

GIẢI ĐỀ HSG 12 HT

Câu 1

1.1 Độ dài quang học của kính $\delta = L - f_1 - f_2 = 15 \text{ cm}$

$$\text{Số bội giác } G_{\infty} = \frac{\delta D}{f_1 f_2} = 75$$

1.2 Các vị trí M, N giới hạn vị trí vật được xác định như sau

$$M \xrightarrow[d_{11}]{L_1} M'_1 \xrightarrow[d_{21}]{L_2} M'_2 \equiv C_V$$

$$d'_{21} \rightarrow \infty; d_{21} = f_2 = 5 \text{ cm}$$

$$d'_{11} = L - d_{21} = 16 \text{ cm} \Rightarrow d_{11} = \frac{d'_{11} f_1}{d'_{11} - f_1} = 1,0667 \text{ cm}$$

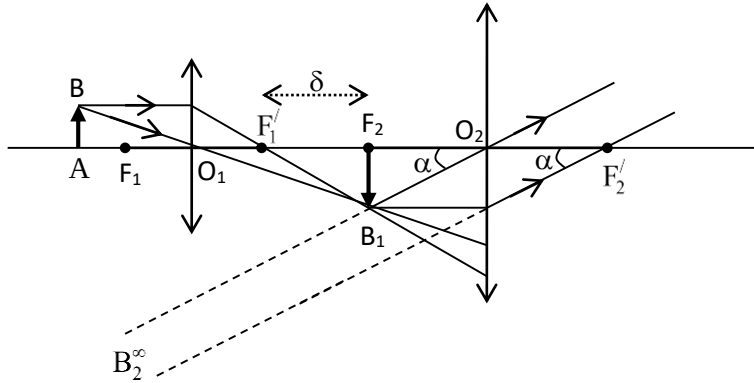
$$N \xrightarrow[d_{12}]{L_1} N'_1 \xrightarrow[d_{22}]{L_2} N'_2 \equiv C_C$$

$$d'_{22} = -D = -20 \text{ cm}; d_{22} = \frac{d'_{22} f_2}{d'_{22} - f_2} = 4,1667 \text{ cm}$$

$$d'_{12} = L - d_{22} = 16,8333 \text{ cm} \Rightarrow d_{12} = \frac{d'_{12} f_1}{d'_{12} - f_1} = 1,0632 \text{ cm}$$

Như vậy để nhìn rõ ảnh của vật qua kính phải đặt vật cách vật kính trong khoảng từ 1,0632 cm đến 1,0667 cm

1.3



Mắt trông ảnh A_2B_2 dưới góc trông α . Để phân biệt được hai điểm A, B qua kính tức phân biệt 2 ảnh A_2B_2 của nó, muốn vậy $\alpha \geq \varepsilon$

$$+ \text{Ta có: } \alpha \approx \tan \alpha = \frac{A_2B_2}{|d'_2|}$$

$$+ \text{Vì ngắm chừng ở vô cực nên: } \frac{A_2B_2}{|d'_2|} = \frac{A_1B_1}{f_2} \Rightarrow \alpha = \frac{A_1B_1}{f_2} \geq \varepsilon \Rightarrow A_1B_1 \geq f_2 \varepsilon \quad (1)$$

$$+ \text{Mà: } \frac{A_1B_1}{AB} = \left| \frac{d'_1}{d_1} \right| \Rightarrow A_1B_1 = \left| \frac{d'_1}{d_1} \right| \cdot AB \quad (2)$$

$$+ \text{Từ (1) và (2) cho: } \left| \frac{d'_1}{d_1} \right| \cdot AB \geq f_2 \varepsilon$$

$$\text{Mà } d'_1 = L - f_2; d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1}$$

$$\Rightarrow AB \geq \varepsilon \frac{f_1 f_2}{L - f_1 - f_2} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 2 \mu\text{m}$$

+ Vậy khoảng cách nhỏ nhất giữa hai điểm A, B mà mắt còn phân biệt được là $2 \mu\text{m}$.

Câu 2

2.1 Gọi Δl_0 là độ biến dạng của lò xo khi hệ cân bằng

$$m_1 g + \tau_{01} - k \Delta l_0 = 0$$

$$m_2 g - \tau_{02} = 0$$

$$\tau_{01} = 2 \tau_{02}$$

$$\Rightarrow m_1 g + 2 m_2 g - k \Delta l_0 = 0 \quad (1)$$

$$\Rightarrow \Delta l_0 = \frac{(m_1 + 2 m_2) g}{k} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm} \quad (2)$$

2.2 Chọn trục tọa độ thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ 0 tại vị trí cân bằng của m_1 . Áp dụng định luật II Newton cho các vật khi m_1 có li độ x

$$\text{Vật } m_1: m_1 g + \tau_1 - k(\Delta l_0 + x) = m_1 a_1 \quad (3)$$

$$\text{Vật } m_2: m_2 g - \tau_2 = m_2 a_2 \quad (4)$$

$$\text{Ta có; } \tau_1 = 2\tau_2 \text{ và } a_2 = 2a_1$$

$$\Rightarrow m_1 g + 2m_2 g - k\Delta l_0 - kx = (m_1 + 4m_2)a_1 \quad (5)$$

$$\text{Từ (1) và (5)} \Rightarrow -kx = (m_1 + 4m_2)a_1$$

$$\Rightarrow a_1 = -\frac{k}{m_1 + 4m_2}x \Rightarrow \text{Tần số góc } \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + 4m_2}} = 2,5\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\text{Chu kì dao động của } m_1: T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + 4m_2}{k}} = 0,8 \text{ s}$$

2.3.a Sau khi thả vật m_1 dao động điều hòa với biên độ $A = \Delta l_0 = 10 \text{ cm}$

Áp dụng định luật II Newton cho vật m_1 ta có

$$m_1 g + \tau_1 - k(\Delta l_0 + x) = m_1 a_1 \text{ với } a_1 = -\omega^2 x$$

$$\Rightarrow \tau_1 = k(\Delta l_0 + x) - m_1 g - m_1 \omega^2 x$$

$$\text{Dây đứt khi } \tau_1 = 3N$$

$$\Rightarrow 25(0,1 + x) - 0,1 \cdot 10 - 0,1(2,5\pi)^2 x = 3 \Rightarrow x = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

$$\text{Vậy độ biến dạng của lò xo khi dây đứt là: } \Delta l = \Delta l_0 + x = 10 + 8 = 18 \text{ cm}$$

2.3.b Khi dây đứt vận tốc của vật m_1 là

$$v = \omega \sqrt{A^2 - x^2} = 15\pi \text{ cm/s}$$

Sau khi dây đứt, tại vị trí cân bằng của m_1 lò xo bị giãn

$$\Delta l_{01} = \frac{m_1 g}{k} = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

Chọn lại gốc tọa độ 0₁ tại vị trí cân bằng mới của m_1

Ta có li độ mới của m_1 khi dây đứt

$$x_1 = \Delta l_0 - \Delta l_{01} + x = 14 \text{ cm}$$

Tần số góc của m_1 sau khi dây đứt

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = 5\pi \text{ rad/s}$$

Biên độ dao động của m_1 sau khi dây đứt

$$A_1 = \sqrt{x_1^2 + \frac{v^2}{\omega_1^2}} = \sqrt{205} = 14,3 \text{ cm}$$

Quãng đường vật m_1 đi được từ khi dây đứt đến khi lên đến vị trí cao nhất là

$$S = A_1 - x_1 + 2A_1 = 28,9 \text{ cm}$$

Câu 3

3.1

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{\Delta t}{40} \quad (1)$$

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = \frac{\Delta t}{41} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow \frac{l}{l'} = \frac{41^2}{40^2}$$

$$\text{Ta thấy } l' < l \Rightarrow l' = l - 0,81$$

$$\Rightarrow \frac{l}{l - 0,81} = \frac{41^2}{40^2} \Rightarrow l = 16,81 \text{ cm}$$

Chu kì dao động của con lắc có chiều dài l

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 0,82 \text{ s} \Rightarrow \text{Thời gian } \Delta t = 40 \cdot T = 32,8 \text{ s}$$

3.2

Khi con lắc dao động trong phòng kín có đèn nhấp nháy mà thấy con lắc như đứng yên chứng tỏ chu kì nhấp sáng T_0 bằng một số nguyên lần chu kì dao động T của con lắc. Vì nếu xét một thời điểm khi đèn sáng, con lắc đang ở một vị trí, khi đèn tắt con lắc dao động trong tối ta không thấy được, sau một số nguyên chu kì con lắc

trở lại vị trí ban đầu lúc này đèn sáng và ta cảm thấy như con lắc vẫn đang đứng yên tại đó.

$$T_0 = nT \text{ với } n = 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{Vì } T_0 < 1 \text{ mà } T = 0,82 \text{ s} \Rightarrow n = 1 \Rightarrow T_0 = T = 0,82 \text{ s.}$$

3.3

Chiều dài con lắc tăng thêm một đoạn $\Delta l \Rightarrow$ chu kỳ của con lắc $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l+\Delta l}{g}} > T_0$

Chu kỳ ta nhìn thấy con lắc dao động khi đèn nhấp nháy

$$T_{bk} = nT_0 = (n-1)T'$$

$$\Rightarrow n = \frac{T_{bk}}{T_0} = 83$$

$$\Rightarrow T' = \frac{T_{bk}}{82} = 0,83 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \Delta l = \frac{T'^2}{4\pi^2} g - l = 4,125 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,125 \text{ mm}$$

Câu 4

4.1.a Trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 sóng truyền được một đoạn 10 cm

$$\text{Tốc độ truyền sóng là } v = \frac{s}{t_2 - t_1} = \frac{10}{0,01} = 1000 \text{ cm/s} = 10 \text{ m/s.}$$

4.1.b Bước sóng là: $\lambda = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$

$$\text{Tần số sóng: } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{10}{0,8} = 12,5 \text{ Hz}$$

$$\text{Tần số góc: } \omega = 2\pi f = 25\pi \text{ rad/s}$$

Từ đồ thị ta thấy tại thời điểm t_2 điểm M có vị trí cân bằng cách vị trí cân bằng của điểm đang ở đỉnh sóng phía sau nó một khoảng $\frac{\lambda}{8} \Rightarrow$ M có li độ $u = 2\sqrt{2} \text{ cm}$ và đang đi xuống

$$\Rightarrow v_M = -\frac{\sqrt{2}}{2} \omega A = -50\sqrt{2}\pi \text{ cm/s}$$

4.2.a Vì giữa N và trung trực của AB có 4 vân cực tiểu giao thoa nên N nằm trên vân giao thoa cực đại ứng với $k = 4$

$$\Rightarrow \text{Bước sóng } \lambda = \frac{d_2 - d_1}{k} = \frac{42 - 30}{4} = 3 \text{ cm}$$

4.2.b Xét điểm P trên đoạn AI, cách A một khoảng d_1 , cách B một khoảng d_2 . P dao động với biên độ cực đại khi $d_2 - d_1 = k\lambda$

$$\text{Mà } BI - AI \leq d_2 - d_1 < AB$$

$$\Rightarrow -2,3 \leq k < 7,6$$

$$\Rightarrow k = \{-2; -1; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7\}$$

Trên AI có 10 điểm dao động với biên độ cực đại

$\Rightarrow$ Trên đường tròn tâm O bán kính 10 cm có 20 điểm dao động với biên độ cực đại

4.2.c Xét điểm Q trên Ax cách A khoảng d_1 , cách B khoảng d_2

Q dao động với biên độ cực đại khi

$$d_2 - d_1 = k\lambda$$

Điểm Q càng xa A thì $d_2 - d_1$ càng nhỏ

$$\text{Ta có } d_2 - d_1 > -AB \cdot \cos 60^\circ$$

$$\Rightarrow k > -3,8$$

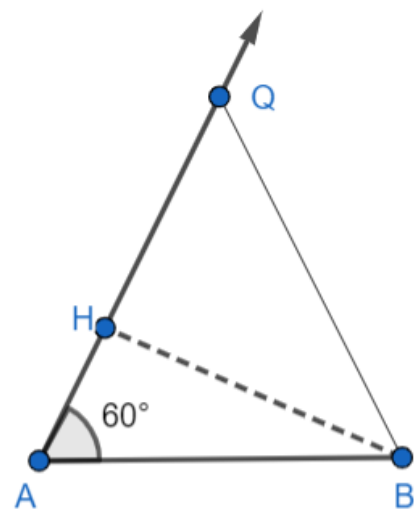
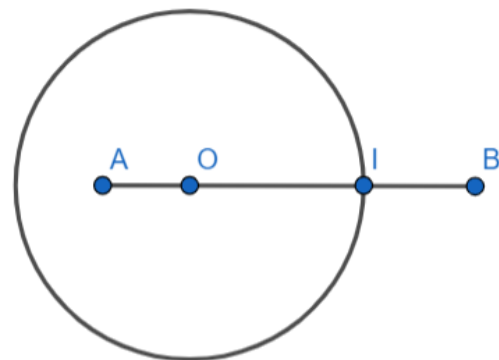
$\Rightarrow$ Điểm dao động với biên độ cực đại xa A nhất nằm trên Ax thuộc cực đại ứng với $k = -3$

$$d_2 - d_1 = -3,3$$

$$\Rightarrow \sqrt{23^2 + d_1^2} - 2 \cdot 23 \cdot d_1 \cdot \cos 60^\circ - d_1 = -9$$

$$\Rightarrow d_1 = 89,6 \text{ cm}$$

Vậy điểm dao động với biên độ cực đại xa A nhất trên Ax cách A 89,6 cm



Câu 5

5.1 Từ đồ thị ta thấy chu kì $T = 20 \text{ ms} = 0,02 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi \text{ rad/s}$.

Dung kháng của tụ điện là: $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 100 \Omega$

5.2 Từ giản đồ vectơ ta thấy u_{AN} sớm pha hơn u_{MB} , u_{MB} sớm pha hơn u_{NB} . Kết hợp với đồ thị ta có biểu thức các điện áp

$$u_{AN} = 200 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ V}$$

$$u_{MB} = U_{0_{MB}} \cos 100\pi t \text{ V}$$

$$u_{NB} = 200 \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ V}$$

Trên giản đồ vectơ ta thấy $AN = NB$ đồng thời góc $\widehat{ANB} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow$ Tam giác ANB là tam giác đều

$\Rightarrow U_{0_{AB}} = 200 \text{ V}$; u_{AB} trễ pha $\frac{\pi}{3}$ so với u_{AN}

$$\Rightarrow u_{AB} = 200 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ V}$$

5.3 AH là đường cao cũng là trung tuyến nên $U_L = \frac{1}{2} U_C$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{1}{2} Z_C = 50 \Omega \Rightarrow L = \frac{1}{2\pi} H$$

Ta thấy u_{MB} vuông pha với $u_{AN} \Rightarrow BM$ vừa là đường cao cũng là trung tuyến $\Rightarrow M$ là trọng tâm tam giác

$$\Rightarrow U_R = \frac{2}{3} U_C \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow R = \frac{\sqrt{3}}{3} Z_C = \frac{100\sqrt{3}}{3} \Omega$$

