

CHỦ ĐỀ 3. CON LẮC ĐƠN

ĐÁP ÁN BÀI TẬP VỀ NHÀ BUỔI 5 (18/09/2022)

1. D	2. D	3. C	4. C	5. D	6. B	7. D	8. C	9. D	10. C
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Câu 1. Một con lắc đơn gồm vật nhỏ có khối lượng 200 g mang điện tích 10^{-5} C đang dao động điều hòa tại nơi có $g = \pi^2 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$ với chu kì $T = 2 \text{ s}$ và biên độ góc 8° . Khi con lắc ở biên dương thì điện trường đều với vectơ cường độ điện trường hướng theo phương ngang ngược chiều với chiều dương của trục tọa độ và có độ lớn 4.10^4 V/m . Tìm tốc độ cực đại của vật nhỏ sau khi có điện trường.

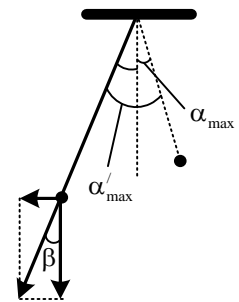
- A. 0,590 m/s. B. 0,184 m/s. C. 2,87 m/s. D. 1,071 m/s.

Hướng dẫn

* Từ $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \ell = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 1(\text{m})$

* Lực tĩnh điện có phương ngang, có độ lớn $F = qE = 0,4(\text{N})$

$$\begin{cases} \tan \beta = \frac{F}{P} = \frac{0,4}{0,2.10} \Rightarrow \beta = 11,3^\circ \\ g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2} = \sqrt{10^2 + \left(\frac{0,4}{0,2}\right)^2} = 2\sqrt{26}(\text{m/s}^2) \end{cases}$$



Biên độ góc mới: $\alpha'_{\max} = \beta + \alpha_{\max} = 11,3^\circ + 8^\circ = 19,3^\circ$

Tốc độ cực đại: $v_{\max} = \sqrt{2g'\ell(1 - \cos \alpha'_{\max})} = \sqrt{2.2\sqrt{26}.1(1 - \cos 19,3^\circ)} \approx 1,071(\text{m/s}) \Rightarrow \text{Chọn D}$

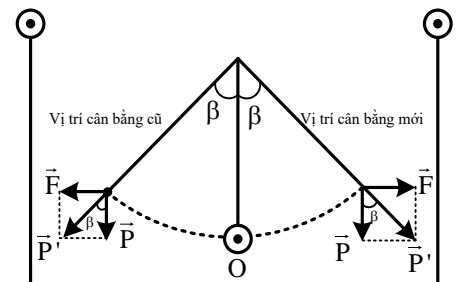
Câu 2. Một con lắc đơn có dài 30 cm, vật dao động nặng 15 g và mang điện tích $q = 2.10^{-4}$ C. Treo con lắc giữa hai bản kim loại thẳng đứng, song song, cách nhau 30 cm. Đặt vào hai bản tụ hiệu điện thế 90 V. Khi con lắc cân bằng, đột ngột hoán đổi hai cực của hiệu điện thế đặt vào hai bản kim loại, sau đó con lắc sẽ dao động gần nhất với biên độ góc là

- A. $21,8^\circ$. B. 2 rad. C. 0,4 rad. D. $43,6^\circ$.

Hướng dẫn

* Từ hình vẽ: $\tan \beta = \frac{F}{P} = \frac{qU/d}{mg}$

$\tan \beta = \frac{2.10^{-4}.90}{0,015.10.0,3} = 0,4 \Rightarrow \beta = 2,18^\circ$



Vị trí cân bằng hợp so với vị trí cân bằng cũ một góc

$$\alpha_{\max} = 2\beta = 43,6^\circ$$

\Rightarrow **Chọn D.**

Câu 3. Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng là $m = 100 \text{ g}$, sợi dây mảnh. Từ vị trí cân bằng kéo vật sao cho dây treo hợp với phương thẳng đứng góc 60° rồi thả nhẹ. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua mọi lực cản. Khi độ lớn gia tốc của con lắc có giá trị nhỏ nhất thì lực căng sợi dây có độ lớn

A. 1,5N.

B. 0,5N.

C. 1,0N.

D. 2,0N.

Hướng dẫn

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_{ht} \begin{cases} a_t = \frac{P_t}{m} = g \sin \alpha \\ a_{ht} = \frac{v^2}{\ell} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max}) = 2g \cos \alpha - g\sqrt{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{a_t^2 + a_{ht}^2} = g\sqrt{\sin^2 \alpha + 2(\cos \alpha - \sqrt{2})^2} = g\sqrt{\underbrace{3\cos^2 \alpha}_a - \underbrace{4\cos \alpha}_b + \underbrace{2}_c}$$

Ta nhận thấy: a_{\min} khi và chỉ khi $x = \cos \alpha = -b/2a = 2/3$

Khi đó $R = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_{\max}) = 1(N) \Rightarrow$ **Chọn C.**

Câu 4. Một con lắc đơn với vật nhỏ có khối lượng m mang điện tích $q > 0$ được coi là điện tích điểm. Ban đầu con lắc dao động dưới tác dụng chỉ của trọng trường có biên độ góc α_{\max} . Khi con lắc có li độ góc $\alpha_{\max}/3$, tác dụng điện trường đều mà vector cường độ điện trường có độ lớn E và hướng thẳng xuống dưới. Biết $qE = mg$. Cơ năng của con lắc sau khi tác dụng điện trường thay đổi như thế nào?

A. giảm 25%.

B. tăng 25%.

C. tăng 11%.

D. giảm 11%.

Hướng dẫn

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

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

$$\alpha = \frac{\alpha_{\max}}{2} \Rightarrow \Delta W_t = \frac{m(g' - g)l}{2} \alpha^2 = \frac{mgl}{2 \cdot 3^2} \alpha_{\max}^2 = \frac{1}{9} W$$

$$W' = W + \Delta W_t = \frac{10}{9} W \Rightarrow \frac{W'}{W} = \frac{10}{9} = 100\% + 11,1\% \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Câu 5. Một con lắc đơn gồm vật nặng khối lượng m gắn với dây treo có chiều dài l . Từ vị trí cân bằng kéo vật sao cho góc lệch của sợi dây so với phương thẳng đứng là 60° rồi thả nhẹ. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua mọi ma sát. Độ lớn gia tốc của vật khi độ lớn lực căng dây bằng trọng lượng là

A. $12,32 \text{ m/s}^2$.

B. 5 m/s^2 .

C. $7,45 \text{ m/s}^2$.

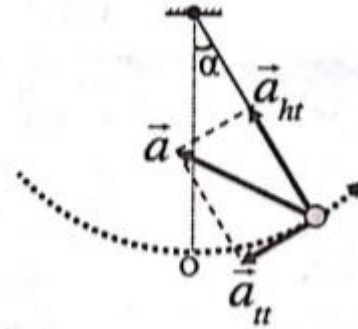
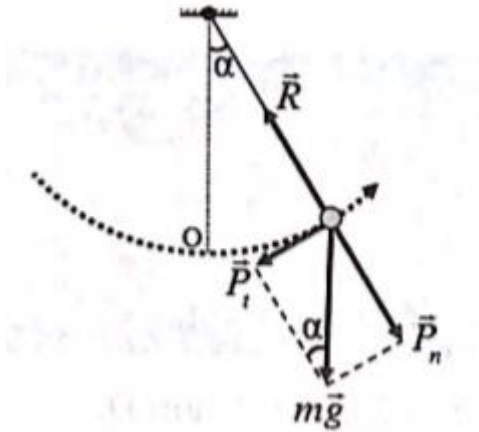
D. $8,16 \text{ m/s}^2$.

Hướng dẫn

Khi $R = mg$ hay $mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_{\max}) = mg \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1 + 2 \cos \alpha_{\max}}{3} = \frac{2}{3}$

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_{ht} \begin{cases} a_t = \frac{P_t}{m} = g \sin \alpha = 10 \sin \left(\arccos \frac{2}{3} \right) = 7,45 \text{ (m/s}^2\text{)} \\ a_{ht} = \frac{v^2}{l} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max}) = 2 \cdot 10 \left(\frac{2}{3} - 0,5 \right) = \frac{10}{3} \text{ (m/s}^2\text{)} \end{cases}$$

$\Rightarrow a = \sqrt{a_t^2 + a_{ht}^2} \approx 8,16 \text{ (m/s}^2\text{)} \Rightarrow \text{Chọn D.}$



$$\begin{cases} P_t = mg \sin \alpha \\ P_n = mg \cos \alpha \end{cases} \quad v^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max})$$

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_{ht} \Rightarrow a = \sqrt{a_t^2 + a_{ht}^2} \quad \begin{cases} a_t = \frac{P_t}{m} = g \sin \alpha \\ a_{ht} = \frac{v^2}{l} = 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max}) \end{cases}$$

Câu 6. Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào sợi dây không dẫn. Con lắc đang dao động với biên độ S và khi đi qua vị trí cân bằng thì điểm chính giữa của sợi dây bị giữ lại. Biên độ dao động của con lắc sau đó bằng

A. $S\sqrt{2}$.

B. $\frac{S}{\sqrt{2}}$.

C. S .

D. $\frac{S}{2}$.

Hướng dẫn

$0,5mg\ell_1\alpha_{01}^2 = 0,5mg\ell_2\alpha_{02}^2 \Leftrightarrow \ell \cdot \left(\frac{S}{\ell} \right)^2 = 0,5\ell \cdot \left(\frac{S'}{0,5\ell} \right)^2 \Rightarrow S' = \frac{S}{\sqrt{2}} \text{ . Chọn B.}$

Câu 7. Một con lắc đơn có chiều dài 1 m dao động tại nơi có $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$. Biết rằng khi vật qua vị trí cân bằng, dây treo vướng vào một cái đinh nằm cách điểm treo một khoảng 75 cm. Chu kỳ dao động nhỏ của hệ đó là

- A. 3 s. B. $(1 + 0,5\sqrt{3})\text{s}$. C. $(2 + \sqrt{3})\text{s}$. D. 1,5 s.

Hướng dẫn

$$\ell_2 = \ell_1 - 0,75 \rightarrow \begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_1}{g}} = 2\text{s} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_2}{g}} = 1\text{s} \end{cases} \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 1,5\text{s}. \text{ Chọn D}$$

Câu 8. Một con lắc đơn gồm sợi dây dài 100 (cm), vật nhỏ dao động có khối lượng 100 (g), dao động với biên độ góc 30° . Khi vật dao động đi qua vị trí cân bằng nó va chạm đàn hồi xuyên tâm với vật nhỏ có khối lượng 50 (g) đang nằm yên ở đó. Lấy gia tốc trọng trường $9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Li độ góc cực đại con lắc sau va chạm là

- A. 18° . B. 15° . C. $9,9^\circ$. D. $11,5^\circ$.

Hướng dẫn

Cách 1:

Cơ năng của con lắc trước va chạm:

$$W = mgl(1 - \cos \alpha_{\max}) = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_{\max})} = 1,62 \text{ (m/s)}$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn năng lượng:

$$\begin{cases} mv_0 = (m + M)V \\ 0,5mv_0^2 = 0,5mv_{cb}^2 + 0,5MV^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V = \frac{2m}{m + M}v_0 \\ v_{cb} = \frac{m - M}{m + M}v_0 \Rightarrow |v_{cb}| = 0,54 \text{ (m/s)} \end{cases}$$

Cơ năng của con lắc sau va chạm:

$$W = mgl(1 - \cos \alpha'_{\max}) = \frac{mv_{cb}^2}{2} \Rightarrow 9,8 \cdot 1 \cdot (1 - \cos \alpha'_{\max}) = \frac{0,54^2}{2} \Rightarrow \alpha'_{\max} \approx 9,9^\circ$$

\Rightarrow **Chọn C.**

Cách 2: Sau khi hiểu kĩ cách 1 ta có thể làm nhanh như sau:

$$\left. \begin{aligned} v_0 &= \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_{\max})} \\ |v_{cb}| &= \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha'_{\max})} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{|v_{cb}|}{v_0} = \sqrt{\frac{(1 - \cos \alpha'_{\max})}{(1 - \cos \alpha_{\max})}}$$

$$\text{Từ } v_{cb} = \frac{m-M}{m+M} v_0 \Rightarrow \frac{v_{cb}}{v_0} = \frac{m-M}{m+M} \text{ nên } \frac{|m-M|}{m+M} = \sqrt{\frac{(1-\cos \alpha'_{\max})}{(1-\cos \alpha_{\max})}}$$

Từ công thức này ta sẽ thấy, khi biết 3 trong bốn tham số m , M , α_{\max} và α'_{\max} sẽ tìm được đại lượng còn lại.

Quy trình giải nhanh:

1) Con lắc đơn m đang dao động với biên độ góc α_{\max} đúng lúc qua vị trí cân bằng nó va chạm vật M và biên độ góc sau đó là α'_{\max} thì

$$\frac{|m-M|}{m+M} = \sqrt{\frac{(1-\cos \alpha'_{\max})}{(1-\cos \alpha_{\max})}} \text{ (nếu va chạm đàn hồi) hoặc}$$

$$\frac{m}{m+M} = \sqrt{\frac{(1-\cos \alpha'_{\max})}{(1-\cos \alpha_{\max})}} \text{ (nếu va chạm mềm)}$$

2) Con lắc đơn M đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì vật m chuyển động theo phương ngang với vận tốc v_0 đến va chạm vào vật m và biên độ góc sau đó là α'_{\max} thì

$$\frac{mv_0}{(m+M)} = \sqrt{2gl(1-\cos \alpha'_{\max})} \text{ (nếu va chạm đàn hồi) hoặc}$$

$$\frac{2mv_0}{(m+M)} = \sqrt{2gl(1-\cos \alpha'_{\max})} \text{ (nếu va chạm mềm)}$$

$$\text{Nếu } \alpha_{\max} \text{ và } \alpha'_{\max} \text{ nhỏ thì } (1-\cos \alpha_{\max}) \approx \frac{\alpha_{\max}^2}{2}; (1-\cos \alpha'_{\max}) \approx \frac{\alpha'^2_{\max}}{2}$$

Câu 9. Một quả cầu A có kích thước nhỏ và có khối lượng $m = 50 \text{ (g)}$, được treo dưới một sợi dây mảnh, không dẫn có chiều dài $l = 6,4 \text{ (m)}$, ở vị trí cân bằng O quả cầu cách mặt đất nằm ngang một khoảng $h = 0,8 \text{ (m)}$. Đưa quả cầu ra khỏi vị trí cân bằng O sao cho sợi dây lập với phương thẳng đứng một góc 60° , rồi buông nhẹ cho nó chuyển động. Bỏ qua lực cản môi trường và lấy gia tốc trọng lượng $10 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Nếu khi qua O dây bị đứt thì vận tốc của quả cầu khi chạm đất có phương hợp với mặt phẳng ngang một góc

- A.** $38,6^\circ$. **B.** $28,6^\circ$. **C.** $36,6^\circ$. **D.** $26,6^\circ$.

Hướng dẫn

$$\text{Tốc độ quả cầu khi dây đứt: } v_0 = \sqrt{2gl(1-\cos \alpha_{\max})} = 8 \text{ (m/s)}$$

$$\text{Phương trình chuyển động: } \begin{cases} x = v_0 t \\ y = 0,5gt^2 \end{cases}$$

Khi chạm đất: $y_c = h \Rightarrow 0,5gt^2 = h \Rightarrow t_c = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8}{10}} = 0,4(s)$

Các thành phần vận tốc:
$$\begin{cases} v_x = x' = (v_0 t)' = v_0 \\ v_y = y' = (0,5gt^2)' = gt \end{cases} \Rightarrow \tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

Tại vị trí chạm đất: $\tan \beta_c = \frac{gt}{v_0} = \frac{10 \cdot 0,4}{8} \Rightarrow \beta_c \approx 26,6^\circ \Rightarrow \text{Chọn D.}$

Câu 10. Một con lắc đơn gồm quả cầu nhỏ và sợi dây nhẹ không dẫn có chiều dài $1,5 (m)$. Kéo quả cầu lệch khỏi vị trí cân bằng O một góc 60° rồi buông nhẹ cho nó dao động trong mặt phẳng thẳng đứng. Bỏ qua ma sát và lấy gia tốc trọng trường là $10 (m/s^2)$. Khi quả cầu đi lên đến vị trí có li độ góc 30° thì dây bị tuột ra rồi sau đó quả cầu chuyển đến độ cao cực đại so với O là

- A. $0,32 m$. B. $0,14 m$. C. $0,34 m$. D. $0,75 m$.

Hướng dẫn

Tốc độ quả cầu khi dây đứt: $v_0 = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max})} = 3,31(m/s)$

Sau khi dây đứt vật chuyển động giống như vật bị ném xiên, phân tích véc tơ vận tốc ban đầu:

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_{0x} + \vec{v}_{0y} \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos 30^\circ = 2,86m/s \\ v_{0y} = v_0 \sin 30^\circ = 1,655m/s \Rightarrow v_y = v_{0y} - gt \end{cases}$$

Thành phần v_{0x} được bảo toàn. Khi lên đến vị trí đỉnh thì $v_y = 0$.

Cơ năng tại vị trí bất kì bằng cơ năng tại vị trí cao nhất bằng cơ năng lúc đầu:

$$W_{cn} = mgh + \frac{mv_{0x}^2}{2} = W_0 = mgl(1 - \cos \alpha_{\max})$$

$$\Rightarrow 10 \cdot h + \frac{2,86^2}{2} = 10 \cdot 1,5(1 - \cos 60^\circ) \Rightarrow h \approx 0,34(m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$