

A. dương.

B. âm.

C. dương hoặc âm.

D. có dấu không thể xác định được.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án A**

$$\text{Vì } \frac{T'_{E\uparrow}}{T'_{E\downarrow}} = \frac{7}{6} > 1 \Rightarrow T'_{E\uparrow} > T'_{E\downarrow} \Rightarrow g'_{E\uparrow} < g'_{E\downarrow} \Rightarrow \begin{cases} g'_{E\uparrow} = g - \frac{QE}{m} \\ g'_{E\downarrow} = g + \frac{QE}{m} \end{cases} \Rightarrow Q > 0$$

**Ví dụ 16:** Một con lắc đơn, khối lượng vật nặng  $m = 100$  g, treo trong một điện trường đều hướng thẳng đứng xuống dưới, có độ lớn  $E = 9800$  V/m. Khi chưa tích điện cho quả nặng, chu kì dao động nhỏ của con lắc là 2 s, tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>. Truyền cho quả nặng điện tích  $q > 0$  thì chu kì dao động nhỏ của nó thay đổi 0,002 s. Giá trị  $q$  bằng

A. 0,2  $\mu$ C.

B. 3  $\mu$ C.

C. 0,3  $\mu$ C.

D. 2  $\mu$ C.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án A**

$$\vec{g}' = \frac{\vec{F} + m\vec{g}}{m} = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m} \xrightarrow{\vec{F} = q\vec{E} \uparrow m\vec{g}} \vec{g}' = g + \frac{F}{m} \uparrow \Rightarrow T' \downarrow \Rightarrow T' = T - 0,002 = 1,998 (s)$$

$$\frac{2}{1,998} = \frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{g'}{g}} = \sqrt{1 + \frac{qE}{mg}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{qE}{mg} \Rightarrow q = 0,2 \cdot 10^{-6} (C)$$

**Ví dụ 8:** Một con lắc đơn quả cầu có khối lượng  $m$ , đang dao động điều hòa trên Trái Đất trong vùng không gian có thêm lực  $F$  có hướng thẳng đứng từ trên xuống. Nếu khối lượng  $m$  tăng thì chu kì dao động nhỏ

A. không thay đổi.

B. tăng.

C. giảm.

D. có thể tăng hoặc giảm.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

$$\vec{g}' = \frac{\vec{F} + m\vec{g}}{m} = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m} \xrightarrow{\vec{F} \uparrow m\vec{g}} \vec{g}' = g + \frac{F}{m} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{F}{m}}}$$

Từ công thức này ta nhận thấy khi  $m$  tăng thì  $T$  tăng

**Ví dụ 9:** Một con lắc đơn có chu kỳ dao động nhỏ 2 (s) khi dao động trong chân không. Quả lắc làm bằng hợp kim khối lượng riêng 8670 g/dm<sup>3</sup>. Tính chu kỳ dao động nhỏ của con lắc khi dao động trong không khí; khi quả lắc chịu tác dụng của sức đẩy Acsimet, khối lượng riêng của không khí là 1,3 g/dm<sup>3</sup>. Bỏ qua mọi ma sát.

A. 2,00024 s.

B. 2,00015 s.

C. 2,00012 s.

D. 2,00013 s.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

Quả lắc chịu thêm lực đẩy Ácsimét  $\vec{F}_A$  có hướng thẳng đứng lên và có độ lớn  $F_A = \rho g V$ . Trong đó  $\rho$  là khối lượng riêng của chất lỏng hay chất khí,  $g$  là gia tốc rơi tự do và  $V$  là thể tích của phần vật chìm trong chất lỏng hay chất khí đó. Lúc này, gia tốc trọng trường hiệu dụng:

$$g' = g - \frac{F_A}{m} = g - \frac{Vrg}{VD} = g - \frac{r}{D}g \quad (\text{với } D \text{ là khối lượng riêng của chất làm quả lắc})$$

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{r}{D}}} = 1 + \frac{r}{2D} \Rightarrow T' = T\left(1 + \frac{r}{2D}\right) = 2,00015(s)$$

**Chú ý:** Khi con lắc đơn đang dao động mà lực  $\vec{F}$  có hướng thẳng đứng bắt đầu tác dụng thì cơ năng thay đổi hay không còn phụ thuộc vào li độ lúc tác dụng:

+ Nếu lúc tác động con lắc qua VTCB ( $\alpha = 0$ ) thì không làm thay đổi tốc độ cực đại ( $v'_{\max} = v_{\max}$ ) nên không làm thay đổi động năng cực đại, tức là không làm thay đổi cơ năng dao động.

+ Nếu lúc tác động con lắc qua VT biên ( $\alpha = \pm\alpha_{\max}$ ) thì không làm thay đổi biên độ góc ( $\alpha'_{\max} = \alpha_{\max}$ ) nên tỉ số cơ năng bằng tỉ số thế năng cực đại và bằng tỉ số gia tốc.

+ Nếu lúc tác động con lắc qua li độ góc  $\alpha = \frac{\pm\alpha_{\max}}{n}$  thì độ biến thiên thế năng lúc này đúng bằng độ biến thiên cơ năng.

$$\begin{aligned} & *a = 0 \Rightarrow \frac{W'}{W} = 1 \Rightarrow v'_{\max} = v_{\max} \\ & *a = \pm a_{\max} \Rightarrow \frac{W'}{W} = \frac{g'}{g} \Rightarrow a'_{\max} = a_{\max} \\ g' = g \pm \frac{F}{m} : & *a = \frac{a_{\max}}{n} \Rightarrow \Delta W_t = \frac{m(g'-g)l}{2} a^2 = \frac{m(g'-g)l}{2n^2} a_{\max}^2 = \frac{1}{n^2} \cdot \left(\frac{g'}{g} - 1\right) W \\ & W' = W + \Delta W_t \Rightarrow \frac{mg'l}{2} a_{\max}^2 = \frac{mgl}{2} a_{\max}^2 + \frac{m(g'-g)l}{2n^2} a_{\max}^2 \\ & a_{\max} = ? \end{aligned}$$

**Ví dụ 10:** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích  $q = 5\mu C$  được coi là điện tích điểm. Ban đầu con lắc dao động dưới tác dụng chỉ của trọng trường. Khi con lắc có li độ bằng 0, tác dụng điện trường đều mà vectơ cường độ điện

trường có độ lớn  $10^4 (V/m)$  và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy  $g = 10 (m/s^2)$ . Biên độ góc của con lắc sau khi tác dụng điện trường thay đổi như thế nào?

- A.** giảm 33,3%.      **B.** tăng 33,3%.      **C.** tăng 50%.      **D.** giảm 50%.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án A**

Khi con lắc đơn có thêm lực  $\vec{F} = q\vec{E}$  có hướng thẳng đứng xuống dưới thì gia tốc trọng trường hiệu dụng cũng có hướng thẳng đứng xuống dưới và có độ lớn:

$$g' = g + \frac{qE}{m} = 10 + \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4}{0,01} = 15 (m/s^2)$$

Vì lúc tác động con lắc qua VTCB ( $\alpha = 0$ ) nên không làm thay đổi tốc độ cực đại ( $v'_{\max} = v_{\max}$ ) và không làm thay đổi động năng cực đại, tức là không làm thay đổi cơ năng dao động.

$$1 = \frac{W'}{W} = \frac{\frac{mg'l}{2} a_{\max}^2}{\frac{mgl}{2} a_{\max}^2} = \frac{15 a_{\max}^2}{10 a_{\max}^2} \Rightarrow \frac{a'_{\max}}{a_{\max}} = 1 - 0,333 = 100\% - 33,3\%$$

**Ví dụ 11:** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích  $q = 5 \mu C$  được coi là điện tích điểm. Ban đầu con lắc dao động dưới tác dụng chỉ của trọng trường. Khi con lắc có vận tốc bằng 0, tác dụng điện trường đều mà vectơ cường độ điện trường có độ lớn  $10^4 (V/m)$  và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy  $g = 10 (m/s^2)$ . Cơ năng của con lắc sau khi tác dụng điện trường thay đổi như thế nào?

- A.** giảm 20%.      **B.** tăng 20%.      **C.** tăng 50%.      **D.** giảm 50%.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án C**

Khi con lắc đơn có thêm lực  $\vec{F} = q\vec{E}$  có hướng thẳng đứng xuống dưới thì gia tốc trọng trường hiệu dụng cũng có hướng thẳng đứng xuống dưới và có độ lớn:

$$g' = g + \frac{qE}{m} = 10 + \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4}{0,01} = 15 (m/s^2)$$

Vì lúc tác động con lắc qua VT biên ( $\alpha = \pm \alpha_{\max}$ ) nên không làm thay đổi biên độ góc ( $\alpha'_{\max} = \alpha_{\max}$ ) vì vậy tỉ số cơ năng bằng tỉ số thế năng cực đại và bằng tỉ số gia tốc.

$$\frac{W'}{W} = \frac{W'_t}{W_t} = \frac{g'}{g} = \frac{g + \frac{qE}{m}}{g} = 100\% + 50\%$$

**Ví dụ 12:** Một con lắc đơn vật nhỏ có khối lượng  $m$  mang điện tích  $q > 0$  được coi là điện tích điểm. Ban đầu con lắc dao động dưới tác dụng chỉ của trọng trường có biên độ góc  $\alpha_{\max}$ . Khi

con lắc có li độ góc  $0,5\alpha_{\max}$ , tác dụng điện trường đều mà vectơ cường độ điện trường có độ lớn  $E$  và hướng thẳng đứng xuống dưới. Biết  $qE = mg$ . Cơ năng của con lắc sau khi tác dụng điện trường thay đổi như thế nào?

- A. giảm 25%.      B. tăng 25%.      C. tăng 50%.      D. giảm 50%.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

$$g' = g + \frac{qE}{m} = 2g \Rightarrow g' - g = g$$

$$W = \frac{mgl}{2} a_{\max}^2$$

$$a = \frac{a_{\max}}{2} \Rightarrow \Delta W_t = \frac{m(g' - g)l}{2} a^2 = \frac{mgl}{2 \cdot 2^2} a_{\max}^2 = \frac{1}{4} W$$

$$W' = W + \Delta W_t = \frac{3}{4} W \Rightarrow \frac{W'}{W} = 1,25 = 100\% + 25\%$$

**Chú ý:** Trong công thức tính vận tốc:

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

lúc này ta thay  $g$  bằng  $g'$ :

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

**Ví dụ 13:** 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 thẳng đứng xuống dưới. Lấy  $g = 10$  (m/s<sup>2</sup>). Kéo con lắc sang phải và lệch so với phương thẳng đứng góc  $54^\circ$  rồi thả nhẹ. Tính tốc độ cực đại của vật.

- A. 0,417 m/s.      B. 0,496 m/s.      C. 2,871 m/s.      D. 0,248 m/s.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án C**

$$g' = g + \frac{F}{m} = 20$$

$$v_{\max} = \sqrt{2g' \cdot l(1 - \cos \alpha_{\max})} = \sqrt{2 \cdot 20 \cdot 0,5 \cdot (1 - \cos 54^\circ)} = 2,871 \text{ (m/s)}$$

**Chú ý:** Khi con lắc treo trên vật chuyển động biến đổi đều với gia tốc  $\vec{a}$  (Chuyển động nhanh dần đều  $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}$  và chuyển động chậm dần đều  $\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}$ ) theo phương thẳng đứng thì nó chịu