



ĐỀ CHÍNH THỨC

Đề này có 03 trang.

Lưu ý : Thí sinh làm mỗi câu trên một hay nhiều tờ giấy riêng và ghi rõ câu số mấy ở trang 1 của mỗi tờ giấy làm bài.

Câu 1: (5,0 điểm)

a. Một ruột viết chì đồng chất khối lượng m , chiều dài L , được đặt thẳng đứng với đầu nhọn cố định trên mặt sàn nằm ngang, thả nhẹ thì nó đổ xuống. Tính tốc độ góc và gia tốc góc của ruột viết chì ngay trước khi nó chạm sàn.

b. Cho một thanh nhẹ nằm ngang, chiều dài ℓ . Đặt đầu nhọn của ruột viết chì tại một đầu của thanh ngang sao cho ruột viết chì cân bằng trong mặt phẳng thẳng đứng. Tại thời điểm ban đầu, ruột viết chì hợp với phương thẳng đứng một góc θ_0 đủ nhỏ và tốc độ góc ban đầu là ω_0 cũng đủ nhỏ. Gọi $\theta(t)$ là góc hợp bởi ruột viết chì và phương thẳng đứng tại thời điểm t . Viết biểu thức góc nhỏ $\theta(t)$ theo thời gian.

Biết nghiệm của phương trình vi phân $x'' - \omega^2 x = 0$ có dạng là $x = Ae^{\omega t} + Be^{-\omega t}$, với A và B là các hằng số phụ thuộc vào các điều kiện ban đầu.

c. Ta có thể giữ ruột viết chì thẳng bằng thẳng đứng trên đầu của thanh ℓ trong bao lâu? Câu hỏi này có thể được trả lời bằng việc sử dụng nguyên lý bất định Heisenberg: “không thể xác định đồng thời cả vị trí và động lượng của hạt với độ chính xác như nhau: $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$ ($\hbar = 1,06 \cdot 10^{-34}$ Js là hằng số Plank)”. Hệ quả là ruột viết chì chỉ được giữ thẳng bằng không lâu hơn một khoảng thời gian t_{\max} nào đó. Theo điều kiện ban đầu ở câu b, hệ thức của nguyên lý bất định là $(\ell \theta_0) \cdot (m \ell \omega_0) \geq \hbar$. Cho $m = 0,01$ kg; $\ell = 0,1$ m và $g = 10$ m/s². Tìm thời gian cực đại t_{\max} mà ta có thể giữ được ruột viết chì thẳng bằng.

Câu 2: (5,0 điểm)

Một đĩa tròn đồng chất, khối lượng m , bán kính R , có thể quay quanh trục cố định nằm ngang đi qua tâm O của đĩa. Hai lò xo có độ cứng k_1, k_2 , một đầu gắn cố định một đầu gắn vào điểm A của vành đĩa như hình 1. Khi OA thẳng đứng thì hai lò xo có chiều dài tự nhiên.

Xoay đĩa sao cho OA hợp với phương thẳng đứng một góc nhỏ α_0 rồi thả tay. Coi lò xo luôn có phương nằm ngang và khối lượng của lò xo là không đáng kể.

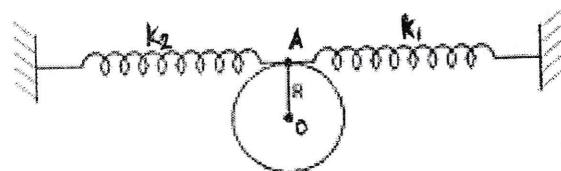
a. Bỏ qua mọi sức cản và ma sát. Tính chu kì dao động của vật.

b. Thực tế luôn tồn tại lực cản của không khí và ma sát với trục quay của đĩa. Coi momen cản M_c có biểu thức là

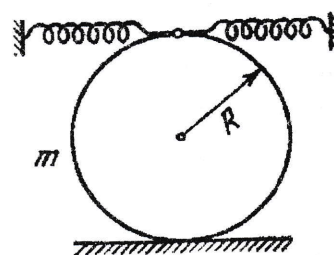
$$M_c = \frac{(k_1 + k_2)R^2}{10^4}, \text{ và cho rằng khi đĩa ngừng dao động thì}$$

OA thẳng đứng. Tính số dao động đĩa thực hiện được trong trường hợp $\alpha_0 = 0,1$ rad.

c. Hệ bây giờ được đặt lên một mặt phẳng nằm ngang và kích thích cho m thực hiện dao động bé như hình 2. Tìm chu kì dao động của đĩa trong trường hợp đĩa không trượt.



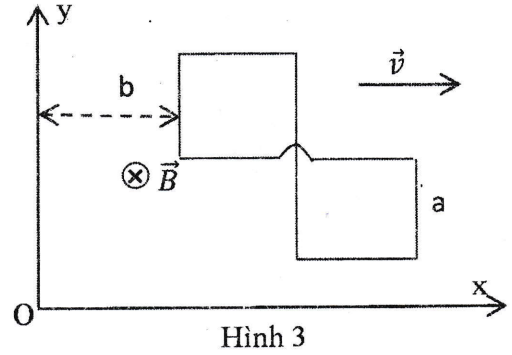
Hình 1



Hình 2

Câu 3: (5 điểm)

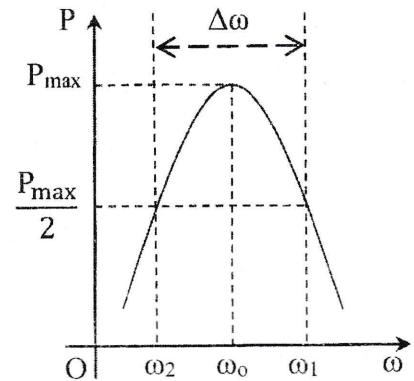
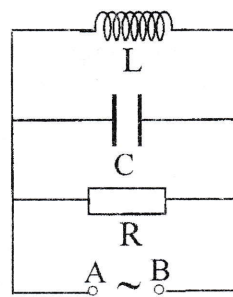
Dùng một dây dẫn điện dài 8 m uốn thành một khung dây kín gồm hai hình vuông giống nhau cạnh a như hình 3. Cho khung dây chuyển động thẳng đều với tốc độ v dọc theo trục Ox và đi vào vùng không gian có một từ trường luôn hướng về trục Oz , độ lớn biến thiên theo quy luật $B = B_0(1 + \alpha x)$ với $B_0 = 5 \text{ T}$; $\alpha = 2 \text{ m}^{-1}$. Khi khung cách Oy một đoạn $b = 15 \text{ m}$ thì khung dây bị đứt do sự tỏa nhiệt của dòng điện trong khung. Cho rằng thời gian của quá trình nóng chảy của vật liệu làm khung là $t = 0,01 \text{ s}$. Hãy tính tốc độ chuyển động v của khung dây.



Biết vật liệu làm khung có khối lượng riêng là $D = 11300 \text{ kg/m}^3$, nhiệt dung riêng $c = 130 \text{ J/kg.K}$, điện trở suất $\rho = 2,2 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$, nhiệt độ nóng chảy $t_c = 327^\circ \text{C}$, nhiệt nóng chảy là nhỏ có thể bỏ qua. Nhiệt độ ban đầu của khung là $t_0 = 100^\circ \text{C}$.

Bài 4: (5,0 điểm)

Cho mạch điện gồm cuộn dây thuần cảm với $L = \frac{20}{3} \mu\text{H}$; tụ $C = 7 \mu\text{F}$ và điện trở $R = 100 \Omega$ được mắc như sơ đồ mạch điện trong hình 4. Đặt vào hai đầu A, B một nguồn điện xoay chiều có tần số và điện áp hiệu dụng thay đổi được nhưng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính luôn được giữ không đổi.



Hình 4

a. Gọi ω_0 là tần số góc ứng với công suất cực đại P_{\max} . Tính ω_0 .

b. Gọi $\Delta\omega$ là bề rộng nửa đỉnh (*bandwidth*) của đồ thị $P(\omega)$ trong hình 4. Để đo độ nhọn của đỉnh người ta sử dụng khái niệm hệ số phẩm chất Q (Q – factor) với $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$. Hãy tính hệ số Q này.

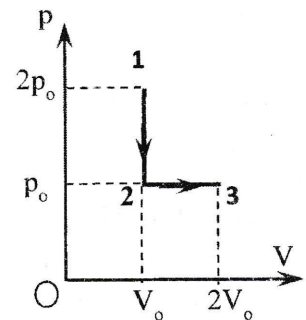
Câu 5: (5,0 điểm)

Cho một mol khí CO_2 có áp suất ban đầu p_0 và thể tích ban đầu V_0 , thực hiện chu trình như đồ thị hình 5 (1-2: đẳng tích, 2-3: đẳng áp). Xem CO_2 là khí thực tuân theo phương trình Van der Waals:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)V = RT, \text{ trong đó hằng số } a = 36p_0V_0^2. \text{ Biết rằng nội}$$

năng của một mol khí thực được tính bởi công thức $U = C_V T - \frac{a}{V}$.

Hãy lập tỷ số công do khí thực hiện và nhiệt lượng mà khí trao đổi với môi trường xung quanh.



Hình 5

Bài 6: (5,0 điểm)

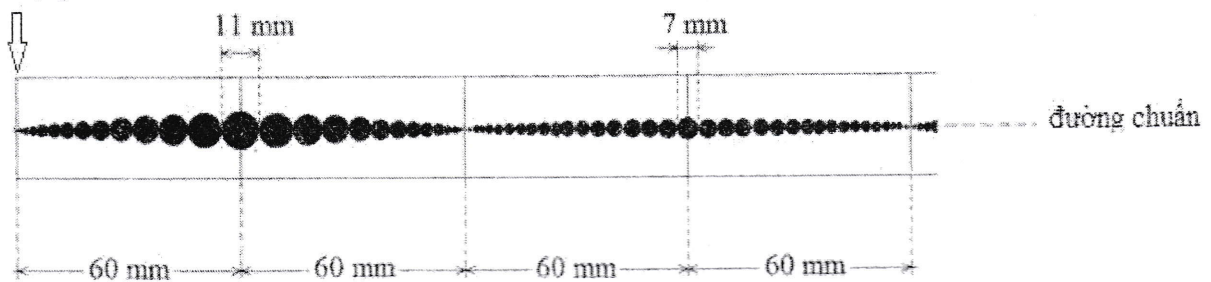
Một nhóm học sinh chế tạo máy để ghi nhận dao động có cấu tạo đơn giản gồm một thấu kính hội tụ có tiêu cự là 30 mm, đường kính rìa là 77 mm và một nguồn sáng điểm S nằm trên trục chính của thấu kính. Màn hứng ảnh phía sau thấu kính là một dải phim được làm từ vật liệu nhạy sáng. Phim được đặt vuông góc với trục chính của thấu kính, cách thấu kính 45 mm và được cuộn với tốc độ 120 mm/s theo phương ngang, vuông góc với trục chính của thấu kính.

a. Để chuẩn máy, một học sinh đã điều chỉnh vị trí của S trên trục chính sao cho ảnh ghi được trên phim là một đường thẳng nằm ngang (gọi là đường chuẩn). Hãy tính khoảng cách từ S đến thấu kính.

b. Khi đặt máy lên một màng rung để ghi nhận dao động của màng, nguồn sáng S sẽ thực hiện dao động điều hòa. Khi đó, trên phim, ta thu được hình ảnh như trên hình 6. Hình ảnh này được lặp đi lặp lại một cách tuần hoàn. Dựa vào hình ảnh trên phim, hãy xác định:

- Phương dao động của S.
- Phương trình dao động của S. Chọn chiều dương là chiều truyền của ánh sáng.

thời điểm S bắt đầu
dao động



Hình 6

– HẾT –

Họ tên thí sinh: Nguyễn Diệu Ai'

Số báo danh: 11.9001



ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 1:

a. Bảo toàn cơ năng: $mgL/2 = I\omega^2/2$ và $I = mL^2/3$. Tốc độ góc $\omega = \sqrt{\frac{3g}{L}}$	0,5 điểm
Định luật II Newton: $M_p = I\gamma$; ta dễ dàng suy ra $\gamma = (3g)/(2L)$	0,5 điểm
b. $F = mg\sin\theta \approx mg\theta = ma$. Suy ra $\theta'' = (g/l).\theta$ đặt $\omega^2 = g/l$.	0,5 điểm
Nghiệm tổng quát của phương trình là $\theta(t) = A.e^{\omega t} + B.e^{-\omega t}$.	0,5 điểm
$\theta(0) = \theta_0$ suy ra $A + B = \theta_0$, hay $\theta'(0) = \omega_0$, suy ra $(A - B).\omega = \omega_0$.	0,5 điểm
Giải tìm A và B, cuối cùng ta có $\theta(t) = \frac{1}{2}(\theta_0 + \omega_0/\omega)e^{\omega t} + \frac{1}{2}(\theta_0 - \omega_0/\omega)e^{-\omega t}$.	0,5 điểm
c. Các hằng số A và B nhỏ vào cỡ $\sqrt{\hbar}$. Như vậy theo thời gian số hạng e mũ dương sẽ tăng nhanh đến θ cỡ là 1 và số hạng e mũ âm trở thành không đáng kể, nên ta sẽ bỏ qua số hạng này. Do vậy: $\theta(t) \approx \frac{1}{2}(\theta_0 + \omega_0/\omega)e^{\omega t}$.	0,5 điểm
Mục tiêu của ta là giữ sao cho θ nhỏ lâu nhất có thể. Từ đó ta muốn hệ số của số hạng e mũ phải cực tiểu. Từ nguyên lý bất định ta có $(l\theta_0).(m\ell\omega_0) \geq \hbar$ suy ra $\omega_0 \geq \hbar/(m\ell^2\theta_0)$.	0,5 điểm
Thay vào biểu thức trên ta có $\theta(t) \geq \frac{1}{2}(\theta_0 + \hbar/(\omega m\ell^2\theta_0))e^{\omega t}$. Tại thời điểm $t = 0$ thì $\theta(0) = \theta_0$ thay vào trên ta có $\theta_0 = \sqrt{\frac{\hbar}{\omega m\ell^2}}$ thay ngược lại ta có $\theta(t) \geq \sqrt{\hbar/(\omega m\ell^2)}e^{\omega t}$.	0,5 điểm
Khi $\theta \approx 1$ và sử dụng $\omega^2 = g/\ell$ cuối cùng ta có $t \leq \frac{1}{4}\sqrt{\frac{\ell}{g}}\ln\left(\frac{m^2\ell^3g}{\hbar^2}\right)$.	0,25 điểm
Thay số ta có $t \leq 3,56$ s. Vậy ta không thể nào giữ thăng bằng ruột viết chì quá 3,56 giây	0,25 điểm



ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 2:

<p>a. Chọn chiều dương là chiều quay đĩa. Đĩa quay một góc nhỏ α thì A dịch chuyển một đoạn $R\alpha$ $\rightarrow F_{dh} = F_{dh1} + F_{dh2} = (k_1 + k_2) R\alpha$</p>	0,5 điểm
<p>Đĩa chịu tác dụng của mômen lực $M = - (k_1 + k_2) R^2 \alpha$ Đĩa đồng chất, bán kính R có mômen quán tính $I = mR^2/2$ Áp dụng phương trình chuyển động quay của vật rắn quanh một trục ta có: $M = I\gamma$ với $\gamma = \alpha''$ Thay biểu thức của M và I vào phương trình ta có: $-(k_1 + k_2) R^2 \alpha = \frac{mR^2}{2} \alpha''$$\alpha'' + \frac{2(k_1 + k_2)}{m} \alpha = 0$</p>	0,5 điểm
<p>Vật m dao động điều hòa với chu kì $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2(k_1 + k_2)}}$</p>	0,5 điểm
<p>b. Xét một lần đoạn OA đi qua vị trí thẳng đứng. Gọi α_1, α_2 là biên độ góc về hai phía so với đường thẳng đứng. Biến thiên cơ năng của hệ là: $\Delta W = \frac{1}{2} (k_1 + k_2) R^2 (\alpha_2^2 - \alpha_1^2)$</p>	0,5 điểm
<p>Công của mômen cản: $A_c = - M_c(\alpha_1 + \alpha_2) = - \frac{(k_1 + k_2) R^2}{10^4} (\alpha_1 + \alpha_2)$</p>	0,5 điểm
<p>Theo định lí biến thiên cơ năng ta có $\Delta W = A_c$ $\alpha_1 - \alpha_2 = \frac{1}{5000}$</p>	0,5 điểm
<p>Số dao động vật thực hiện được: $\frac{\alpha_0}{2(\alpha_1 - \alpha_2)} = 250$</p>	0,5 điểm
<p>c. Điểm tiếp xúc của đĩa với sàn trở thành tâm quay tức thời. Nếu α là góc nhỏ ta có năng lượng $\frac{1}{2} I \alpha'^2 + \frac{1}{2} k_1 (2R\alpha)^2 + \frac{1}{2} k_2 (2R\alpha)^2 = \text{const.}$</p>	0,5 điểm
<p>Lấy đạo hàm ta có $I \alpha'' + 4R^2 (k_1 + k_2) \alpha = 0.$ Với $I = \frac{3}{2} mR^2$</p>	0,5 điểm
<p>Ta có phương trình vi phân điều hòa là: $\alpha'' + \omega^2 \alpha = 0$ Suy ra đĩa dao động điều hòa với $\omega^2 = \frac{8}{3} \frac{k_1 + k_2}{m}$ và $T = 2\pi/\omega$.</p>	0,5 điểm



ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

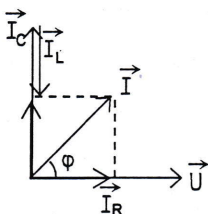
Câu 3:

Suất điện động cảm ứng qua các thanh song song với dây thẳng : $B_1 = B_0(1 + \alpha b)$ $\rightarrow E_1 = B_1 v a = B_0 v a(1 + \alpha b)$	0,25 điểm 0,5 điểm
$B_2 = B_0[1 + \alpha(b + a)]$ $\rightarrow E_2 = B_2 v a = B_0 v a[1 + \alpha(b + a)]$	0,25 điểm 0,5 điểm
$B_3 = B_0[1 + \alpha(b + 2a)]$ $\rightarrow E_3 = B_3 v a = B_0 v a[1 + \alpha(b + 2a)]$	0,25 điểm 0,5 điểm
Cường độ dòng điện trong khung: $I = \frac{E_1 - E_2 + E_3}{R} = \frac{B_0 v a[1 + \alpha(a + b)]}{R}$	0,75 điểm
Tốc độ của của khung cần tìm: $Q = I^2 R t = m c \Delta t$	0,5 điểm
Suy ra $v = \frac{\sqrt{R m c \Delta t}}{\sqrt{t} B_0 a [1 + \alpha(a + b)]} = \frac{8}{B_0 [1 + \alpha(a + b)]} \sqrt{\frac{D \rho c \Delta t}{t}}$	0,75 điểm
Thay số vào ta được: $v = 4,15 \text{ m/s}$	0,75 điểm



ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 4:

$\vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C \Rightarrow I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = U^2 \left[\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right)^2 \right]$ 	0,5 điểm
<p>Ta có $P = R.I_R^2 = \frac{U^2}{R} = \frac{I^2}{R \left[\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right)^2 \right]}$</p>	0,5 điểm
<p>Để P_{\max} khi $\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} = 0 \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 0,146 \cdot 10^6 \text{ (rad/s)}$</p>	0,5 điểm
<p>$\Rightarrow P_{\max} = R.I^2$</p>	0,5 điểm
<p>Mặt khác: $P = \frac{I^2}{R \left[\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L} \right)^2 \right]} = \frac{RI^2}{2}$</p>	0,5 điểm
$\begin{cases} \frac{1}{R} = \frac{1}{\omega L} - \omega C \\ \frac{1}{R} = -\frac{1}{\omega L} + \omega C \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} RLC\omega^2 + L\omega - R = 0 \quad (1) \\ RLC\omega^2 - L\omega - R = 0 \quad (2) \end{cases}$	0,5 điểm
<p>(1) giải ra và loại nghiệm âm, ta được : $\Delta = L^2 + 4R^2LC \Rightarrow \omega = \frac{-L + \sqrt{\Delta}}{2RLC}$</p>	0,5 điểm
<p>2) giải ra và loại nghiệm âm, ta được : $\Delta = L^2 + 4R^2LC \Rightarrow \omega = \frac{L + \sqrt{\Delta}}{2RLC}$</p>	0,5 điểm
<p>$\omega_1 = \frac{L + \sqrt{\Delta}}{2RLC}$ và $\omega_2 = \frac{-L + \sqrt{\Delta}}{2RLC}$</p>	0,5 điểm
<p>$\frac{\omega_0}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{LC}}}{\frac{2L}{2RLC}} = R\sqrt{\frac{C}{L}} = 101$</p>	0,5 điểm



ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 5:

Quá trình 1-2: đẳng tích $A_{12} = p dV = 0$	0,5 điểm
$\left(p + \frac{a}{V_o^2}\right) V_o = RT \rightarrow V_o dp = R dT$	0,5 điểm
$dQ_{12} = dU_{12} = \frac{5}{2} R dT = \frac{5}{2} V_o dp$	0,5 điểm
$\rightarrow Q_{12} = \int_{2p_o}^{p_o} \frac{5}{2} V_o dp = -\frac{5}{2} p_o V_o$	0,5 điểm
Quá trình 2-3: đẳng áp $\left(p_o + \frac{a}{V^2}\right) V = RT \rightarrow \left(p_o - \frac{a}{V^2}\right) dV = R dT$	0,5 điểm
$dA_{23} = p_o dV \rightarrow A_{23} = p_o V_o$	0,5 điểm
$dU_{23} = \frac{5}{2} R dT + \frac{a}{V^2} dV$	0,5 điểm
$\rightarrow dQ_{23} = p_o dV + \frac{5}{2} \left(p_o - \frac{a}{V^2}\right) dV + \frac{a}{V^2} dV = \left(\frac{7}{2} p_o - \frac{3}{2} \frac{a}{V^2}\right) dV$	0,5 điểm
$\rightarrow Q_{23} = \int_{V_o}^{2V_o} \left(\frac{7}{2} p_o - \frac{3}{2} \frac{a}{V^2}\right) dV = -\frac{47}{2} p_o V_o$	0,5 điểm
Tỷ số: $\frac{A}{Q_{12} + Q_{23}} = -\frac{1}{26}$	0,5 điểm



ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 6:

Để hình ảnh ghi nhận được trên phim là một đường thẳng thì vật sáng để lại trên phim phải là một điểm sáng.	0,5 điểm
→ $d' = 45 \text{ mm}$.	0,25 điểm
→ $d = 90 \text{ mm}$.	0,25 điểm
b) Vật sáng trên màn không bị lệch theo phương thẳng đứng mà chỉ có kích thước thay đổi có tính lặp đi lặp lại theo chu kì. → S có phương dao động nằm trên trục chính của thấu kính.	0,5 điểm
→ chu kỳ dao động là $T = 240 / 120 = 2 \text{ s}$.	0,25 điểm
→ tần số góc là $\omega = \pi \text{ rad/s}$	0,25 điểm
Tam giác đồng dạng: $\frac{x_1}{77} = \frac{d'_1 - 45}{d'_1} \rightarrow d'_1 = \frac{45}{\left(1 - \frac{x_1}{77}\right)}$ và $\frac{x_2}{77} = \frac{45 - d'_2}{d'_2} \rightarrow d'_2 = 45 / \left(1 + \frac{x_2}{77}\right)$	0,5 điểm 0,5 điểm
+ Trường hợp 1: $x_1 = 11 \text{ mm}$ và $x_2 = 7 \text{ mm}$ → $d'_1 = 52,5 \text{ mm}$ và $d'_2 = 41,25 \text{ mm}$ → $d_1 = 70 \text{ mm}$ và $d_2 = 110 \text{ mm}$	0,25 điểm



ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 6: (tiếp theo)	
<p>→ S dao động với vị trí cân bằng là cách thấu kính 90 mm và biên độ dao động là 20 mm</p> <p style="text-align: center;"> </p>	0,25 điểm
<p>+ Trường hợp 2: $x_1 = 7 \text{ mm}$ và $x_2 = 11 \text{ mm}$ → $d'_1 = 49,5 \text{ mm}$ và $d'_2 = 39,375 \text{ mm}$ → $d_1 = 76 \text{ mm}$ và $d_2 = 126 \text{ mm}$</p>	0,25 điểm
<p>→ độ dời của S khi ra xa thấu kính (36 mm) lớn hơn độ dời của S khi lại gần thấu kính (14 mm) nên dao động của S không phải là dao động điều hòa.</p> <p style="text-align: center;"> </p>	0,25 điểm
Vậy S sẽ chuyển động lại gần thấu kính trước tức là đi ra biên âm nên pha ban đầu của dao động là $\varphi = \pi/2$	0,5 điểm
Phương trình dao động của S: $x = 2\cos(\pi t + \pi/2) \text{ (cm)}$	0,5 điểm