

ĐỀ CHÍNH THỨC

Thời gian làm bài: 180 phút (không kể thời gian giao đề)
(Đề thi có 2 trang, gồm 5 câu)

Bài 1. (2,5 điểm)

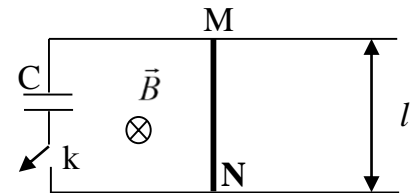
Treo lò xo nhẹ có độ cứng $k=50\text{N/m}$ vào một điểm cố định, đầu kia của lò xo gắn vật nhỏ có khối lượng $m=500\text{g}$. Kích thích cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Tại thời điểm ban đầu, vật đi qua li độ $x_0=2,5\text{cm}$ với vận tốc có độ lớn $25\sqrt{3}\text{cm/s}$ hướng về vị trí cân bằng. Chọn trục ox thẳng đứng hướng xuống, gốc O trùng vị trí cân bằng của vật. Cho $g = 10\text{m/s}^2$. Bỏ qua lực cản của không khí.

1. Tính cơ năng của con lắc lò xo và viết phương trình dao động của vật.
 2. Tính lực lớn nhất, nhỏ nhất do lò xo tác dụng lên điểm treo
 3. Tính tốc độ trung bình của vật kể từ thời điểm ban đầu đến khi vật qua vị trí cân bằng lần thứ 2015.
 4. Giả sử khi qua vị trí lò xo dãn 7cm theo chiều dương, vật chịu thêm một lực \vec{F} có phương thẳng đứng hướng xuống và độ lớn không đổi F thì sau đó vật dao động điều hòa với biên $A'=\sqrt{41}\text{cm}$.
- a) Tìm độ lớn F .

b) Tác dụng lực \vec{F} trong thời gian $\Delta t = \frac{4\pi}{15}$ (s) thì đổi chiều lực \vec{F} nhưng vẫn giữ nguyên độ lớn của F như phần a. Xác định tốc độ trung bình của vật trong một chu kỳ sau khi đổi chiều \vec{F} .

Bài 2 (2,0 điểm).

Trên hai đường ray bằng kim loại song song, nằm ngang người ta đặt một thanh kim loại MN có khối lượng $m=100\text{g}$ và điện trở $R = 0,5\Omega$. Chiều dài của thanh MN bằng khoảng cách giữa hai đường ray ($MN=l=10\text{cm}$). Hai đường ray nằm trong một từ trường đều có cảm ứng từ B , hướng vuông góc mặt phẳng chứa hai thanh ray. Hai thanh ray nối với nhau bởi một tụ điện có điện dung $C = 0,1$ (F), được tích điện đến hiệu điện thế ban đầu $U_0 = 5\text{V}$. Bỏ qua độ tự cảm của hệ; điện trở của thanh ray và khóa K , bỏ qua ma sát. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$: đóng khóa K



Hình 3

Hình 4

1. Cho $B = 0,1$ (T)

- a) Viết phương trình chuyển động của thanh MN
 - b) Viết biểu thức tính cường độ dòng điện trong mạch tại thời điểm t .
 - c) Viết biểu thức vận tốc của thanh tại thời điểm bất kỳ. Giả sử hai thanh ray đủ dài, sau thời gian t thanh đạt đến vận tốc tới hạn v_{gh} . Tính vận tốc v_{gh} đó.
2. Với giá trị nào của cảm ứng từ B thì vận tốc tới hạn của thanh đạt cực đại? Tính giá trị cực đại v_{max}

Bài 3 (2,5 điểm).

Một con lắc đơn gồm một quả cầu khối lượng $m = 20\text{g}$ được treo trên sợi dây dài $l = 40\text{cm}$ ở một nơi có gia tốc trọng trường $g = 10 = \pi^2 \text{m/s}^2$. Đầu trên của con lắc được treo cố định ở điểm I . Ban đầu vật đứng yên ở vị trí cân bằng O . Bỏ qua mọi ma sát và lực cản của không khí trong suốt quá trình con lắc chuyển động.

1. Kéo con lắc lệch ra khỏi vị trí cân bằng một góc 60° rồi thả ra không vận tốc đầu.
 - a) Tính cơ năng của con lắc, động năng của vật khi dây hợp với phương thẳng đứng một góc 30°
 - b) Tính vận tốc; gia tốc của vật và lực căng dây tác dụng vào vật khi vật có động năng bằng thế năng.
 - c) Tính tốc độ cực đại của vật và lực căng dây cực đại tác dụng vào vật trong quá trình dao động.

d) Tính độ lớn gia tốc cực đại, độ lớn gia tốc cực tiểu của vật trong quá trình dao động.

2. Kéo con lắc sang bên phải sao cho dây hợp với phương thẳng đứng một góc 9° rồi thả nhẹ.

a) Tính lực căng dây, lực kéo về cực đại tác dụng lên vật.

b) Tính vận tốc, gia tốc của quả cầu khi con lắc lệch một góc 6° so với phương thẳng đứng

c) Tính độ lớn gia tốc cực đại, độ lớn gia tốc cực tiểu của vật trong quá trình dao động.

d) Tại điểm M nằm trên OI sao cho $OM=2 MI$ người ta đóng một chiếc đinh. Khi vật đi qua vị trí cân bằng sang trái thì dây vướng vào đinh và chuyển động sang trái với góc lệch cực đại so với phương thẳng đứng là β . Xác định β và chu kì dao động mới.

Bài 4 (2,0 điểm):

Hai điện tích cùng dấu q_1, q_2 có khối lượng lần lượt là $m_1; m_2$. Tại thời điểm ban đầu $t=0$, hai điện tích bắt đầu chuyển động vào một điện trường đều có cường độ điện trường \vec{E} với vận tốc $v_{01} = v_{02} = v_0$. Sau một khoảng thời gian Δt người ta thấy hướng chuyển động của quả cầu 1 quay đi một góc 60° và độ lớn vận tốc giảm đi hai lần, còn hướng chuyển động của quả cầu 2 thì quay đi một góc 90° . Bỏ qua tác dụng của trọng lực và lực cản của môi trường.

1. Hỏi vận tốc quả cầu 2 thay đổi bao nhiêu lần?

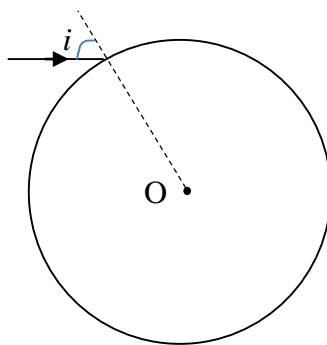
2. Xác định tỉ số $k_2 = \frac{q_2}{m_2}$ theo $k_1 = \frac{q_1}{m_1}$.

3. Xác định góc hợp bởi \vec{v}_0 và \vec{E}

4. Cho $m_1=m_2=m$. Sau khoảng thời gian Δt tính từ thời điểm ban đầu thì người ta ngắt điện trường. Tính vận tốc của hai điện tích khi ra xa vô cùng.

Bài 5(1,0 điểm).

Một chùm sáng đơn sắc, hẹp (coi là một tia sáng) chiếu đến một quả cầu trong suốt với góc tới i . Chiết suất của quả cầu phụ thuộc vào bán kính quả cầu theo công thức $n_{(r)} = \frac{R+a}{r+a}$ với R bán kính quả cầu, a là hằng số, r là khoảng cách từ tâm cầu tới điểm có chiết suất $n_{(r)}$. Tia sáng bị khúc xạ trong quả cầu.



1) Hãy xác định khoảng cách nhỏ nhất từ tâm quả cầu đến tia khúc xạ.

2) Vẽ phát họa đường truyền của tia sáng trong quả cầu.

---Hết---

ĐÁP ÁN KỶ THI HỌC SINH GIỎI CẤP TRƯỜNG
NĂM HỌC 2019-2020
MÔN: VẬT LÝ ; KHỐI 12

Bài 1 (2,5điểm)

1) Tần số góc:
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{50}{0,5}} = 10 \text{ (rad / s)}$$

Biên độ dao động:
$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2} = \sqrt{2,5^2 + \left(\frac{25\sqrt{3}}{10}\right)^2} = 5 \text{ (cm)}$$

Tại $t = 0$ có $x_0 = 2,5(\text{cm})$ và $v_0 < 0$ tìm được $\varphi = \frac{\pi}{3}$

1) Phương trình dao động:
$$x = 5 \cos\left(10t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$$

(0,5điểm)

2. Độ biến dạng của lò xo ở vị trí cân bằng : $\Delta l_0 = mg/k = 10\text{cm}$

Lực tác dụng lên điểm treo : $F_{\text{dmax}} = k(\Delta l_0 + A) = 7,5\text{N}$; $F_{\text{dmin}} = k(\Delta l_0 - A) = 2,5\text{N}$

(0,5điểm)

3. Quãng đường vật đi được : $s = 1007.4A + \frac{A}{2} = 20142,5 \text{ (cm)}$

Thời gian chất điểm đi là: $t = 1007.T + \frac{T}{12} = \frac{2417\pi}{12} \text{ (s)}$

Tốc độ trung bình của vật là: $v_{tb} = \frac{s}{t} \approx 31,83 \text{ (cm / s)}$

4.

a) F thẳng đứng hướng xuống

Độ giãn của lò xo ở VTTCB: $\Delta l = 10 \text{ (cm)}$

Tại thời điểm tác dụng lực lò xo giãn 7(cm) thì:

+ Li độ của vật: $x = -3(\text{cm})$

+ Tốc độ: $|v| = 10 \cdot \sqrt{5^2 - (-3)^2} = 40 \text{ (cm / s)}$

Vật chịu tác dụng lực F không đổi hướng xuống

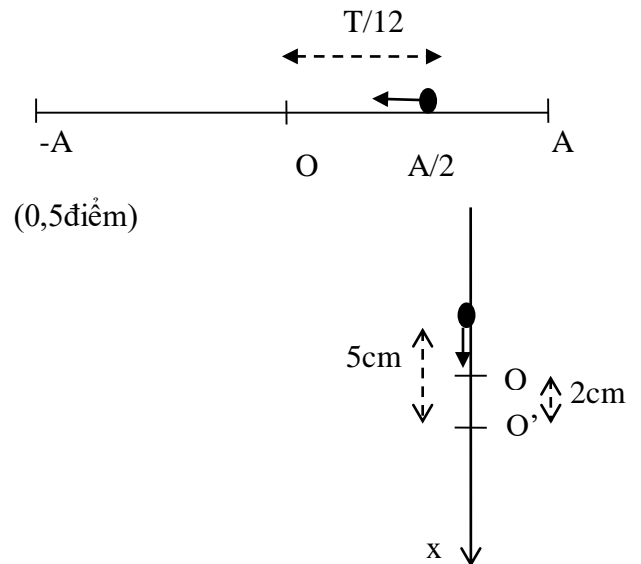
thì : + VTTCB dịch xuống một đoạn $OO' = \frac{F}{k}$

+ Li độ dao động mới là: $x_0 = -3 - OO' \text{ (cm)}$

+ Tốc độ góc không thay đổi: $\omega = 10 \text{ (rad / s)}$

Biên độ dao động mới: $A' = \sqrt{(x_0)^2 + \left(\frac{40}{10}\right)^2} = \sqrt{41}$

Suy ra $OO' = 2\text{cm} = F/k$



(0,5điểm)

Độ lớn $F = 1\text{N}$

(0,5điểm)

b. Đổi chiều F

(0,5điểm)

Bài 2.

1. Cho $B = 0,1\text{ (T)}$

a) Viết phương trình chuyển động của thanh MN

(0,5đ)

b) Viết biểu thức tính cường độ dòng điện trong mạch tại thời điểm t .

(0,5đ)

c) Giả sử hai thanh ray đủ dài, sau thời gian t thanh đạt đến vận tốc tới hạn v_{gh} . Tính vận tốc v_{gh} đó.

-Viết biểu thức $v(t)$ tại thời điểm bất kì và $v_{gh} = \frac{CBIU_0}{m + CB^2l^2} = 0,05(\text{m/s}) = 5(\text{cm/s})$ (0,5đ)

2. Với giá trị nào của cảm ứng từ B thì vận tốc tới hạn của thanh đạt cực đại? Tính giá trị cực đại v_{max}

$$2. + \text{Từ } v_{gh} = \frac{CBIU_0}{m + CB^2l^2} \Rightarrow v_{gh} = \frac{CIU_0}{\frac{m}{B} + CBl^2}$$

+ Theo BĐT cosi ta có $(\frac{m}{B} + C.B.l^2) \geq 2.l.\sqrt{m.C}$

+ Dấu "=" xảy ra khi $B = \frac{1}{l} \cdot \sqrt{\frac{m}{C}} = 10(\text{T})$

$$v_{max} = \frac{U_0}{2} \cdot \sqrt{\frac{C}{m}} = 2,5(\text{m/s}) \quad (0,5đ)$$

Bài 3 (2,0 điểm).

1.a) $W=0,0392\text{J}$; W_a

(0,25đ)

b) Tính vận tốc; gia tốc của vật và lực căng dây tác dụng vào vật khi vật có động năng bằng thế năng.

$$v = 1,4\text{m/s}; T = 0,196\text{N}$$

(0,25đ)

c) Tính tốc độ cực đại của vật và lực căng dây cực đại tác dụng vào vật trong quá trình dao động. (0,25đ)

d) Tính độ lớn gia tốc cực đại, độ lớn gia tốc cực tiểu của vật trong quá trình dao động. (0,5đ)

$$a^2 = a_t^2 + a_{ht}^2 = g^2 \sin^2 \alpha + \frac{v^4}{l^2} = g^2 \sin^2 \alpha + 4g^2 (\cos \alpha - \cos \alpha_0)^2 =$$

$$= g^2 (\sin^2 \alpha + 4 \cos^2 \alpha - 8 \cos \alpha \cdot \cos \alpha_0 + 4 \cos^2 \alpha_0) = g^2 (3 \cos^2 \alpha - 8 \cos \alpha \cdot \cos \alpha_0 + 4 \cos^2 \alpha_0 + 1)$$

$$\text{Suy ra: } a_{min} = \frac{10\sqrt{6}}{3} \text{ m/s}^2 \leftrightarrow \cos \alpha = \frac{4 \cos \alpha_0}{3}$$

$\alpha_{02} = 60^\circ \rightarrow \cos \alpha = \frac{2}{3}$. Nên vị trí gia tốc cực tiểu chính là không phải vị trí cân bằng.

$a_{max} = 2g(1 - \cos \alpha_0) = g = 10\text{m/s}^2$ ở vị trí biên

2. Kéo con lắc sang bên phải sao cho dây hợp với phương thẳng đứng một góc 9° rồi thả nhẹ.

a) Tính lực căng dây, lực kéo về cực đại tác dụng lên vật.

(0,25đ)

b) Tính vận tốc, gia tốc của quả cầu khi con lắc lệch một góc 6° so với phương thẳng đứng

$$v=0,23(\text{ m/s}); a_t=1,0243 \text{ m/s}^2. a_n=0,13225 \text{ m/s}^2; a=1,0328 \text{ m/s}^2.$$

(0,25đ)

c) Tính độ lớn gia tốc cực đại, độ lớn gia tốc cực tiểu của vật trong quá trình dao động. (0,25đ)

d) Tại điểm M nằm trên OI sao cho $OM=2 MI$ người ta đóng một chiếc đing.

(0,5đ)

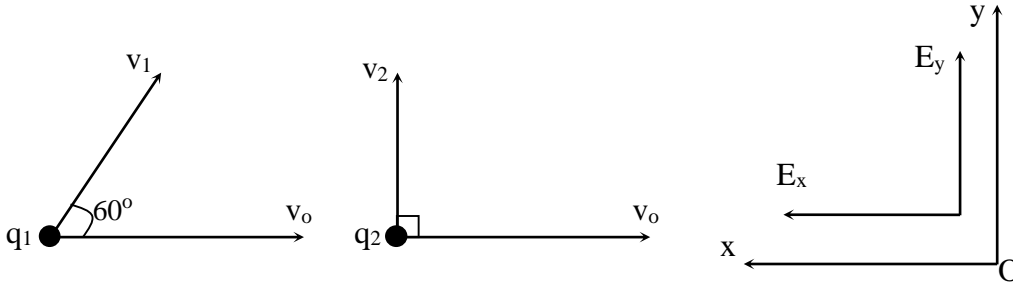
$$T=0,4\pi s$$

Bài 4.

a) Gọi v_o là vận tốc đầu của mỗi quả cầu ; v_1 là vận tốc của quả cầu 1 khi quay góc 60° ; v_2 là vận tốc của quả cầu 2 khi quay góc 90° .

Theo đề bài cho $v_1 = \frac{v_o}{2}$.

Gia tốc của mỗi quả cầu là không đổi trong quá trình chuyển động.



Chọn hệ trục Oxy như hình (với $Oy \perp v_o$).

Xét quả cầu 1:

$$\begin{cases} a_{1x} = \frac{q_1 E_x}{m_1} = \frac{(-v_1 \cos 60^\circ) - (-v_o)}{\Delta t} = \frac{v_o - \frac{v_o}{2} \cos 60^\circ}{\Delta t} & (1) \\ a_{1y} = \frac{q_1 E_y}{m_1} = \frac{v_1 \sin 60^\circ}{\Delta t} = \frac{\frac{v_o}{2} \sin 60^\circ}{\Delta t} & (2) \end{cases}$$

Xét quả cầu 2:

$$\begin{cases} a_{2x} = \frac{q_2 E_x}{m_2} = \frac{0 - (-v_o)}{\Delta t} = \frac{v_o}{\Delta t} & (3) \\ a_{2y} = \frac{q_2 E_y}{m_2} = \frac{v_2}{\Delta t} & (4) \end{cases} \quad (0,25đ)$$

Lập tỷ số: $\frac{(1)}{(2)}; \frac{(3)}{(4)} \Rightarrow \frac{E_x}{E_y} = \frac{v_o - \frac{v_o}{2} \cos 60^\circ}{\frac{v_o}{2} \sin 60^\circ} = \frac{v_o}{v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{v_o}{\sqrt{3}}$ (0,5đ)

b/. Lập tỷ số: $\frac{(1)}{(3)} \Rightarrow \frac{q_1}{m_1} \cdot \frac{m_2}{q_2} = \frac{v_o - \frac{v_o}{2} \cos 60^\circ}{v_o} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{4} \Rightarrow k_2 = \frac{4}{3} k_1$ (0,25đ)

3. Xác định góc hợp bởi \vec{v}_o và \vec{E} (0,5đ)

4. Cho $m_1=m_2=m$. Sau khoảng thời gian Δt tính từ thời điểm ban đầu thì người ta ngắt điện trường. Tính vận tốc của hai điện tích khi ra xa vô cùng. (0,5đ)

Bài 5:

$$1) - \text{Áp dụng : } n_0 R \sin i = n_{(r)} r \sin i_{(r)} = \text{const} \quad (1)$$

-Trong đó i_r là góc tới tại lớp cầu có bán kính r . Do chiết suất của khối cầu phụ thuộc vào bán kính nên càng vào gần tâm cầu bán kính r các lớp cầu càng nhỏ.

-Suy ra được chiết suất $n_{(r)}$ càng vào trong tâm cầu càng tăng, tức là $n_0 < n_1 < n_2 < \dots$

$$\text{-Từ (1), ta có : } \frac{R+a}{r+a} r \sin i_{(r)} = \text{const} \Leftrightarrow \frac{R+a}{1+\frac{a}{r}} \sin i_{(r)} = \text{const} \quad (2)$$

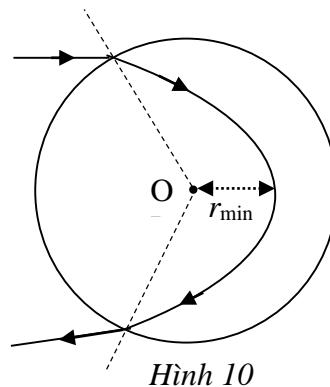
-Từ (2), suy ra được tia khúc xạ càng vào gần tâm cầu thì góc khúc xạ $i_{(r)}$ tại các lớp cầu càng tăng, do đó $i_0 < i_1 < i_2 < \dots$

-Khi góc khúc xạ tăng đến giá trị lớn nhất $i_{(r)} = 90^\circ$ thì tia khúc xạ lại tiếp tục lại truyền ra xa tâm cầu. Như vậy, tại điểm có $i_{(r)} = 90^\circ$ thì khoảng cách từ tâm cầu đến tia khúc xạ là nhỏ nhất và chính bằng bán kính nối từ tâm cầu đến điểm đó.

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow n_0 R \sin i = n_{(r)} r_{\min} \sin 90^\circ = \frac{R+a}{r_{\min}+a} \cdot r_{\min} \sin 90^\circ \Rightarrow r_{\min} = \frac{a R n_0 \sin i}{a + R(1 - n_0 \sin i)} \quad (3)$$

$$\text{Từ điều kiện biên của bài toán ta có : } r_{\min} = \frac{a R \sin i}{a + R(1 - \sin i)} \quad (0,5đ)$$

3) Đường truyền của tia sáng trong quả cầu có dạng như Hình 10. (0,5đ)



---Hết---