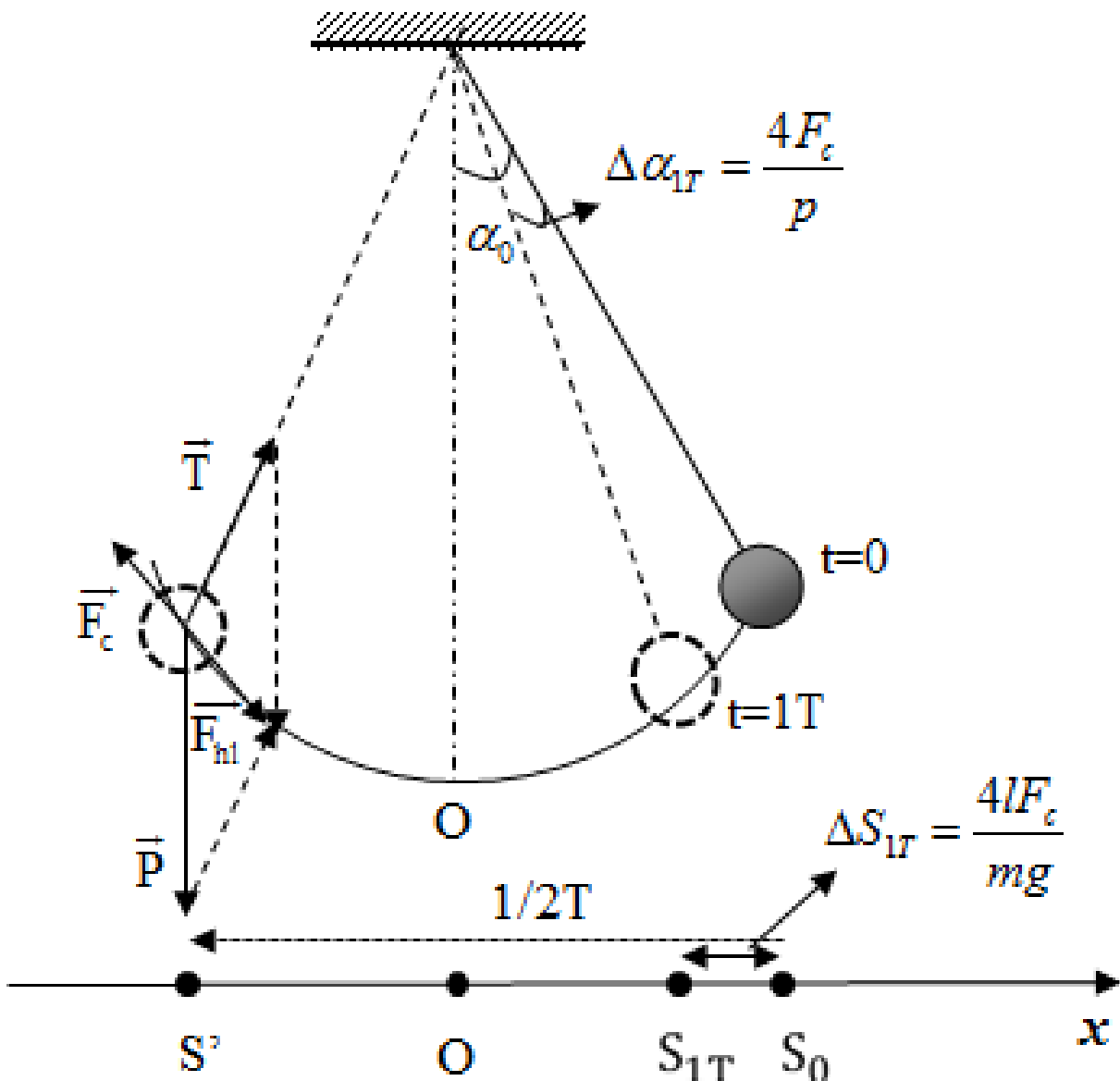


VẬT LÝ 12

# CHUYÊN ĐỀ VỀ CON LẮC ĐƠN



**MỤC LỤC**

**DẠNG 1: CON LẮC ĐƠN VƯỢNG ĐINH VÀ HAI CON LẮC TRÙNG PHÙNG ..... 2**

**DẠNG 2: CHU KỲ CỦA CON LẮC ĐƠN PHỤ THUỘC NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ CAO ..... 9**

**DẠNG 3: VẬN TỐC, GIA TỐC VÀ LỰC CĂNG DÂY CON LẮC ĐƠN ..... 21**

**DẠNG 4: SỰ BIẾN THIÊN CHU KÌ, TẦN SỐ DAO ĐỘNG CỦA CON LẮC ĐƠN PHỤ THUỘC VÀO CHIỀU DÀI DÂY TREO ..... 32**

**DẠNG 5: CON LẮC ĐƠN VÀ CÁC LỰC LẠ ..... 50**

**DẠNG 6: DAO ĐỘNG TẮT DẦN ..... 82**

**DẠNG 7: NĂNG LƯỢNG TRONG CON LẮC ĐƠN ..... 89**

**DẠNG 8: BÀI TOÁN VA CHẠM ..... 95**

**DẠNG 9: DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC, HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG ..... 103**

## DẠNG 1: CON LẮC ĐƠN VƯỢng ĐỈNH VÀ HAI CON LẮC TRÙNG PHÙNG

### 1.1. Con lắc đơn vướng đỉnh:

- Chu kỳ dao động: Con lắc đơn vướng đỉnh sẽ dao động một nửa chu kỳ ứng với chiều dài  $l$  và một nửa chu kỳ ứng với chiều dài  $l'$

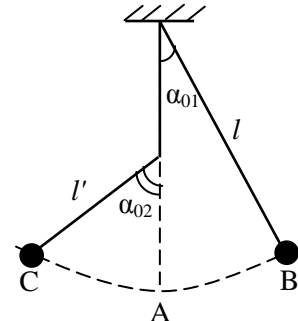
$$T^* = \frac{T+T'}{2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} + 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}}}{2}$$

- Mối quan hệ giữa biên độ góc  $\alpha_{01}$  và  $\alpha_{02}$  ( $\alpha_{02} > \alpha_{01}$ )

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$W_B = W_C \Leftrightarrow mgl(1 - \cos \alpha_{01}) = mgl'(1 - \cos \alpha_{02})$$

$$\Leftrightarrow l(1 - \cos \alpha_{01}) = l'(1 - \cos \alpha_{02})$$



**Chú ý:** - Không nên vận dụng công thức tính cơ năng gần đúng do  $\alpha_{01}$  nhỏ hơn  $10^\circ$  nhưng  $\alpha_{02}$  có thể lớn hơn  $10^\circ$ .

- Trường hợp giữ chặt điểm chính giữa của dây treo con lắc đơn sẽ dao động với chu kỳ mới ứng với chiều dài  $l'$ .

### 1.2. Hai con lắc trùng phùng:

- Giả sử hai con lắc đơn 1 và 2 dao động với chu kỳ  $T_1$  và  $T_2$ .

**Phương pháp 1: Lập tỉ số chu kỳ dao động của hai con lắc (cho mọi trường hợp)**

- Khoảng thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp:

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_2 T_2 \Leftrightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow n_1; n_2 \text{ (} n_1, n_2 \text{ là hai số nguyên dương nhỏ nhất)}$$

**Phương pháp 2: Xác định độ chênh lệch chu kỳ của hai con lắc (khi  $T_1 \approx T_2$ )**

Trong trường hợp hai chu kỳ có giá trị gần bằng nhau và  $|T_2 - T_1|$  là ước của  $T_1$  hoặc  $T_2$

- Giả sử  $T_2 > T_1$ . Độ chênh lệch chu kỳ của hai con lắc:

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

- Khi trùng phùng, con lắc 1 dao động với số chu kỳ là  $n_1$ , con lắc 2 dao động với số chu kỳ là  $n_2$  và:  $n_1 = n_2 + 1$ . Khi đó:

$$n_1 = \frac{T_2}{T_2 - T_1}; n_2 = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

Vậy khoảng thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp được xác định như sau:

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_2 T_2 = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$$

**Câu 1:** Hai con lắc dao động điều hòa với chu kỳ lần lượt là  $T_1 = 2s$  và  $T_2 = 1,5 s$ . Giả sử tại thời điểm  $t$  hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng theo cùng chiều thì sau đó bao lâu cả hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng theo cùng chiều như trên.

- A.  $\Delta t = 6,6s$                       B.  $\Delta t = 4,6s$                       C.  $\Delta t = 3,2s$                       D.  $\Delta t = 6s$

Hướng dẫn:

- Thời gian hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng theo chiều ban đầu là:

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_2 T_2 \Leftrightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1,5}{2} = \frac{3}{4} \Rightarrow \begin{cases} n_1 = 3 \\ n_2 = 4 \end{cases}$$

- Với  $n_1 = 3$  ta có:  $\Delta t = n_1 T_1 = 3.2 = 6(s)$

**Câu 2:** Hai con lắc đơn treo cạnh nhau có chu kỳ dao động nhỏ là  $T_1 = 4s$  và  $T_2 = 4,8s$ . Kéo hai con lắc lệch một góc nhỏ như nhau rồi đồng thời buông nhẹ. Hỏi sau thời gian ngắn nhất bao nhiêu thì hai con lắc sẽ đồng thời trở lại vị trí này:

- A. 8,8s                                      B. 12s.                                      C. 6,248s.                                      D. 24s

Hướng dẫn:

- Vì  $T_2 > T_1$  nên  $n_1 = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$

- Thời gian để hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng theo chiều ban đầu là:

$$\Delta t = n T_2 = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} = 24(s)$$

**Câu 3:** Hai con lắc có cùng biên độ, có chu kỳ  $T_1$  và  $T_2 = 4T_1$  tại thời điểm ban đầu chúng đi qua VTGB theo cùng một chiều. Khoảng thời gian ngắn nhất hai con lắc ngược pha nhau là:

- A.  $\frac{T_2}{6}$                                       B.  $\frac{T_2}{4}$                                       C.  $\frac{T_2}{3}$                                       D.  $\frac{T_2}{2}$

Hướng dẫn:

- Giả sử tại thời điểm ban đầu hai con lắc cùng đi qua VTGB theo chiều âm, khi đó:

+ Pha dao động của con lắc 1:  $\omega_1 t + \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{T_1} t + \frac{\pi}{2}$

+ Pha dao động của con lắc 2:  $\omega_2 t + \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{T_2} t + \frac{\pi}{2}$

- Gọi  $t(s)$  là khoảng thời gian để hai con lắc chuyển động ngược pha nhau.

- Vì  $T_1 < T_2$  nên  $\omega_1 > \omega_2$  suy ra con lắc 1 chuyển động sớm pha hơn con lắc 2 một góc  $\pi$  (rad). Ta có hệ thức sau:

$$\frac{2\pi}{T_1}t + \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{T_2}t + \frac{\pi}{2} + \pi \Leftrightarrow \frac{2\pi}{T_1}t = \frac{2\pi}{T_2}t + \pi$$

$$\Leftrightarrow \frac{8\pi}{T_2}t = \frac{2\pi}{T_2}t + \pi \Leftrightarrow \frac{6\pi}{T_2}t = \pi \Rightarrow t = \frac{T_2}{6} (s)$$

**Câu 4:** Cho hai con lắc đơn A và B dao động điều hòa trên hai đường thẳng song song với nhau. Ban đầu kéo vật nặng của hai con lắc về cùng một phía hợp với phương thẳng đứng một góc bằng nhau rồi buông nhẹ cùng một lúc. Biết rằng chu kỳ dao động của con lắc B nhỏ hơn chu kỳ dao động của con lắc A. Người ta đo được sau 4 phút 30 giây thì thấy hai vật nặng lại trùng nhau ở vị trí ban đầu. Biết chu kỳ dao động của con lắc A là 0,5 (s). Tỉ số chiều dài của con lắc A với so với chiều dài con lắc B là:

- A. 1,00371                      B. 1,00223                      C. 1,00256                      D. 0,99624

Hướng dẫn:

- Để hai con lắc trùng phùng thì số chu kỳ con lắc A thực hiện là:  $n_A = \frac{T_B}{T_A - T_B}$
- Thời gian để hai vật nặng trùng nhau ở vị trí ban đầu (hay hai con lắc A và B trùng phùng) là:

$$\Delta t = n_A T_A = 270 (s)$$

$$\Leftrightarrow n_A = 540 \Leftrightarrow \frac{T_B}{T_A - T_B} = 540 \Leftrightarrow \frac{T_A - T_B}{T_B} = \frac{1}{540} \Leftrightarrow \frac{T_A}{T_B} - 1 = \frac{1}{540}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{541}{540} \Leftrightarrow \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_A}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_B}{g}}} = \frac{541}{540} \Leftrightarrow \sqrt{\frac{l_A}{l_B}} = \frac{541}{540}$$

$$\Rightarrow \frac{l_A}{l_B} = \left(\frac{541}{540}\right)^2 = 1,00371$$

**Câu 5.** Kéo con lắc đơn có chiều dài  $l = 1\text{m}$  ra khỏi vị trí cân bằng một góc nhỏ so với phương thẳng đứng rồi thả nhẹ cho dao động. Khi đi qua vị trí cân bằng, dây treo bị vướng vào một chiếc đinh đóng dưới điểm treo con lắc một đoạn 36cm. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Chu kỳ dao động của con lắc là

- A. 3,6s.                      B. 2,2s.                      C. 2s.                      D. 1,8s.

Hướng dẫn:

- Chu kỳ của con lắc sau khi vướng đinh là:

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \pi \left( \sqrt{\frac{l_1}{g}} + \sqrt{\frac{l_2}{g}} \right) = 1,8(s)$$

**Câu 6:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l$ . Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc  $\alpha_0 = 30^\circ$  rồi thả nhẹ cho dao động. Khi đi qua vị trí cân bằng dây treo bị vướng vào một chiếc đinh nằm trên đường thẳng đứng cách điểm treo con lắc một đoạn  $l/2$ . Tính biên độ góc  $\beta_0$  mà con lắc đạt được sau khi vướng đinh?

A.  $34^\circ$ .

B.  $30^\circ$ .

C.  $45^\circ$ .

D.  $43^\circ$ .

Hướng dẫn:

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

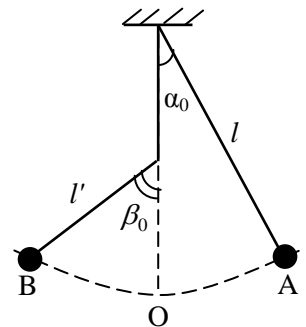
$$W_A = W_B$$

$$\Leftrightarrow mgl(1 - \cos \alpha_0) = mgl'(1 - \cos \beta_0)$$

$$\Leftrightarrow l(1 - \cos \alpha_0) = \frac{l}{2}(1 - \cos \beta_0) \Leftrightarrow 1 - \cos \beta_0 = 2(1 - \cos \alpha_0)$$

$$\Leftrightarrow \cos \beta_0 = 1 - 2(1 - \cos \alpha_0) = 1 - 2[1 - \cos(30^\circ)] = \sqrt{3} - 1$$

$$\Rightarrow \beta_0 = 43^\circ$$



**Câu 7:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 95\text{cm}$ , đầu trên treo ở điểm  $O'$  cố định. Gọi  $O$  là vị trí cân bằng của vật. Ở trung điểm của  $OO'$  người ta đóng một chiếc đinh sao cho khi vật đi qua vị trí cân bằng thì dây vướng vào đinh. Bỏ qua mọi ma sát, lực cản. Kích thích cho con lắc dao động với biên độ góc nhỏ thì trong một phút đếm được 36 dao động toàn phần. Lấy  $\pi = 3,14$ . Gia tốc trọng trường ở nơi treo con lắc là:

A.  $9,967\text{m/s}^2$

B.  $9,862\text{m/s}^2$

C.  $9,827\text{m/s}^2$

D.  $9,826\text{m/s}^2$

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của con lắc:

$$T = \pi \left( \sqrt{\frac{l}{g}} + \sqrt{\frac{l'}{g}} \right) = \pi \left( \sqrt{\frac{l}{g}} + \sqrt{\frac{l}{2g}} \right) = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

- Tần số dao động của con lắc:

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{36}{60} = \frac{3}{5} (\text{Hz})$$

- Mà  $T = \frac{1}{f}$  nên:

$$\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow g = \frac{3^2}{5^2} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 l \pi^2 = \frac{3^2}{5^2} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot 0,95 \cdot 3,14^2 = 9,827 (m/s^2)$$

**Câu 8:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1$  m dao động nhỏ tại nơi có gia tốc trọng trường  $g \approx \pi^2$  m/s<sup>2</sup>. Nếu khi vật đi qua vị trí cân bằng dây treo vướng vào đỉnh nằm cách điểm treo 50 cm thì chu kỳ dao động nhỏ của con lắc đơn là:

- A.**  $2 + \sqrt{2}$  s                      **B.**  $\frac{2 + \sqrt{2}}{2}$  s.                      **C.** 2 s.                      **D.**  $1 + \sqrt{2}$  s.

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc là:

$$T = \pi \left( \sqrt{\frac{l}{g}} + \sqrt{\frac{l'}{g}} \right) = \pi \left( \sqrt{\frac{l}{g}} + \sqrt{\frac{l}{2g}} \right) = \frac{2 + \sqrt{2}}{2} (s)$$

**Câu 9:** Hai con lắc đơn có chiều dài  $l_1, l_2$  được kéo lệch về cùng một phía với cùng biên độ góc  $\alpha_0$  rồi thả nhẹ để cho chúng dao động điều hòa với tần số  $f_1 = 5/3$  Hz và  $f_2 = 1,25$  Hz. Sau thời gian ngắn nhất bao nhiêu thì hai con lắc lại ở cùng trạng thái ban đầu?

- A.** 3s                      **B.** 4,8s                      **C.** 2s                      **D.** 2,4s

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của hai con lắc:

$$T_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{3}{5} = 0,6 (s)$$

$$T_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{1,25} = 0,8 (s)$$

- Để hai con lắc trùng phùng thì con lắc 1 cần thực hiện được  $n_1 = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$  dao động.

- Thời gian ngắn nhất để hai con lắc ở cùng trạng thái ban đầu là:

$$\Delta t = n_1 T_1 = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} = 2,4 (s)$$

**Câu 10:** Hai con lắc đơn treo cạnh nhau có tần số dao động bé là  $f_1$  và  $f_2$  với  $f_1 < f_2$ . Kích thích để hai con lắc dao động điều hòa trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng. Thời gian giữa hai lần liên tiếp hai con lắc qua vị trí cân bằng theo cùng một chiều là

- A.**  $\frac{f_1 f_2}{f_2 - f_1}$ .      **B.**  $\frac{1}{f_2 - f_1}$ .      **C.**  $\sqrt{f_2 - f_1}$ .      **D.**  $f_2 - f_1$ .

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của hai con lắc:

$$T_1 = \frac{1}{f_1} ; T_2 = \frac{1}{f_2}$$

- Vì  $f_1 < f_2$  nên  $T_1 > T_2$ . Con lắc 1 cần thực hiện  $n_1 = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$  dao động để hai con lắc trùng phùng.

- Thời gian giữa hai lần liên tiếp hai con lắc qua vị trí cân bằng theo cùng một chiều:

$$\Delta t = n_1 T_1 = \frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} = \frac{1}{f_2 - f_1}$$

**Câu 11:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l$  dao động điều hòa với chu kỳ  $T_1$  khi qua vị trí cân bằng dây treo con lắc bị kẹp chặt tại trung điểm của nó. Chu kỳ dao động mới tính theo chu kỳ ban đầu là bao nhiêu?

- A.**  $T_1(1 + \sqrt{2})$ .      **B.**  $T_1/2$       **C.**  $T_1/\sqrt{2}$       **D.**  $T_1\sqrt{2}$

Hướng dẫn:

- Giả sử  $T_1$  và  $T_2$  lần lượt là chu kỳ dao động của con lắc trước và sau khi dây treo bị kẹp chặt.

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} ; T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$$

- Chu kỳ dao động mới của con lắc:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{\sqrt{2}}$$

**Câu 12:** Hai con lắc đơn chiều dài  $l_1 = 64\text{cm}$ ,  $l_2 = 81\text{cm}$ , dao động nhỏ trong hai mặt phẳng song song. Hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng và cùng chiều lúc  $t = 0$ . Sau thời gian  $t$ , hai con lắc lại cùng qua vị trí cân bằng và cùng chiều một lần nữa. Lấy  $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$ . Chọn kết quả **đúng** về thời gian  $t$  trong các kết quả dưới đây.



<b>A.</b> 20s	<b>B.</b> 12s	<b>C.</b> 8s	<b>D.</b> 14,4s
<u>Hướng dẫn:</u>			
<p>- Chu kỳ dao động của hai con lắc:</p> $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} = 1,6(s) ; T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 1,8(s)$			
<p>- Để hai con lắc trùng phùng thì con lắc 1 cần thực hiện <math>n_1 = \frac{T_2}{T_2 - T_1}</math> dao động.</p>			
<p>- Khoảng thời gian trùng phùng lần đầu tiên của hai con lắc:</p> $t = n_1 T_1 = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} = 14,4(s)$			
<p><b>Câu 12:</b> Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào sợi dây không giãn. Con lắc đang dao động với biên độ S và khi đi qua vị trí cân bằng thì điểm giữa của sợi dây bị giữ lại. Tìm biên độ sau đó.</p>			
<b>A.</b> $S\sqrt{2}$	<b>B.</b> $S/\sqrt{2}$	<b>C.</b> S	<b>D.</b> S/2
<u>Hướng dẫn:</u>			
<p>- Biên độ của con lắc sau khi dây treo bị giữ lại tại điểm chính giữa:</p> <p>Ta có: <math>W = W' \Leftrightarrow \frac{1}{2}mg \frac{S^2}{l} = \frac{1}{2}mg \frac{S'^2}{l'} \Leftrightarrow \frac{S^2}{l} = \frac{S'^2}{l'}</math></p> $\Rightarrow S' = S\sqrt{\frac{l'}{l}} = \frac{S}{\sqrt{2}}$			
<p><b>Câu 13:</b> Hai con lắc đơn dao động với chu kỳ lần lượt là <math>T_1 = 0,3s</math>; và <math>T_2 = 0,6s</math>. Được kích thích cho bắt đầu dao động nhỏ cùng lúc. Chu kỳ dao động trùng phùng của bộ đôi con lắc là:</p>			
<b>A.</b> 1,2s	<b>B.</b> 0,9s	<b>C.</b> 0,6s	<b>D.</b> 0,3s
<u>Hướng dẫn:</u>			
<p>- Để hai con lắc trùng phùng thì con lắc 1 cần thực hiện <math>n_1 = \frac{T_2}{T_2 - T_1}</math> dao động.</p>			
<p>- Chu kỳ dao động trùng phùng của bộ đôi con lắc:</p> $T_p = n_1 T_1 = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} = 0,6(s)$			

## DẠNG 2: CHU KỲ CỦA CON LẮC ĐƠN PHỤ THUỘC NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ CAO

### 2.1. Thay đổi nhiệt độ:

Khi thay đổi nhiệt độ chiều dài của con lắc bị thay đổi, trong trường hợp gia tốc trọng trường không thay đổi. Khi đó:

- Chiều dài con lắc khi ở nhiệt độ  $t_2$ : 
$$l_2 = l_1 + l_1\alpha(t_2 - t_1) = l_1(1 + \alpha\Delta t)$$

- Chu kỳ của con lắc khi ở nhiệt độ  $t_1$ : 
$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$$

- Chu kỳ của con lắc khi ở nhiệt độ  $t_2$ : 
$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1(1 + \alpha\Delta t)}{g}}$$

$\Rightarrow$  Tỷ số chu kỳ: 
$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{1 + \alpha\Delta t}$$

### 2.2. Thay đổi độ cao:

Khi thay đổi độ cao (độ sâu) gia tốc trọng trường bị thay đổi, trong trường hợp chiều dài của con lắc không thay đổi do nhiệt độ không thay đổi. Khi đó:

- Tỷ số chu kỳ con lắc khi ở độ cao  $h$  so với mặt đất:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = 1 + \frac{h}{R}$$

- Tỷ số chu kỳ của con lắc khi ở độ sâu  $h$  so với mặt đất:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = 1 + \frac{h}{2R}$$

Trường hợp đưa con lắc lên thiên thể khác:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{R_2}{R_1} \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$

### 2.2. Độ biến thiên chu kỳ và thời gian chạy nhanh chậm của con lắc đơn:

- Độ biến thiên chu kỳ dao động của con lắc ở nhiệt độ  $t_2$  so với  $t_1$  hoặc ở nơi có gia tốc trọng trường  $g_1$  so với  $g_2$ :

Nếu  $t_2 > t_1$  hay  $g_2 < g_1$ : 
$$\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow \text{Con lắc chạy chậm}$$

Nếu  $t_2 < t_1$  hay  $g_2 > g_1$ : 
$$\frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow \text{Con lắc chạy nhanh}$$

- Thời gian con lắc chạy nhanh chậm trong một ngày: 
$$t = \frac{\Delta T}{T_1} \times 86400(s)$$

**Câu 1:** Mặt trăng có khối lượng nhỏ hơn khối lượng trái đất 81 lần, bán kính nhỏ hơn bán kính trái đất 3,7 lần. Biết vào ban ngày, nhiệt độ trung bình trên Mặt Trăng là 107 °C, nhiệt độ trung bình trên trái đất là 27°C. Cho hệ số nở dài của dây treo con lắc là  $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Chu kỳ dao động của con lắc đơn khi đưa từ trái đất lên mặt trăng thay đổi bao nhiêu lần:

- A.** tăng 4,6826 lần      **B.** tăng 2,4305 lần      **C.** tăng 2,4324 lần      **D.** tăng 2,4344 lần

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc ở mặt trăng và trên trái đất:

$$- \frac{T_1}{T} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_1}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{l_1}{g_1} \times \frac{g}{l}} = \sqrt{(1 + \alpha \Delta t) \times \frac{M}{M_1} \times \left(\frac{R_1}{R}\right)^2} = 2,4344$$

⇒ Chu kỳ dao động của con lắc tăng 2,4344 lần.

**Câu 2:** Một con lắc đơn dao động với chu kỳ 2s, Đem con lắc lên Mặt Trăng mà không thay đổi chiều dài thì chu kỳ dao động của nó là bao nhiêu? Biết rằng khối lượng Trái Đất gấp 81 lần khối lượng Mặt Trăng, bán kính Trái Đất bằng 3,7 lần bán kính Mặt Trăng.

- A.** 4,865s                      **B.** 4,866s                      **C.** 4,867s                      **D.** 4,864s

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc trên mặt trăng và trái đất:

$$\frac{T_{mt}}{T_{td}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{mt}}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{td}}}} = \sqrt{\frac{g_{td}}{g_{mt}}} = \sqrt{\frac{M_{td} R_{mt}^2}{M_{mt} R_{td}^2}}$$

- Chu kỳ dao động của vật trên mặt trăng:

$$T_{mt} = T_{td} \sqrt{\frac{M_{td} R_{mt}^2}{M_{mt} R_{td}^2}} = 4,865s$$

**Câu 3:** Người ta đưa một con lắc đơn từ mặt đất lên một nơi có độ cao 5 km. Hỏi độ dài của nó phải thay đổi như thế nào để chu kỳ dao động không thay đổi (  $R = 6400\text{Km}$ ):

- A.**  $l' = 0,997l$                       **B.**  $l' = 0,998l$                       **C.**  $l' = 0,996l$                       **D.**  $l' = 0,995l$

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc đơn khi ở mặt đất và khi ở độ cao 5km:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = 1 \Leftrightarrow \frac{l'}{l} = \frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

- Độ dài của dây treo con lắc đơn để chu kỳ dao động không thay đổi:

$$l' = \frac{R^2 l}{(R+h)^2} = 0,998l$$

**Câu 4:** Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ  $T_1$  ở nhiệt độ  $t_1$ . Đặt  $\alpha$  là hệ số nở dài của dây treo con lắc. Độ biến thiên tỉ đối của chu kỳ  $\Delta T/T_1$  có biểu thức nào khi nhiệt độ thay đổi có biểu thức nào khi nhiệt độ thay đổi từ  $t_1$  đến  $t_2 = t_1 + \Delta t$ .

- A.**  $\alpha \cdot \Delta t/2$                       **B.**  $\alpha \cdot \Delta t$                       **C.**  $2\alpha \cdot \Delta t$                       **D.** Biểu thức khác

Hướng dẫn:

- Tỉ số chu kỳ dao động của con lắc đơn ở hai nhiệt độ:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}} = \sqrt{\frac{l_1(1+\alpha\Delta t)}{l_1}} = \sqrt{1+\alpha\Delta t} \approx 1 + \frac{\alpha}{2}\Delta t$$

- Độ biến thiên chu kỳ dao động của con lắc đơn  $\Delta T/T_1$ :

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\Delta T + T_1}{T_1} = 1 + \frac{\alpha\Delta t}{2} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\alpha\Delta t}{2}$$

**Câu 5:** Con lắc này vận hành một đồng hồ. Mùa hè đồng hồ chạy đúng, về mùa đông, đồng hồ chạy nhanh 1 phút 30s trong một tuần. Cho  $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ . Độ biến thiên nhiệt độ là:

- A.**  $10^\circ \text{C}$                       **B.**  $12,32^\circ \text{C}$                       **C.**  $14,87^\circ \text{C}$                       **D.**  $20^\circ \text{C}$

Hướng dẫn:

- Thời gian dao động của con lắc đơn trong 1 tuần::

$$1 \text{ (tuần)} = 604800 \text{ (giây)}$$

- Độ biến thiên chu kỳ dao động của con lắc đơn so với khi chạy đúng:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\Delta T + T_1}{T_1} = 1 + \frac{\alpha\Delta t}{2} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\alpha\Delta t}{2}$$

- Độ biến thiên nhiệt độ:

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{90}{86400} \Rightarrow \Delta t = \frac{90 \times 2}{604800 \times \alpha} = 14,87^\circ$$

**Câu 6:** Nếu đưa con lắc trên xuống đáy giếng có độ sâu  $h$  so với mặt đất. Giả sử nhiệt độ không đổi. Lập biểu thức của độ biến thiên  $\Delta T/T_0$  của chu kỳ theo  $h$  và bán kính trái đất  $R$  là:

**A.**  $h/2R$

**B.**  $h/R$

**C.**  $2h/R$

**D.**  $h/4R$

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = 1 + \frac{h}{2R}$$

- Độ biến thiên chu kỳ dao động của con lắc đơn theo  $h$  và  $R$ :

$$\frac{T_0 + \Delta T}{T_0} = 1 + \frac{h}{2R} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{h}{2R}$$

**Câu 7:** Con lắc đồng hồ chạy đúng tại nơi có gia tốc rơi tự do là  $9,819 \text{ m/s}^2$  và nhiệt độ là  $20^0$ . Nếu treo con lắc đó ở nơi có gia tốc rơi tự do là  $9,793 \text{ m/s}^2$  và nhiệt độ là  $30^0 \text{ C}$  thì trong 6h đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu giây? Công thức hệ số nở dài  $l = l_0(1 + \alpha t)$ ,  $\alpha = 2.10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

**A.** Nhanh 3,077 s

**B.** Chậm 30,81s

**C.** Chậm 3,077s

**D.** Nhanh 30,77s

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{l(1+\alpha t)g}{lg'}} = 1,00143 \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm.}$$

$$\frac{T'}{T} = \frac{T + \Delta T}{T} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = 1,43 \times 10^{-3}$$

- Thời gian con lắc chạy chậm trong 6 giờ:

$$t = \frac{\Delta T}{T} \times 21600 = 30,81(s)$$

**Câu 8:** Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy **đúng** giờ khi chiều dài thanh treo  $l = 0,234 \text{ (m)}$  gia tốc trọng trường  $g = 9,832 \text{ (m/s}^2)$ . Nếu chiều dài thanh treo  $l' = 0,232 \text{ (m)}$  và gia tốc trọng trường  $g' = 9,831 \text{ (m/s}^2)$  thì sau khi trái đất quay được một vòng(24h) số chỉ của đồng hồ là bao nhiêu?

**A.** 24 giờ 6 phút 5,6s

**B.** 24 giờ 6 phút 2,4s

**C.** 24 giờ 6 phút 9,4s

**D.** 24 giờ 8 phút 3,7s



$$t_2 - t_1 = -10 \Rightarrow t_2 = 0^0$$

**Câu 11:** Một đồng hồ quả lắc chạy **đúng** ở nhiệt độ  $t_1 = 10^0\text{C}$ , nếu nhiệt độ tăng đến  $t_2 = 20^0\text{C}$  thì mỗi ngày đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu? Hệ số nở dài  $\alpha = 2.10^{-5}\text{K}^{-1}$

- A.** Chậm 17,28s      **B.** Nhanh 17,28s      **C.** Chậm 8,64s      **D.** Nhanh 8,64s

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}} = \sqrt{\frac{l}{l_0}} = \sqrt{\frac{l_0(1+\alpha\Delta t)}{l_0}} = \sqrt{1+\alpha\Delta t} = 1,0001 \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_0} = 1,0001 \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_0} = 10^{-4}$$

- Thời gian chạy chậm của đồng hồ trong một ngày đêm:

$$t = \frac{\Delta T}{T_0} \times 86400 \Rightarrow t = 8,64(s)$$

**Câu 12:** Một đồng hồ quả lắc chạy **đúng** giờ trên mặt đất. Biết bán kính trái đất là 6400Km và coi nhiệt độ không ảnh hưởng tới chu kì con lắc. Đưa đồng hồ lên đỉnh núi có độ cao 640m so với mặt đất thì mỗi ngày đồng hồ chạy:

- A.** Nhanh 17,28s      **B.** Chậm 17,28s      **C.** Nhanh 8,64s      **D.** Chậm 8,64s

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ của con lắc đơn ở hai độ cao:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = \frac{R+h}{R} = 1,0001 \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{T_0 - \Delta T}{T_0} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_0} = 10^{-4}$$

- Thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày:

$$t = \frac{\Delta T}{T_0} \times 86400 \Rightarrow t = 8,64(s)$$

**Câu 13** Một đồng hồ quả lắc chạy **đúng** giờ trên mặt đất, Đưa đồng hồ xuống giếng sâu 400m so với mặt đất. Coi nhiệt độ hai nơi này là bằng nhau. Bán kính trái đất là 6400 km, Sau một ngày đêm đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

- A.** Chậm 5,4s      **B.** Nhanh 2,7s      **C.** Nhanh 5,4s      **D.** Chậm 2,7s

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = 1 + \frac{h}{2R} \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_0} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{h}{2R}$$

- Thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày ở độ sâu h:

$$t = \frac{\Delta T}{T_0} \times 86400 = \frac{h}{2R} \times 86400 = 5,4(s)$$

**Câu 14:** Một đồng hồ quả lắc chạy **đúng** giờ trên mặt đất ở nơi có nhiệt độ là 17°. Đưa đồng hồ lên đỉnh núi có độ cao h = 640m thì đồng hồ vẫn chỉ **đúng** giờ. Biết hệ số nở dài  $\alpha = 4.10^{-5} K^{-1}$ . Bán kính trái đất là 6400 km. Nhiệt độ trên đỉnh núi là:

- A.** 17,5° c      **B.** 14,5°      **C.** 12° C      **D.** 7° C

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = 1 \Leftrightarrow \frac{l'}{l} = \frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2} = 0,9998$$

- Nhiệt độ ở trên đỉnh núi:

$$\frac{l'}{l} = 1 + \alpha\Delta t \Leftrightarrow \Delta t = -5^0 \Leftrightarrow t_2 - t_1 = -5^0 \Rightarrow t_2 = 12^0$$

**Câu 15:** Khi đưa một vật lên một hành tinh, vật ấy chỉ chịu một lực hấp dẫn bằng  $\frac{1}{4}$  lực hấp dẫn mà nó chịu trên mặt Trái Đất. Giả sử một đồng hồ quả lắc chạy rất chính xác trên mặt Trái Đất được đưa lên hành tinh đó. Khi kim phút của đồng hồ này quay được một vòng thì thời gian trong thực tế là?

- A.**  $\frac{1}{2}$  giờ.      **B.** 2 giờ.      **C.**  $\frac{1}{4}$  giờ.      **D.** 4 giờ.



Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc trên hành tinh so với trái đất:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = 2 \Leftrightarrow T' = 2T \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm so với trên trái đất}$$

- Thời gian thực tế trên trái đất khi kim phút đồng hồ quay được một vòng:

$$t_{td} = t_{ht} \times 2 = 2 \text{ (giờ)}$$

**Câu 16:** Ở độ cao bằng mực nước biển, chu kỳ dao động của một con lắc đồng hồ bằng 2,0 s. Nếu đưa đồng hồ đó lên đỉnh Everest ở độ cao 8,85 km thì con lắc thực hiện N chu kỳ trong một ngày đêm. Coi Trái Đất đối xứng cầu bán kính 6380 km. Nếu chỉ có sự thay đổi gia tốc rơi tự do theo độ cao ảnh hưởng đáng kể đến dao động của con lắc thì:

- A.** N = 43170.      **B.** N = 43155.      **C.** N = 43185.      **D.** N = 43140

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi ở trên đỉnh núi và khi ở dưới mặt đất:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = 1 + \frac{h}{R}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi ở trên đỉnh núi:

$$T' = T \times \left(1 + \frac{h}{R}\right)$$

- Số dao động con lắc thực hiện được trong một ngày đêm:

$$N = \frac{86400}{T'} = \frac{86400}{T \times \left(1 + \frac{h}{R}\right)} = 43140$$

**Câu 17:** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở mặt đất. Nếu đưa lên Mặt Trăng thì trong một ngày đêm (24 giờ) đồng hồ chạy chậm 852 phút. Bỏ qua sự nở dài vì nhiệt; lấy gia tốc rơi tự do ở mặt đất là  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ . Gia tốc rơi tự do ở Mặt Trăng là:

- A.** 3,87  $\text{m/s}^2$       **B.** 1,63  $\text{m/s}^2$ .      **C.** 1,90  $\text{m/s}^2$ .      **D.** 4,90  $\text{m/s}^2$

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi ở mặt trăng và trái đất:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} \Leftrightarrow \frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$$

- Gia tốc rơi tự do trên mặt trăng:

$$g' = \frac{g}{\left(1 + \frac{\Delta T}{T}\right)^2} = \frac{g}{\left(1 + \frac{t}{86400}\right)^2} = 3,87(m/s^2)$$

**Câu 18:** Một đồng hồ đếm giây sử dụng con lắc đơn chạy đúng ở nhiệt độ  $24^0\text{C}$  và độ cao 200m. Biết bán kính Trái Đất  $R = 6400\text{km}$  và thanh con lắc có hệ số nở dài  $\lambda = 2.10^{-5}\text{K}^{-1}$ . Khi đưa đồng hồ lên độ cao 600m và nhiệt độ tại đó là  $20^0\text{C}$  thì mỗi ngày đồng hồ chạy:

**A.** nhanh 8,86s.      **B.** chậm 8,86s.      **C.** chậm 1,94s.      **D.** nhanh 1,94s.

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi ở hai độ cao:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g_2}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g_1}}} = \sqrt{(1 + \alpha\Delta t) \times \left(\frac{R + h_2}{R + h_1}\right)^2} \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1,0001 \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm}$$

- Thời gian con lắc chạy chậm trong một ngày:

$$t = \frac{\Delta T}{T_0} \times 86400 = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) \times 86400 = 8,6(s)$$

**Câu 19:** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại một nơi bên bờ biển có nhiệt độ  $0^0\text{C}$ . Đưa đồng hồ này lên đỉnh núi có nhiệt độ  $0^0\text{C}$ , trong 1 ngày đêm nó chạy chậm 6,75s. Coi bán kính trái đất  $R = 6400\text{km}$  thì chiều cao của đỉnh núi là

**A.** 0,5km.      **B.** 2km.      **C.** 1,5km.      **D.** 1km.

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi ở đỉnh núi và bờ biển:

$$\frac{T_1}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{g_1}} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm}$$

- Độ cao của đỉnh núi:

$$h = R \left( \frac{T_1}{T} - 1 \right) = R \times \frac{\Delta T}{T} = R \times \frac{t}{86400} = 0,5(km)$$

**Câu 20:** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở Thành phố Hồ Chí Minh được đưa ra Hà Nội. Quả lắc coi như một con lắc đơn có hệ số nở dài  $\alpha = 2.10^{-5} K^{-1}$ . Gia tốc trọng trường ở Thành phố Hồ Chí Minh là  $g_1=9,787m/s^2$ . Ra Hà Nội nhiệt độ giảm  $10^\circ C$ . Đồng hồ chạy nhanh 34,5s trong một ngày đêm. Gia tốc trọng trường ở Hà Nội là:

- A.** 9,815m/s<sup>2</sup>.                      **B.** 9,825m/s<sup>2</sup>.                      **C.** 9,715/s<sup>2</sup>.                      **D.** 9,783m/s<sup>2</sup>.

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi ở Hà Nội và TPHCM:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g_2}}}{2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_1}}} = \sqrt{(1-\alpha\Delta t) \times \frac{g_1}{g_2}} \quad (\text{Vì } t_2 < t_1)$$

- Gia tốc trọng trường ở Hà Nội:

$$\frac{g_1}{g_2} = (1-\alpha\Delta t) \times \frac{T_2}{T_1} = (1-\alpha\Delta t) \times \left( 1 - \frac{\Delta T}{T_1} \right)$$

$$\Rightarrow g_1 = (1-\alpha\Delta t) \times \left( 1 - \frac{\Delta T}{T_1} \right) = 9,783(m/s^2)$$

**Câu 21:** Con lắc của một đồng hồ có chu kỳ  $T = 2s$  ở nơi có gia tốc trọng lực  $g$  tại mặt đất. Đưa đồng hồ lên một hành tinh khác có cùng nhiệt độ với trái đất nhưng có gia tốc trọng lực  $g' = 0,8g$ . Trong một ngày đêm ở trái đất thì đồng hồ trên hành tinh đó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu.

- A.** Chậm 10198s      **B.** Chậm 9198      **C.** Chậm 9121s      **D.** Chậm 10918s

Hướng dẫn:

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi ở hành tinh so với khi ở trái đất:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_2}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_1}}} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{\sqrt{5}}{2} \Rightarrow \text{Đồng hồ chạy chậm}$$

- Thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày đêm:

$$t = \frac{\Delta T}{T_1} \times 86400 = \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \times 86400 = 10198(s)$$

**Câu 22.** Cùng một số dao động như nhau, tại A con lắc thực hiện 3 phút 20 giây nhưng tại B cùng con lắc đó thực hiện trong thời gian 3 phút 19 giây (chiều dài con lắc không đổi). Như vậy so với gia tốc rơi tự do tại A thì gia tốc rơi tự do tại B đã:

- A. tăng thêm 1%.    **B. giảm đi 1%.**    C. tăng thêm 0,01%.    D. giảm đi 0,01%.

*Hướng dẫn:*

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g_2}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}}} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} \Leftrightarrow \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 = 0,99 \Rightarrow \text{Gia tốc giảm 1\%}$$

**Câu 23.** Một con lắc đơn dao được đưa từ mặt đất lên độ cao  $h = 3,2$  km. Biết bán kính trái đất là  $R = 6400$  km và chiều dài dây treo không thay đổi. Để chu kỳ dao động của con lắc không thay đổi ta phải:

- A. tăng chiều dài thêm 0,001%.    B. giảm bớt chiều dài 0,001%.  
C. tăng chiều dài thêm 0, 1%.    **D. giảm bớt chiều dài 0, 1%.**

*Hướng dẫn:*

- Tỷ số chu kỳ của đồng hồ quả lắc ở độ cao  $h$  so với trên mặt đất:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g_2}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g_1}}} = 1 \Rightarrow \frac{l_2}{g_2} = \frac{l_1}{g_1}$$

- Độ dài của dây treo con lắc thứ 2:

$$l_2 = l_1 \times \frac{g_2}{g_1} = l_1 \times \frac{R^2}{(R+h)^2} = 0,999l_1$$

$\Rightarrow$  Để đồng hồ chạy đúng thì chiều dài dây treo phải giảm 0,1%

**Câu 24.** Một đồng hồ quả lắc mỗi ngày chậm 130s phải điều chỉnh chiều dài của con lắc thế nào để đồng hồ chạy đúng:

- A. Tăng 0,2%    B. Giảm 0,2%    C. Tăng 0,3%    **D. Giảm 0,3%.**

*Hướng dẫn:*

- Độ biến thiên chu kỳ của đồng hồ quả lắc so với khi chạy đúng :

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{t}{86400} = 1,5 \times 10^{-3}$$

- Độ dài dây treo của con lắc so với khi đồng hồ chạy đúng

$$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 \Leftrightarrow \frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{\Delta T}{T_1} + 1\right)^2 = 1,003 \Rightarrow l_2 = 100,3\%l_1$$

$\Rightarrow$  Để đồng hồ chạy đúng thì phải giảm chiều dài con lắc 0,3% .

**Câu 25.** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ  $17^0C$ . Đưa đồng hồ lên đỉnh núi có độ cao  $h = 640$  m thì đồng hồ vẫn chỉ đúng giờ. Biết hệ số nở dài dây treo con lắc  $\alpha = 4.10^{-5} K^{-1}$ . Bán kính trái đất  $R = 6400$  km. Nhiệt độ trên đỉnh núi là:  
 A.  $70^0C$                       **B.  $12^0C$**                       C.  $14,5^0C$                       D.  $15,5^0C$ .

*Hướng dẫn:*

- Tỷ số chu kỳ của đồng hồ quả lắc ở độ cao  $h$  so với trên mặt đất:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g_2}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g_1}}} = 1 \Leftrightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{g_2}{g_1} \Leftrightarrow \frac{l_1(1+\alpha\Delta t)}{l_1} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

- Nhiệt độ ở trên đỉnh núi:

$$\Delta t = \frac{\frac{R^2}{(R+h)^2} - 1}{\alpha} = -5 \Rightarrow t_2 = t_1 + \Delta t = 12^0C$$

**Câu 26.** Một đồng hồ quả lắc trong một ngày đêm chạy nhanh 6,48s tại một nơi ngang mực nước biển và ở nhiệt độ bằng  $10^0C$ . Thanh treo con lắc có hệ số nở dài  $\alpha = 2.10^{-5}K^{-1}$ . Cũng với vị trí này, ở nhiệt độ  $t$  thì đồng hồ chạy đúng giờ. Kết quả nào sau đây là đúng?

**A.  $t = 2,5^0C$ .**                      B.  $t = 20^0C$  .                      C.  $t = 17,5^0C$ .                      D. Một giá trị khác

*Hướng dẫn:*

- Tỷ số chu kỳ của con lắc ở nhiệt độ  $10^0C$  so với khi đồng hồ chạy đúng:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\Delta T}{T_1} + 1 \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{t}{86400} + 1 = 1,000075$$

- Nhiệt độ tại đó đồng hồ quả lắc chạy đúng:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{\frac{l_1(1+\alpha\Delta t)}{l_1}} \Rightarrow \Delta t = \frac{\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 - 1}{\alpha} = 7,5^0C$$

$$t_1 = t_2 - \Delta t = 2,5^0C$$

**DẠNG 3: VẬN TỐC, GIA TỐC VÀ LỰC CĂNG DÂY CON LẮC ĐƠN**

	Tại vị trí bất kì	Tại VTCB $\alpha = 0$	Tại vị trí biên $\alpha = \alpha_0$
Vận tốc (m/s)	$v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$	$v_{Max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$	$v_{Min} = 0$
Gia tốc (m/s <sup>2</sup> )	$\begin{cases} a_{tt} = g \sin \alpha \\ a_{ht} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0) \\ a = \sqrt{a_{tt}^2 + a_{ht}^2} \end{cases}$	$\begin{cases} a_{tt} = 0 \\ a_{ht} = 2g(1 - \cos \alpha_0) \\ a = a_{ht} \end{cases}$	$\begin{cases} a_{tt} = g \sin \alpha_0 \\ a_{ht} = 0 \\ a = a_{tt} \end{cases}$
Lực căng dây	$T = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_0)$	$T_{Max} = mg(3 - 2\cos \alpha_0)$	$T_{Min} = mg \cos \alpha_0$

**Câu 1:** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng  $m = 100 \text{ g}$ , treo vào đầu sợi dây dài  $l = 50 \text{ cm}$ , ở một nơi có gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Bỏ qua mọi ma sát. Con lắc dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha_0 = 10^\circ$ . Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng. Tính vận tốc và lực căng dây tại vị trí cân bằng

- A. 0,39m/s; 1,03N      B. 0m/s; 1,03N      C. 0,39m/s; 0N      D. 0m/s; 0N

Hướng dẫn:

- Vận tốc của con lắc tại vị trí cân bằng:

$$v_{Max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} = 0,39(m/s)$$

- Lực căng của dây treo khi quả nặng đi qua vị trí cân bằng:

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos \alpha_0) = 1,03(N)$$

**Câu 2:** Một con lắc đơn dao động với  $\alpha_0 = 60^\circ$  tại nơi có  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Khối lượng vật treo là 100g. Tại vị trí động năng bằng 3 lần thế năng thì lực căng dây treo là

- A. 1,625N      B. 2N      C. 1,54N      D. 1,82N

Hướng dẫn:

- Biên độ góc của con lắc tại vị trí động năng bằng 3 lần thế năng:

Ta có:  $W_d = 3W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{4}W \Leftrightarrow mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{4}mgl(1 - \cos \alpha_0) \Rightarrow \cos \alpha = \frac{7}{8}$

- Lực căng dây treo của con lắc tại vị trí động năng bằng 3 lần thế năng:

$$T = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_0) = 1,625(N)$$

**Câu 3: (ĐH 2011).** Một con lắc đơn đang dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha_0$  tại nơi có gia tốc trọng trường là  $g$ . Biết lực căng dây lớn nhất bằng 1,02 lần lực căng dây nhỏ nhất. Giá trị của  $\alpha_0$  là

A.  $3,3^\circ$ .

B.  $6,6^\circ$ .

C.  $5,6^\circ$ .

D.  $9,6^\circ$ .

Hướng dẫn:

- Tại vị trí cân bằng:

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$$

- Tại vị trí biên:

$$T_{Min} = mg\cos\alpha_0$$

- Biên độ góc của con lắc:

Theo đề bài, lực căng dây lớn nhất bằng 1,02 lần lực căng dây nhỏ nhất.

$$T_{Max} = 1,02T_{Min}$$

$$\Leftrightarrow mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 1,02mg\cos\alpha_0$$

$$\Leftrightarrow 3,02\cos\alpha_0 = 3 \Leftrightarrow \cos\alpha_0 = 0,9934$$

$$\Rightarrow \alpha_0 = 6,6^\circ$$

**Câu 4:** Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng  $m = 200g$ , chiều dài  $l = 50cm$ . Từ vị trí cân bằng ta truyền cho vật nặng vận tốc  $v = 1m/s$  theo phương ngang. Lấy  $g = \pi^2 = 10m/s^2$ , lực căng dây khi vật đi qua vị trí cân bằng là

A. 6N

B. 4N

C. 3N

D. 2,4N

Hướng dẫn:

- Tại vị trí cân bằng vật nặng có vận tốc cực đại  $v_{Max} = 1(m/s)$  nên:

$$v_{Max}^2 = 2gl(1 - \cos\alpha_0) \Rightarrow \cos\alpha_0 = 1 - \frac{v_{Max}^2}{2gl} = 0,9$$

- Lực căng dây treo khi vật đi qua vị trí cân bằng là:

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 2,4(N)$$

**Câu 5:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l$ , vật có trọng lượng là 2N, khi vật đi qua vị trí có vận tốc cực đại thì lực căng của dây bằng 4N. Sau thời gian  $T/4$  lực căng của dây có giá trị bằng

A. 2N.

B. 0,5N.

C. 2,5N.

D. 1N.

Hướng dẫn:

- Theo đề bài, tại vị trí cân bằng lực căng dây treo bằng 2 lần trọng lượng vật nặng nên:

$$T = 2P \Leftrightarrow mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 2mg \Rightarrow \cos\alpha_0 = \frac{1}{2}$$

- Sau khoảng thời gian  $T/4$  thì vật nặng sẽ đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên, khi đó lực căng dây treo sẽ là:

$$T_{Min} = mg \cos\alpha_0 = P \cos\alpha_0 = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1(N)$$

**Câu 6:** Một con lắc đơn mà vật nặng có trọng lượng  $2N$ , con lắc dao động trong môi trường không có ma sát. Khi vật ở vị trí biên thì lực căng dây bằng  $1N$ . Lực căng dây khi vật đi qua vị trí cân bằng là

- A. 4N.**                      B. 2N.                      C. 6N.                      D. 3N.

Hướng dẫn:

- Khi vật ở vị trí biên, lực căng dây treo đạt cực tiểu:

$$T_{Min} = mg \cos\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha_0 = \frac{T_{Min}}{mg} = \frac{T_{Min}}{P} = \frac{1}{2}$$

- Lực căng dây treo khi vật đi qua vị trí cân bằng:

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 4(N)$$

**Câu 7:** Một con lắc đơn có độ dài  $l$ , treo tại nơi có gia tốc trọng trường  $g$ . Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng  $45^\circ$  rồi thả không vận tốc đầu. Góc lệch của dây treo khi động năng bằng 3 lần thế năng là

- A.  $22^\circ$**                       **B.  $22,5^\circ$**                       **C.  $23^\circ$**                       **D.  $24^\circ$**

Hướng dẫn:

- Góc lệch của dây treo khi động năng bằng 3 lần thế năng:

Ta có:  $W_d = 3W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{4}W \Leftrightarrow mgl(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{4}mgl(1 - \cos\alpha_0)$

$$\Leftrightarrow \cos\alpha = 1 - \frac{1}{4}(1 - \cos\alpha_0) = 0,927$$

$$\Rightarrow \alpha = 22^\circ$$

**Câu 8:** Một con lắc đơn có độ dài dây treo là  $0,5\text{ m}$ , treo tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ . Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng  $30^\circ$  rồi thả không vận tốc đầu. Tốc độ của quả nặng khi động năng bằng 2 lần thế năng là

- A.  $v = 0,94\text{ m/s}$**                       **B.  $v = 2,38\text{ m/s}$**                       **C.  $v = 3,14\text{ m/s}$**                       **D.  $v = 1,28\text{ m/s}$**



Hướng dẫn:

- Tại vị trí động năng bằng 2 lần thế năng, ta có:

$$W_d = 2W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{3}W \Leftrightarrow mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{3}mgl(1 - \cos \alpha_0)$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = 0,955$$

- Tốc độ của quả nặng tại vị trí động năng bằng 2 lần thế năng là:

$$v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)} = 0,94(m/s)$$

**Câu 9:** Con lắc đơn gồm vật nặng treo vào dây có chiều dài  $l = 1m$  dao động với biên độ  $\alpha_0 = 0,1 \text{ rad}$ . Chọn gốc thế năng ở vị trí cân bằng, lấy  $g = 10m/s^2$ . Tính vận tốc của vật nặng tại vị trí động năng bằng thế năng?

- A.**  $v = \sqrt{3} \text{ m/s}$       **B.**  $v = 0,1\sqrt{5} \text{ m/s}$       **C.**  $v = \sqrt{5} \text{ m/s}$       **D.**  $v = \sqrt{2} \text{ m/s}$

Hướng dẫn:

- Biên độ góc của con lắc tại vị trí động năng bằng thế năng:

Ta có:  $W_d = W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}W$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}} = 0,0707(rad)$$

- Tốc độ của quả nặng tại vị trí động năng bằng thế năng là:

$$v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)} = 0,1\sqrt{5}(m/s)$$

**Câu 10:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1m$  dao động điều hoà với biên độ góc  $\alpha_0$ . Khi con lắc dao động qua vị trí cân bằng thì gia tốc của con lắc có độ lớn bằng  $0,2 m/s^2$ ; khi con lắc có góc lệch  $6^\circ$  thì tốc độ dài của con lắc có giá trị xấp xỉ bằng

- A.** 20cm/s      **B.** 30cm/s      **C.** 40cm/s      **D.** 25cm/s

Hướng dẫn:

- Tại vị trí cân bằng, gia tốc của quả nặng chính là gia tốc hướng tâm:

$$a = a_{ht} \Leftrightarrow a = 2g(1 - \cos \alpha_0)$$

$$\Leftrightarrow \cos \alpha_0 = 1 - \frac{a}{2g}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha_0 = 0,99$$

- Khi con lắc có góc lệch  $6^\circ$  thì tốc độ dài của con lắc có giá trị xấp xỉ bằng:

$$v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)} = 0,3(m/s) = 30(cm/s)$$

**Câu 11:** Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha_0$  tại nơi có gia tốc trọng trường là  $g$ . Biết gia tốc của vật ở vị trí biên gấp 8 lần gia tốc của vật ở vị trí cân bằng. Giá trị của  $\alpha_0$  là

- A.** 0,062rad.                      **B.** 0,375rad.                      **C.** 0,25rad.                      **D.** 0,125rad.

Hướng dẫn:

- Tại vị trí biên:  $a_{tt} = g \sin \alpha_0 \approx g\alpha_0$

- Tại vị trí cân bằng:  $a_{ht} = \frac{v^2}{l} = g\alpha_0^2$

- Theo định luật bảo toàn cơ năng:  $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 \Rightarrow \frac{v^2}{l} = g\alpha_0^2 \Rightarrow a_{ht} = g\alpha_0^2$

- Gia tốc của vật ở vị trí biên gấp 8 lần gia tốc của vật ở vị trí cân bằng nên:

$$\begin{aligned} a_{tt} &= 8a_{ht} \Leftrightarrow g\alpha_0 = 8g\alpha_0^2 \\ \Rightarrow \alpha_0 &= \frac{1}{8} = 0,125(rad) \end{aligned}$$

**Câu 12:** Một con lắc đơn gồm vật có khối lượng  $m$ , dây có chiều dài  $l$ . Từ vị trí cân bằng kéo vật sao cho góc lệch sợi dây so với phương đứng một góc  $\alpha_0 = 60^\circ$  rồi thả nhẹ, lấy  $g = 10m/s^2$ . Độ lớn gia tốc của vật khi lực căng dây bằng trọng lực là:

- A.**  $a = 0$                       **B.**  $a = \frac{10\sqrt{5}}{3} m/s^2$                       **C.**  $a = \frac{10}{3} m/s^2$                       **D.**  $a = 10 \frac{\sqrt{6}}{3} m/s^2$

Hướng dẫn:

- Theo đề bài lực căng dây bằng trọng lực nên:

$$\begin{aligned} T = P &\Leftrightarrow mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_0) = mg \\ \Rightarrow \cos \alpha &= \frac{1 + 2\cos \alpha_0}{3} = \frac{2}{3} \end{aligned}$$

- Mặt khác:  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$

- Gia tốc tiếp tuyến:  $a_{tt} = g \sin \alpha = \frac{g\sqrt{5}}{3}$

- Gia tốc hướng tâm:  $a_{ht} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0) = \frac{g}{3}$
- Gia tốc toàn phần của vật khi lực căng dây bằng trọng lực:

$$a = \sqrt{a_u^2 + a_{ht}^2} = 10 \frac{\sqrt{6}}{3} (m/s^2)$$

**Câu 13:** Một con lắc đơn dao động điều hòa với phương trình li độ dài:  $s = 2\cos 7t$  (cm) ( $t$  : giây), tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 9,8$  ( $m/s^2$ ). Tỷ số giữa lực căng dây và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí cân bằng là

- A.** 1,08                      **B.** 1,05                      **C.** 0,95                      **D.** 1,01

Hướng dẫn:

- Từ phương trình li độ dài  $s = 2\cos 7t$  (cm) ( $t$  : giây) suy ra:

$$s_0 = 2(\text{cm}) = 0,02(\text{m}); \omega = 7(\text{rad} / \text{s}) ; \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = 0,2(\text{m})$$

- Biên độ góc của con lắc đơn trong quá trình dao động:

$$\alpha_0 = \frac{S_0}{l} = 0,1(\text{rad})$$

- Tỷ số giữa lực căng dây và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí cân bằng:

$$\frac{T_{Max}}{P} = 3 - 2\cos \alpha_0 = 1,01$$

**Câu 14:** Một con lắc đơn khối lượng  $m$ , dây mảnh có chiều dài  $l$ . Từ vị trí cân bằng kéo vật sao cho dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc  $\alpha_0 = 60^\circ$  rồi thả nhẹ, lấy  $g = 10$   $m/s^2$  bỏ qua mọi lực cản. Độ lớn gia tốc có giá trị cực tiểu trong quá trình chuyển động là:

- A.**  $a = 10\sqrt{\frac{2}{3}}$   $m/s^2$       **B.**  $a = 0m/s^2$       **C.**  $a = 10\sqrt{\frac{3}{2}}$   $m/s^2$       **D.**  $a = 10\frac{\sqrt{5}}{3}$   $m/s^2$

Hướng dẫn:

- Gia tốc tiếp tuyến:  $a_t = g \sin \alpha$
- Gia tốc hướng tâm:  $a_{ht} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0) = 2g\left(\cos \alpha - \frac{1}{2}\right)$
- Gia tốc toàn phần:

$$a = \sqrt{a_u^2 + a_{ht}^2} = \sqrt{g^2 \sin^2 \alpha + 4g^2 \left(\cos \alpha - \frac{1}{2}\right)^2}$$

$$\Leftrightarrow a = \sqrt{g^2(1 - \cos^2 \alpha) + 4g^2 \left(\cos \alpha - \frac{1}{2}\right)^2}$$

$$\Leftrightarrow a = g\sqrt{3\cos^2 \alpha - 4\cos \alpha + 2} = g\sqrt{3\left(\cos^2 \alpha - \frac{4}{3}\cos \alpha + \frac{2}{3}\right)}$$

$$\Leftrightarrow a = g\sqrt{3\left[\left(\cos \alpha + \frac{2}{3}\right)^2 + \frac{2}{9}\right]}$$

- Độ lớn gia tốc có giá trị cực tiểu trong quá trình chuyển động :

$$a_{Min} = g\sqrt{\frac{2}{3}} = 10\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ khi } \cos \alpha + \frac{2}{3} = 0$$

**Câu 15:** Một con lắc đơn dao động điều hòa trong trường trọng lực. Biết trong quá trình dao động, độ lớn lực căng dây lớn nhất gấp 1,1 lần độ lớn lực căng dây nhỏ nhất. Con lắc dao động với biên độ góc là

**A.**  $\sqrt{\frac{3}{31}}$  rad

**B.**  $\sqrt{\frac{2}{31}}$  rad

**C.**  $\sqrt{\frac{4}{33}}$  rad

**D.**  $\sqrt{\frac{3}{35}}$  rad

Hướng dẫn:

- Lực căng dây treo có giá trị lớn nhất tại vị trí cân bằng

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos \alpha_0)$$

- Lực căng dây treo có giá trị nhỏ nhất tại vị trí biên:

$$T_{Min} = mg \cos \alpha_0$$

- Theo đề bài  $T_{Max} = 1,1T_{Min}$  nên ta có:

$$mg(3 - 2\cos \alpha_0) = 1,1mg \cos \alpha_0$$

$$\Leftrightarrow \cos \alpha_0 = \frac{3}{3,1} \Leftrightarrow 1 - 2\sin^2 \frac{\alpha_0}{2} = \frac{3}{3,1}$$

$$\Leftrightarrow 2\sin^2 \frac{\alpha_0}{2} = \frac{1}{31} \Leftrightarrow 2\frac{\alpha_0^2}{4} \approx \frac{1}{31} \Leftrightarrow \alpha_0^2 \approx \frac{2}{31}$$

$$\Rightarrow \alpha_0 = \sqrt{\frac{2}{31}} \text{ (rad)}$$

**Câu 16:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1\text{m}$  dao động với biên độ góc  $\alpha_0 = 0,158$  rad tại nơi có  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Điểm treo con lắc cách mặt đất nằm ngang  $1,8\text{m}$ . Khi đi qua vị trí cân bằng dây treo bị đứt. Điểm chạm mặt đất của vật nặng cách đường thẳng đứng đi qua vị trí cân bằng một đoạn là:

**A.** 0,2m

**B.** 0,4m

**C.** 0,3m

**D.** 0,5m

Hướng dẫn

- Tại vị trí cân bằng, quả nặng của con lắc chuyển động với vận tốc lớn nhất:

$$v_{Max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} = 0,5(m/s)$$

$$- \begin{cases} v_x = v_{Max} \\ v_y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = v_{Max}t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \Rightarrow t = 0,4(s) \Rightarrow x = 0,2(m)$$

**Câu 17:** Truyền cho quả nặng của con lắc đơn đang đứng yên ở vị trí cân bằng một vận tốc  $v_0 = \frac{1}{3} m/s$  theo phương ngang thì nó dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha_0 = 6,0^\circ$ .

Lấy  $g = 10m/s^2$ . Chu kỳ dao động của con lắc bằng

- A.** 2,00s.                      **B.** 2,60s.                      **C.** 30,0ms.                      **D.** 2,86s.

Hướng dẫn

- Tại vị trí cân bằng quả nặng có vận tốc cực đại:

$$v_{Max}^2 = 2gl(1 - \cos \alpha_0) \Rightarrow l = \frac{v_{Max}^2}{2g(1 - \cos \alpha_0)}$$

- Chu kỳ của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \frac{v_{Max}}{g} \frac{1}{\sqrt{2(1 - \cos \alpha_0)}} = 2(s)$$

**Câu 18:** Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha_0 = 8^\circ$ . Trong quá trình dao động, tỉ số giữa lực căng dây cực đại và lực căng dây cực tiểu là

- A.** 1,0295.                      **B.** 1,0321.                      **C.** 1,0384.                      **D.** 1,0219.

Hướng dẫn

- Lực căng dây treo của con lắc đạt cực đại tại vị trí cân bằng:

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos \alpha_0)$$

- Lực căng dây treo của con lắc đạt cực đại tại vị trí biên:

$$T_{Min} = mg \cos \alpha_0$$

- Tỉ số giữa lực căng dây cực đại và lực căng dây cực tiểu là:

$$\frac{T_{Max}}{T_{Min}} = \frac{(3 - 2\cos \alpha_0)}{\cos \alpha_0} = 1,0295$$

**Câu 19:** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo  $l = 45 \text{ cm}$ , khối lượng vật nặng là  $m = 100g$ . Con lắc dao động tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Khi con lắc đi qua vị trí cân bằng, lực căng dây treo bằng  $3N$ . Vận tốc của vật nặng khi đi qua vị trí này có

độ lớn là bao nhiêu?

**A.**  $3\sqrt{2}$  m/s.

**B.** 3 m/s.

**C.**  $3\sqrt{3}$  m/s.

**D.** 2 m/s.

Hướng dẫn

- Tại vị trí cân bằng, lực căng dây treo đạt giá trị cực đại:

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$$

$$\Leftrightarrow \cos\alpha_0 = \frac{1}{2}\left(3 - \frac{T_{Max}}{mg}\right) = 0$$

- Vận tốc của vật nặng khi đi qua vị trí cân bằng có độ lớn là:

$$v_{Max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)} = 3(m/s)$$

**Câu 20:** Một con lắc đơn dao động điều hoà tại một nơi có  $g = 9,8m/s^2$ . Vận tốc cực đại của dao động 39,2 cm/s. Khi vật đi qua vị trí có li độ dài  $s = 3,92cm$  thì có vận tốc  $19,6\sqrt{3}cm/s$ . Chiều dài dây treo vật là

**A.** 80cm.

**B.** 39,2cm.

**C.** 100cm.

**D.** 78,4cm.

Hướng dẫn

- Biên độ dài của con lắc:

Do li độ và vận tốc vuông pha với nhau nên:

$$\left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{Max}}\right)^2 = 1$$

$$\Rightarrow s_0 = \sqrt{\frac{s^2}{1 - \left(\frac{v}{v_{Max}}\right)^2}} = 7,84(cm) = 0,0784(m)$$

- Tần số góc của con lắc khi dao động:

$$\omega = \frac{v_{Max}}{s_0} = 5(rad/s)$$

- Chiều dài dây treo của con lắc:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = 0,392(m) = 39,2(cm)$$

**Câu 21:** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo bằng  $l = 40cm$ , dao động với biên độ góc  $\alpha_0 = 0,1rad$  tại nơi có  $g = 10m/s^2$ . Vận tốc của vật nặng ở vị trí thế năng bằng ba

lần động năng là ?

**A.**  $\pm 0,3m/s$

**B.**  $\pm 0,2m/s$

**C.**  $\pm 0,1m/s$

**D.**

$\pm 0,4m/s$

Hướng dẫn:

- Tại vị trí thế năng bằng 3 lần động năng:

Ta có:  $W_t = 3W_d \Rightarrow W_t = \frac{3}{4}W$

$$\Leftrightarrow mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{3}{4}mgl(1 - \cos \alpha_0)$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = 0,996$$

- Vận tốc của vật nặng ở vị trí thế năng bằng ba lần động năng là :

$$v = \pm \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)} = \pm 0,1(m/s)$$

**Câu 22:** Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào đầu dưới của một sợi dây không giãn, đầu trên của sợi dây được buộc cố định. Bỏ qua ma sát và lực cản của không khí. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc 0,1 rad rồi thả nhẹ. Tỉ số giữa độ lớn gia tốc tiếp tuyến của vật tại vị trí biên và độ lớn gia tốc tiếp tuyến của vật tại vị trí động năng bằng 2 thế năng là :

**A.**  $\sqrt{3}$

**B.** 1/3

**C.** 3

**D.**  $\sqrt{2}$

Hướng dẫn:

- Biên độ góc của con lắc tại vị trí động năng bằng 2 lần thế năng:

Ta có:  $W_d = 2W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{3}W$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = \frac{1}{3} \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$$

- Tỉ số giữa độ lớn gia tốc tiếp tuyến tại vị trí biên và độ lớn gia tốc tiếp tuyến tại vị trí động năng bằng 2 thế năng

Ta có:

$$\begin{cases} a = \omega^2 \alpha \\ a_{\max} = \omega^2 \alpha_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{a_{\max}}{a} = \frac{\alpha_0}{\alpha} = \sqrt{3}$$

**Câu 23:** Một con lắc đơn dao động điều hòa với phương trình  $s = 2\sqrt{2} \sin(7t + \pi)$  cm. Cho  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Tỷ số giữa lực căng dây và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí thấp nhất của con lắc là:

**A.** 1,0004

**B.** 0,95

**C.** 0,995

**D.** 1,02

Hướng dẫn:

- Từ phương trình li độ dài  $s = 2\sqrt{2} \sin(7t + \pi)$  cm ( $t$  : giây) suy ra:

$$s_0 = 2\sqrt{2} \text{ (cm)} = 0,02\sqrt{2} \text{ (m)}; \omega = 7 \text{ (rad/s)}$$

- Ta có:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = 0,2 \text{ (m)}; \alpha_0 = \frac{s_0}{l} = 0,1\sqrt{2} \text{ (rad)}$

- Lực căng dây đạt cực đại tại vị trí cân bằng :

$$T_{Max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$$

- Tỷ số giữa lực căng dây và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí thấp nhất của con lắc bằng:

$$\frac{T_{Max}}{P} = \frac{mg(3 - 2\cos\alpha_0)}{mg} = 3 - 2\cos\alpha_0 = 1,02$$



## DẠNG 4: SỰ BIẾN THIÊN CHU KÌ, TẦN SỐ DAO ĐỘNG CỦA CON LẮC ĐƠN PHỤ THUỘC VÀO CHIỀU DÀI DÂY TREO

Xét con lắc đơn gồm một vật nặng treo vào sợi dây không giãn, vật nặng có kích thước không đáng kể so với chiều dài sợi dây, sợi dây có khối lượng không đáng kể so với khối lượng của vật nặng. Khi đó:

- **Chu kì, tần số, tần số góc:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

- **Chu kì và sự thay đổi chiều dài:** Tại cùng một nơi con lắc đơn chiều dài  $l_1$  có chu kì  $T_1$ , con lắc đơn chiều dài  $l_2$  có chu kì  $T_2$ . Con lắc đơn chiều dài  $l_1+l_2$  có chu kì  $T_3$ . Con lắc đơn chiều dài  $l_1-l_2$  ( $l_1 > l_2$ ) có chu kì  $T_4$ .

Ta có:

$$T_3^2 = T_1^2 + T_2^2$$

$$T_4^2 = T_1^2 - T_2^2$$

- **Tỉ số dao động, chu kì, tần số và chiều dài:** Trong cùng thời gian con lắc có chiều dài  $l_1$  thực hiện  $n_1$  dao động, con lắc  $l_2$  thực hiện  $n_2$  dao động.

Ta có:

hay

$$n_1 T_1 = n_2 T_2$$

hay

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

- **Độ biến thiên chu kì con lắc khi thay đổi chiều dài:**

- Chu kì của con lắc ban đầu:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:  $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l+\Delta l}{g}}$

Ta có:  $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l+\Delta l}{l}} = \sqrt{1+\frac{\Delta l}{l}} = \left(1+\frac{\Delta l}{l}\right)^{1/2}$

Áp dụng công thức tính gần đúng:

Khi ( $\Delta l \ll l$ ):  $\left(1+\frac{\Delta l}{l}\right)^{1/2} \approx 1+\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} - 1 \approx \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta T}{T} \approx \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} \Rightarrow \Delta T \approx \frac{T}{2} \frac{\Delta l}{l}$$

**Câu 1:** Tại một nơi trên mặt đất, con lắc đơn có chiều dài  $l$  đang dao động điều hòa với chu kỳ 2 s. Khi tăng chiều dài của con lắc thêm 21 cm thì chu kỳ có dao động điều hòa của nó là 2,2 s. Chiều dài  $l$  bằng

- A. 1,5 m.                      B. 2 m.                      C. 2,5 m.                      D. 1 m.

Hướng dẫn

- Chu kì dao động của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì dao động của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$$

Ta có:  $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}} = 1,1$

$\Rightarrow l = 1m$

**Câu 2.** Cho con lắc đơn có chiều dài  $l = l_1 + l_2$  thì chu kỳ dao động bé là 1 giây. Con lắc đơn có chiều dài là  $l_1$  thì chu kỳ dao động bé là 0,8 giây. Con lắc có chiều dài  $l' = l_1 - l_2$  thì dao động bé với chu kỳ là:

- A. 0,6 giây                      B. 0,2 giây.                      C. 0,4 giây                      D. 0,5 giây

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc có chiều dài  $l = l_1 + l_2$ :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}}$$

- Chu kì của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}$$

- Chu kì của con lắc có chiều dài  $l' = l_1 - l_2$ :

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 - l_2}{g}}$$

Ta có:  $\frac{T}{T_1} = \sqrt{\frac{l_1 + l_2}{l_1}} = \frac{1}{0,8}$

$\Rightarrow l_2 = 0,5625l$

$$\Rightarrow T' = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 - l_2}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 - 0,5625l_1}{g}} = T_1 \frac{\sqrt{7}}{4} = 0,53(s)$$

**Câu 3.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l_1$  dao động điều hoà với tần số  $f_1 = 3\text{Hz}$ , khi chiều dài là  $l_2$  thì dao động điều hoà với tần số  $f_2 = 4\text{Hz}$ , khi con lắc có chiều dài  $l = l_1 + l_2$  thì tần số dao động là:

- A. 5Hz                      B. 2,5Hz                      **C. 2,4Hz**                      D. 1,2Hz

Hướng dẫn

- Tần số của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_1}}$$

- Tần số của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_2}}$$

- Tần số của con lắc có chiều dài  $l = l_1 + l_2$ :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_1 + l_2}} \text{ hay } f = \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} = 2,4(\text{Hz})$$

**Câu 4:** Một con lắc đơn dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 10\text{m/s}^2$ , dây treo có chiều dài thay đổi được. Nếu tăng chiều dài con lắc thêm 25cm thì chu kỳ dao động của con lắc tăng thêm 0,2s. Lấy  $\pi^2 = 10$ . Chiều dài lúc đầu của con lắc là?

- A.** 2,5m                      **B.** 1,44m                      **C.** 1,55m                      **D.** 1,69m

Hướng dẫn

- Chu kỳ của con lắc:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} + 0,2 \quad (1)$$

- Bình phương hai vế (1) ta được:

$$0,96^2 = 0,64\pi^2 \frac{l}{g}$$

$$\Rightarrow l = 1,44(\text{m})$$

**Câu 5.** Một con lắc đơn có  $l = 50\text{cm}$  dao động điều hòa với chu kỳ  $T$ . Cắt dây thành hai đoạn  $l_1$  và  $l_2$ . Biết chu kỳ của hai con lắc đơn có  $l_1$  và  $l_2$  lần lượt là  $T_1 = 2,4\text{s}$ ;  $T_2 = 1,8\text{s}$ .  $l_1, l_2$  tương ứng bằng :

A.  $l_1 = 35\text{cm}; l_2 = 15\text{cm}$

B.  $l_1 = 28\text{cm}; l_2 = 22\text{cm}$

C.  $l_1 = 30\text{cm}; l_2 = 20\text{cm}$

**D.**  $l_1 = 32\text{cm}; l_2 = 18\text{cm}$

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc có chiều dài  $l$ :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$$

- Chu kì của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$$

Ta có:  $l_1 + l_2 = 50(\text{cm})$  (1)

$$\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{l_2}{l_1} = 0,5625$$

$$\Rightarrow l_2 - 0,5625l_1 = 0$$
 (2)

Kết hợp (1) và (2) ta được:

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 = 32 \text{ (cm)} \\ l_2 = 18 \text{ (cm)} \end{cases}$$

**Câu 6:** Một con lắc đơn có độ dài  $l = 120$  cm. Người ta thay đổi độ dài của nó sao cho chu kì dao động mới chỉ bằng 90% chu kì dao động ban đầu. Độ dài  $l'$  mới là:

**A.** 133,33cm.

**B.** 97,2cm.

**C.** 148,148cm.

**D.** 108cm.

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi thay đổi chiều dài:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}} = 0,9T = 0,9 \times 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\Rightarrow l' = 0,81 \times l = 97,2 \text{ (cm)}$$

**Câu 7:** Một con lắc đơn có chu kì dao động nhỏ  $T$  khi chiều dài con lắc là  $L$ . Người ta cho chiều dài của con lắc tăng lên một lượng  $\Delta L$  rất nhỏ so với chiều dài  $L$  thì chu kì dao động nhỏ của con lắc biến thiên một lượng bao nhiêu?

- A.**  $\Delta T = T \cdot \frac{\Delta L}{L}$       **B.**  $\Delta T = \Delta L \cdot \sqrt{\frac{T}{2L}}$       **C.**  $\Delta T = T \cdot \sqrt{\frac{\Delta L}{2L}}$       **D.**  $\Delta T = T \cdot \frac{\Delta L}{2L}$

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$$

Ta có:  $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}} = \sqrt{1 + \frac{\Delta l}{l}} = \left(1 + \frac{\Delta l}{l}\right)^{1/2}$

Áp dụng công thức gần đúng:

Khi ( $\Delta l \ll l$ ):  $\left(1 + \frac{\Delta l}{l}\right)^{1/2} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} - 1 = \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}$$

$$\Leftrightarrow \Delta T = \frac{T}{2} \frac{\Delta l}{l}$$

**Câu 8:** Hai con lắc đơn có chiều dài lần lượt  $l_1, l_2$  và  $l_1 = 4l_2$  thực hiện dao động bé với tần số tương ứng  $f_1, f_2$ . Liên hệ giữa tần số của chúng là

- A.**  $f_2 = 2f_1$       **B.**  $f_1 = \sqrt{2} f_2$       **C.**  $f_1 = 2f_2$       **D.**  $f_2 = \sqrt{2} f_1$

Hướng dẫn

- Tần số của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_1}}$$

- Tần số của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_2}}$$

**Ta có:**  $f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_1}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{4l_2}} = \frac{f_2}{2}$   
 $\Rightarrow f_2 = 2f_1$

**Câu 9:** Nếu tăng chiều dài của một con lắc đơn thêm 21cm thì chu kì dao động nhỏ của nó thay đổi 10%. Nếu tiếp tục tăng chiều dài dây thêm 21cm nữa thì chu kì của con lắc tiếp tục thay đổi thêm

- A.** 10%.                      **B.** 9,2%.                      **C.** 8,3%.                      **D.** 9,6%.

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l+0,21}{g}} = 1,1T$$

Ta có:  $\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{l+0,21}{l}} = 1,1$

$$\Rightarrow l = 1m$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài dây thêm 21cm nữa:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l+0,42}{l+0,21}} = 1,083$$

Vậy chu kì của con lắc tiếp tục thay đổi thêm 8,3%.

**Câu 10.** Một con lắc đơn dao động điều hoà, nếu tăng chiều dài 25% thì chu kỳ dao động của nó:

- A.** tăng 25%                      **B.** giảm 25%                      **C.** tăng 11,80%                      **D.** giảm 11,80%

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l + 0,25l}{g}} = 1,118T$$

Vậy chu kì dao động tăng 11,08%.

**Câu 11.** Để chu kì con lắc đơn tăng thêm 5 % thì phải tăng chiều dài nó thêm

- A. 10,25 %      B. 5,75%      C. 2,25%      D. 25%.

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = 1,05T$$

$$\Rightarrow l' = 1,1025l$$

Vậy chiều dài phải tăng thêm 10,25%.

**Câu 12.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l$ . Người ta thay đổi chiều dài của nó tới giá trị  $l'$  sao cho chu kì dao động chỉ bằng 90% chu kì dao động ban đầu. Tỉ số  $l'/l$  có giá trị bằng:

- A. 0,9      B. 0,1      C. 1,9      D. 0,81.

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = 0,9T = 2\pi \sqrt{\frac{0,81l}{g}}$$

$$\Rightarrow \frac{l'}{l} = 0,81$$

**Câu 13.** Một con lắc đơn có chu kì dao động  $T = 2s$ . khi người ta giảm bớt 19cm. chu kì dao động của con lắc là  $T' = 1,8s$ . Tính gia tốc trọng lực nơi đặt con lắc?

- A. 10m/s<sup>2</sup>      B. 9,87m/s<sup>2</sup>.      C. 9,81m/s<sup>2</sup>      D. 9,80m/s<sup>2</sup>

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi giảm chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l-0,19}{g}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \frac{l-0,19}{l} = \left(\frac{1,8}{2}\right)^2 = 0,81$$

$$\Rightarrow l = 1 \text{ (m)}$$

- Gia tốc trọng lực nơi đặt con lắc:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

**Câu 14:** Ở cùng một vị trí, con lắc đơn chiều dài  $l_1$  dao động nhỏ với chu kỳ  $x$ , con lắc đơn chiều dài  $l_2$  dao động nhỏ với tần số  $y$ . Con lắc đơn có chiều dài  $l = l_1 + l_2$  dao động nhỏ với chu kỳ  $z$  là:

**A.**  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$

**B.**  $z = \frac{1}{\sqrt{x^{-2} + y^{-2}}}$

**C.**  $z = \frac{1}{\sqrt{x^{-2} + y^{-2}}}$

**D.**  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc đơn chiều dài  $l_1$ :

$$x = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \Rightarrow x^2 = 4\pi^2 \frac{l_1}{g} \quad (1)$$

- Tần số của con lắc đơn chiều dài  $l_2$ :

$$y = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_2}} \Rightarrow \frac{1}{y^2} = 4\pi^2 \frac{l_2}{g} \quad (2)$$

- Chu kì của con lắc đơn chiều dài  $l = l_1 + l_2$ :

Lấy (1) + (2) ta được:

$$4\pi^2 \frac{l_1}{g} + 4\pi^2 \frac{l_2}{g} = x^2 + \frac{1}{y^2}$$

$$\Leftrightarrow z^2 = x^2 + \frac{1}{y^2}$$

$$\Rightarrow z = \sqrt{x^2 + y^{-2}}$$



**Câu 15.** Hai con lắc đơn có chiều dài là  $l_1$  và  $l_2$ . Tại cùng một nơi các con lắc có chiều dài  $l_1 + l_2$  và  $l_1 - l_2$  dao động với chu kỳ lần lượt là 2,7s và 0,9s. Tính chu kỳ dao động của hai con lắc có chiều dài  $l_1$  và  $l_2$  tại đó.

A. 1,0(s); 0,9(s)      **B. 2,0(s); 1,8(s)** C. 2,5(s); 2,0(s) D. 1,5(s); 2,0(s)

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc đơn chiều dài  $l = l_1 + l_2$ :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}}$$

- Chu kì của con lắc đơn chiều dài  $l = l_1 - l_2$ :

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 - l_2}{g}}$$

Ta có:  $\frac{T^2}{T'^2} = \frac{l_1 + l_2}{l_1 - l_2} = 9 \Rightarrow l_1 = 1,25l_2$

Suy ra:  $\begin{cases} T_2 = 1,8 \text{ (s)} \\ T_1 = 2 \text{ (s)} \end{cases}$

**Câu 16:** Một con lắc đơn có chiều dài 120cm, dao động điều hoà với chu kỳ T. Để chu kỳ con lắc giảm 10%, chiều dài con lắc phải

**A.** tăng 22,8cm.      **B.** giảm 28,1cm.      **C.** giảm 22,8cm.      **D.** tăng 28,1cm.

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = 0,9T = 2\pi \sqrt{\frac{0,81l}{g}}$$

$$\Rightarrow l' = 0,81 \times 120 = 97,2 \text{ (cm)}$$

$$\Rightarrow l - l' = 120 - 97,2 = 22,8 \text{ (cm)}$$

**Câu 17.** Trong cùng một khoảng thời gian con lắc có chiều dài  $l_1$  thực hiện được 5 dao động, con lắc có chiều dài  $l_2$  thực hiện được 9 dao động, biết **hiệu** chiều dài hai con lắc bằng 112cm. Tìm chiều dài mỗi con lắc.

**A.**  $l_1 = 162\text{cm}; l_2 = 50\text{cm}$

**B.**  $l_1 = 50\text{cm}; l_2 = 160\text{cm}$

C.  $l_1 = 80\text{cm}; l_2 = 100\text{cm}$

D.  $l_1 = 100\text{cm}; l_2 = 80\text{cm}$

Hướng dẫn

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \times 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (1)$$

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \times 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được:

$$\begin{aligned} n_1 \sqrt{l_1} &= n_2 \sqrt{l_2} \\ \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} &= \frac{n_1^2}{n_2^2} = \frac{25}{49} \quad (3) \end{aligned}$$

Từ (3):  $\Rightarrow l_1 > l_2; \Rightarrow l_1 - l_2 = 112 \text{ (cm)} \quad (4)$

Kết hợp (3) và (4):

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 = 162 \text{ (cm)} \\ l_2 = 50 \text{ (cm)} \end{cases}$$

**Câu 18:** Một con lắc đơn có độ dài  $l$ . Người ta thay đổi độ dài của nó sao cho chu kỳ dao động mới chỉ bằng 90% chu kỳ dao động ban đầu. Độ dài mới so với độ dài ban đầu đã giảm :

A. 90%

**B. 19%**

C. 81%

D. 10%

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = 0,9T = 2\pi \sqrt{\frac{0,81l}{g}}$$

$$\Rightarrow l' = 0,81l$$

Vậy độ dài mới đã giảm 19% so với độ dài ban đầu.

**Câu 19:** Tại một nơi, con lắc đơn gồm dây có chiều dài  $l$  và vật nặng có khối lượng  $m$  dao động nhỏ với chu kì  $T$  thì con lắc đơn gồm dây dài  $l' = 2l$  và vật nặng có khối

lượng  $m' = 2m$  dao động nhỏ với tần số  $f'$  thỏa mãn:

**A.**  $2T.f' = 1$

**B.**  $T.f' = \sqrt{2}$  .

**C.**  $\sqrt{2} T.f' = 1$ .

**D.**  $T.f' = 2$ .

Hướng dẫn

- Chu kì dao động của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì dao động của con lắc khi tăng chiều dài:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{g}} = \sqrt{2}T$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f'} = \sqrt{2}T \Leftrightarrow \sqrt{2}Tf' = 1$$

**Câu 20:** Hai con lắc đơn có hiệu chiều dài là 30cm. Trong khoảng thời gian  $\Delta t$ , con lắc thứ nhất thực hiện được 10 dao động toàn phần thì con lắc thứ hai thực hiện được 20 dao động toàn phần. Chiều dài con lắc thứ nhất là

**A.** 40 cm

**B.** 20 cm

**C.** 10 cm

**D.** 60 cm

Hướng dẫn

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (1)$$

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được:

$$n_1 \sqrt{l_1} = n_2 \sqrt{l_2}$$

$$\Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = \frac{1}{4} \quad (3)$$

Từ (3):  $\Rightarrow l_1 > l_2$ ;  $\Rightarrow l_1 - l_2 = 30$  (cm) (4)

Kết hợp (3) và (4):

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 = 40 \text{ (cm)} \\ l_2 = 10 \text{ (cm)} \end{cases}$$

**Câu 21.** Một con lắc đơn có chu kỳ đđ  $T = 4s$ , thời gian để con lắc đi từ VTCB đến vị trí có li độ cực đại là

- A.  $T = 0,5s$                       **B.  $T = 1,0s$**                       C.  $T = 1,5s$                       D.  $T = 2,0s$

Hướng dẫn

- Thời gian để con lắc đi từ VTCB đến vị trí có li độ cực đại là:  $\frac{T}{4}$
- $$\Rightarrow \Delta t = \frac{T}{4} = 1 \text{ (s)}$$

**Câu 22:** Một vật nặng  $m = 1kg$  gắn vào con lắc đơn  $l_1$  thì dao động với chu kỳ  $T_1$ , hỏi nếu gắn vật  $m_2 = 2m_1$  vào con lắc trên thì chu kỳ dao động là:

- A. Tăng lên  $\sqrt{2}$**       **B. Giảm  $\sqrt{2}$**       **C. Không đổi**      **D. Không có đáp án đúng**

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Do chu kì con lắc đơn không phụ thuộc vào khối lượng nên khi thay đổi khối lượng chu kì không đổi

**Câu 23.** Tại một nơi có hai con lắc đơn đang dao động với các biên độ nhỏ. Trong cùng một khoảng thời gian, người ta thấy con lắc thứ nhất thực hiện được 4 dao động, con lắc thứ hai thực hiện được 5 dao động. Tổng chiều dài của hai con lắc là 164cm. Hãy tìm chiều dài của con lắc thứ nhất.

- A. 64cm                      B. 36cm                      **C. 100cm**                      D. 28cm

Hướng dẫn

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (1)$$

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được:

$$n_1 \sqrt{l_1} = n_2 \sqrt{l_2}$$

$$\Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = \frac{16}{25} \quad (3)$$

- Mặt khác:  $l_1 + l_2 = 164$  (cm) (4)

- Kết hợp (3) và (4):

$$\Rightarrow \begin{cases} l_2 = 64 \text{ (cm)} \\ l_1 = 100 \text{ (cm)} \end{cases}$$

**Câu 24.** Tính chu kỳ dao động của con lắc đơn dài  $l_1$ , tại nơi có gia tốc trọng trường  $g$ . Biết tại nơi này con lắc có chiều dài  $l_1 + l_2 + l_3$  có chu kỳ là 2(s); con lắc có chiều dài  $l_1 + l_2 - l_3$  có chu kỳ là 1,6(s); con lắc có chiều dài  $l_1 - l_2 - l_3$  có chu kỳ là 0,8(s).

- A. 1,40(s)      B. 0,56(s)      **C. 1,52(s)**      D. 2,32(s)

Hướng dẫn

- Chu kỳ của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\Rightarrow l \sim T^2$$

Ta được hệ gồm 3 phương trình:

$$\begin{cases} T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 = 2^2 \\ T_1^2 + T_2^2 - T_3^2 = 1,6^2 \\ T_1^2 - T_2^2 - T_3^2 = 0,8^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = \sqrt{2,32} = 1,52(s) \\ T_2 = \sqrt{0,96} = 0,98(s) \\ T_3 = \sqrt{0,72} = 0,85(s) \end{cases}$$

**Câu 25:** Con lắc đơn có độ dài dây treo tăng lên  $n$  lần thì chu kỳ sẽ thay đổi:

- A. Tăng lên  $n$  lần      **B. Tăng lên  $\sqrt{n}$  lần**      C. Giảm  $n$  lần      D. Giảm  $\sqrt{n}$  lần

Hướng dẫn

- Chu kỳ của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Vậy con lắc đơn có độ dài dây treo tăng lên  $n$  lần thì chu kỳ tăng lên  $\sqrt{n}$  lần

**Câu 26:** Một đồng hồ con lắc đếm giây(  $T = 2s$ ), Mỗi ngày đếm chạy nhanh 120s. Hỏi chiều dài con lắc phải được điều chỉnh như thế nào để đồng hồ chạy **đúng**?

<b>A. Tăng 0,28%</b>	<b>B. Tăng 0,2%</b>	<b>C. Giảm 0,28%</b>	<b>D. Giảm 0,2%</b>
<u>Hướng dẫn</u>			
<p>- Độ biến thiên chu kì con lắc trong một ngày đêm:</p> $\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{120}{86400} \Leftrightarrow \frac{T_0 - \Delta T}{T_0} = 1 - \frac{120}{86400}$ $\Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{719}{720} \Leftrightarrow \sqrt{\frac{l}{l_0}} = \frac{719}{720}$ $\Rightarrow l = 0,9972l_0$ <p>Vậy chiều dài dây treo phải giảm 0,28%.</p>			
<p><b>Câu 27:</b> Một con lắc đơn có chiều dài l. Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện được 12 dao động. khi giảm chiều dài đi 32cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt nói trên, con lắc thực hiện được 20 dao động. Chiều dài ban đầu của con lắc là:</p>			
<b>A. 30cm</b>	<b>B. 40cm</b>	<b>C. 50cm</b>	<b>D. 60cm</b>
<u>Hướng dẫn</u>			
<p>- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài l<sub>1</sub>:</p> $\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$ <p>- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc khi giảm chiều dài đi 32cm.</p> $\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l-0,32}{g}} \quad (2)$ <p>- Từ (1) và (2) ta được:</p> $n_1 \sqrt{l} = n_2 \sqrt{l-0,32}$ $\Rightarrow \frac{l-0,32}{l} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = 0,36$ $\Rightarrow l = 50 \text{ (cm)}$			
<p><b>Câu 28:</b> Hai con lắc đơn có độ dài khác nhau 22cm dao động ở cùng một nơi. Sau cùng một khoảng thời gian con lắc thứ nhất thực hiện được 30 dao động, con lắc thứ hai thực hiện được 36 dao động. Độ dài các con lắc là:</p>			
<b>A. l<sub>1</sub> = 88; l<sub>2</sub> = 110 cm</b>	<b>C. l<sub>1</sub> = 72cm; l<sub>2</sub> = 50cm</b>		
<b>B. l<sub>1</sub> = 78cm; l<sub>2</sub> = 110 cm</b>	<b>D. l<sub>1</sub> = 50cm; l<sub>2</sub> = 72cm.</b>		
<u>Hướng dẫn</u>			
<p>- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài l<sub>1</sub>:</p>			

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (1)$$

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được:

$$n_1 \sqrt{l_1} = n_2 \sqrt{l_2}$$

$$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2} = 1,44 \quad (3)$$

Từ (3):  $\Rightarrow l_1 > l_2$ ;  $\Rightarrow l_1 - l_2 = 22 \text{ (cm)}$  (4)

Kết hợp (3) và (4):

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 = 72 \text{ (cm)} \\ l_2 = 50 \text{ (cm)} \end{cases}$$

**Câu 29:** Một con lắc đơn có độ dài  $l$ . Trong khoảng thời gian  $t$  nó thực hiện được 6 dao động. Người ta giảm bớt chiều dài của nó 16cm thì trong cùng khoảng thời gian  $t$  như trước nó thực hiện được 10 dao động. Cho  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Độ dài ban đầu và tần số ban đầu của con lắc có thể có giá trị nào sau đây?

- A. 50cm, 2Hz      **B. 25cm, 1Hz**      C. 35cm; 1,2hz      D. Một giá trị khác

Hướng dẫn

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc khi giảm chiều dài đi 16 cm.

$$\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l-0,16}{g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được:

$$n_1 \sqrt{l} = n_2 \sqrt{l-0,16}$$

$$\Rightarrow \frac{l-0,16}{l} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = 0,36$$

$$\Rightarrow l = 25 \text{ (cm)}$$

- Tần số của con lắc:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = 1 \text{ (Hz)}$$

**Câu 30:** Một con lắc đơn, trong khoảng thời gian  $\Delta t$  nó thực hiện được 12 dao động, Khi giảm độ dài của nó bớt 16 cm, trong cùng khoảng thời gian  $\Delta t$  như trên, con lắc thực hiện 20 dao động, Tính độ dài ban đầu của con lắc

**A. 60 cm**

**B. 50 cm**

**C. 40 cm**

**D. 25 cm**

Hướng dẫn

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc khi giảm chiều dài đi 32cm.

$$\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l-0,16}{g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được:

$$n_1 \sqrt{l} = n_2 \sqrt{l-0,16}$$

$$\Rightarrow \frac{l-0,16}{l} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = 0,36$$

$$\Rightarrow l = 25 \text{ (cm)}$$

**Câu 31:** Con lắc đơn có  $l_1$  thì dao động với chu kì  $T_1$ ; chiều dài  $l_2$  thì dao động với chu kì  $T_2$ , nếu con lắc đơn có chiều dài  $l = l_1 + l_2$  thì chu kỳ dao động của con lắc là gì?

**A.  $T^2 = (T_1^2 - T_2^2)$  s**

**B.  $(T_1 - T_2)$  s**

**C.  $(T_1 + T_2)$  s**

**D.  $\sqrt{(T_1^2 + T_2^2)}$  s**

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc đơn có chiều dài  $l = l_1 + l_2$ :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}} \Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \left( \frac{l_1 + l_2}{g} \right) = T_1^2 + T_2^2$$

$$\Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

**Câu 32:** Con lắc đơn có  $l_1$  thì dao động với chu kì  $T_1$ ; chiều dài  $l_2$  thì dao động với chu kì  $T_2$ , nếu con lắc đơn có chiều dài  $l = A.l_1 + B.l_2$  thì chu kỳ dao động của con lắc là gì?

**A.  $T^2 = (A.T_1^2 + B.T_2^2)$  s**

**B.  $(T_1 - T_2)$  s**

**C.  $(T_1 + T_2)$  s**

**D.  $\sqrt{(T_1^2 + T_2^2)}$  s**

Hướng dẫn

- Chu kì của con lắc đơn có chiều dài  $l = l_1 + l_2$ :



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{Al_1 + Bl_2}{g}} \Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \left( \frac{Al_1 + Bl_2}{g} \right) = AT_1^2 + BT_2^2$$

**Câu 33:** Con lắc đơn có  $l_1$  thì dao động với chu kỳ  $T_1$ ; chiều dài  $l_2$  thì dao động với chu kỳ  $T_2$ , nếu con lắc đơn có chiều dài  $l = |l_1 - l_2|$  thì chu kỳ dao động của con lắc là gì?

- A.**  $T^2 = |T_1^2 - T_2^2|$  s      **B.**  $(T_1 - T_2)$  s      **C.**  $(T_1 + T_2)$  s      **D.**  $(T_1^2 + T_2^2)$  s

Hướng dẫn

- Chu kỳ của con lắc đơn

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{|l_1 - l_2|}{g}} \Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \left( \frac{|l_1 - l_2|}{g} \right) = |T_1^2 - T_2^2|$$

**Câu 34:** Trong hai phút con lắc đơn có chiều dài  $l$  thực hiện được 120 dao động. Nếu chiều dài của con lắc chỉ còn  $1/4$  chiều dài ban đầu thì chu kỳ của con lắc bây giờ là bao nhiêu?

- A.** 0,25s      **B.** 0,5s      **C.** 1s      **D.** 2s

Hướng dẫn

- Chu kỳ dao động của con lắc đơn

$$T_1 = \frac{t \times 60}{n}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{\frac{l_1}{4l_1}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{2} = 0,5 \text{ (s)}$$

**Câu 35: (ĐH - 2009)** Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa Trong khoảng thời gian  $\Delta t$ , con lắc thực hiện 60 dao động toàn phần; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44 cm thì cũng trong khoảng thời gian  $\Delta t$  ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là:

- A.** 144 cm.      **B.** 60 cm.      **C.** 80 cm.      **D.** 100 cm.

Hướng dẫn

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_1$ :

$$\Delta t = n_1 T_1 = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (1)$$

- Khoảng thời gian thực hiện dao động của con lắc có chiều dài  $l_2$ :

$$\Delta t = n_2 T_2 = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad (2)$$

- Từ (1) và (2) ta được:

$$n_1\sqrt{l_1} = n_2\sqrt{l_2}$$

$$\Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = 1,44 \quad (3)$$

- Từ (3):  $\Rightarrow l_1 < l_2$ ;  $\Rightarrow l_2 = l_1 + 44$  (cm) (4)

- Kết hợp (3) và (4):

$$\Rightarrow \begin{cases} l_1 = 100 \text{ (cm)} \\ l_2 = 144 \text{ (cm)} \end{cases}$$

**Câu 36:** Một đồng hồ quả lắc có chu kỳ 2s. Mỗi ngày chạy nhanh 90s. Phải điều chỉnh chiều dài của con lắc thế nào để đồng hồ chạy **đúng**?

**A.** Tăng 0,2%

**B.** Giảm 0,2%

**C.** Tăng 0,3%

**D.** Tăng 0,3%

Hướng dẫn

- Độ biến thiên chu kì con lắc:

$$\frac{T_0 - \Delta T}{T_0} = \sqrt{\frac{l}{l_0}} \Leftrightarrow \frac{l}{l_0} = \left(1 - \frac{90}{86400}\right)^2 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 0,998$$

- Vậy phải giảm 0,2% chiều dài để đồng hồ chạy đúng.

## DẠNG 5: CON LẮC ĐƠN VÀ CÁC LỰC LẠ

### 5.1. Các loại lực lạ thường gặp:

	Lực điện trường	Lực quán tính	Lực đẩy Acsimet
Định nghĩa	Lực do điện trường tác động vào các vật mang điện tích đặt trong nó gọi là lực điện trường.	Lực tác động lên các vật đặt trong hệ quy chiếu phi quán tính gọi là lực quán tính	Là lực tác động bởi một chất lưu lên một vật thể nhúng trong nó
Độ lớn	$F = qE$ Trong đó: q: Điện tích của vật E: Cường độ điện trường	$F_{qt} = ma$ Trong đó: m: khối lượng vật a: gia tốc hệ quy chiếu	$F = dV$ Trong đó: d: Trọng lượng riêng chất lưu. V: Thể tích vật
Tính chất	$\vec{F} \uparrow \uparrow \vec{E}$ Nếu $q > 0$ $\vec{F} \uparrow \downarrow \vec{E}$ Nếu $q < 0$	$\vec{F}_{qt} \uparrow \downarrow \vec{a}$	$\vec{F}_A \uparrow$

### 5.2. Chu kỳ của con lắc đơn trong lực lạ:

❖ Chu kỳ của con lắc đơn trong lực lạ :  $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}}$

Ta có:  $\vec{P}^* = \vec{P} + \vec{F}$

Trong đó:  $\vec{P}^*$  là trọng lực biểu kiến khi xuất hiện lực lạ  
 $\vec{F}$  là lực lạ.

⇒ Gia tốc trọng lực biểu kiến của vật khi xuất hiện lực lạ:  $g^* = g + \frac{\vec{F}}{m}$

❖ Lực lạ có phương thẳng đứng:  $g^* = g \pm \frac{F}{m}$

❖ Lực lạ có phương vuông góc với trọng lực:

Gia tốc biểu kiến:  $g^* = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}$

Góc lệch dây treo tại VTCB:  $\tan \alpha = \frac{F}{P}$

❖ Lực lạ có phương xiên:  $\frac{F}{m} = \sqrt{g^2 + g^{*2} - 2gg^* \cos \alpha}$

**Câu 1:** Một con lắc đơn dao động điều hòa trong thang máy đứng yên tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 9,8\text{m/s}^2$  với năng lượng dao động là  $150\text{mJ}$ , góc thế năng là vị trí cân bằng của quả nặng. Đúng lúc vận tốc của con lắc bằng không thì thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc  $2,5\text{m/s}^2$ . Con lắc sẽ tiếp tục dao động điều hòa trong thang máy với năng lượng dao động:

- A.** 150 mJ.                      **B.** 129,5 mJ.                      **C.** 111,7 mJ.                      **D.** 188,3 mJ.

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$$

- Chiều lên phương thẳng đứng:

$$P' = P + F_{qt} \Leftrightarrow mg' = mg + ma \Rightarrow g' = g + a$$

- Năng lượng dao động của con lắc:

$$\frac{W_1}{W_0} = \frac{m(g+a)l}{mgl} \Rightarrow W_1 = \frac{(g+a)W_0}{g} = 188,3(\text{mJ})$$

**Câu 2:** Một con lắc đơn dài 25 cm, vật nặng có khối lượng 10 g, có kích thước rất nhỏ và mang điện tích  $10^{-4}$  C. Cho  $g = \pi^2 = 10 \text{ m/s}^2$ . Treo con lắc trong điện trường đều có cường độ điện trường 400V/m có đường sức nằm ngang. Chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là:

- A.** 2,8s                                      **B.** 1,99s                                      **C.** 2,5s                                      **D.** 1. 4s

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_c = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_c$$

$$\Rightarrow P'^2 = P^2 + F_{qt}^2 \Leftrightarrow (mg')^2 = (mg)^2 + (|q|E)^2$$

$$\Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2}$$

- Chu kỳ dao động mới của con lắc đơn:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2}}} = 1,4(\text{s})$$

**Câu 3:** Một con lắc đang đơn dao động điều hòa với chu kỳ T trong thang máy chuyển động đều, khi thang máy chuyển động lên trên chậm dần đều với gia tốc bằng một nửa gia tốc trọng trường thì con lắc dao động với chu kỳ:

- A.** 2T                                      **B.**  $T\sqrt{2}$                                       **C.** T/2                                      **D.** 0

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$$

- Chiều lên phương thẳng đứng:

$$P' = P - F_{qt} \Leftrightarrow mg' = mg - ma \Rightarrow g' = g - a$$

- Chu kỳ dao động mới của con lắc:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}} = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{g}} = T\sqrt{2}$$

**Câu 4:** Một con lắc đơn dây treo có chiều dài 0,5m, quả cầu có khối lượng  $m = 10g$ . Cho con lắc dao động với li độ góc nhỏ trong không gian với lực F có hướng thẳng đứng từ trên xuống có độ lớn 0,04N. Lấy  $g = 9,8m/s^2$ ,  $\pi = 3,14$ . Xác định chu kỳ dao động nhỏ?

- A.** 1,1959s                                      **B.** 1,1960s                                      **C.** 1,1961s                                      **D.** 1,1992s

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$$

- Chiều lên phương thẳng đứng:

$$P' = P + F \Leftrightarrow mg' = mg + \frac{F}{m} \Rightarrow g' = g + \frac{F}{m}$$

- Chu kỳ dao động mới của con lắc:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{F}{m}}} = 1,1959(s)$$

**Câu 5:** Một con lắc đơn gồm một sợi dây nhẹ không giãn, cách điện và quả cầu khối lượng  $m = 100g$ . Tích điện cho quả cầu một điện lượng  $q = 10^{-5} C$  và cho con lắc dao động trong điện trường đều hướng thẳng đứng lên trên và cường độ  $E = 5.10^4 V/m$ . Lấy gia tốc trọng trường là  $g = 9,8 m/s^2$ . Bỏ qua mọi ma sát và lực cản. Tính chu kỳ dao động của con lắc. Biết chu kì dao động của con lắc khi không có điện trường là  $T_0 = 1,5s$ .

- A.** 2,14s                                      **B.** 2,15s                                      **C.** 2,16s                                      **D.** 2,17s

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_c = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_c$$

- Chiều lên phương thẳng đứng:

$$P' = P - F_c \Leftrightarrow g' = g - \frac{|q|E}{m}$$

- Tỉ số chu kỳ dao động của con lắc khi có điện trường và không có điện trường:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g - \frac{|q|E}{m}}}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi có điện trường:

$$T' = T \sqrt{\frac{g}{g - \frac{|q|E}{m}}} = 2,14(s)$$

**Câu 6:** Một con lắc đơn tạo bởi một quả cầu kim loại tích điện dương khối lượng  $m = 1\text{kg}$  buộc vào một sợi dây mảnh cách điện dài  $1,4\text{m}$ . Con lắc được đặt trong một điện trường đều của một tụ điện phẳng có các bản đặt thẳng đứng với cường độ điện trường  $E = 10^4 \text{ V/m}$ . Khi vật ở vị trí cân bằng sợi dây lệch  $30^\circ$  so với phương thẳng đứng. Cho  $g = 9,8\text{m/s}^2$ , bỏ qua mọi ma sát và lực cản. Xác định điện tích của quả cầu và chu kì dao động bé của con lắc đơn.

**A.**  $q = 5,658 \cdot 10^{-7} \text{ C}; T = 2,55\text{s}$

**B.**  $q = 5,668 \cdot 10^{-4} \text{ C}; T = 2,21\text{s}$

**C.**  $q = 5,658 \cdot 10^{-7} \text{ C}; T = 2,22\text{s}$

**D.**  $q = 5,668 \cdot 10^{-7} \text{ C}; T = 2,22\text{s}$

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_c = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_c \Rightarrow P'^2 = P^2 + F_c^2 \Leftrightarrow g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc:

$$\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2}}} = 2,22(s)$$

- Độ lớn lực điện trường tác dụng lên vật:

$$\tan\alpha = \frac{F_c}{P} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow F_c = \frac{mg}{\sqrt{3}}$$

- Điện tích của quả cầu:

$$F = |q|E = \frac{mg}{\sqrt{3}} \Rightarrow |q| = \frac{mg}{E\sqrt{3}} = 5,658 \times 10^{-7} C$$

**Câu 7:** Một con lắc đơn có chu kì  $T = 1s$  trong vùng không có điện trường, quả lắc có khối lượng  $m = 10g$  bằng kim loại mang điện  $q = 10^{-5}$ . Con lắc được đem treo trong điện trường đều giữa hai bản kim loại phẳng song song mang điện tích trái dấu, đặt thẳng đứng, hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng  $400V$ . Kích thước các bản kim loại rất lớn so với khoảng cách  $d = 10$  cm giữa chúng. Tìm chu kì con lắc khi dao động trong điện trường giữa hai bản kim loại.

**A. 0,964s**

**B. 0,918s**

**C. 0,613s**

**D. 0,58s**

Hướng dẫn:

- Cường độ điện trường giữa hai bản tụ:

$$E = \frac{V}{d}$$

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_c = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_c$$

$$P'^2 = P^2 + F_c^2 \Leftrightarrow g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{m}\right)^2} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|V}{md}\right)^2}$$

- Tỉ số chu kỳ dao động của con lắc khi có điện trường và không có điện trường:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{g}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|V}{md}\right)^2}}}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi có điện trường:

$$T' = T \times \sqrt{\frac{g}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|V}{md}\right)^2}}} = 0,964(s)$$

**Câu 8:** Một con lắc đơn có chu kì  $T = 2s$  khi đặt trong chân không. Quả lắc làm bằng một hợp kim khối lượng riêng  $D = 8,67g/cm^3$ . Tính chu kì  $T'$  của con lắc khi đặt trong không khí, sức cản của không khí xem như không đáng kể, quả lắc chịu tác dụng của lực đẩy Acximet, khối lượng riêng của không khí là  $d = 1,3g/l$

**A.  $T' = 2,00024s$**

**B. 2,00015s**

**C. 2,00012s**

**D.**

2,00013s

Hướng dẫn:

- Độ lớn lực đẩy Acsimet tác dụng lên vật:

$$F_A = dV = \frac{dm}{D}$$

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

- $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_A = m\vec{a}$  đặt  $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_A$

- Chiều lên phương thẳng đứng:

$$P' = P - F_A \Leftrightarrow g' = g - \frac{F_A}{m} = g - \frac{d}{D}$$

- Tỉ số chu kỳ dao động của con lắc đơn khi có lực cản và khi không có lực cản:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g - \frac{d}{D}}}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc đơn khi có lực cản:

$$T' = T \sqrt{\frac{g}{g - \frac{d}{D}}} = 2,00015(s)$$

**Câu 9.** (ĐH 2011). Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn  $a$  thì chu kỳ dao động điều hoà của con lắc là 2,52 s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc cũng có độ lớn  $a$  thì chu kỳ dao động điều hoà của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kỳ dao động điều hoà của con lắc là

- A. 2,96 s.                      B. 2,61 s.                      **C. 2,78 s.**                      D. 2,84 s.

Hướng dẫn:

- Tỉ số chu kỳ dao động khi thang máy chuyển động nhanh dần đều và chậm dần đều:

$$\frac{T_n}{T_c} = \sqrt{\frac{g - a}{g + a}} = 0,8$$

- Độ lớn gia tốc của thang máy:

$$\frac{g - a}{g + a} = 0,8^2 \Rightarrow a = \frac{0,36g}{1,64}$$

- Chiều dài của dây treo con lắc đơn:

$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + a}} \Rightarrow l = \frac{T_n^2 (g + a)}{4\pi^2}$$



- Chu kỳ dao động của con lắc đơn khi thang máy đứng yên:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2,78(s)$$

**Câu 10.** Một con lắc dao động với chu kỳ 1,8 s tại nơi có  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Người ta treo con lắc vào trần thang máy đi xuống nhanh dần đều với gia tốc  $0,5 \text{ m/s}^2$ , khi đó chu kỳ dao động của con lắc là?

- A. 1,85 s                      B. 1,76 s                      C. 1,75 s                      D. Một giá trị khác

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$$

- Chiều lên phương thẳng đứng:

$$P' = P - F_{qt} \Rightarrow g' = g - a$$

- Tỉ số chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy chuyển động và khi đứng yên:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g-a}}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy chuyển động:

$$T' = T \sqrt{\frac{g}{g-a}} = 1,85(s)$$

**Câu 11.** Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy tại nơi có  $g = 9,86 \text{ m/s}^2$ . Khi thang máy đứng yên thì chu kỳ của con lắc là 2 s. Khi thang máy đi lên chậm dần đều với gia tốc  $0,86 \text{ m/s}^2$  thì chu kỳ của con lắc là

- A. 1,7 s .                      B. 2 s.                      C. 1,89 s.                      D. 2,093 s.

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a} \quad \text{đặt} \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$$

- Chiều lên phương thẳng đứng:

$$P' = P - F_{qt} \Rightarrow g' = g - a$$

- Tỉ số chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy chuyển động và khi đứng yên:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g-a}}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy chuyển động:

$$T' = T \sqrt{\frac{g}{g-a}} = 2,093(s)$$

**Câu 12.** Con lắc đơn treo vào trần một chiếc xe đang chuyển động nhanh dần đều trên đường nằm ngang với gia tốc  $a = 10 \sqrt{3} \text{ m/s}^2$ . Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Ở vị trí cân bằng của con lắc, dây treo hợp với phương thẳng đứng góc là:

- A.  $\alpha = 60^0$ .      B.  $\alpha = 45^0$ .      C.  $\alpha = 30^0$ .      D.  $\alpha = 50^0$ .

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a}$$

- Góc lệch của dây treo ở vị trí cân bằng:

$$\tan\alpha = \frac{F_{qt}}{P} = \frac{ma}{mg} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^0$$

**Câu 13.** Con lắc đơn có dây treo dài  $\ell = 1 \text{ m}$  dao động điều hòa trong một xe chạy trên mặt nghiêng góc  $\alpha = 30^0$  so với phương ngang. Khối lượng quả cầu là  $m = 100\sqrt{3} \text{ g}$ . Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Bỏ qua ma sát giữa bánh xe và mặt đường. Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc bằng:

- A. 2,13 s.      B. 2,31 s.      C. 1,23 s.      D. 3,12 s.

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên con lắc:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a}$$

- Chiều xuống phương mặt phẳng nghiêng:

$$a = g \sin\alpha$$

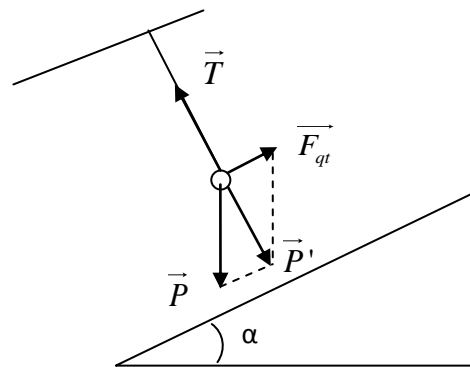
- Áp dụng định lý Cosin:

$$P'^2 = P^2 + F_{qt}^2 - 2PF_{qt} \cos(90 - \alpha)$$

$$\Leftrightarrow g'^2 = g^2 + a^2 - 2ga \cos 60^0 = 5\sqrt{3} (m/s^2)$$

- Chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g'}} = 2,13(s)$$



**Câu 14.** Một con lắc đơn được treo tại trần của một toa xe, khi xe chuyển động đều con lắc dao động với chu kỳ 1 s, cho  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Khi xe chuyển động nhanh dần đều

theo phương ngang với gia tốc  $a = 3 \text{ m/s}^2$  thì con lắc dao động với chu kì

- A. 0,978 s.      B. 1,0526 s.      C. 0,9524 s.      D. 0,9216 s.

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a} \quad \text{Đặt } \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$$

$$P'^2 = P^2 + F_{qt}^2 \Leftrightarrow g' = \sqrt{g^2 + a^2}$$

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi xe chuyển động và khi đứng yên:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{\sqrt{g^2 + a^2}}}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi xe chuyển động:

$$T' = T \sqrt{\frac{g}{\sqrt{g^2 + a^2}}} = 0,978(s)$$

**Câu 15:** Một con lắc đơn treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động với tần số 0,25 Hz. Khi thang máy đi xuống thẳng đứng, chậm dần đều với gia tốc bằng một phần ba gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc đơn dao động với chu kỳ bằng.

- A.  $\sqrt{3}$  s.    B.  $2\sqrt{3}$  s.    C.  $3\sqrt{2}$  s.    D.  $3\sqrt{3}$  s.

Hướng dẫn:

Gọi  $a$  là gia tốc của thang máy,  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc khi thang máy di chuyển.

- Chu kỳ của con lắc khi đứng yên:

$$T_0 = \frac{1}{f} = 4(s)$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc khi thang máy đi chuyển:

$$\text{Vì thang máy đi xuống chậm dần đều nên } \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{g} \Rightarrow g^* = a + g = \frac{4}{3}g$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy đi xuống chậm dần đều:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{4}{3}g}} = \frac{\sqrt{3}}{2} T_0 = 2\sqrt{3}(s)$$

**Câu 16:** Một con lắc đơn được treo ở một nơi cố định trong điện trường đều có đường sức hướng thẳng đứng xuống. Khi vật nặng của con lắc chưa tích điện thì con lắc dao

động điều hòa với chu kỳ 1,4 s. Cho vật nặng lần lượt tích điện  $q_1$  và  $q_2$  (coi là điện tích điểm) thì con lắc dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng cũ với chu kỳ lần lượt là 7 s và 1 s. Tỉ số  $\frac{q_1}{q_2}$ .

- A.  $-\frac{1}{2}$                       B. -1.                      C.  $\frac{1}{2}$                       D. 1

Hướng dẫn:

Gọi  $T_0, T_1$  và  $T_2$  lần lượt là chu kỳ con lắc ban đầu khi chưa và sau khi tích điện  $q_1$  và  $q_2$  tương ứng,  $g^*$  là gia tốc trọng lực biểu kiến của con lắc tích điện đặt trong điện trường đều.

- Gia tốc của lực điện trường tác động lên con lắc:

Ta có:  $F_E = ma$

$$\Rightarrow a = \frac{F_E}{m} = \frac{qE}{m}$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc:

Vì  $\vec{E} \uparrow \uparrow \vec{P} \Rightarrow g^* = g + a$

- Tỷ số giữa điện tích  $q_1$  và  $q_2$ :

Ta có:  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{q_1 E}{m}}}$

$$\Rightarrow \frac{1}{4\pi^2} \frac{q_1 E}{m} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2} \quad (1)$$

Tương tự:  $\frac{1}{4\pi^2} \frac{q_2 E}{m} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_2^2} \quad (2)$

Từ (1) và (2)  $\Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2}}{\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_2^2}} = -1$

**Câu 17:** Con lắc đơn được treo trong thang máy. Gọi  $T$  là chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy đứng yên,  $T'$  là chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc  $g/10$ . Tỉ số  $T'/T$  bằng.

- A.  $\sqrt{11/9}$                       B.  $\sqrt{10/11}$                       C.  $\sqrt{1,1}$                       D.  $\sqrt{9/11}$

Hướng dẫn:

Gọi  $a$  là gia tốc của thang máy,  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc khi thang máy di chuyển.

- Chu kỳ của con lắc khi đứng yên:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc:

$$\text{Vì thang máy đi lên nhanh dần đều nên } \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{g} \Rightarrow g^* = a + g = \frac{11}{10}g$$

- Tỷ số giữa chu kỳ  $T'$  và  $T$ :

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } T' &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{11}{10}g}} = \sqrt{\frac{10}{11}}T \\ \Rightarrow \frac{T'}{T} &= \sqrt{\frac{10}{11}} \end{aligned}$$

**Câu 18:** Hai con lắc đơn có chiều dài dây treo bằng nhau, cùng đặt trong một điện trường đều có phương nằm ngang. Hòn bi của con lắc thứ nhất không tích điện, chu kỳ dao động của nó là  $T$ . Hòn bi của con lắc thứ hai tích điện, khi nằm cân bằng thì dây treo của con lắc này tạo với phương ngang một góc bằng  $30^\circ$ . Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc thứ hai là.

A.  $T/\sqrt{2}$ .

B.  $T/2$ .

C.  $\sqrt{2}T$ .

D.  $T$ .

Hướng dẫn:

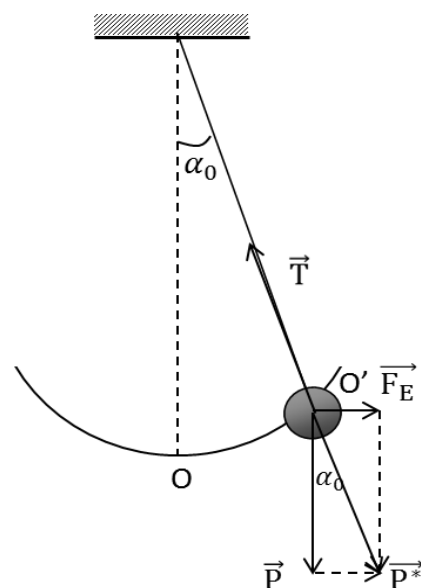
Gọi  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc ở vị trí cân bằng trong điện trường đều,  $T'$  là chu kỳ của con lắc thứ 2.

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng:

$$g^* = \frac{g}{\cos \alpha_0} = 2g$$

- Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc thứ 2:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = \frac{1}{\sqrt{2}}T$$



**Câu 19:** Một con lắc đơn được treo vào trần của một thang máy đang đứng yên tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 9,9225 \text{ m/s}^2$ , con lắc đơn dao động điều hòa, trong thời gian  $\Delta t(\text{s})$  con lắc thực hiện được 210 dao động toàn phần. Cho thang đi xuống nhanh dần đều theo phương thẳng đứng với gia tốc có độ lớn không đổi bằng  $180 \text{ (cm/s}^2)$  thì con lắc dao động điều hòa, trong thời gian  $\Delta t(\text{s})$  con lắc thực hiện được bao nhiêu dao động toàn phần.

**A.** 190

**B.** 150

**C.** 90

**D.** 180

Hướng dẫn:

Gọi  $a$  là gia tốc của thang máy,  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc khi thang máy di chuyển.  $N$  và  $N'$  lần lượt là số dao động trong khoảng thời gian  $\Delta t(\text{s})$  khi thang máy đứng yên và di chuyển.

- Chu kỳ dao động của con lắc khi đứng yên:

$$T = \frac{\Delta t}{N} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc khi thang máy di chuyển:

Vì thang máy đi xuống nhanh dần đều nên

$$\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{g} \Rightarrow g^* = g - a = 8,1225(\text{m/s}^2)$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy di chuyển:

$$T' = \frac{\Delta t}{N'} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2), ta có:

$$\frac{N'}{N} = \sqrt{\frac{g^*}{g}} \Rightarrow N' = N \sqrt{\frac{g^*}{g}} = 190 \text{ (dao động)}$$

**Câu 20:** Một con lắc đơn được treo vào trần của một xe ô tô đang chuyển động theo phương ngang. Chu kỳ dao động của con lắc đơn trong trường hợp xe chuyển động thẳng đều là  $T$ , khi xe chuyển động nhanh dần đều với gia tốc  $a$  là  $T_1$  và khi xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc có độ lớn  $a$  là  $T_2$ . Tìm mối liên hệ giữa  $T$ ,  $T_1$  và  $T_2$ ?

**A.**  $T_2 = T_1 = T$ .

**B.**  $T_1 = T_2 < T$ .

**C.**  $T_1 < T < T_2$ .

**D.**  $T_1 > T > T_2$ .

Hướng dẫn:

- Gọi  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng tại vị trí cân bằng khi xe chuyển động nhanh hoặc chậm dần đều.

- Chu kỳ dao động của xe khi chuyển động thẳng đều:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng khi xe chuyển động nhanh hoặc chậm dần đều:

$$\text{Vì } \vec{a} \text{ vuông góc với } \vec{g} \text{ nên } g^* = \sqrt{a^2 + g^2}$$

- Chu kỳ dao động của xe khi chuyển động nhanh hoặc chậm dần đều với gia tốc là a:

$$T_1 = T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2 + g^2}}} \quad (2)$$

$$\text{Vì } \sqrt{a^2 + g^2} > g \text{ nên từ (1),(2)} \Rightarrow T_1 = T_2 < T$$

**Câu 21:** Một con lắc đơn dao động với chu kỳ  $T_0$  trong chân không. Tại nơi đó, đưa con lắc ra ngoài không khí ở cùng một nhiệt độ thì chu kỳ của con lắc là T. Biết T khác  $T_0$  chỉ do lực đẩy Acsimet của không khí. Gọi tỉ số khối lượng riêng của không khí và khối lượng riêng của chất làm vật nặng là  $\varepsilon$ . Mối liên hệ giữa T với  $T_0$  là.

A.  $T = \frac{T_0}{\sqrt{1+\varepsilon}}$ .

B.  $T_0 = \frac{T}{\sqrt{1-\varepsilon}}$ .

C.  $T_0 = \frac{T}{\sqrt{1+\varepsilon}}$ .

D.  $T = \frac{T_0}{\sqrt{1-\varepsilon}}$ .

Hướng dẫn:

Gọi a và  $g^*$  lần lượt là gia tốc biểu kiến do lực Acsimet tác động lên vật nặng con lắc và gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc trong trường có lực Acsimet. D', D lần lượt là khối lượng riêng không khí và vật nặng.

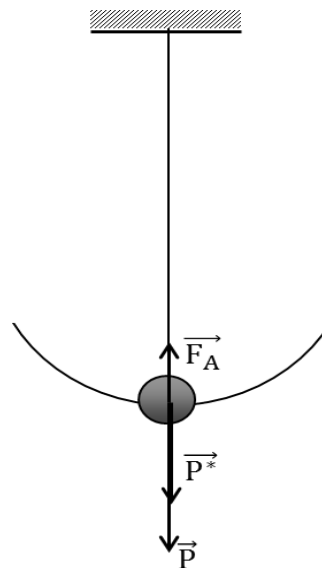
- Gia tốc biểu kiến của lực Acsimet tác động vào con lắc:

$$\text{Ta có: } F_A = ma \Rightarrow D'Vg = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{D'Vg}{m} = \frac{D'Vg}{DV} = \varepsilon g$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng:

$$\text{Vì } \vec{F}_A \uparrow \downarrow \vec{P} \Rightarrow g^* = g - a = g(1-\varepsilon)$$



- Mối liên hệ giữa  $T$  và  $T_0$ :

Ta có:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g(1-\varepsilon)}} = \frac{T_0}{\sqrt{1-\varepsilon}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_0}{\sqrt{1-\varepsilon}}$$

**Câu 22:** Con lắc đơn dao động nhỏ trong một điện trường đều có phương thẳng đứng hướng xuống, vật nặng có điện tích dương, dao động với biên độ  $A$  và chu kỳ dao động  $T$ . Vào thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng thì đột ngột tắt điện trường. Chu kỳ và biên độ của con lắc khi đó thay đổi như thế nào? Bỏ qua mọi lực cản.

**A.** Chu kỳ tăng; biên độ giảm

**B.** Chu kỳ giảm biên độ giảm.

**C.** Chu kỳ tăng; biên độ tăng.

**D.** Chu kỳ giảm; biên độ tăng.

Hướng dẫn:

Gọi  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng trong trường điện trường.

- Gia tốc biểu kiến của vật nặng sinh ra bởi điện trường:

Ta có:  $F_E = ma \Rightarrow a = \frac{F_E}{m}$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng trong trường điện trường:

Vì  $\vec{F}_E \uparrow \uparrow \vec{P} \Rightarrow g^* = g + a$

- Sự thay đổi chu kỳ sau khi tắt điện trường:

Ta có:

+ Chu kỳ của con lắc trong trường điện trường:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$$

+ Chu kỳ con lắc sau khi tắt điện trường:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Vậy sau khi tắt điện trường thì chu kỳ sẽ tăng

- Sự thay đổi biên độ dao động:

Gọi  $S_0$  là biên độ sau khi tắt điện trường. Năng lượng dao động không đổi khi tắt điện trường tại vị trí cân bằng, ta có:



$$\begin{aligned}
 W_0 = W' &\Rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2}m\omega'^2 S_0'^2 \\
 &\Leftrightarrow \omega^2 S_0^2 = \omega'^2 S_0'^2 \\
 &\Leftrightarrow \frac{g}{l} S_0^2 = \frac{g+a}{l} S_0'^2 \\
 &\Rightarrow S_0 = \sqrt{\frac{g+a}{g}} S_0' = \sqrt{1 + \frac{a}{g}} S_0' \\
 &\Rightarrow \frac{S_0}{S_0'} > 1
 \end{aligned}$$

Vậy biên độ dao động tăng sau khi tắt điện trường

**Câu 23:** Một con lắc đơn được treo vào một điện trường đều có đường sức thẳng đứng. Khi quả nặng của con lắc được tích điện  $q_1$  thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 1,6 s. Khi quả nặng của con lắc được tích điện  $q_2 = -q_1$  thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 2,5 s. Khi quả nặng của con lắc không mang điện thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là.

A. 2,84 s.

B. 2,78 s.

C. 2,61 s.

**D. 1,91 s.**

Hướng dẫn:

Giả sử đường sức từ hướng thẳng đứng xuống phía dưới.

Gọi  $a$  và  $g^*$  lần lượt là gia tốc biểu kiến của vật nặng sinh ra bởi điện trường và gia tốc trọng trường biểu kiến của vật trong trường điện trường.

- Chu kỳ con lắc khi tích điện  $q_1$ :

$$\begin{aligned}
 \text{Vì } \vec{F}_E \uparrow \uparrow \vec{P} &\Rightarrow g^* = g + a \\
 \Rightarrow T_1 &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{q_1 E}{m}}} \\
 \Rightarrow \frac{1}{T_1^2} &= \frac{1}{T_0^2} + \frac{1}{4\pi^2} \frac{q_1 E}{ml} \quad (1)
 \end{aligned}$$

- Chu kỳ con lắc khi tích điện  $q_2 = -q_1$ :

$$\begin{aligned}
 T_2 &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - \frac{q_1 E}{m}}} \\
 \Rightarrow \frac{1}{T_1^2} &= \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{4\pi^2} \frac{q_1 E}{ml} \quad (2)
 \end{aligned}$$

$$\text{Lấy (1) + (2)} \Rightarrow T_0 = \frac{\sqrt{2T_1T_2}}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}} \approx 1,91(\text{s})$$

**Câu 24:** Con lắc đơn có dây dài  $l = 1,0 \text{ m}$ , quả nặng có khối lượng  $m = 100\text{g}$  mang điện tích  $q = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$  được đặt trong điện trường đều có phương nằm ngang, cường độ  $E = 10^4\text{V/m}$ . Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Khi con lắc đang đứng yên ở vị trí cân bằng, người ta đột ngột đổi chiều điện trường và giữ nguyên cường độ. Sau đó, con lắc dao động điều hòa với biên độ góc bằng.

**A.**  $\alpha = 0,040\text{rad}$ .

**B.**  $0,020\text{rad}$ .

**C.**  $0,010\text{rad}$ .

**D.**  $0,030\text{rad}$ .

Hướng dẫn:

Giả sử điện trường có hướng từ phải sang trái so với con lắc. Gọi  $O_1, O_2$  lần lượt là vị trí cân bằng trước và sau khi đổi chiều điện trường.

- Gia tốc biểu kiến của vật do lực điện trường sinh ra:

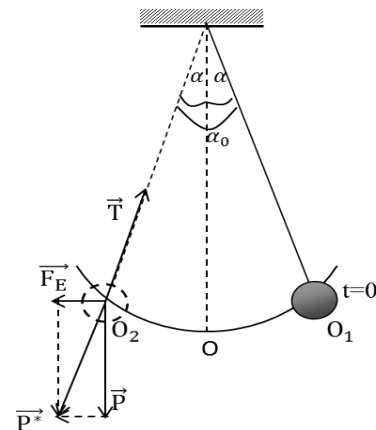
$$\text{Ta có: } F_E = ma \Rightarrow Eq = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{Eq}{m} = 0,2(\text{m/s}^2)$$

- Góc lệch của dây treo so với phương thẳng đứng ở vị trí cân bằng:

$$\text{Ta có: } \tan \alpha = \frac{a}{g} \Rightarrow \alpha \approx 0,02(\text{rad})$$

$\Rightarrow$  Sau khi đổi chiều điện trường thì con lắc sẽ có vị trí cân bằng nằm bên phải của con lắc và hợp với phương thẳng đứng 1 góc  $\alpha \approx 0,02(\text{rad})$ . Vì vị trí ban đầu của con lắc hợp với phương thẳng đứng 1 góc  $\alpha \approx 0,02(\text{rad})$ , nằm bên trái của con lắc nên sau khi đổi chiều điện trường thì con lắc dao động với biên độ  $\alpha \approx 0,04(\text{rad})$ .



**Câu 25:** Cho một con lắc đơn có vật nặng được tích điện dao động trong điện trường đều có phương thẳng đứng thì chu kỳ dao động nhỏ là  $2,00\text{s}$ . Nếu đổi chiều điện trường, giữ nguyên cường độ thì chu kỳ dao động nhỏ là  $3,00\text{s}$ . Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc đơn khi không có điện trường là.

A. 2,50s.

B. 2,81s.

C. 2,35s.

D. 1,80s.

Hướng dẫn:

Gọi  $T_1, T_2$  lần lượt là chu kỳ lúc đầu và sau khi đổi chiều điện trường.

- Chu kỳ của con lắc khi điện trường chưa đổi chiều:

Vì  $T_1 < T_2 \Rightarrow$  Ban đầu điện trường có phương thẳng đứng hướng từ trên xuống ( $\vec{F}_E \uparrow \uparrow \vec{P}$ ). Ta có:

$$\Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + a_E}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T_1^2} = \frac{1}{T_0^2} + \frac{1}{4\pi^2} \frac{qE}{ml} \quad (1)$$

- Chu kỳ của con lắc sau khi đổi chiều điện trường:

Ta có:  $\vec{F}_E \uparrow \downarrow \vec{P}$

$$\Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - a_E}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - \frac{qE}{m}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T_1^2} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{4\pi^2} \frac{qE}{ml} \quad (2)$$

- Chu kỳ con lắc khi không có điện trường:

$$\text{Lấy (1) + (2)} \Rightarrow T_0 = \frac{\sqrt{2}T_1T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}} \approx 2,35(s)$$

**Câu 26:** Hai con lắc đơn có chiều dài dây treo như nhau, cùng đặt trong một điện trường đều có phương nằm ngang. Hòn bi của con lắc thứ nhất không tích điện, chu kỳ dao động nhỏ của nó là  $T$ . Hòn bi của con lắc thứ hai được tích điện, khi nằm cân bằng thì dây treo của con lắc này tạo với phương thẳng đứng một góc bằng  $60^\circ$ . Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc thứ hai là.

A.  $T$ .

B.  $\frac{T}{2}$ .

C.  $\sqrt{2}T$ .

D.  $\frac{T}{\sqrt{2}}$ .

Hướng dẫn:

Gọi  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc trong điện trường đều.

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng:

$$g^* = \frac{g}{\cos \alpha} = 2g$$

- Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc thứ 2:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = \frac{1}{\sqrt{2}} T$$

**Câu 27:** Một con lắc đơn gồm quả cầu kim loại nhỏ khối lượng  $m$ , tích điện  $q > 0$ , dây treo nhẹ, cách điện, chiều dài  $l$ . Con lắc dao động điều hòa trong điện trường đều có  $\vec{E}$  hướng thẳng đứng xuống dưới. Chu kỳ dao động của con lắc được xác định bằng biểu thức.

**A.**  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}}$  .    **B.**  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^2 - \left(\frac{qE}{m}\right)^2}}$  .    **C.**  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}$  .    **D.**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - \frac{qE}{m}}}$$

Hướng dẫn:

- Gia tốc biểu kiến của vật do lực điện trường sinh ra:

$$\text{Ta có: } F_E = ma \Rightarrow Eq = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{Eq}{m}$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng:

$$\text{Vì điện trường hướng thẳng đứng xuống dưới nên } \vec{F}_E \uparrow \uparrow \vec{P} \Rightarrow g^* = g + a$$

- Chu kỳ dao động của con lắc trong điện trường:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}$$

**Câu 28:** Một con lắc đơn ban đầu chưa tích điện dao động bé với chu kỳ  $T_0$ . Tích điện cho con lắc rồi đặt con lắc vào một điện trường đều có véc tơ cường độ điện trường thẳng đứng, lúc này con lắc dao động bé với chu kỳ  $T_1$ . Nếu đảo chiều điện trường thì con lắc dao động với chu kỳ  $T_2$ . Biểu thức liên hệ giữa  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  là.

**A.**  $2T_0^2 = T_1^2 + T_2^2$  .    **B.**  $2/T_0 = 1/T_1 + 1/T_2$  .

**C.**  $2T_0 = T_1 + T_2$  .    **D.**  $2/T_0^2 = 1/T_1^2 + 1/T_2^2$  .

Hướng dẫn:

Giả sử ban đầu điện trường hướng thẳng đứng xuống dưới.

- Chu kỳ của con lắc khi điện trường chưa đổi chiều:

Ta có:  $\vec{F}_E \uparrow \uparrow \vec{P}$

$$\Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + a_E}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T_1^2} = \frac{1}{T_0^2} + \frac{1}{4\pi^2} \frac{qE}{ml} \quad (1)$$

- Chu kỳ của con lắc sau khi đổi chiều điện trường:

Ta có:  $\vec{F}_E \uparrow \downarrow \vec{P}$

$$\Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - a_E}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - \frac{qE}{m}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T_1^2} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{4\pi^2} \frac{qE}{ml} \quad (2)$$

- Chu kỳ con lắc khi không có điện trường:

$$\text{Lấy (1) + (2)} \Rightarrow \frac{2}{T_0^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$$

**Câu 29:** Một con lắc đơn treo trên trần của một toa xe đang chuyển động theo phương ngang. Gọi T là chu kì dao động của con lắc khi toa xe chuyển động thẳng đều và T' là chu kì dao động của con lắc khi toa xe chuyển động có gia tốc a. Với góc  $\alpha$  được tính theo công thức  $\tan \alpha = \frac{a}{g}$ , hệ thức giữa T và T' là.

**A.**  $T' = \frac{T}{\cos \alpha}$

**B.**  $T' = T\sqrt{\cos \alpha}$

**C.**  $T' = T\cos \alpha$

**D.**  $T' = \frac{T}{\sqrt{\cos \alpha}}$

Hướng dẫn:

- Gia tốc trọng lượng biểu kiến của vật khi xe chuyển động:

$$\begin{aligned} \text{Vì } \vec{a} \perp \vec{g} \Rightarrow g^* &= \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{g^2 + (g \tan \alpha)^2} \\ &= g\sqrt{1 + (\tan \alpha)^2} = \frac{g}{\cos \alpha} \end{aligned}$$

- Hệ thức liên hệ giữa T và T':

$$\text{Ta có: } T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{g}{\cos \alpha}}} = T\sqrt{\cos \alpha}$$

**Câu 30:** Một con lắc đơn có khối lượng  $m = 1\text{kg}$ , chiều dài sợi dây  $l = 1\text{m}$ , treo trên trần một toa xe có thể chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang. Khi xe đứng yên, cho

con lắc dao động với biên độ góc nhỏ  $\alpha_0 = 4^\circ$ . Khi vật đến vị trí có li độ góc  $\alpha_0 = +4^\circ$  thì xe bắt đầu chuyển động có gia tốc  $a = 1\text{m/s}^2$  theo chiều dương quy ước. Con lắc vẫn dao động điều hòa. Lấy  $g = 10\text{ m/s}^2$ . Biên độ dao động và động năng cực đại của con lắc khi xe chuyển động (xét trong hệ quy chiếu gắn với xe) là.

- A.  $1,7^\circ$ ;  $14,49\text{ mJ}$       B.  $9,7^\circ$ ;  $2,44\text{ mJ}$       C.  $1,7^\circ$ ;  $2,44\text{ mJ}$       **D.  $9,7^\circ$ ;  $14,49\text{ mJ}$**

Hướng dẫn:

- Gia tốc trọng lượng biểu kiến của vật khi xe chuyển động:

$$\text{Vì } \vec{a} \perp \vec{g} \Rightarrow g^* = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{101}(\text{m/s}^2)$$

- Góc lệch của con lắc so với phương thẳng đứng ở vị trí cân bằng:

Xe chuyển động nhanh dần đều về trước nên lực quán tính hướng ra sau và làm cho vị trí cân bằng chuyển từ O sang  $O_1$  với góc lệch:

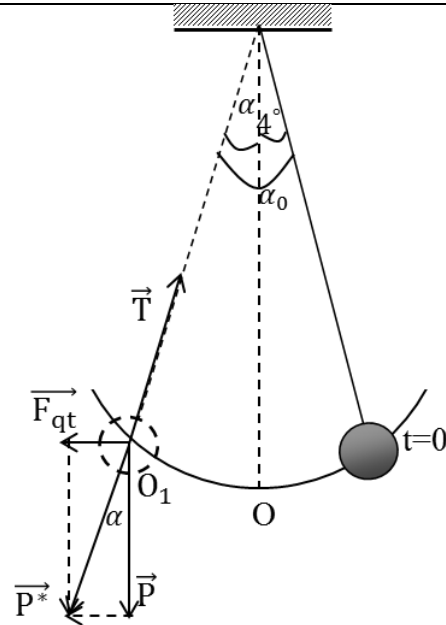
$$\text{Ta có: } \tan \alpha = \frac{a}{g} \Rightarrow \alpha \approx 5,7^\circ$$

- Biên độ góc của con lắc:

Vì con lắc bắt đầu dao động tại vị trí biên dương khi xe chuyển động nên biên độ góc của con lắc là:  $\alpha_0 = 4^\circ + 5,7^\circ = 9,7^\circ$

- Động năng cực đại của con lắc khi xe chuyển động:

$$W_{d_{\max}} = W = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 \approx 14,49(\text{mJ})$$



**Câu 31:** Một con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ dài  $l = 25\text{cm}$ , vật có khối lượng  $m = 10\text{g}$  và mang điện tích  $q = 10^{-4}\text{C}$ . Treo con lắc giữa hai bản kim loại thẳng đứng, song song, cách nhau  $22\text{cm}$ . Đặt vào hai bản hiệu điện thế không đổi  $U = 88\text{ V}$ . Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Kích thích cho con lắc dao động với biên độ nhỏ, chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là.

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

Hướng dẫn:

- Điện trường giữa 2 bản kim loại:

$$E = \frac{U}{d} = 400(\text{V/m})$$

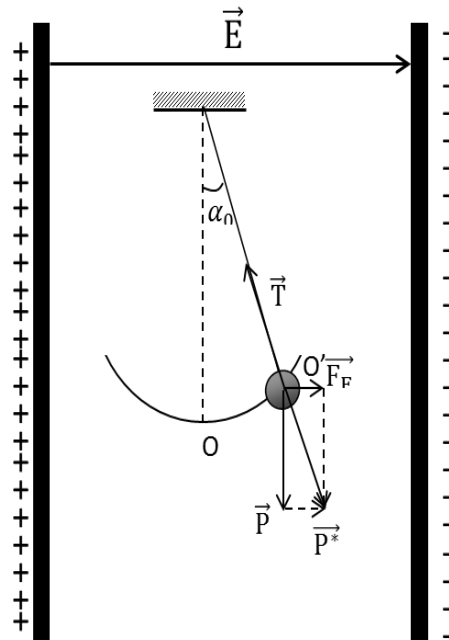
- Gia tốc trọng trường biểu kiến của vật nặng:

$$\text{Vì } \vec{E} \perp \vec{P}$$

$$\Rightarrow g^* = \sqrt{g^2 + a_E^2} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{Eq}{m}\right)^2}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc trong điện trường:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{Eq}{m}\right)^2}}} \approx 0,957(\text{s})$$



**Câu 32:** Một con lắc đơn được gắn trên trần một ô tô chuyển động trên đường thẳng nằm ngang. Khi ô tô chuyển động với gia tốc  $a = \frac{g}{\sqrt{3}}$  ( $g$  là gia tốc rơi tự do) thì chu kỳ dao động nhỏ của con lắc là 1,73s. Khi ô tô chuyển động đều thì chu kỳ dao động nhỏ của con lắc bằng.

A. 1,61s.

**B.** 1,86s.

C. 1,50s.

D. 2,00s.

Hướng dẫn:

Gọi  $T, T'$  lần lượt là chu kỳ con lắc khi xe chuyển động đều ( $a=0$ ) và chuyển động nhanh dần đều.

- Gia tốc trọng lượng biểu kiến của vật khi xe chuyển động:

$$\text{Vì } \vec{a} \perp \vec{g} \Rightarrow g^* = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{g^2 + \frac{g^2}{3}} = \frac{2g}{\sqrt{3}}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi xe chuyển động đều:

$$\text{Ta có: } T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{2g}{\sqrt{3}}}}$$

$$\Rightarrow T'^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} T^2$$

$$\Rightarrow T = \sqrt{\frac{2}{\sqrt{3}}} T' \approx 1,86(s)$$

**Câu 33:** Một con lắc đơn chiều dài  $l$  treo vào trần một toa xe chuyển động xuống dốc nghiêng một góc  $\alpha$  so với phương nằm ngang. Hệ số ma sát giữa xe và mặt phẳng nghiêng là  $k$ , gia tốc trọng trường là  $g$ . Con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ là.

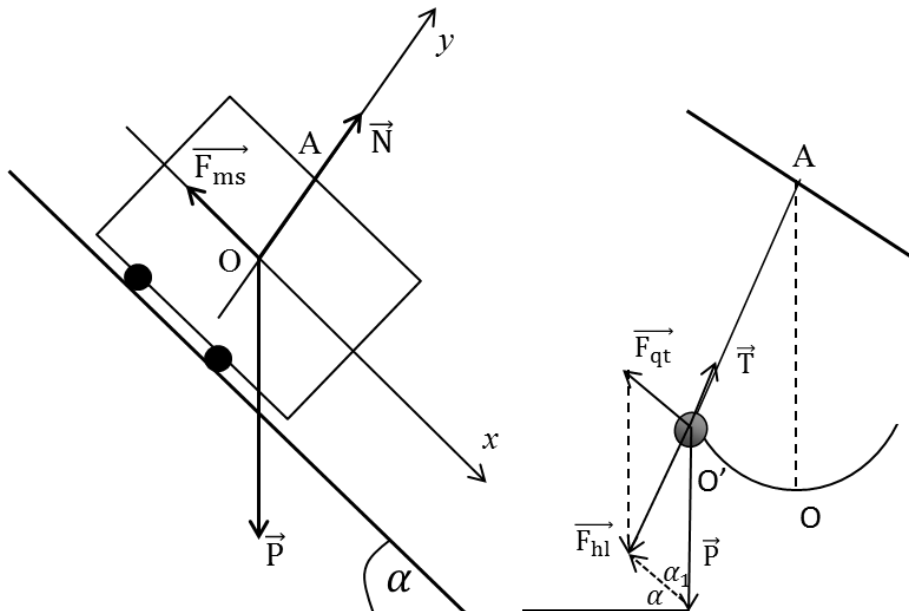
A.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha}}$

B.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g \sqrt{k^2 + 1}}}$

C.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha \sqrt{k^2 + 1}}}$

D.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g(k+1) \cos \alpha}}$

Hướng dẫn:



Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe. O và O' lần lượt là vị trí cân bằng trước và sau khi xe chuyển động.

- Gia tốc chuyển động của xe:

+ Khi xe ở một vị trí bất kỳ, ta có:

$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$$

+ Chiều lên trục Oy, ta có:

$$N - P \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow N = P \cos \alpha \quad (1)$$

+ Chiều lên trục Ox, ta có:

$$-F_{ms} + P \sin \alpha = ma$$



$$\Leftrightarrow -kN + P \sin \alpha = ma \quad (2)$$

Từ (1) và (2)  $\Rightarrow a = g(\sin \alpha - k \cos \alpha)$

$\Rightarrow$  Lực hướng tâm do xe tác động lên con lắc có gia tốc ngược chiều với gia tốc của xe ( hướng ra sau) và có độ lớn  $a_{ht} = g(\sin \alpha - k \cos \alpha)$ .

- Gia tốc trọng lực biểu kiến của vật nặng khi xe chuyển động:

$$g^* = \sqrt{g^2 + a_{ht}^2 - 2ga_{ht} \cos \alpha_1}$$

Vì  $\alpha + \alpha_1 = 90^\circ \Rightarrow \cos \alpha_1 = \sin \alpha$

$$\begin{aligned} \Rightarrow g^* &= \sqrt{g^2 + a_{ht}^2 - 2ga_{ht} \sin \alpha} \\ &= g \cos \alpha \sqrt{1+k^2} \end{aligned}$$

- Chu kỳ con lắc khi xe chuyển động:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha \sqrt{1+k^2}}}$$

**Câu 34:** Hai con lắc đơn cùng chiều dài và cùng khối lượng, các vật nặng coi là chất điểm, chúng được đặt ở cùng một nơi và trong điện trường đều  $\vec{E}$  có phương thẳng đứng hướng xuống, gọi  $T_0$  là chu kì chưa tích điện của mỗi con lắc, các vật nặng được tích điện là  $q_1$  và  $q_2$  thì chu kì trong điện trường tương ứng là  $T_1$  và  $T_2$ , biết  $T_1 = 0,8T_0$  và  $T_2 = 1,2T_0$ . Tỷ số  $q_1/q_2$  là.

A. 44/81.

B. 81/44.

C. - 81/44.

D. -

44/81.

Hướng dẫn:

Gọi  $g^*$  là gia tốc trọng lực biểu kiến của con lắc tích điện đặt trong điện trường đều.

- Gia tốc của lực điện trường tác động lên con lắc:

Ta có:  $F_E = ma$

$$\Rightarrow a = \frac{F_E}{m} = \frac{qE}{m}$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc:

$$\text{Vì } \vec{E} \uparrow \uparrow \vec{P} \Rightarrow g^* = g + a$$

- Tỷ số giữa điện tích  $q_1$  và  $q_2$ :

$$\text{Ta có: } T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{q_1 E}{m}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4\pi^2} \frac{q_1 E}{m} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2} \quad (1)$$

Tương tự:  $\frac{1}{4\pi^2} \frac{q_2 E}{m} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_2^2} \quad (2)$

Lấy (1)/ (2)  $\Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2}}{\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_2^2}} = -\frac{81}{44}$

**Câu 35:** Một con lắc đơn được treo ở trần một thang máy . Khi thang máy đứng yên , con lắc dao động điều hòa với chu kì  $0,5T_0$ . Khi thang máy đi xuống thẳng đứng , nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc dao động điều hòa với chu kì  $T'$  bằng.

**A.**  $\frac{T_0}{\sqrt{2}}$

**B.**  $T_0\sqrt{2}$

**C.**  $T_0\sqrt{\frac{2}{3}}$

**D.**  $\frac{T_0}{2\sqrt{2}}$

Hướng dẫn:

Gọi  $a$  là gia tốc của thang máy,  $g^*$  là gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc khi thang máy di chuyển.

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc khi thang máy đi chuyển:

Vì thang máy đi xuống nhanh dần đều nên  $\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{g} \Rightarrow g^* = g - a = \frac{1}{2}g$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy đi xuống nhanh dần đều:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{1}{2}g}} = \sqrt{2}T_0$$

**Câu 36:** Một con lắc đơn dao động điều hòa trong điện trường đều có đường sức hướng thẳng đứng xuống dưới. Khi quả cầu của con lắc không mang điện thì chu kỳ dao động là 2s. Khi quả cầu mang điện tích  $q_1$  thì chu kỳ dao động là  $T_1 = 4s$ . Khi quả cầu mang điện tích  $q_2$  thì chu kỳ dao động là  $T_2 = 1s$ . Tỉ số  $q_1/q_2$  là

**A.**  $\frac{q_1}{q_2} = -\frac{1}{4}$

**B.**  $\frac{q_1}{q_2} = -\frac{3}{4}$

**C.**  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{3}{4}$

**D.**  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$

Hướng dẫn:

Gọi  $g^*$  là gia tốc trọng lực biểu kiến của con lắc tích điện đặt trong điện trường đều.

- Gia tốc của lực điện trường tác động lên con lắc:

Ta có:  $F_E = ma$

$$\Rightarrow a = \frac{F_E}{m} = \frac{qE}{m}$$

- Gia tốc trọng trường biểu kiến của con lắc:

$$\text{Vì } \vec{E} \uparrow \uparrow \vec{P} \Rightarrow g^* = g + a$$

- Tỷ số giữa điện tích  $q_1$  và  $q_2$ :

$$\text{Ta có: } T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{q_1 E}{m}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4\pi^2} \frac{q_1 E}{m} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2} \quad (1)$$

$$\text{Tương tự: } \frac{1}{4\pi^2} \frac{q_2 E}{m} = \frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_2^2} \quad (2)$$

$$\text{Lấy (1)/ (2)} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2}}{\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_2^2}} = -\frac{1}{4}$$

**Câu 38:** Một con lắc đơn dài  $\ell = 1$  m treo vật kim loại  $m = 400$  g, vật này mang điện tích  $q = - 4.10^{-6}$ C, lấy  $g = 10$  m/s<sup>2</sup> cho nó dao động điều hòa. Đưa con lắc vào vùng không gian có điện trường đều có phương đường sức trùng với phương của trọng lực thì chu kỳ dao động con lắc là 2,04 s. Hướng và độ lớn của cường độ điện trường là

- A. hướng xuống,  $0,39.10^5$  V/m.      B. hướng lên,  $8,84.10^5$  V/m.  
C. hướng xuống,  $8,84.10^{-5}$  V/m.      D. hướng lên,  $8,84.10^5$  V/m.

Hướng dẫn

- Chu kỳ dao động của con lắc khi chưa có điện trường:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2(\text{s})$$

- Vì  $T' > T$  và  $q < 0$  nên Vector cường độ điện trường hướng xuống.

- Chu kỳ dao động của con lắc khi có điện trường:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - |q|E/m}}$$

- Độ lớn của cường độ điện trường:

$$E = \left( g - \frac{4\pi^2 l}{T^2} \right) \times \frac{m}{|q|} = 0,39.10^5 (\text{V/m})$$

**Câu 39:** Con lắc đơn dài  $l = 25$  cm, vật nặng có khối lượng  $m = 10$  g tích điện  $q = 10^{-4}$  C. Cho  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Treo con lắc giữa hai bản kim loại song song, thẳng đứng cách nhau  $d = 20$  cm, dao động với chu kì  $T^* = 0,96$  s. Hiệu điện thế giữa hai bản là  
**A.** 76,6 V      **B.** 100 V      **C.** 80 V      **D.** 200 V

Hướng dẫn

- Chu kì dao động của con lắc khi có điện trường:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + (|q|E/m)^2}}}$$

- Độ lớn của cường độ điện trường:

$$E = \sqrt{\left(\left(\frac{4\pi^2 l}{T^2}\right)^2 - g^2\right)} \times \left(\frac{m}{|q|}\right)^2$$

- Hiệu điện thế giữa hai bản tụ:

$$U = E \times d = 76,6(\text{V})$$

**Câu 40:** (ĐH 2012) Một con lắc đơn gồm dây treo có chiều dài  $l = 1$  m và vật nhỏ có khối lượng  $m = 100$  g mang điện tích  $q = 2.10^{-5}$  C. Treo con lắc đơn này trong điện trường đều với vectơ cường độ điện trường hướng theo phương ngang và có độ lớn  $E = 5.10^4$  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 vectơ cường độ điện trường sao cho dây treo hợp với vectơ gia tốc trọng trường  $g$  một góc  $54^0$  rồi buông nhẹ cho con lắc dao động điều hoà. Lấy  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Trong quá trình dao động, tốc độ cực đại của vật nhỏ?  
**A.** 0,50 m/s.      **B.** 0,59 m/s.      **C.** 2.87 m/s.      **D.** 3,41 m/s.

Hướng dẫn

- Gia tốc khi có điện trường:

$$g' = \sqrt{g^2 + (|q|E/m)^2} = 10\sqrt{2}(\text{m/s}^2)$$

$$\cos \alpha = \frac{g}{g'}$$

$$\Rightarrow \alpha = 45^0$$

$$\Rightarrow \alpha_0 = 54^0 - 45^0 = 9^0$$

- Vận tốc cực đại của con lắc khi qua VTCB:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} = 0,59(\text{m/s})$$

**Câu 41:** Một con lắc đơn được treo trong một thang máy. Gọi T là chu kì dao động của con lắc khi thang máy đứng yên, T' là chu kì dao động của con lắc khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc g/10, ta có:

A.  $T' = T \sqrt{\frac{10}{11}}$     B.  $T' = T \sqrt{\frac{11}{9}}$     C.  $T' = T \sqrt{\frac{11}{10}}$     D.  $T' = T \sqrt{\frac{9}{11}}$

Hướng dẫn

- Chu kì dao động khi thang máy đứng yên:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì khi thang máy chuyển động nhanh dần đều lên trên:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{11g/10}}$$

- Tỉ số chu kì dao động khi có điện trường và khi chưa có điện trường:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{11g/10}} = \sqrt{\frac{10}{11}} \Rightarrow T' = T \sqrt{\frac{10}{11}}$$

**Câu 42:** Một con lắc đơn được treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, CLĐ dao động với chu kì T. Khi thang máy đi lên thẳng đứng, chậm dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc dao động với chu kì T' bằng:

A. 2T                      B.  $\frac{T}{2}$                       C.  $T\sqrt{2}$                       D.  $\frac{T}{\sqrt{2}}$

Hướng dẫn

- Chu kì dao động của con lắc khi thang máy đứng yên:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chu kì dao động của con lắc khi thang máy chuyển động:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g/2}}$$

- Tỉ số chu kì dao động của con lắc khi thang máy chuyển động và khi đứng yên:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g/2}} = \sqrt{2} \Rightarrow T' = T\sqrt{2}$$

**Câu 43.** 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 kỳ dao động của con lắc là 2(s). Nếu ô tô chuyển động nhanh dần đều trên đường nằm ngang với gia tốc  $2\text{m/s}^2$  thì chu kỳ dao động của con lắc xấp xỉ bằng

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

Hướng dẫn

- Chu kỳ dao động của con lắc khi ô tô chuyển động:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2 + g^2}}}$$

- Tỷ số chu kỳ dao động của con lắc khi ô tô chuyển động và khi đứng yên:

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

**Câu 44:** Một con lắc đơn gồm vật có khối lượng 1g dao động với chu kỳ  $T_0 = 2\text{s}$  ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  và có gia tốc  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ . Hệ số nở dài của dây treo con lắc là  $2.10^{-5}\text{K}^{-1}$ . Muốn chu kỳ dao động của con lắc ở  $20^\circ\text{C}$  vẫn là 2s, người ta truyền cho con lắc điện tích  $q = 10^{-9}\text{ C}$  rồi đặt nó trong điện trường đều có phương nằm ngang. Giá trị cường độ điện trường là :

- A.**  $0,277.10^6\text{ V/m}$ .      **B.**  $2,77.10^6\text{ V/m}$       **C.**  $2,277.10^6\text{ V/m}$       **D.**  $0,277.10^5\text{ V/m}$ .

Hướng dẫn

- Chu kỳ của con lắc khi thay đổi nhiệt độ và đặt trong điện trường:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha\Delta t)}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}}} = T_0$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{g(1 + \alpha\Delta t)}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}}} = 1$$

$$\Rightarrow E = 0,277.10^6(\text{V/m})$$

**Câu 45:** Treo con lắc đơn có độ dài  $l = 100\text{cm}$  trong thang máy, lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Cho thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc  $a = 2\text{m/s}^2$  thì chu kỳ dao động của con lắc đơn:

- A.** tăng 11,8%      **B.** giảm 16,67%      **C.** giảm 8,71%      **D.** tăng 25%.

Hướng dẫn

Ta có: Thang máy chuyển động nhanh dần lên phía trên đó đó:  $\vec{F} \uparrow \uparrow \vec{P}$

- Chu kì của con lắc khi thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}$$

- Tỉ số chu kỳ khi thang máy chuyển động và khi thang máy đứng yên:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} = 0,9129(s)$$

⇒ Vậy chu kỳ con lắc giảm 8,71%

**Câu 46:** Hai con lắc đơn có cùng chiều dài  $l$ , cùng khối lượng  $m$ , mang điện tích lần lượt trái dấu là  $q_1$  và  $q_2$ . Chúng được đặt trong điện trường thẳng đứng hướng xuống dưới thì chu kỳ dao động của hai con lắc là  $T_1 = 5T_0$  và  $T_2 = 5/7 T_0$  với  $T_0$  là chu kỳ của chúng khi không có điện trường. Tỉ số là:  $q_1/q_2$  là:

- A. - 1/2      **B. -1**      C. 2      D. 1/2

Hướng dẫn

Ta có:  $T_1 = 5T_0 \Rightarrow g_1 = g - \frac{|q_1|E}{m}$

$$\Rightarrow \frac{q_1 E}{m} = \frac{24}{25} \quad (1)$$

Lại có:  $T_2 = \frac{5}{7}T_0 \Rightarrow g_2 = g + \frac{|q_2|E}{m}$

$$\Rightarrow \frac{q_2 E}{m} = \frac{24}{25} \quad (2)$$

Lấy (1) chia (2) ta được:

$$\frac{q_1}{q_2} = 1$$

Vì hai điện tích trái dấu nên:  $\frac{q_1}{q_2} = -1$

**Câu 47:** Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng  $m = 80$  (g), đặt trong điện trường đều có véc tơ cường độ điện trường  $E$  thẳng đứng, hướng lên có độ lớn  $E = 4800$ (V / m) . Khi chưa tích điện cho quả nặng, chu kỳ dao động của con lắc với biên độ nhỏ  $T_0 = 2$  (s) , tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 10$ (m/s<sup>2</sup>). Khi tích điện cho quả nặng điện tích  $q = 6.10^{-5}$  C thì chu kỳ dao động của nó là :

**A.** 2,5 (s)      **B.** 2,36 (s)      **C.** 1,72 (s)      **D.** 1,54 (s).

Hướng dẫn

Ta có: Điện tích  $q > 0$  do đó lực điện trường cùng hướng  $\vec{E}: \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{E}$

- Chu kì dao động của con lắc khi có điện trường:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - |q|E/m}}$$

- Tỉ số chu kì dao động của con lắc khi có điện trường và khi chưa có điện trường:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g - |q|E/m}} \Rightarrow T' = T \sqrt{\frac{g}{g - |q|E/m}} = 2,5(s)$$

**Câu 48:** Một con lắc đơn gồm 1 sợi dây dài có khối lượng không đáng kể, đầu sợi dây treo hòn bi bằng kim loại khối lượng  $m = 0,01(kg)$  mang điện tích  $q = 2.10^{-7} C$ . Đặt con lắc trong 1 điện trường đều  $E$  có phương thẳng đứng hướng xuống dưới. Chu kì con lắc khi  $E = 0$  là  $T_0 = 2 (s)$ . Tìm chu kì dao động khi  $E = 10^4 (V/m)$ . Cho  $g = 10(m/s^2)$ .

**A.** 2,02 (s)      **B.** 1,98 (s)      **C.** 1,01 (s)      **D.** 0,99 (s).

Hướng dẫn

Ta có: Điện tích  $q > 0$  do đó lực điện trường cùng hướng  $\vec{E}: \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{E}$

- Chu kì dao động của con lắc khi có điện trường:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + |q|E/m}}$$

- Tỉ số chu kì dao động của con lắc khi có điện trường và khi chưa có điện trường:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g + |q|E/m}} \Rightarrow T' = T \sqrt{\frac{g}{g + |q|E/m}} = 1,98(s)$$

**Câu 49:** Một con lắc đơn khối lượng 40 g dao động trong điện trường có cường độ điện trường hướng thẳng đứng xuống dưới và có độ lớn  $E = 4.10^4 V/m$ , cho  $g = 10 m/s^2$ . Khi chưa tích điện con lắc dao động với chu kỳ 2s. Khi cho nó tích điện  $q = -2.10^{-6} C$  thì chu kỳ dao động là:

**A.** 2,24s      **B.** 1,8 s      **C.** 1,5s      **D.** 1,3 s.

Hướng dẫn

Ta có: Điện tích  $q < 0$  do đó lực điện trường ngược hướng  $\vec{E}: \vec{F} \uparrow \downarrow \vec{E}$

- Chu kì dao động của con lắc khi có điện trường:



$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - |q|E/m}}$$

- Tần số chu kỳ dao động của con lắc khi có điện trường và khi chưa có điện trường:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g - |q|E/m}} \Rightarrow T' = T \sqrt{\frac{g}{g - |q|E/m}} = 2,24(s)$$

**Câu 50:** Một con lắc đơn, vật nặng mang điện tích  $q$ . Đặt con lắc vào vùng không gian có điện trường đều  $E$  hướng theo phương ngang, với  $F = |q|E = P$  ( $P$  là trọng lực), chu kỳ dao động của con lắc sẽ:

- A.**  $T' = 2T$ .      **B.**  $T' = 0,5T$ .      **C.**  $T' = \sqrt{2} T$ .      **D.**  $T' = 0,84T$

Hướng dẫn

- Gia tốc khi có điện trường:

$$g' = \sqrt{g^2 + a^2} = g\sqrt{2} (m/s^2)$$

Suy ra:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$$

$$\Rightarrow T' = 0,84T$$

**Câu 51:** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ bằng kim loại có khối lượng  $m = 100$  g được treo vào một sợi dây tại nơi có  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Tích điện cho quả cầu một điện tích  $q = -0,05$ C rồi cho nó dao động trong điện trường đều có phương nằm ngang giữa hai bản tụ điện. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là  $U = 5$ V, khoảng cách giữa hai bản tụ điện là  $d = 25$ cm. Điều nào sau đây đúng khi xác định vị trí cân bằng của con lắc:

- A.** Dây treo có phương thẳng đứng. **B.** Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc  $30^\circ$ .  
**C.** Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc  $45^\circ$ . **D.** Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc  $60^\circ$ .

Hướng dẫn

- Góc lệch của dây treo tại vị trí cân bằng:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{P} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$\Rightarrow$  Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc  $45^\circ$  tại VTCB

**Câu 52:** Một con lắc đơn gồm hòn bi khối lượng  $m = 10 \text{ g}$  treo vào một sợi dây mảnh và có chiều dài  $l = 25 \text{ cm}$ . Tích điện cho hòn bi một điện tích  $q = 10^{-4} \text{ C}$  rồi đặt nó vào giữa hai bản kim loại thẳng đứng, song song và cách nhau  $d = 22 \text{ cm}$ . Đặt vào hai bản kim loại hiệu điện thế một chiều  $U = 88 \text{ V}$  rồi cho con lắc dao động bé. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ : Chu kì dao động của con lắc là:

- A** 0,938 s.      **B.** 0,389 s.      **C.** 0,659 s.      **D.** 0,957 s.

Hướng dẫn

- Cường độ điện trường giữa hai bản tụ:

$$E = \frac{U}{d}$$

- Gia tốc khi có điện trường:

$$g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}$$

- Chu kỳ dao động của con lắc khi có điện trường:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$$

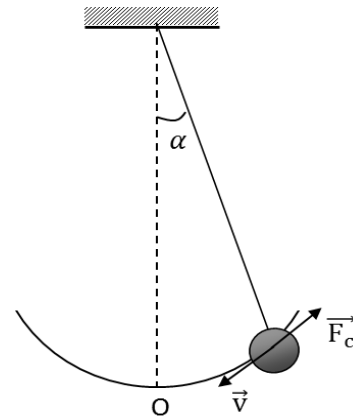
$$\Rightarrow T' = 0,957(\text{s})$$

### DẠNG 6: DAO ĐỘNG TẮT DẦN

a) **Khái niệm:** Dao động có năng lượng giảm dần theo thời gian dưới tác dụng của lực cản từ môi trường xung quanh con lắc đơn gọi là dao động tắt dần.

b) **Đặc điểm của lực cản:**

- Độ lớn lực cản được xem như không thay đổi trong suốt quá trình con lắc dao động.
- Phương của lực cản luôn thay đổi và tiếp xúc với quỹ đạo chuyển động của vật.
- Vectơ lực cản luôn ngược hướng với vectơ vận tốc của vật nặng tại một thời điểm bất kỳ của dao động (ngoại trừ ở biên)



c) **Các vấn đề quan trọng trong dao động tắt dần:**

• **Độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ:**

Xét trong nửa chu kỳ dao động đầu tiên vật đi từ biên độ  $S_0$  sang  $S'$ . Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$\frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2 - \frac{1}{2}m\omega^2 S'^2 = A_{\text{cản}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 (S_0 - S')(S_0 + S') = F_c (S_0 + S')$$

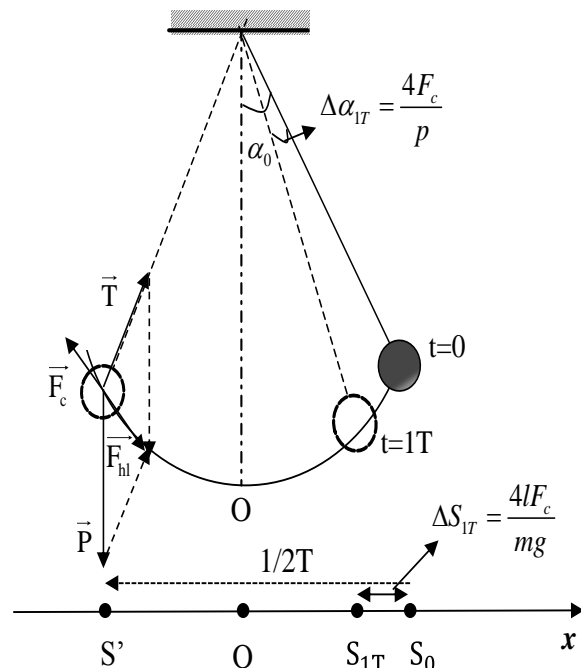
$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 \Delta S_{1/2T} = F_c$$

$$\Rightarrow \Delta S_{1/2T} = \frac{2F_c}{m\omega^2} = \frac{2lF_c}{mg} = \text{const}$$

$$\Rightarrow \Delta S_{1T} = \frac{4lF_c}{mg} \quad (1)$$

Mặt khác:  $S = \alpha l \Rightarrow \Delta S = \Delta \alpha l$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow \Delta \alpha_{1T} = \frac{4F_c}{mg} = \frac{4F_c}{p}$$



• **Biên độ còn lại sau N chu kỳ:**

+ Biên độ góc:  $\Delta \alpha_{0_{NT}} = \alpha_0 - N\Delta \alpha_{1T}$

+ Biên độ cung:  $\Delta S_{0_{NT}} = S_0 - N\Delta S_{1T}$

• **Biên độ mới sau N chu kỳ:**

+ Biên độ góc:  $\alpha_{0_{NT}} = \Delta\alpha_{0_{NT}} - \alpha$  ( $\alpha$  là độ dịch chuyển vị trí cân bằng góc)

+ Biên độ cung:  $S_{0_{NT}} = \Delta S_{0_{NT}} - S$  ( $S$  là độ dịch chuyển vị trí cân bằng cung,  $S = \alpha l$ )

• **Độ dịch chuyển vị trí cân bằng:**

Dưới tác dụng của lực cản, vị trí cân bằng dịch chuyển về  $O_1$  (khi vật di chuyển từ biên bên trái của con lắc về O) hoặc  $O_2$  (khi vật di chuyển từ biên bên phải của con lắc về O) một góc là  $\alpha$ . Tại  $O_1$  hoặc  $O_2$  ta có:

$$F_{hl} = F_c$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{F_c}{P}$$

• **Quãng đường vật nặng đi được khi dao động tắt hẳn:**

Gọi  $S$  là quãng đường vật nặng đi được cho tới khi dừng lại. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$\frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2 = F_c S \Rightarrow S = \frac{m \omega^2 S_0^2}{2 F_c} = \frac{m g l \alpha_0^2}{2 F_c} \quad (2)$$

\* **Lưu ý:** Ngoài ra cũng tìm được tổng số đo góc ( $\Delta\alpha$ ) con lắc đơn vạch ra trước khi tắt hẳn. Từ (2)  $\Rightarrow \Delta\alpha = \frac{m g \alpha_0^2}{2 F_c}$

• **Số dao động con lắc thực hiện cho tới khi dừng lại:**

$$N = \frac{S_0}{\Delta S_{1T}} = \frac{\alpha_0}{\Delta \alpha_{1T}}$$

• **Số lần vật nặng qua vị trí cân bằng (O) cho tới khi dừng lại:**

$$n = 2N$$

**Câu 1:** Một đồng hồ quả lắc, con lắc xem như con lắc đơn có chu kì  $T=2(s)$ , khối lượng  $1(kg)$ . Biên độ ban đầu của con lắc là  $5^{\circ}$ . Do có lực cản nên con lắc dừng lại sau  $40s$ . Cho  $g=10m/s^2$ . Tính lực cản:

- A.** 0,011(N).                      **B.** 0,11(N).                      **C.** 0,022(N).                      **D.** 0,625(N).

Hướng dẫn:

- Số lần dao động con lắc thực hiện trước khi tắt hẳn:

$$N = \frac{\Delta t}{T} = 20 \text{ (dao động)}$$

- Độ giảm biên độ góc sau mỗi chu kỳ:

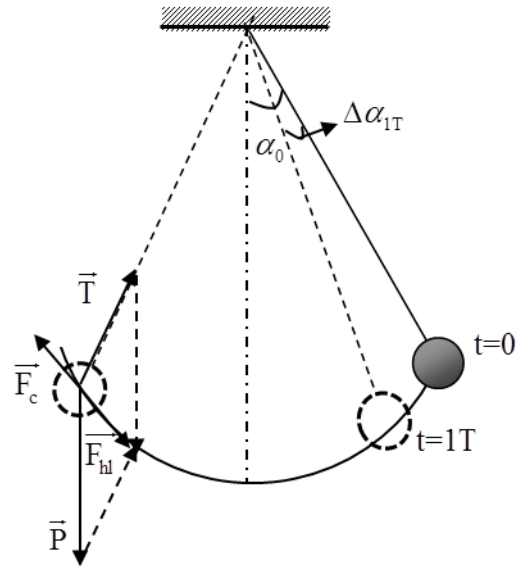
$$\text{Ta có: } N = \frac{\alpha_0}{\Delta\alpha_{1T}}$$

$$\Rightarrow \Delta\alpha_{1T} = \frac{\alpha_0}{N} = 0,25^{\circ} = \frac{\pi}{720} \text{ (rad)}$$

- Lực cản tác dụng lên vật nặng của con lắc:

$$\text{Ta có: } \Delta\alpha_{1T} = \frac{4F_c}{mg}$$

$$\Rightarrow F_c = \frac{1}{4} mg \Delta\alpha_{1T} \approx 0.011(N)$$



**Câu 2:** Con lắc đơn dao động trong môi trường không khí. Kéo con lắc lệch phương thẳng đứng một góc  $0,1 \text{ rad}$  rồi thả nhẹ. Biết lực cản của không khí tác dụng lên con lắc là không đổi và bằng  $0,001$  lần trọng lượng của vật. Coi biên độ giảm đều trong từng chu kỳ. Số lần con lắc qua vị trí cân bằng đến lúc dừng lại là:

- A.** 100                      **B.** 200                      **C.** 50                      **D.** 25

Hướng dẫn:

- Độ giảm biên độ góc sau mỗi chu kỳ:

$$\Delta\alpha_{1T} = \frac{4F_c}{mg} = 0,004(\text{rad})$$

- Số lần dao động con lắc thực hiện trước khi tắt hẳn:

$$N = \frac{\alpha_0}{\Delta\alpha_{1T}} = 25 \text{ (dao động)}$$

- Số lần con lắc qua vị trí cân bằng:

$$n = 2N = 50 \text{ (lần)}$$

**Câu 3:** Con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ không giãn, một đầu cố định, một đầu gắn với hòn bi khối lượng  $m$ . Kéo vật ra khỏi VTCB sao cho sợi dây hợp với phương thẳng đứng góc  $0,1$  rad rồi thả nhẹ. Trong quá trình dao động con lắc luôn chịu tác dụng của lực cản có độ lớn bằng  $1/1000$  trọng lực tác dụng lên vật. Coi chu kỳ dao động là không đổi trong quá trình dao động và biên độ dao động giảm đều trong từng nửa chu kỳ. Xác định biên độ góc sau chu kỳ đầu tiên?

A.  $0,04$  rad

**B.**  $0,095$  rad

C.  $0,0045$  rad

D.  $0,09$  rad

Hướng dẫn:

Gọi  $O_1, O_2$  là vị trí cân bằng mới khi vật nặng chịu tác dụng lực cản. Giả sử vật bắt đầu dao động tại vị trí biên:

- Vị trí cân bằng dịch chuyển một góc:

$$\Delta\alpha = \frac{F_c}{mg} = 0,001(\text{rad})$$

- Độ giảm biên độ góc sau mỗi chu kỳ:

$$\Delta\alpha_{1T} = \frac{4F_c}{mg} = 0,004(\text{rad})$$

$\Rightarrow$  Biên độ góc còn lại sau chu kỳ đầu tiên:

$$\alpha_{0_{1T}} = \alpha_0 - \Delta\alpha_{1T} = 0,096(\text{rad})$$

- Biên độ góc mới sau chu kỳ đầu:

$$\alpha_0' = \alpha_{0_{1T}} - \Delta\alpha = 0,095(\text{rad})$$

**Câu 4:** Con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ không giãn, một đầu cố định, một đầu gắn với hòn bi khối lượng  $m$ . Kéo vật ra khỏi VTCB sao cho sợi dây hợp với phương thẳng đứng góc  $0,1$  rad rồi thả nhẹ. Trong quá trình dao động con lắc luôn chịu tác dụng của lực cản có độ lớn bằng  $1/500$  trọng lực tác dụng lên vật. Coi chu kỳ dao động là không đổi trong quá trình dao động và biên độ dao động giảm đều trong từng nửa chu kỳ. Số lần vật đi qua VTCB kể từ lúc thả vật cho đến khi vật dừng

**A.** 25

**B.** 50

**C.** 75

**D.** 100

Hướng dẫn:

- Độ giảm biên độ góc sau mỗi chu kỳ:

$$\Delta\alpha_{1T} = \frac{4F_c}{mg} = 0,008(\text{rad})$$

- Số lần dao động con lắc thực hiện trước khi tắt hẳn:

$$N = \frac{\alpha_0}{\Delta\alpha_{1T}} = 12,5 \text{ (dao động)}$$

- Số lần con lắc qua vị trí cân bằng:

$$n = 2N = 25 \text{ (lần)}$$

**Câu 5:** Một con lắc đơn có chiều dài  $\ell = 64\text{cm}$  và khối lượng  $m = 100\text{g}$ . Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc  $60^\circ$  rồi thả nhẹ cho dao động. Sau 20 chu kì thì biên độ góc chỉ còn là  $30^\circ$ . Lấy  $g = \pi^2 = 10\text{m/s}^2$ . Để con lắc dao động duy trì với biên độ góc  $60^\circ$  thì phải dùng bộ máy đồng hồ để bổ sung năng lượng có công suất trung bình trong một chu kỳ là

**A.** 22,4mW.

**B.** 12,1mW.

**C.** 0,11mW.

**D.** 0,011mW.

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của vật:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 1,6\text{(s)}$$

- Độ giảm biên độ góc sau 20 chu kỳ:

$$\Delta\alpha_{20T} = 6^\circ - 3^\circ = 3^\circ = \frac{\pi}{60} \text{ (rad)}$$

⇒ Độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ:

$$\Delta\alpha_{1T} = \frac{\pi}{60} = \frac{\pi}{1200} \text{ (rad)}$$

- Biên độ còn lại sau chu kỳ đầu:

$$\alpha_{1T} = \frac{\pi}{30} - \frac{\pi}{1200} = \frac{13\pi}{400} \text{ (rad)}$$

- Năng lượng mất đi sau chu kỳ đầu:

$$\Delta W = \frac{1}{2} mgl(\alpha_0^2 - \alpha_{1T}^2) = \frac{79}{450000} \text{ (J)}$$

- Công suất của năng lượng bổ sung trong chu kỳ đầu:

$$P = \frac{\Delta W}{T} \approx 0,11\text{mW}$$

**Câu 6:** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 0,249\text{m}$ , quả cầu nhỏ có khối lượng  $m = 100\text{g}$ . Cho nó dao động tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 9,8\text{m/s}^2$  với biên độ góc  $\alpha_0 =$

0,07rad trong môi trường dưới tác dụng của lực cản (có độ lớn không đổi) thì nó sẽ dao động tắt dần có chu kì như khi không có lực cản. Lấy  $\pi = 3,1416$ . Biết con lắc đơn chỉ dao động được  $\tau = 100s$  thì ngừng hẳn. Xác định độ lớn của lực cản.

- A.  $1,57 \cdot 10^{-3} \text{ N}$       B.  $1,7 \cdot 10^{-4} \text{ N}$       C.  $2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$       D.  $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 1(s)$$

- Số lần dao động con lắc thực hiện trước khi tắt hẳn:

$$N = \frac{\tau}{T} = 100 \text{ (dao động)}$$

- Độ giảm biên độ góc sau mỗi chu kỳ:

$$\text{Ta có: } N = \frac{\alpha_0}{\Delta\alpha_{1T}}$$

$$\Rightarrow \Delta\alpha_{1T} = \frac{\alpha_0}{N} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ (rad)}$$

- Lực cản tác dụng lên vật nặng của con lắc:

$$\text{Ta có: } \Delta\alpha_{1T} = \frac{4F_c}{mg}$$

$$\Rightarrow F_c = \frac{1}{4} mg \Delta\alpha_{1T} \approx 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ (N)}$$

**Câu 7:** Cho một con lắc đơn dao động trong môi trường không khí, kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc 0,1rad rồi thả nhẹ. Biết lực cản của không khí tác dụng lên con lắc là không đổi và bằng 1/1000 lần trọng lượng của vật. Coi biên độ giảm đều trong từng chu kỳ. Biên độ góc của con lắc còn lại và biên độ góc mới sau 10 dao động toàn phần lần lượt là là?

- A. 0,04rad và 0,06rad    B. 0,06rad và 0,059rad    C. 0,08rad và 0,059    D. 0,059rad và 0,06rad

Hướng dẫn:

Gọi  $O_1, O_2$  là vị trí cân bằng mới khi vật nặng chịu tác dụng lực cản. Giả sử vật bắt đầu dao động tại vị trí biên:

- Vị trí cân bằng dịch chuyển một góc:

$$\Delta\alpha = \frac{F_c}{mg} = 0,001 \text{ (rad)}$$



- Độ giảm biên độ góc sau 10 chu kỳ:

$$\Delta\alpha_{10T} = 10 \cdot \frac{4F_c}{mg} = 0,04(\text{rad})$$

⇒ Biên độ góc còn lại sau 10 chu kỳ:

$$\alpha_{0_{10T}} = \alpha_0 - \Delta\alpha_{10T} = 0,06(\text{rad})$$

- Biên độ góc mới sau 10 chu kỳ:

$$\alpha_0' = \alpha_{0_{10T}} - \Delta\alpha = 0,059(\text{rad})$$

**Câu 8:** Con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ không dẫn, một đầu cố định, một đầu gắn với hòn bi khối lượng  $m = 100\text{g}$ . Kéo vật ra khỏi phương thẳng đứng một góc nhỏ rồi thả nhẹ cho vật dao động. Trong quá trình dao động con lắc luôn chịu tác dụng của lực cản có độ lớn  $F_c = 10^{-3}\text{N}$ . Coi chu kỳ dao động là không đổi trong quá trình dao động và biên độ dao động giảm đều trong từng nửa chu kỳ. Lấy gia tốc trọng trường  $g = 10\text{m/s}^2$ . Xác định độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ?

A. 0,004rad

B. 0,4rad

C. 0,0004rad

D. 0,04rad

Hướng dẫn:

- Độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ:

$$\Delta\alpha_{1T} = \frac{4F_c}{mg} = 4 \cdot 10^{-3}(\text{rad})$$

**DẠNG 7: NĂNG LƯỢNG TRONG CON LẮC ĐƠN**

**7.1. Công thức tính năng lượng:**

❖ Năng lượng của con lắc có biên độ góc bất kỳ:

Động năng:  $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = mgl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$

Thế năng:  $W_t = mgl(1 - \cos \alpha)$

Cơ năng:  $W = W_d + W_t$

❖ Năng lượng của con lắc có biên độ góc nhỏ ( $<10^0$ )

Động năng:  $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 S^2$

Thế năng:  $W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$

Cơ năng:  $W = W_d + W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2$

**7.2. Li độ góc và vận tốc của vật khi biết tỉ số giữa động năng và thế năng:**

Vị trí của con lắc tại thời điểm  $W_d = nW_t$ :

$$\begin{cases} W_d = nW_t \\ W = W_d + W_t \end{cases} \Rightarrow (n+1)W_t = W \Rightarrow \alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}}$$

Vận tốc của con lắc tại thời điểm  $W_d = nW_t$ . Xét trường hợp góc  $\alpha$  nhỏ:

$$\begin{cases} W_d = nW_t \\ W = W_d + W_t \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{1}{n} + 1\right)W_d = W \Rightarrow v = \pm \alpha_0 \sqrt{\frac{gl}{\frac{1}{n} + 1}}$$

**Câu 1:** Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ T, thời gian để động năng và thế năng bằng nhau liên tiếp là 0,5s, tính chiều dài con lắc đơn,  $g = \pi^2$ .

**A.** 10cm

**B.** 20cm

**C.** 50cm

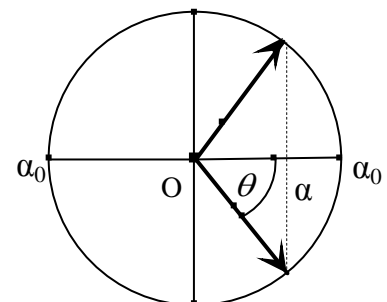
**D.** 100cm

Hướng dẫn:

- Li độ góc tại vị trí động năng bằng thế năng:

$$W_d = W_t \Leftrightarrow 2W_t = W \Leftrightarrow mgl\alpha^2 = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 \Rightarrow \alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$$

- Góc quét con lắc thực hiện được trong khoảng thời gian  $t/2 = 0,25s$ :



$$\sin\theta = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \theta = \frac{\pi}{4}$$

- Chiều dài của con lắc đơn:

$$\omega = \frac{2\theta}{t} \Leftrightarrow \sqrt{\frac{g}{l}} = \frac{2\theta}{t} \Rightarrow l = 1(m)$$

**Câu 2:** Hai con lắc đơn có cùng vật nặng, chiều dài dây lần lượt là  $l_1 = 81\text{cm}$ ;  $l_2 = 64\text{cm}$  dao động với biên độ góc nhỏ tại cùng một nơi với cùng năng lượng dao động với biên độ con lắc thứ nhất là  $\alpha = 5^\circ$ , biên độ con lắc thứ hai là:

**A.**  $5,625^\circ$

**B.**  $4,445^\circ$

**C.**  $6,328^\circ$

**D.**  $3,915^\circ$

Hướng dẫn:

- Biên độ dao động của con lắc thứ hai:

$$W_2 = W_1 \Leftrightarrow \frac{1}{2} mgl_1\alpha_1^2 = \frac{1}{2} mgl_2\alpha_2^2 \Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1 \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = 5,625^\circ$$

**Câu 3:** Hai con lắc đơn dao động điều hòa tại cùng một nơi trên mặt đất, có năng lượng như nhau. Quả nặng của chúng có cùng khối lượng, chiều dài dây treo con lắc thứ nhất dài gấp đôi chiều dài dây treo con lắc thứ hai. Quan hệ về biên độ góc của hai con lắc là ?

**A.**  $\alpha_1 = 2\alpha_2$

**B.**  $\alpha_1 = \frac{1}{2}\alpha_2$

**C.**  $\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\alpha_2$

**D.**  $\alpha_1 = \sqrt{2}\alpha_2$

Hướng dẫn:

- Biên độ dao động của con lắc thứ hai so với con lắc thứ nhất:

$$W_1 = W_2 \Leftrightarrow \frac{1}{2} mgl_1\alpha_{01}^2 = \frac{1}{2} mgl_2\alpha_{02}^2 \Rightarrow \alpha_{01} = \alpha_{02} \sqrt{\frac{2l_1}{l_2}} = \alpha_{02} \sqrt{2}$$

**Câu 4:** Một con lắc đơn gồm vật nặng khối lượng  $100\text{g}$ , dao động điều hoà với chu kỳ  $2\text{s}$ . Khi vật đi qua vị trí cân bằng lực căng của sợi dây là  $1,0025\text{ N}$ . Chọn mốc thế năng ở vị trí cân bằng, lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\pi^2 \approx 10$ . Cơ năng dao động của vật là:

**A.**  $25 \cdot 10^{-4}\text{ J}$ .

**B.**  $25 \cdot 10^{-3}\text{ J}$ .

**C.**  $125 \cdot 10^{-5}\text{ J}$ .

**D.**  $125 \cdot 10^{-4}\text{ J}$ .

Hướng dẫn:

- Chiều dài dây treo của con lắc đơn:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 1(m)$$

- Góc lệch cực đại trong quá trình dao động:

$$T_{\max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0) \Rightarrow \cos\alpha_0 = \frac{1}{2} \left( 3 - \frac{T_{\max}}{mg} \right) = 0,99875 \Rightarrow \alpha_0 = 0,05(\text{rad})$$

- Cơ năng dao động của vật:

$$W = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 = 125 \times 10^{-5} (J)$$

**Câu 5:** Cho con lắc đơn dao động điều hòa tại nơi có  $g = 10\text{m/s}^2$ . Biết rằng trong khoảng thời gian 12s thì nó thực hiện được 24 dao động, vận tốc cực đại của con lắc là  $6\pi \text{ cm/s}$ . Lấy  $\pi^2 = 10$ . Giá trị góc lệch của dây treo ở vị trí mà ở đó thế năng của con lắc bằng  $\frac{1}{8}$  động năng là:

A. 0,04 rad

**B.** 0,08 rad

C. 0,1 rad

D. 0,12 rad

Hướng dẫn:

- Độ dài dây treo con lắc đơn:

$$T = \frac{t}{n} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow l = g \left( \frac{t}{2\pi n} \right)^2$$

- Giá trị góc lệch tại vị trí động năng bằng thế năng:

$$W_d = 8W_t \Leftrightarrow 9W_t = W_{d\max} \Leftrightarrow \frac{9}{2} mgl\alpha^2 = \frac{1}{2} mv_{\max}^2 \Rightarrow \alpha = \frac{v_{\max}}{\sqrt{9gl}} = 0,08(\text{rad})$$

**Câu 6:** Cho con lắc đơn có chiều dài dây là  $l_1$  dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha$ , khi qua vị trí cân bằng dây treo bị mắc đinh tại vị trí  $l_2$  và dao động với biên độ góc  $\beta$ . Mối quan hệ giữa  $\alpha$  và  $\beta$ .

A.  $\beta = \alpha \sqrt{l/g}$

B.  $\beta = \alpha \sqrt{2l_2/l_1}$

C.  $\beta = \alpha \sqrt{l_1^2 + l_2^2}$

**D.**  $\beta = \alpha \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$

Hướng dẫn:

- Mối quan hệ giữa góc  $\alpha$  và  $\beta$ :

$$W_{d1\max} = W_{d2\max} \Leftrightarrow \frac{1}{2} mgl_1\alpha^2 = \frac{1}{2} mgl_2\beta^2 \Rightarrow \beta = \alpha \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

**Câu 7: (ĐH – 2010):** Tại nơi có gia tốc trọng trường  $g$ , một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha_0$  nhỏ. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương đến vị trí có động năng bằng thế năng thì li độ góc  $\alpha$  của con lắc bằng?

A.  $\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$ .

**B.**  $\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$ .

C.  $\frac{-\alpha_0}{\sqrt{2}}$ .

D.  $\frac{-\alpha_0}{\sqrt{3}}$ .

Hướng dẫn:

- Góc lệch  $\alpha$  tại vị trí có động năng bằng thế năng:

$$W_d = W_t \Leftrightarrow 2W_t = W \Leftrightarrow mgl\alpha^2 = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 \Rightarrow \alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$$

**Câu 8:** Con lắc đơn có chiều dài dây treo là 90cm, khối lượng vật nặng là  $m=60g$ , dao động tại nơi có  $g=10m/s^2$ . Biết độ lớn lực căng dây cực đại của dây treo lớn gấp 4 lần độ lớn lực căng dây cực tiểu của nó. Chọn gốc thế năng ở vị trí cân bằng. Cơ năng dao động của con lắc bằng:

- A.** 1,35(J)                      **B.** 0,135(J)                      **C.** 2,7(J)                      **D.** 0,27(J)

Hướng dẫn:

- Góc lệch cực đại trong quá trình dao động:

$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \frac{mg(3-2\cos\alpha_0)}{mg\cos\alpha_0} \Rightarrow \cos\alpha_0 = 0,5$$

- Cơ năng dao động của con lắc:

$$W = mgl(1 - \cos\alpha_0) = 0,27(J)$$

**Câu 9:** Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc  $\alpha_0 = 9^\circ$  và năng lượng  $E = 0,02J$ . Động năng của con lắc khi li độ góc  $\alpha = 4,5^\circ$  là:

- A.** 0,198 J                      **B.** 0,225 J                      **C.** 0,027 J                      **D.** 0,015 J

Hướng dẫn:

- Động năng của con lắc tại li độ góc  $\alpha = 4,5^\circ$ :

$$W_d = W - W_t = \frac{1}{2}mgl(\alpha_0^2 - \alpha^2) = \frac{1}{2}mgl\left(\alpha_0^2 - \left(\frac{\alpha_0}{2}\right)^2\right) = \frac{1}{2}mgl\frac{3}{4}\alpha_0^2$$

$$\Rightarrow W_d = \frac{3}{4}W = 0,015(J)$$

**Câu 10:** Một con lắc đơn có độ dài dây treo là 0,5 m, treo tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 9,8 m/s^2$ . Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng  $30^\circ$  rồi thả không vận tốc đầu. Tốc độ của quả nặng khi động năng bằng 2 lần thế năng là?

- A.**  $v = 0,94 m/s$                       **B.**  $v = 2,38 m/s$                       **C.**  $v = 3,14 m/s$                       **D.**  $v = 1,28 m/s$

Hướng dẫn:

- Vận tốc của quả nặng tại vị trí có động năng bằng hai lần thế năng:

$$W_d = 2W_t \Rightarrow W_d = \frac{2}{3}W \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{2}{3}mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{4}{3}gl(1 - \cos\alpha_0)} = 0,94(m/s)$$

**Câu 11:** Con lắc đơn gồm vật nhỏ  $m = 200g$ , treo vào sợi dây có chiều dài  $l$ . Kéo con lắc lệch khỏi VTCB góc  $\alpha_0$  rồi buông nhẹ. Bỏ qua mọi ma sát thì thấy lực căng có độ lớn nhỏ nhất khi dao động bằng  $1N$ . Biết  $g = 10m/s^2$ . Lấy góc thế năng ở VTCB. Khi dây làm với phương thẳng đứng góc  $30^\circ$  thì tỉ số giữa động năng và thế năng bằng?

- A. 0,5                      B. 0,58                      C. 2,73                      D. 0,73

Hướng dẫn:

- Góc lệch cực đại của con lắc trong quá trình dao động:

$$T_{\min} = mg\cos\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha_0 = \frac{T_{\min}}{mg} = 0,5 \Rightarrow \alpha_0 = 60^\circ$$

- Tỉ số động năng và thế năng của con lắc tại vị trí góc lệch  $30^\circ$ :

$$\frac{W_d}{W_t} = \frac{W - W_t}{W_t} = \frac{mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}{mgl(1 - \cos\alpha)} = 2,73$$

**Câu 12:** Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào đầu dưới của một sợi dây không dẫn, đầu trên của sợi dây được buộc cố định. Bỏ qua ma sát và lực cản của không khí. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc  $0,1$  rad rồi thả nhẹ. Tỉ số giữa độ lớn gia tốc tiếp tuyến của vật tại vị trí biên và độ lớn gia tốc tiếp tuyến của vật tại vị trí động năng bằng 2 thế năng?

- A.  $\sqrt{3}$                       B.  $1/3$                       C. 3                      D.  $\sqrt{2}$

Hướng dẫn:

- Các lực tác dụng lên vật:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{qt} = m\vec{a}$$

- Chiều lên phương tiếp tuyến:

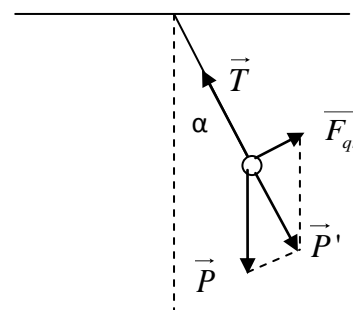
$$mg\sin\alpha_1 = ma \Rightarrow a = g\sin\alpha = g\alpha$$

- Góc lệch tại vị trí biên:

$$a_1 = a_{\max} = g\sin\alpha_0$$

- Góc lệch tại vị trí  $W_d = 2W_t$ :

$$W_d = 2W_t \Rightarrow 3W_t = W$$



$$\frac{3}{2} mgl\alpha_2^2 = \frac{1}{2} mgl\alpha_0^2 \rightarrow \alpha_2 = \frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$$

- Tỷ số gia tốc tiếp tuyến tại vị trí biên và vị trí  $W_d = 2W_t$ :

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{g\alpha_1}{g\alpha_2} = \frac{g\alpha_0}{g\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3}$$

**Câu 13:** Tại một nơi có gia tốc trọng trường  $g = 10\text{m/s}^2$ , một con lắc đơn có chiều dài 1m, dao động với biên độ góc  $60^\circ$ . Trong quá trình dao động, cơ năng của con lắc được bảo toàn. Tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc  $30^\circ$ , gia tốc của vật nặng của con lắc có độ lớn là?

- A.  $1232\text{cm/s}^2$       B.  $500\text{cm/s}^2$       C.  $732\text{cm/s}^2$       D.  $887\text{cm/s}^2$

Hướng dẫn:

- Độ lớn gia tốc hướng tâm:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{l} = 2g(\text{Cos}\alpha - \text{Cos}\alpha_0)$$

- Độ lớn gia tốc tiếp tuyến:

$$a_t = g\text{Sin}\alpha$$

- Gia tốc toàn phần của con lắc tại vị trí góc lệch  $30^\circ$ :

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_{ht}^2} = \sqrt{[2g(\text{Cos}\alpha - \text{Cos}\alpha_0)]^2 + (g\text{Sin}\alpha)^2} = 8,87(m/s^2)$$

## DẠNG 8: BÀI TOÁN VA CHẠM

### 8.2. Va chạm mềm

- **Khái niệm:** Va chạm mềm là va chạm không đàn hồi, sau va chạm hai vật gắn chặt vào nhau và chuyển động cùng vận tốc.

- Vận tốc của hai vật sau va chạm:

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

### 8.3. Va chạm đàn hồi xuyên tâm

- **Khái niệm:** Va chạm đàn hồi xuyên tâm là va chạm xuất hiện khi hai vật chuyển động cùng phương, sau va chạm hai vật bị biến dạng đàn hồi trong khoảng thời gian rất ngắn, sau đó vật lấy lại hình dạng ban đầu và tiếp tục chuyển động tách rời nhau.

- Vận tốc của hai vật sau va chạm:

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

\* **Lưu ý:** Trong cả va chạm mềm và đàn hồi, chu kỳ dao động và vị trí cân bằng của con lắc không thay đổi.

### 8.4. Vận tốc của con lắc đơn

❖  $\alpha_0 \leq 10^\circ$

$$|v| = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}$$

$\alpha_0 > 10^\circ$

$$|v| = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$$

**Chú ý:** +  $v_{\max}$  khi  $\alpha = 0$ ;  $v_{\min}$  khi  $\alpha = \alpha_0$

+ Độ cao cực đại vật đạt được (mốc thế năng ở vị trí vật nặng thấp nhất):

$$h_{\max} = \frac{v_{\max}^2}{2g}$$



**Câu 1:** Con lắc đơn gồm hòn bi có khối lượng  $m$  treo trên dây đang đứng yên. Một vật nhỏ có khối lượng  $m_0 = 0,25m$  chuyển động với động năng  $W_0$  theo phương ngang đến va chạm với hòn bi rồi dính vào vật  $m$ . Năng lượng dao động của hệ sau va chạm là:  
 A.  $W_0$ .      **B.  $0,2W_0$ .**      C.  $0,16W_0$ .      D.  $0,4W_0$

Hướng dẫn

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

Ta có:

$$m_0 v_0 = (m_0 + m) v'$$

$$\Leftrightarrow m_0 \sqrt{\frac{2W_0}{m_0}} = (m_0 + m) v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{\sqrt{2W_0 m_0}}{(m_0 + m)}$$

- Năng lượng dao động của hệ sau va chạm:

$$W = \frac{(m_0 + m) v'^2}{2} = \frac{0,25.W_0 m}{1,25m} = 0,2W_0$$

**Câu 2:** Một con lắc đơn: có khối lượng  $m_1 = 400g$ , có chiều dài  $160cm$ . ban đầu người ta kéo vật lệch khỏi VTCB một góc  $60^\circ$  rồi thả nhẹ cho vật dao động, khi vật đi qua VTCB vật va chạm đàn hồi với vật  $m_2 = 100g$  đang đứng yên, lấy  $g = 10m/s^2$ . Khi đó biên độ góc của con lắc sau khi va chạm là :

**A.  $34,91^\circ$**       **B.  $52,13^\circ$**       **C.  $44,8^\circ$**       **D.  $53^\circ$**

Hướng dẫn

- Vận tốc của vật  $m_1$  tại VTCB trước va chạm:

$$v_1 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} = 4 \text{ (m/s)}$$

- Vận tốc của vật  $m_1$  sau khi hai vật va chạm đàn hồi:

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2) v_1}{m_1 + m_2} = 2,4 \text{ (m/s)}$$

Mặt khác:

$$v_1' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

$$\Rightarrow \alpha_0' = 34,91^\circ$$

**Câu 3.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu  $m_1 = 200g$  treo vào một sợi dây không giãn và có khối lượng không đáng kể. Con lắc đang nằm yên tại vị trí cân bằng thì một vật khối lượng  $m_2 = 300g$  bay ngang với vận tốc  $400cm/s$  đến va chạm mềm với vật treo

$m^1$ . Sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng chuyển động. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Độ cao cực đại mà con lắc mới đạt được là:

- A. 28,8cm                      B. 20cm                      C. 32,5cm                      D. 25,6cm

Hướng dẫn

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

Ta có:

$$m_2 v_0 = (m_1 + m_2) v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{m_2 v_0}{(m_1 + m_2)} = 2,4(\text{m/s})$$

Mặt khác ta có:

$$\frac{(m_1 + m_2) v'^2}{2} = (m_1 + m_2) gh$$

$$\Rightarrow h = \frac{v'^2}{2g} = 28,8(\text{cm})$$

**Câu 4.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1 \text{ m}$  ; vật nặng M có khối lượng  $M = 150 \text{ g}$  đang nằm yên tại vị trí cân bằng. Một viên đạn có khối lượng  $m = 50 \text{ g}$  bay ngang với vận tốc  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  tới va chạm với vật nặng M của con lắc. Coi va chạm là hoàn toàn không đàn hồi (va chạm mềm), lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Biên độ dao động  $\alpha_0$  của con lắc là:

- A. 46,570.                      B. 35,260.                      C. 52,010.                      D. 22,970.

Hướng dẫn

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

Ta có:

$$m v_0 = (m + M) v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{m v_0}{(m + M)} = 2,5(\text{m/s})$$

Mặt khác:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha'_0)}$$

$$\Rightarrow \alpha'_0 = 46,57^\circ$$

**Câu 5.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 1 \text{ m}$  ; vật nặng M có khối lượng  $M = 150 \text{ g}$  đang nằm yên tại vị trí cân bằng. Một viên đạn có khối lượng  $m = 50 \text{ g}$  bay ngang với vận tốc  $v_0$  tới va chạm với vật nặng M của con lắc. Coi va chạm là hoàn toàn không đàn hồi (va chạm mềm), lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Sau va chạm, con lắc dao động điều hòa với biên độ  $\alpha_0 = 8^\circ$ . Vận tốc  $v_0$  của viên đạn:

- A. 6,5 m/s.      **B. (1,7m/s).**      C. 4,7m/s.      D. 2,2m/s.

Hướng dẫn

- Vận tốc sau va chạm:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\Rightarrow v_0 = \frac{(m+M)v'}{m} = 1,7(\text{m/s})$$

**Câu 6.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 50\text{cm}$  ; vật nặng M có khối lượng  $M = 100\text{g}$  đang nằm yên tại vị trí cân bằng. Một viên đạn có khối lượng  $m = 100\text{g}$  bay ngang với vận tốc  $v_0 = 2,5\text{m/s}$  tới va chạm với vật nặng M của con lắc. Coi va chạm là hoàn toàn đàn hồi, lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Biên độ dao động  $\alpha_0$  của con lắc là:

- A.  $46,57^\circ$ .      B.  $35,26^\circ$ .      C.  $52,01^\circ$ .      **D.  $67,97^\circ$ .**

Hướng dẫn

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\Rightarrow v_1' = \frac{2mv_0}{m+M} = 2,5(\text{m/s})$$

Mặt khác:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

$$\Rightarrow \alpha_0' = 67,97^\circ$$

**Câu 7.** Một con lắc đơn có chiều dài  $l = 50\text{cm}$  ; vật nặng M có khối lượng  $M = 100\text{g}$  đang nằm yên tại vị trí cân bằng. Một viên đạn có khối lượng  $m = 100\text{g}$  bay ngang với vận tốc  $v_0$  tới va chạm với vật nặng M của con lắc. Coi va chạm là hoàn toàn đàn hồi, lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Sau va chạm, con lắc dao động điều hòa với biên độ  $\alpha_0 = 6^\circ$ . Vận tốc  $v_0$  của viên đạn:

- A. 6,5 cm/s.      B. 7,4cm/s.      C. 8,7cm/s.      **D. (2,24m/s).**

Hướng dẫn

- Vận tốc sau va chạm:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:  $mv_0 = (m+M)v'$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{(m+M)v'}{m} = 2,24(\text{m/s})$$

**Câu 8.** Một con lắc đơn có  $l = 1\text{m}$  ; vật nặng A có  $m = 100\text{g}$ . Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng góc  $\alpha_0 = 30^\circ$  rồi thả nhẹ. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản, lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Khi đi qua vị trí cân bằng vật A va chạm đàn hồi xuyên tâm với một viên bi B có khối lượng  $m_1 = 50\text{g}$  đang nằm yên trên mặt bàn.

a) Vận tốc hai vật ngay sau va chạm:

- A. 0,15 m/s ; 1,89m/s.                      **B. 0,54m/s ; 2,16m/s.**  
 C. 0,15m/s ; 2,16m/s.                      D. 0,54m/s ; 1,89m/s.

b) Biên độ góc của con lắc A sau va chạm:

- A.  $15^\circ$ .                      B.  $21^\circ$ .                      **C.  $10^\circ$ .**                      D.  $7^\circ$ .

Hướng dẫn

- Vận tốc của vật nặng m tại VTCB:

$$v_1 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} = 1,64(\text{m/s})$$

- Vận tốc của vật m sau khi hai vật va chạm đàn hồi:

$$v_1' = \frac{(m - m_1)v_1}{m_1 + m} = 0,54 (\text{m/s})$$

- Vận tốc của vật  $m_1$  sau khi hai vật va chạm đàn hồi:

$$v_2' = \frac{2m_1v_1}{m_1 + m} = 2,16 (\text{m/s})$$

Mặt khác:

$$v_1' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')} \\ \Rightarrow \alpha_0' = 10^\circ$$

**Câu 9.** 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 dẫn. Kết quả là làm cho sợi dây bị lệch đi một góc tối đa  $60^\circ$  so với phương thẳng đứng. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Hãy xác định chiều dài dây treo.

- A. 10m                      B. 1,94m                      C. 6,24m                      **D. 2,5m**

Hướng dẫn

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

Ta có:

$$Mv_0 = (m + M)v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{Mv_0}{(m + M)}$$

Mặt khác:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

$$\Rightarrow l = 2,5(\text{m})$$

**Câu 10:** Một con lắc đơn gồm, vật nhỏ dao động có khối lượng 1 (kg), dao động với biên độ góc  $60^\circ$ . Khi vật dao động đi qua vị trí cân bằng nó va chạm với vật nhỏ có khối lượng M đang nằm yên ở đó. Sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng dao động với biên độ góc  $45^\circ$ . Giá trị M là:

- A. 0,3kg      B. 1 kg      C. 1,2 kg      D. 1,5kg

Hướng dẫn

- Vận tốc của vật nặng m tại VTCB:

$$v_1 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$$

- Áp dụng ĐLBTDL

$$mv_1 = (m+M)v' \Rightarrow v' = \frac{mv_1}{m+M}$$

Mặt khác:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

$$\Leftrightarrow \left( \frac{mv_1}{m+M} \right)^2 = 2gl(1 - \cos \alpha_0')$$

$$\Rightarrow M = 0,3(\text{kg})$$

**Câu 11.** 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 bằng nó chuyển động theo phương ngang với tốc độ  $v_0 = 50$  (cm/s) đến va chạm mềm với nó. Sau va chạm hai vật dính vào nhau cùng dao động điều hòa với biên độ dài A và chu kì  $\pi$ (s). Giá trị A là:

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

Hướng dẫn

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$mv_0 = (m+M)v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{mv_0}{(m+M)} = 0,25(\text{m/s})$$

Ta có:

$$v' = \omega A = \frac{2\pi}{T} A$$

$$\Rightarrow A = \frac{v' T}{2\pi} = 12,5(\text{cm})$$

**Câu 12:** Một con lắc đơn gồm sợi dây dài 1 (m), 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  $20\pi$  (cm/s) đến va chạm đàn hồi với nó. Sau va chạm con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc là  $\alpha_{\max}$ . Lấy gia tốc trọng trường  $\pi^2$  (m/s<sup>2</sup>). Giá trị  $\alpha_{\max}$  là:

- A. 0,05 (rad)      B. 0,4 (rad)      C. 0,12 (rad) (cm)      D. 0,2 (rad)

Hướng dẫn

- Vận tốc của vật  $m_1$  sau khi hai vật va chạm đàn hồi:

$$v_1' = \frac{2m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 0,2\pi \text{ (m/s)}$$

Mặt khác:

$$v_1' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

$$\Rightarrow \alpha_0' = 0,2(\text{rad})$$

**Câu 13.** Một viên đạn khối lượng 1 kg bay theo phương ngang với tốc độ 100 cm/s đến đâm vào một quả cầu bằng gỗ khối lượng 1 kg được treo bằng một sợi dây nhẹ, mềm và không dẫn. Kết quả là làm cho sợi dây bị lệch đi một góc tối đa  $9^\circ$  so với phương thẳng đứng. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Hãy xác định chiều dài dây treo.

- A. 0,94 (m)      B. 1,71 (m)      C. 1,015 (m)      D. 0,624 (m)

Hướng dẫn

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$mv_0 = (m+M)v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{mv_0}{(m+M)} = 0,25(\text{m/s})$$

Mặt khác:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

$$\Rightarrow l = 1,015(\text{m})$$

**Câu 14:** Một con lắc đơn đang dao động điều hòa với biên độ dài 10 (cm), vật dao động có khối lượng 20 (g). Khi vật dao động đi qua vị trí cân bằng nó va chạm với vật nhỏ có khối lượng M đang nằm yên ở đó. Sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng

dao động điều hòa với biên độ dài 6,25 (cm). Khối lượng M là:

- A. 8 (g)      B. 16 (g)      C. 20 (g)      **D. 12 (g)**

Hướng dẫn

- Vận tốc của vật m tại VTGB trước va chạm:

$$v_1 = \omega S_0$$

- Vận tốc của hai vật tại VTGB sau va chạm:

$$v_1' = \omega S_0'$$

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$mv_1 = (m+M)v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{mv_1}{(m+M)} = \omega S_0'$$

$$\Rightarrow M = 12(g)$$

**Câu 15:** Một con lắc đơn: có khối lượng  $m_1 = 400g$ , có chiều dài 160cm. ban đầu người ta kéo vật lệch khỏi VTGB một góc  $60^\circ$  rồi thả nhẹ cho vật dao động, khi vật đi qua VTGB vật va chạm mềm với vật  $m_2 = 100g$  đang đứng yên, lấy  $g = 10m/s^2$ . Khi đó biên độ góc của con lắc sau khi va chạm là

- A.**  $53,13^\circ$                       **B.**  $47,16^\circ$                       **C.**  $77,36^\circ$                       **D.**  $53^\circ$

Hướng dẫn

- Vận tốc của vật nặng m tại VTGB:

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$$

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v' \Rightarrow v' = \frac{m_1 v_0}{(m_1 + m_2)}$$

- Góc lệch của con lắc tại VTGB sau khi va chạm:

$$v' = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0')}$$

$$\cos \alpha_0' = 1 - \frac{v'^2}{2gl} = 1 - \frac{1}{2gl} \left( \frac{m_1 v_0}{m_1 + m_2} \right)^2$$

$$\Rightarrow \alpha_0' = 47,16^\circ$$

**DẠNG 9: DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC, HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG**

a) **Khái niệm:** là dao động của một hệ dưới sự tác động của ngoại lực biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

Biểu thức ngoại lực:  $F_n = F_0 \cos(\omega t + \varphi)$

b) **Đặc điểm dao động cưỡng bức:**

- Hệ dao động trải qua 2 giai đoạn: giai đoạn chuyển tiếp và giai đoạn ổn định
- Tần số dao động cưỡng bức bằng tần số ngoại lực cưỡng bức khi hệ dao động ổn định.
- Biên độ dao động cưỡng bức tỉ lệ nghịch với hiệu giữa tần số ngoại lực ( $f$ ) và tần số riêng của hệ ( $f_0$ ).

c) **Hiện tượng cộng hưởng:**

Khi tần số của ngoại lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ thì hệ sẽ dao động với biên độ lớn nhất, được gọi là hiện tượng cộng hưởng.



**Câu 1:** Một vật dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực  $F = F_0 \cos \pi f t$  (với  $F_0$  và  $f$  không đổi,  $t$  tính bằng s). Tần số dao động cưỡng bức của vật là

- A.  $f$ .                      B.  $\pi f$ .                      C.  $2\pi f$                       D.  $0,5f$ .

Hướng dẫn:

- Tần số dao động cưỡng bức của vật:

Vì tần số dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực nên:

$$f_{CB} = f_F = \frac{\omega_F}{2\pi} = 0,5f$$

**Câu 2:** Một con lắc đơn có chiều dài 0,3 m, treo vào trần một toa xe. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa gặp chỗ nối của các đoạn ray. Biết khoảng cách giữa hai mối nối ray là 12,5 m và gia tốc trọng trường là  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Biên độ của con lắc đơn này lớn nhất khi đoàn tàu chuyển động thẳng đều với tốc độ xấp xỉ

- A. 41 km/h.                      B. 60 km/h.                      C. 11,5 km/h.                      D. 12,5 km/h.

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \approx 1,1(\text{s})$$

- Vận tốc của tàu để biên độ con lắc là lớn nhất:

Biên độ dao động của con lắc lớn nhất khi thời gian chuyển động của tàu giữa 2 mối ranh liên tiếp bằng chu kỳ dao động của con lắc, ta có:

$$v = \frac{S}{t} = \frac{S}{T} \approx 41(\text{km/h})$$

**Câu 3:** Một con lắc đơn với dây treo có chiều dài  $l = 6,25 \text{ cm}$ , dao động điều hòa dưới tác dụng của lực cưỡng bức  $F = F_0 \cos(2\pi f t + \frac{\pi}{6})$ . Lấy  $g = \pi^2 = 10 \text{ m/s}^2$ . Nếu tần số của ngoại lực tăng dần từ 0,1 Hz đến 2 Hz thì biên độ của con lắc sẽ thay đổi như thế nào?.

- A. Không thay đổi                      B. Tăng rồi giảm.                      C. Tăng dần.                      D. Giảm dần.

Hướng dẫn:

- Tần số riêng của con lắc đơn:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = 2(\text{Hz})$$

Như vậy, khi tần số ngoại lực tăng từ 0,1 đến 2 Hz thì biên độ của con lắc sẽ tăng đến giá trị lớn nhất.

**Câu 4:** Một hệ dao động chịu tác dụng của ngoại lực tuần hoàn  $F_n = F_0 \cos 10\pi t$  thì xảy ra hiện tượng cộng hưởng. Tần số dao động riêng của hệ là

- A.  $10\pi$  Hz.                      B.  $5\pi$  Hz.                      C. 5 Hz.                      D. 10 Hz.

Hướng dẫn:

- Tần số riêng của hệ:

Hệ dao động cộng hưởng khi tần số riêng của hệ bằng tần số ngoại lực nên ta có:

$$f_0 = \frac{\omega_{F_n}}{2\pi} = 5(\text{Hz})$$

**Câu 5:** Một con lắc đơn gồm dây treo chiều dài 1m, vật nặng khối lượng m, treo tại nơi có gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Con lắc này chịu tác dụng của một ngoại lực  $F = F_0 \cos(2\pi ft + \frac{\pi}{2})$  N. Khi tần số của ngoại lực thay đổi từ 1 Hz đến 2 Hz thì biên độ dao động của con lắc sẽ thay đổi như thế nào?.

- A. giảm xuống.      B. không thay đổi      C. tăng lên.      D. giảm rồi sau đó lại tăng.

Hướng dẫn:

- Tần số riêng của con lắc:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = 0,5(\text{Hz})$$

Như vậy khi tần số ngoại lực thay đổi từ 1 đến 2 Hz thì biên độ con lắc sẽ giảm.

**Câu 6:** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo bằng 1m, khối lượng quả nặng là m dao động điều hòa dưới tác dụng của ngoại lực  $f = F_0 \cos(2\pi ft + \frac{\pi}{2})$ . Lấy  $g = \pi^2 = 10\text{m/s}^2$ . Nếu tần số của ngoại lực thay đổi từ 0,1Hz đến 2Hz thì biên độ dao động của con lắc sẽ thay đổi như thế nào?.

- A. Không thay đổi      B. Tăng rồi giảm      C. Giảm rồi tăng      D. Luôn tăng

Hướng dẫn:

- Tần số riêng của con lắc:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = 0,5(\text{Hz})$$

Như vậy khi tần số ngoại lực thay đổi từ 1 đến 2 Hz thì biên độ con lắc sẽ tăng đến giá trị lớn nhất (khi tần số tăng từ 0,1 tới 0,5 Hz) và giảm xuống (khi tần số tăng từ 0,5 tới 2 Hz).

**Câu 7:** Bốn con lắc đơn cùng khối lượng, treo vào một toa tàu chạy với tốc độ 72km/giờ. Chiều dài bốn con lắc lần lượt là  $l_1 = 10\text{cm}$ ;  $l_2 = 7\text{cm}$ ;  $l_3 = 5\text{cm}$ ;  $l_4 = 12\text{cm}$ . Lấy  $g=10\text{m/s}^2$ . Chiều dài mỗi thanh ray 12,5m, ở chỗ nối hai thanh ray có một khe hở hẹp, coi lực cản như nhau. Con lắc sẽ dao động với biên độ lớn nhất ứng với con lắc nào?

- A.  $l_2$ .                      B.  $l_3$ .                      C.  $l_1$ .                      D.  $l_4$ .

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của con lắc 1:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 0,63(\text{s})$$

- Chu kỳ dao động của con lắc 2:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 0,53(\text{s})$$

- Chu kỳ dao động của con lắc 3:

$$T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 0,45(\text{s})$$

- Chu kỳ dao động của con lắc 4:

$$T_4 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 0,7(\text{s})$$

- Thời gian chuyển động của tàu giữa 2 khe hở liên tiếp:

$$t = \frac{S}{v} = 0,625(\text{s})$$

⇒ Con lắc thứ nhất có chu kỳ xem như bằng với thời gian tàu di chuyển giữa 2 khe liên tiếp nên có biên độ dao động mạnh nhất.

**Câu 8:** Một CLĐ dao động có chu kỳ dao động riêng  $T_0 = 0,05\text{s}$ . Người ta tác dụng lên con lắc một ngoại lực biến thiên điều hòa. Khi tăng tần số của ngoại lực cưỡng bức từ giá trị  $f_1 = 25\text{Hz}$  đến  $f_2 = 45\text{Hz}$  thì biên độ của dao động cưỡng bức sẽ thay đổi như thế nào?

- A. Tăng                      B. Tăng rồi giảm                      C. Giảm rồi tăng                      D. Giảm

Hướng dẫn:

- Tần số riêng của con lắc đơn:

$$f = \frac{1}{T} = 20(\text{Hz})$$

Như vậy khi tăng tần số ngoại lực từ 25 tới 45 Hz thì biên độ dao động cưỡng bức giảm.

**Câu 9:** CLĐ treo trần một toa xe lửa, dao động với tần số  $f_0$ . Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa gặp chỗ nối của các thanh ray cách nhau 12,5m. khi xe lửa chạy thẳng đều với tốc độ 45km/h thì biên độ dao động của con lắc lớn nhất. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\pi^2 = 10$ . Chiều dài của con lắc đơn bằng:

- A.** 25 cm    **B.** 50 cm    **C.** 100 cm    **D.** 75 cm

Hướng dẫn:

- Thời gian di chuyển của tàu giữa 2 chỗ nối liên tiếp:

$$t = \frac{S}{v} = 1(\text{s})$$

- Chiều dài con lắc đơn:

Vì biên độ dao động của con lắc đơn là lớn nhất nên chu kỳ của con lắc bằng thời gian tàu di chuyển giữa 2 chỗ nối nên ta có:

$$T = t = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\Rightarrow l = \frac{t^2 g}{4\pi^2} = 25(\text{cm})$$

**Câu 10:** Một con lắc đơn có chu kỳ dao động là 0,1s, được kích thích bởi 2 ngoại lực sau

- Ngoại lực 1 có phương trình  $f = F \cos(8\pi t + \frac{\pi}{3})$  cm thì biên độ dao động là A1

- Ngoại lực 2 có phương trình  $f = F_0 \cos(6\pi t + \pi)$  (cm) thì biên độ dao động là A2.

So sánh A1 và A2.

- A) A1 = A2    B) A1 > A2    C) A1 < A2    D) A và B đều đúng

Hướng dẫn:

- Tần số riêng của hệ:

$$f_0 = \frac{1}{T} = 10(\text{Hz})$$

- Tần số của ngoại lực 1:

$$f_1 = \frac{\omega}{2\pi} = 4(\text{Hz})$$

- Tần số của ngoại lực 2:

$$f_2 = \frac{\omega}{2\pi} = 3(\text{Hz})$$

$\Rightarrow f_2 < f_1 < f_0$ , do đó  $A_2 < A_1$

**Câu 11:** Khi ngoại lực cưỡng bức tác dụng vào hòn bi của con lắc đơn có dạng  $f = F_1 \sin \omega t + F_2 \sin 2\omega t$  với  $\omega$  và  $2\omega$  khác với tần số góc  $\omega_0$  của dao động riêng thì hòn bi sẽ bị dao động với chu kỳ bằng bao nhiêu

A.  $\frac{2\pi}{\omega}$

B.  $\frac{2\pi}{\omega_0}$

C.  $\frac{\pi}{\omega}$

D.  $\frac{\pi}{\omega_0}$

Hướng dẫn:

- Chu kỳ dao động của ngoại lực 1:

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega}$$

- Chu kỳ dao động của ngoại lực 2:

$$T_2 = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{\omega}$$

- Chu kỳ của con lắc đơn:

Chu kỳ con lắc đơn là bội chung nhỏ nhất của chu kỳ 2 ngoại lực nên ta có:

$$T_0 = BCNN(T_1, T_2) = \frac{2\pi}{\omega}$$

**Câu 12:** Treo con lắc đơn vào trần một toa xe lửa, chu kỳ dao động riêng của con lắc đơn là  $T_0 = 2\text{s}$ . Toa tàu bị kích động mỗi khi qua chỗ nối của hai đường ray. Mỗi đường ray dài  $L = 12\text{m}$ . Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

- Xe lửa chạy thẳng đều với tốc độ bằng bao nhiêu thì con lắc dao động mạnh nhất.
- Treo con lắc đơn vào toa xe hoả thì con lắc đơn cũng dao động với biên độ lớn nhất khi tàu hoả chuyển động với tốc độ như câu a. Tính chiều dài con lắc đơn.

Hướng dẫn:

a) Tốc độ xe lửa để con lắc dao động mạnh nhất:

Con lắc dao động với biên độ mạnh nhất khi thời gian di chuyển giữa 2 chỗ nối bằng chu kỳ dao động con lắc nên ta có:

$$v = \frac{S}{t} = \frac{S}{T} = 6(\text{m/s})$$

**b) Chiều dài con lắc đơn**

Chu kỳ con lắc đơn bằng thời gian di chuyển của tàu giữa 2 chỗ nối khi biên độ dao động là mạnh nhất nên ta có:

$$T = t = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\Rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = 1(\text{m})$$

**Câu 13:** Một vật nặng treo bằng một sợi dây vào trần một toa xe lửa chuyển động đều. Vật nặng có thể coi như một con lắc đơn dây có chu kì dao động riêng  $T_0 = 1,0\text{s}$ . Tàu bị kích động khi qua chỗ nối đường ray người ta nhận thấy khi vận tốc tàu là  $45\text{km/h}$  thì vật dao động mạnh nhất. Tính chiều dài đường ray?

**A.** 12m      **B.** 12,5m      **C.** 15m      **D.** 20m

Hướng dẫn:

- Chiều dài thanh ray:

Vật dao động mạnh nhất khi thời gian di chuyển của tàu giữa 2 chỗ nối bằng chu kỳ dao động của vật nên ta có:

$$S = vt = vT = 12,5(\text{m})$$

**Câu 14:** Một con lắc đơn dao động điều hòa dưới tác dụng của một ngoại lực cưỡng bức. Khi đặt lần lượt lực cưỡng bức  $f_1 = F_0 \cos(8\pi t + \varphi_1)$ ;  $f_2 = F_0 \cos(12\pi t + \varphi_2)$  và  $f_3 = F_0 \cos(16\pi t + \varphi_3)$  thì vật dao động theo các phương trình lần lượt là  $x_1 = A \cos\left(8\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ ;  $x_2 = A' \cos(12\pi t + \varphi)$  và  $x_3 = A \cos\left(16\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ . So sánh  $A'$  và  $A$ ?

**A.**  $A' > A$       **B.**  $A' = \sqrt{A}$       **C.**  $A' = A$       **D.**  $A' < A$

Hướng dẫn:

- Tần số của các ngoại lực:

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = 4(\text{Hz})$$

$$f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = 6(\text{Hz})$$

$$f_3 = \frac{\omega_3}{2\pi} = 8(\text{Hz})$$

Các lực 1 và 3 tác dụng vào con lắc, làm cho con lắc dao động với cùng biên độ nên ta có:

$$f_1 < f_0 < f_3$$

$$\Rightarrow |f_1 - f_0| > |f_2 - f_0|, \text{ vậy } A' > A$$

**Câu 15:** Một CLĐ có dao động riêng với tần số là  $f = 10\text{Hz}$ . Nếu tác dụng vào vật ngoại lực có tần số  $f_1 = 5\text{Hz}$  thì biên độ là  $A_1$ . Nếu tác dụng vào vật ngoại lực có tần số biến đổi là  $f_2 = 8\text{Hz}$  và cùng giá trị biên độ với ngoại lực thứ nhất thì vật dao động với biên độ  $A_2$  (mọi điều kiện khác không đổi). So sánh  $A_1$  và  $A_2$ ?

- A.  $A_1 = A_2$       B.  $A_1 > A_2$       C.  $A_1 < A_2$       D. Không có căn cứ kết luận

Hướng dẫn:

Vì  $f_1 < f_2 < f$  nên  $A_1 < A_2$

**Câu 16:** Một con lắc đơn, nếu chịu tác dụng của hai ngoại lực  $f_1 = 6\text{ Hz}$  và  $f_2 = 10\text{ Hz}$  có cùng độ lớn biên độ thì thấy biên độ dao động cưỡng bức là như nhau và bằng  $A_1$ . Nếu dùng ngoại lực  $f_3 = 8\text{Hz}$  có biên độ như ngoại lực 1 và 2 thì biên độ dao động cưỡng bức sẽ là  $A_2$ . So sánh  $A_1$  và  $A_2$ ?

- A.  $A_1 = A_2$       B.  $A_1 > A_2$       C.  $A_1 < A_2$       D. Không có căn cứ kết luận

Hướng dẫn:

Các ngoại lực 1 và 2 tác dụng vào con lắc, làm cho con lắc dao động với cùng biên độ nên ta có:

$$f_1 < f_0 < f_2$$

$$\Rightarrow |f_1 - f_0| > |f_3 - f_0|, \text{ vậy } A_2 > A_1$$

**Câu 17:** Một con lắc đơn dao động theo phương thẳng đứng trong môi trường có lực cản. Tác dụng vào con lắc một lực cưỡng bức tuần hoàn  $f = F_0 \cos \omega t$ , tần số góc  $\omega$  thay đổi được. Khi thay đổi tần số góc đến giá trị  $\omega_1$  và  $3\omega_1$  thì biên độ dao động của con lắc đều bằng  $A_1$ . Khi tần số góc bằng  $2\omega_1$  thì biên độ dao động của con lắc bằng  $A_2$ . So sánh  $A_1$  và  $A_2$ , ta có:

- A.  $A_1 = A_2$       B.  $A_1 > A_2$       C.  $A_1 < A_2$       D.  $A_1 = 2A_2$

Hướng dẫn:

Khi  $\omega$  có giá trị là  $\omega_1$  và  $3\omega_1$  thì con lắc dao động với cùng biên độ nên ta có:

$$\omega_1 < \omega_0 < 3\omega_1$$

$$\Rightarrow |\omega_1 - \omega_0| > |2\omega_1 - \omega_0|, \text{ vậy } A_2 > A_1$$

**Câu 18:** Con lắc đơn có chiều dài  $l = 10 \text{ cm}$ . Vật nặng đang đứng ở vị trí cân bằng, ta tác dụng lên con lắc một ngoại lực biến đổi điều hòa theo thời gian với phương trình  $f = F_0 \cos 10\pi t$ . Sau một thời gian ta thấy vật dao động ổn định với biên độ  $S_0 = 6 \text{ cm}$ . Biết gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Tốc độ cực đại của vật có giá trị bằng

**A.**  $60 \text{ cm/s}$ .      **B.**  $60\pi \text{ cm/s}$ .      **C.**  $0,6 \text{ cm/s}$ .      **D.**  $6\pi \text{ cm/s}$

Hướng dẫn:

- Vận tốc cực đại của vật nặng:

Vì tần số góc của con lắc bằng tần số dao động cộng hưởng nên ta có:

$$v_{\max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} \approx S_0 \omega_F = 60\pi (\text{cm/s})$$

**CHÂN THÀNH CẢM ƠN QUÝ ĐỘC GIẢ ĐÃ ỦNG HỘ NHÓM OMEGA**

*Trong quá trình biên soạn tài liệu này chắc chắn sẽ không tránh khỏi những sai sót, kính mong quý độc giả sẽ tiếp tục ủng hộ và tin tưởng để nhóm càng ngày càng phát triển và cho ra đời những sản phẩm chất lượng hơn nữa!*

*Trân trọng./.*

Tài liệu nhóm đã xuất bản:

Vật lý 12 – “Chinh phục các dạng khó trong dao động điều hòa”

Link download:

<http://thuvienvatly.com/download/46329>