

$$g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \frac{1}{\sqrt[4]{1 + \left(\frac{qE}{mg}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow T' = 1,41(s)$$

Ví dụ 4: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo l , quả nặng có khối lượng m và mang điện tích dương q dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường g . Khi không có điện trường con lắc dao động điều hoà với chu kì T_0 . Nếu cho con lắc dao động điều hoà trong điện trường giữa hai bản tụ điện phẳng có véc tơ cường độ điện trường E ($qE \ll mg$) nằm ngang thì chu kì dao động của con lắc là

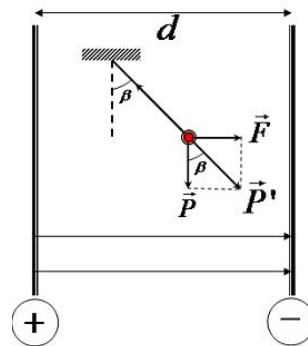
A. $T = T_0 \left(1 + \frac{qE}{mg}\right)$ B. $T = T_0 \left(1 + \frac{0,5qE}{mg}\right)$ C. $T = T_0 \left(1 - \frac{0,5qE}{mg}\right)$ D. $T = T_0 \left(1 - \frac{qE}{mg}\right)$

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2} \Leftrightarrow \frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{qE}{mg}\right)^2}} = \sqrt{1 - \left(\frac{qE}{mg}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(1 + \frac{qE}{mg}\right)\left(1 - \frac{qE}{mg}\right)} = \left(1 + \frac{1}{2} \frac{qE}{mg}\right)\left(1 - \frac{1}{2} \frac{qE}{mg}\right) = 1 - \frac{qE}{2mg}$$

Chú ý: Đối với trường hợp tụ điện phẳng, cường độ điện trường hướng từ bản dương sang bản âm và có độ lớn: $E = \frac{U}{d}$, với U là hiệu điện thế giữa hai bản tụ và d là khoảng cách giữa hai bản tụ.



Ví dụ 5: Một con lắc đơn dài 25 cm, hòn bi có nặng 10 g và mang điện tích $q = 10^{-4} C$. Treo con lắc vào giữa hai bản kim loại thẳng đứng, song song, cách nhau 22 cm. Đặt vào hai bản hiệu điện thế một chiều 88 V. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chu kì dao động nhỏ của nó là

A. $T = 0,983 \text{ s}$. B. $T = 0,389 \text{ s}$. C. $T = 0,659 \text{ s}$. D. $T = 0,957 \text{ s}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

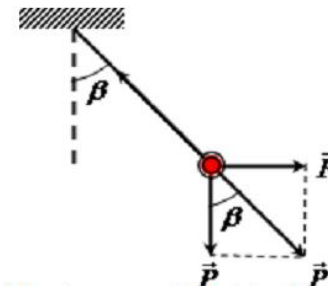
Lực tĩnh điện có phương ngang, có chiều từ bản âm sang bản dương và có độ lớn $F = qE = \frac{qU}{d}$

$$g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qU}{md}\right)^2} = 2\sqrt{29} \Rightarrow T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} = 0,957(s)$$

Chú ý: Để tính vận tốc của vật, trước tiên xác định g' , xác định vị trí cân bằng, rồi từ đó xác định α, α_{\max} và áp dụng các công thức:

$$\begin{cases} v^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max}) \xrightarrow{\alpha_{\max} \ll 1} v^2 = g'l(\alpha_{\max}^2 - \alpha^2) \\ v_{\max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_{\max})} \xrightarrow{\alpha_{\max} \ll 1} v_{\max} = \sqrt{g'l}\alpha_{\max} \end{cases}$$

Ví dụ 6: Một con lắc đơn dây treo có chiều dài 0,5 m, quả cầu có khối lượng 100 (g), tại nơi có thêm trường ngoại lực có độ lớn 1 N có hướng ngang từ trái sang phải. Lấy $g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Kéo con lắc sang phải và lệch so với phương thẳng đứng góc 54° rồi thả nhẹ. Tính tốc độ cực đại của vật.



- A. 0,42 m/s. B. 0,35 m/s.
C. 2,03 m/s. D. 2,41 m/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\begin{cases} \tan \beta = \frac{F}{P} = \frac{1}{0,1 \cdot 10} \Rightarrow \beta = 45^\circ \\ g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2} = \sqrt{10^2 + \left(\frac{1}{0,1}\right)^2} = 10\sqrt{2} \text{ (m/s}^2\text{)} \end{cases}$$

Khi ở VTCB phương dây treo lệch sang phải so với phương thẳng đứng một góc $\beta = 45^\circ$ nên biên độ góc: $\alpha_{\max} = 54^\circ - 45^\circ = 9^\circ$.

Vận tốc cực đại:

$$v_{\max} = \sqrt{2g'.l.(1 - \cos \alpha_{\max})} = \sqrt{2 \cdot 10\sqrt{2} \cdot 0,5 \cdot (1 - \cos 9^\circ)} = 0,42 \text{ (m/s)}$$

Ví dụ 7: Một con lắc đơn dây treo có chiều dài 0,5 m, quả cầu có khối lượng 100 (g), tại nơi có thêm trường ngoại lực có độ lớn 1 N có hướng ngang từ trái sang phải. Lấy $g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Kéo con lắc sang phải và lệch so với phương thẳng đứng góc 54° rồi thả nhẹ. Tính tốc độ của vật khi sợi dây sang phải và lệch so với phương thẳng đứng góc 40° .

- A. 0,42 m/s. B. 0,35 m/s. C. 2,03 m/s D. 2,41 m/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

Tính toán tương tự ví dụ trên. Khi ở VTCB phương dây treo lệch sang phải so với phương thẳng đứng một góc $\beta = 45^\circ$ nên biên độ góc: $\alpha_{\max} = 54^\circ - 45^\circ = 9^\circ$ và li độ góc $\alpha = 45^\circ - 40^\circ = 5^\circ$.

Tốc độ của vật khi sợi dây sang phải và lệch so với phương thẳng đứng góc 40° :

$$v = \sqrt{2g'.l.(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max})} = \sqrt{2 \cdot 10\sqrt{2} \cdot 0,5 \cdot (\cos 5^\circ - \cos 9^\circ)} = 0,35 \text{ (m/s)}$$

Ví dụ 8: (ĐH-2012) Một con lắc đơn gồm dây treo có chiều dài 1 m và vật nhỏ có khối lượng 100 g mang điện tích $2 \cdot 10^{-5} \text{ C}$. Treo con lắc đơn này trong điện trường đều với vector cường độ

điện trường hướng theo phương ngang và có độ lớn $5 \cdot 10^4$ V/m. Trong mặt phẳng thẳng đứng đi qua điểm treo và song song với vectơ cường độ điện trường, kéo vật nhỏ theo chiều của vectơ cường độ điện trường sao cho dây treo hợp với vectơ gia tốc trong trường một góc 54° rồi buông nhẹ cho con lắc dao động điều hòa. Lấy $g = 10$ m/s². Trong quá trình dao động, tốc độ cực đại của vật nhỏ là

- A. 0,59 m/s. B. 3,41 m/s. C. 2,87 m/s. D. 0,50 m/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

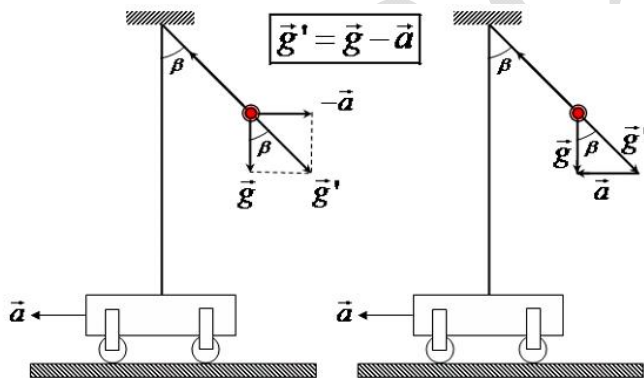
Lực tĩnh điện có phương ngang, có độ lớn $F = qE = 1(N)$

$$\begin{cases} \tan \beta = \frac{F}{P} = \frac{1}{0,1 \cdot 10} \Rightarrow \beta = 45^\circ \\ g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2} = \sqrt{10^2 + \left(\frac{1}{0,1}\right)^2} = 10\sqrt{2} \text{ (m/s}^2\text{)} \end{cases}$$

Khi ở VTCB phương dây treo lệch sang phải so với phương thẳng đứng một góc $\beta = 45^\circ$ nên biên độ góc: $\alpha_{\max} = 54^\circ - 45^\circ = 9^\circ$.

Tốc độ cực đại:

$$v_{\max} = \sqrt{2g'l(1 - \cos \alpha_{\max})} = \sqrt{2 \cdot 10\sqrt{2} \cdot 1 \cdot (1 - \cos 9^\circ)} = 0,59 \text{ (m/s)}$$



Chú ý: Khi con lắc treo trên vật chuyển động biến đổi đều với gia tốc \vec{a} (Chuyển động nhanh dần đều $\vec{a} \uparrow \vec{v}$ và chuyển động chậm dần đều $\vec{a} \downarrow \vec{v}$) theo phương thẳng đứng thì nó chịu thêm lực quán tính: $\vec{F} = -m\vec{a}$, độ lớn $F = ma$ ($\vec{F} \uparrow \vec{a}$) nên gia tốc trọng trường hiệu dụng:

$\vec{g}' = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m} = \vec{g} - \vec{a}$. Khi ở VTCB, phương dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc β và độ lớn gia tốc trọng trường hiệu dụng $g' > g$.

$$\begin{cases} \tan \beta = \frac{a}{g} \\ g' = \sqrt{g^2 + a^2} = \frac{g}{\cos \beta} > g \end{cases}$$

Ví dụ 9: (CD-2010) Treo con lắc đơn vào trần một ô tô tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Khi ô tô đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 2 s. Nếu ô tô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm ngang với gia tốc 2 m/s^2 thì chu kì dao động điều hòa của con lắc xấp xỉ bằng

- A. 2,02 s. B. 1,82 s. C. 1,98 s. D. 2,00 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$g' = \sqrt{g^2 + a^2} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{9,8}{\sqrt{9,8^2 + 2^2}}} \Rightarrow T = 1,98(s)$$

Ví dụ 10: Treo con lắc đơn vào trần một ô tô tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Khi ô tô chuyển động thẳng đều thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 1,5 s. Nếu ô tô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm ngang thì khi ở vị trí cân bằng phương của dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc 15° . Gia tốc của xe và chu kì dao động điều hòa của con lắc khi xe chuyển động nhanh dần đều lần lượt bằng

- A. $2,6 \text{ m/s}^2$ và 1,47 s. B. $1,2 \text{ m/s}^2$ và 1,37 s. C. $1,5 \text{ m/s}^2$ và 1,27s D. $2,5 \text{ m/s}^2$ và 1,17s

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$a = g \tan \beta = 9,8 \cdot \tan 15^\circ = 2,6 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\cos 15^\circ} \Rightarrow T = 1,47(s)$$

Ví dụ 11: Một ô tô khởi hành trên đường nằm ngang đạt tốc độ 25 m/s sau khi chạy nhanh dần đều được quãng đường 125 m . Trần ô tô treo con lắc đơn dài $1,5 \text{ m}$. Cho gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chu kì dao động nhỏ của con lắc đơn là

- A. 2,2 s. B. 1,6 s. C. 2,4 s. D. 2,8 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$v^2 - v_0^2 = 2aS \Rightarrow 25^2 - 0 = 2 \cdot a \cdot 125 \Rightarrow a = 2,5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$