi và quả nặng sau va chạm:

$$\text{áp dụng định luật bảo toàn động năng: } m\vec{v}_0 = m\vec{v} + m_1\vec{v}' \quad (1)$$

$$\text{áp dụng định luật bảo toàn động lượng: } \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m_1v'^2 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra được v và v' .