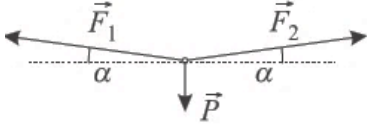
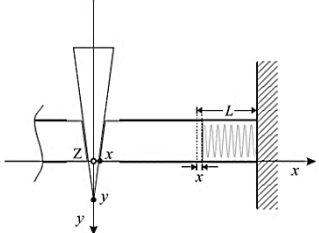
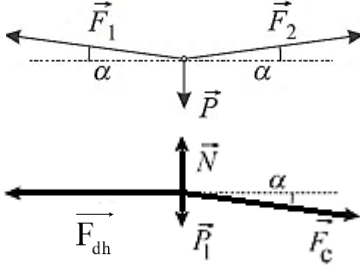


ĐỀ CHÍNH THỨC

ĐÁP ÁN VÀ THANG ĐIỂM

Câu 1 (5,0 điểm):

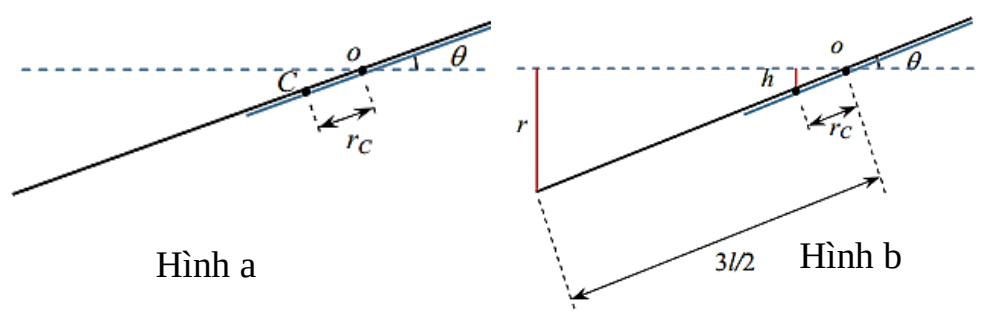
Nội dung	Thang điểm
1) - Chọn trục Ox, Oy như hình vẽ (O trùng vị trí của Z lúc $t = 0$) - Vì lý do đối xứng, chúng ta sẽ chỉ vẽ đến lò xo bên phải 	0,25
Điều kiện cân bằng cho nêm $\vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$	0,25
$\begin{aligned} \xrightarrow{Ox} & -F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \alpha = 0 \\ \xrightarrow{Oy} & -F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \alpha + P = 0 \end{aligned}$	0,5
$\Rightarrow F_1 = F_2 = \frac{Mg}{2 \sin \alpha} \approx 19,15N$	0,25
2) 	0,25

Điều kiện cân bằng cho pittông bên phải $\vec{P}_1 + \vec{F}_C + \vec{F}_{dh} + \vec{N} = \vec{0}$ $\vec{F}_1 = -\vec{F}_C$	0,25	
$\xrightarrow{Ox} -F_{dh} + F_C \cos \alpha = 0$ $\xrightarrow{Oy} -N + mg + F_C \sin \alpha = 0$	0,5	
$\Rightarrow \Delta \ell_{cb} = \frac{F_C \cos \alpha}{k} = \frac{Mg}{2k \tan \alpha} \simeq 2,37 \text{cm}$	0,25	
3) a. + Ngay khi ném được thả nhẹ thì các lò xo chưa bị biến dạng. Áp dụng Định luật II Niu-tơn cho ném $\vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = M\vec{a}_1$ $\xrightarrow{Ox} -F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \alpha = 0$ $\xrightarrow{Oy} -F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \alpha + P = Ma_1$		0,25
Áp dụng Định luật II Niu-tơn cho pittông bên phải $\vec{P}_1 + \vec{F}_C + \vec{F}_{dh} + \vec{N} = m\vec{a}_2 ; \vec{F}_1 = -\vec{F}_C$ $\xrightarrow{Ox} -F_{dh} + F_C \cos \alpha = ma_2$ $\xrightarrow{Oy} -N + mg + F_C \sin \alpha = 0$	0,25	
Quan hệ độ dịch chuyển của ném (y) và pittông (x): $\tan \alpha = \frac{x}{y} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{a_2}{a_1}$	0,25	
Thay vào các phương trình trên $\Rightarrow F_C = \frac{Mmg \sin \alpha}{M \cos^2 \alpha + 2m \sin^2 \alpha} \simeq 0,2619 \text{N}$	0,25	
$N = mg \left(\frac{M + 2m \sin^2 \alpha}{M \cos^2 \alpha + 2m \sin^2 \alpha} \right) \simeq 2,034 \text{N}$	0,25	
3) b. + Tương tự trên, ta được các phương trình $\begin{cases} -F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \alpha + P = Ma_1 \\ -F_{dh} + F_C \cos \alpha = ma_2 \end{cases}$ $\tan \alpha = \frac{x}{y} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{a_2}{a_1} = \frac{x''}{y''} ; \vec{F}_1 = -\vec{F}_C$	0,25	

$\Rightarrow \begin{cases} -F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \alpha + P = My'' \\ -kx + F_C \cos \alpha = mx'' \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2F_C \sin \alpha + Mg = My'' \\ -ky \tan \alpha + F_C \cos \alpha = m(\tan \alpha)y'' \end{cases}$	0,25
$y'' = -\frac{2k \tan^2 \alpha}{M + 2m \tan^2 \alpha} \left(y - \frac{Mg}{2k \tan^2 \alpha} \right)$	0,25
Vật nêo dao động điều hòa với tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{2k \tan^2 \alpha}{M + 2m \tan^2 \alpha}} \approx 7,4(\text{rad / s})$	0,25
Biên độ dao động: $A = \frac{Mg}{2k \tan^2 \alpha} = 0,18\text{m}$	0,25

Câu 2 (5,0 điểm):

Nội dung	Thang điểm
1) a. Momen quán tính của tay cầm quanh trục là: $J_1 = 2 \left[\frac{1}{12} m(2l)^2 + m \left(\frac{l}{2} \right)^2 \right] = \frac{7}{6} ml^2$	0,25
Momen quán tính của tấm xung quanh trục là: $J_2 = \frac{1}{12} 2ml^2 = \frac{1}{6} ml^2$	0,25
Momen quán tính của toàn bộ tấm và tay cầm quanh trục là: $J = J_1 + J_2 = \frac{7}{6} ml^2 + \frac{1}{6} ml^2 = \frac{4}{3} ml^2 \quad (1)$	0,25
b. Khoảng cách từ khối tâm của tay cầm và tấm tới trục r_C (xem hình a) là: $r_C = \frac{2m \frac{l}{2}}{4m} = \frac{l}{4} \quad (2)$	0,25
Gọi vận tốc góc tức thời trước khi tay cầm va chạm với mặt đất là ω , theo định luật bảo toàn năng lượng: $\frac{1}{2} J\omega^2 = 4mgh \quad (3)$. Trong đó h là khoảng cách tại đó khối tâm của tay cầm và toàn bộ tấm được hạ xuống (xem hình b).	0,5

 Hình a Hình b	0,25
Ta có: $\frac{h}{r_C} = \frac{r}{3l/2}$. Thay (2) vào ta có: $h = \frac{2r}{3l} \frac{l}{4} = \frac{r}{6}$.	0,5
Từ (1) và (3) ta có: $\omega = \frac{\sqrt{gr}}{l}$ (4).	0,25
2) Ngay trước khi tay cầm va chạm mặt đất, vận tốc của khối tâm của tay cầm và tấm là: $v_{C1} = \omega r_C = \frac{\sqrt{gr}}{l} \frac{l}{4} = \frac{\sqrt{gr}}{4}$ Ta có các mối liên hệ hình học: $\sin \theta = \frac{2r}{3l}, \cos \theta = \frac{\sqrt{9l^2 - 4r^2}}{3l}$	0,25
Các thành phần của vận tốc khối tâm của tay cầm và tấm ngay trước khi va chạm (chọn chiều dương của trục từ đầu tay cầm về phía trước tay cầm): $v_{C1x} = v_{C1} \sin \theta = \frac{\sqrt{gr}}{4} \frac{2r}{3l} = \frac{r\sqrt{gr}}{6l} \quad (6); \text{ (thành phần nằm ngang)}$ $v_{C1y} = -v_{C1} \cos \theta = -\frac{\sqrt{gr}}{4} \frac{\sqrt{9l^2 - 4r^2}}{3l} = -\frac{\sqrt{gr(9l^2 - 4r^2)}}{12l} \quad (12); \text{ (thành phần thẳng đứng)}$	0,75
Áp dụng định lý biến thiên động lượng cho hệ trục, tay cầm, tấm và bánh xe (có thể được coi là một vật thể) theo hướng ngang và thẳng đứng tương ứng: $\int_0^{\Delta t} (-\mu N') dt = 6mv_0 - 4mv_{C1x} \quad (7);$ $\int_0^{\Delta t} N' dt = 0 - (-4mv_{C1y}) \quad (8)$ trong đó, Δt là thời gian va chạm, N' là tổng phản lực của mặt đất theo hướng thẳng đứng trong quá trình va chạm, vận tốc theo phương ngang của hệ tại thời điểm sau va chạm là v_0 ($v_0 > 0$)	0,5

Ta có thể thấy là xung ở bên trái của phương trình (8) không thể bằng 0, do đó xung ở bên trái của phương trình (7) không thể bằng 0. Từ (7), (8) ta có: $6mv_0 = 4mv_{C1x} - \mu 4mv_{C1y} = 4mv_{C1} \sin \theta - \mu 4mv_{C1} \cos \theta$	0,25
Suy ra: $v_0 = \frac{2}{3}(\sin \theta - \mu \cos \theta)v_{C1} = \frac{2}{3}(\sin \theta - \mu \cos \theta)\frac{\sqrt{gr}}{4} = (\sin \theta - \mu \cos \theta)\frac{\sqrt{gr}}{6}$;	0,5
- Khi $\mu \geq \tan \theta = \frac{2r}{\sqrt{9l^2 - 4r^2}}$ thì hệ đứng yên. (9)	0,25

Câu 3 (5,0 điểm)

Nội dung	Thang điểm
1) Sự phân bố điện tích trong đám mây sét hình trụ có thể được coi là một tụ điện hai bản song song. Điện dung của nó là $C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad (1)$ Trong đó: $S = \pi R^2$, $R = 2,5 \text{ km}$, $d = 1,0 \text{ km}$.	0,25
Hiệu điện thế giữa hai đầu trên và dưới của vùng là $U = Ed = 150 \text{ MV} \quad (2)$	0,25
Tổng lượng điện tích dương là $Q = CU = \frac{\epsilon_0 \pi R^2 U}{d} = 26 \text{ C} \quad (3)$	0,25
Tổng năng lượng mang theo là $W = \frac{1}{2}QU = 1,95 \cdot 10^9 \text{ J} \quad (4)$	0,25
2) Xét một vành tròn trên một đĩa tích điện có bán kính từ r' đến $r' + dr'$, mang điện tích: $dq = \sigma 2\pi r' dr'$ với $\sigma = \frac{Q}{\pi R^2}$ là mật độ điện tích trên bề mặt đĩa. Điện thế do vành tích điện tạo ra ở điểm cách đĩa một khoảng x trên trục trung tâm của đĩa (trục đi qua tâm của đĩa và vuông góc với đĩa) là $dU = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{r'^2 + x^2}} = \frac{\sigma r' dr'}{2\epsilon_0 \sqrt{r'^2 + x^2}}$	

Điện thế do toàn bộ đĩa tích điện gây ra ở cách đĩa một khoảng x trên trục trung tâm của đĩa là $U = \int_0^R dU = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \int_0^R \frac{r' dr'}{\sqrt{r'^2 + x^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \left(\sqrt{R^2 + x^2} - x \right)$	0,25
Điện trường do toàn bộ đĩa tích điện gây ra cách đĩa một khoảng x trên trục trung tâm của đĩa là $E = -\frac{dU}{dx} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$	0,25
Điện trường do đĩa tích điện âm của đám mây sét sinh ra tại mặt đất $x = h$ $E_- = \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}} \right)$ với h là chiều cao của đĩa tích điện âm	0,25
Điện trường do đĩa tích điện dương sinh ra tại mặt đất là (lúc này $x = h + d$): $E_+ = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{h+d}{\sqrt{R^2 + (h+d)^2}} \right)$	0,25
Coi mặt đất là một vật dẫn phẳng, áp dụng phương pháp ảnh điện, ta được điện trường tại mặt đất do các điện tích dương và âm sinh ra là $\begin{aligned} E_{total} &= 2(E_+ + E_-) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \left[\frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}} - \frac{h+d}{\sqrt{R^2 + (h+d)^2}} \right] \\ &= \frac{Q}{\varepsilon_0 \pi r^2} \left[\frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}} - \frac{h+d}{\sqrt{R^2 + (h+d)^2}} \right] \end{aligned} \quad (5)$	0,5
Thay thế dữ liệu $h = 6,0 \text{ km}$; $d = 1,0 \text{ km}$; $R = 2,5 \text{ km}$ và $Q = 26 \text{ C}$ ta được $E_{total} = -2,8 \text{ kV/m} \quad (6)$	0,25
Kết quả là âm, chứng tỏ rằng hướng của điện trường vuông góc với mặt đất và hướng lên trên.	0,25
3) Mật độ điện tích theo chiều dài của dòng kênh sét là $\eta = \frac{Q'}{h} = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ C/m} \quad (7)$ với $Q' = 2,5 \text{ C}$; $h = 6,0 \text{ km}$.	0,25
Sử dụng định lý Gauss, điện trường bên ngoài hệ điện tích hình trụ là $E_{r'} = \frac{\eta}{2\pi\varepsilon_0 r'} \quad (8)$ ở đây r' là khoảng cách đến trục của hình trụ.	0,25

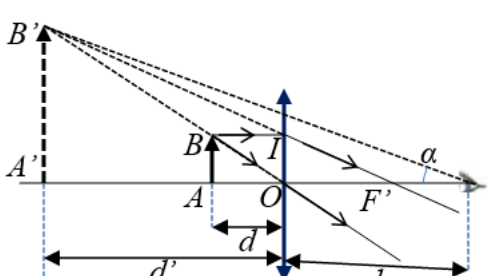
Điện trường bề mặt của kênh sét phải là điện trường đánh thủng, vì vậy đường kính của nó là: $D \approx \frac{\eta}{\pi \epsilon_0 E_0} = 5,0 \text{ m} \quad (9)$ Trong đó $E_0 = 3,0 \text{ MV/m}$ là điện trường đánh thủng của khí quyển.	0,5
Từ công thức (8), cường độ điện trường tại mặt của khối trụ ($r' = R$): $E_R = \frac{Q'}{2\pi \epsilon_0 h R}$ Trong khối trụ, tại vị trí cách trục đoạn r, cường độ điện trường là: $E_r = \frac{Q(r)}{2\pi \epsilon_0 h r}$ với $Q(r)$ là điện tích trong khối trụ có độ cao h, đồng trục với đường phóng điện ban đầu, bán kính đáy là r. Suy ra: $Q(r) = 2\pi \epsilon_0 h r E_r$ (10).....	0,5
Trong thể tích dV giới hạn bởi hai mặt trụ đồng trục có bán kính r và $r+dr$, chiều cao h chứa điện tích: $dQ(r) = 2\pi \epsilon_0 h (r \cdot dE_r + E_r dr)$ Mật độ điện tích được tính là: $\rho(r) = \frac{dQ(r)}{dV} = \frac{2\pi \epsilon_0 h (r \cdot dE_r + E_r dr)}{2\pi h r dr}$ Xét tại một điểm $dr \rightarrow 0$ nên $dE_r \rightarrow 0$ Mật độ điện tích trong khối trụ: $\rho(r) = \frac{\epsilon_0 E_r}{r}$ (11).....	0,5

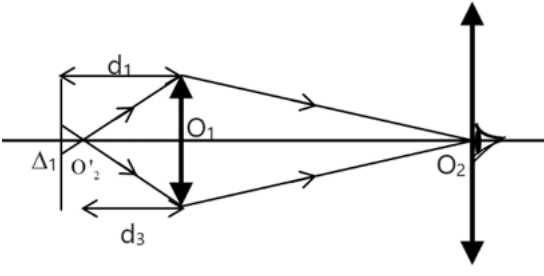
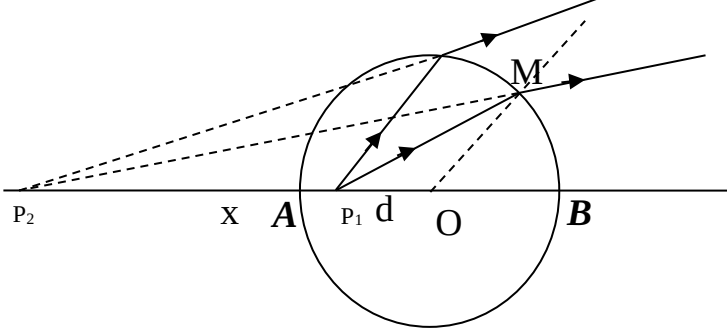
Câu 4 (5,0 điểm):

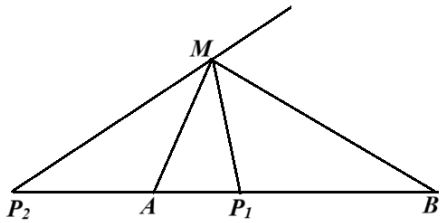
Nội dung	Thang điểm
1) Ta có từ thông qua mạch: $\Phi = NBS \cos \alpha$ Do dòng điện trong các vòng dây cùng chiều, từ trường đều, các đường sức song song với trục cuộn dây, nên $\cos \alpha = \pm 1$, ta chọn $\cos \alpha = 1$) Và $B = \mu_0 n i = \mu_0 \frac{N}{l} i$ Nên: $\Phi = N \mu_0 \frac{N}{l} i S = \mu_0 N^2 \frac{S}{l} i$	0,5
Mặt khác, từ thông qua cuộn dây là từ thông riêng: $\Phi = Li$ Vậy: $L = \mu_0 N^2 \frac{S}{l}$	0,5

2) a. Độ tự cảm của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp: $L_1 = \mu\mu_0 N_1^2 \frac{S}{l_1}; L_2 = \mu\mu_0 N_2^2 \frac{S}{l_2}$	0,5
Từ thông hồ cảm từ cuộn thứ cấp sang cuộn sơ cấp có thể tính theo hai cách $\Phi_{21} = M_{21} I_2$ và: $\Phi_{21} = N_1 S B_2 = N_1 S \mu\mu_0 \frac{N_2}{l_2} I_2$	0,5
Suy ra: $M_{21} = \mu\mu_0 N_1 N_2 \frac{S}{l_2} = \frac{N_1}{N_2} L_2$	0,5
Tương tự: $M_{12} = \mu\mu_0 N_1 N_2 \frac{S}{l_1} = \frac{N_2}{N_1} L_1$	0,5
2) b. Dòng điện trong cuộn sơ cấp và thứ cấp tương ứng là i_1 và i_2 Áp dụng định luật Kiecsop cho các mạch kín: + mạch cuộn sơ cấp: $U_{01} \cos \omega t - \frac{N_1}{N_2} M \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt} = 0 \quad (1).$ + mạch cuộn thứ cấp: $-\frac{N_2}{N_1} M \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt} = i_2 R \quad (2)$	0,5
Suy ra được: $U_{01} \cos \omega t = -\frac{N_1}{N_2} R i_2 \quad (3).$	
Thay $i_2 = I_{02} \cos(\omega t - \varphi_2)$, vào phương trình (3) viết được: $U_{01} \cos \omega t = -\frac{N_1}{N_2} R I_{02} \cos(\omega t - \varphi_2) \quad (4).$ $\varphi_2 = \pi; I_{02} = \frac{N_2 U_{01}}{N_1 R} \quad (5).$	0,5
Thay $i_1 = I_{01} \cos(\omega t - \varphi_1)$ vào phương trình (2) viết được: $\left[U_{01} - \frac{N_1}{N_2} M \omega I_{01} \sin \varphi_1 \right] \cos \omega t + \left[\frac{N_1}{N_2} M \omega I_{01} \cos \varphi_1 - \frac{N_2 M U_{01} \omega}{N_1 R} \right] \sin \omega t = 0 \quad (6).$	0,25
Tính được $\sin \varphi_1 = \frac{N_2 U_{01}}{N_1 M \omega I_{01}} \quad (7); \quad \cos \varphi_1 = \frac{N_2^2 U_{01}}{N_1^2 R I_{01}} \quad (8)$	0,25
Suy ra được: $I_{01} = \frac{N_2^2 U_{01}}{N_1^2 R} \sqrt{1 + \left(\frac{N_1 R}{N_2 M \omega} \right)^2} \quad (9).$	0,25
Suy ra được: $\frac{I_{01}}{I_{02}} = \frac{N_2}{N_1} \sqrt{1 + \left(\frac{N_1 R}{N_2 M \omega} \right)^2} \quad (10).$	0,25

Câu 5 (5,0 điểm):

Nội dung	Thang điểm
1) Vẽ hình 	0,25
Số bội giác: $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A'B'}{AB} \frac{D}{ d' + l} = k \frac{D}{ d' + l}$ Trong đó D là khoảng nhìn rõ ngắn nhất, k là độ phóng đại ảnh, l là khoảng cách từ kính đến mắt, d' là khoảng cách từ ảnh ảo đến kính.	0,25
Biểu diễn G theo D, l, d (khoảng cách từ vật đến kính) và f (tiêu cự của kính) $G = \frac{Df}{d(f-l) + lf}$	0,25
Để G không phụ thuộc vào d thì: $f - l = 0 \rightarrow l = f$	0,25
Số ghi trên vành kính là số bội giác thương mại (với $D = D_0 = 25\text{cm}$) $G_{\text{lúp}\infty} = \frac{D_0}{f} \rightarrow f = f_2 = 2,5\text{cm}$	0,25
Số bội giác của mắt thợ sửa đồng hồ (người đang sử dụng kính): $G = \frac{D}{f} = \frac{20}{2,5} = 8$	0,25
2) 2a. Độ dài quang học của kính hiển vi: $\delta = F'_1 F_2$. Số bội giác của ảnh khi ngắm chừng ở vô cực là: $G_\infty = \frac{\delta D}{f_1 f_2} \Rightarrow \delta = \frac{G_\infty f_1 f_2}{D} = 15 \text{ cm}$ Khoảng cách giữa vật kính và thị kính là: $O_1 O_2 = f_1 + f_2 + \delta = 18,3 \text{ cm}$	0,5
Sơ đồ tạo ảnh $AB \xrightarrow[d_1; d'_1]{O_1} A_1 B_1 \xrightarrow[d_2; d'_2]{O_2} A_2 B_2$	

Vì ngắm chừng ở vô cực nên ảnh trung gian A_1B_1 trùng ở vị trí trùng nhau của hai tiêu điểm chính. $\Rightarrow d'_1 = f_1 + \delta = 15,8 \text{ cm}$  $\Rightarrow d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{15,8 \cdot 0,8}{15,8 - 0,8} = \frac{316}{375} \approx 0,843 \text{ cm}$	0,5
2b. Đường kính của vùng sáng trên tiêu bản mà người thấy được qua kính là phạm vi tiêu bản nằm trong thị trường của kính khi mắt M ở vị trí này.	0,25
Xác định qua sơ đồ: $M \equiv O_2 \xrightarrow{O_2} M \equiv O_2 \xrightarrow[d_3; d'_3]{O_1} O'_2$ $d_3 = \frac{d'_3 f_1}{d'_3 - f_1} = \frac{18,3 \cdot 0,8}{18,3 - 0,8} = 0,837 \text{ cm}$	0,25
Vì $d_3 < d_1$ nên nếu gọi Δ_1 là đường kính của vùng sáng mà người quan sát thấy trên tiêu bản, ta có: $\frac{\Delta_1}{D_1} = \frac{d_1 - d_3}{d_3} \Rightarrow \Delta_1 = D_1 \frac{d_1 - d_3}{d_3} = 0,4 \frac{0,843 - 0,837}{0,837} \approx 0,00287 \text{ cm} \approx 28,7 \mu\text{m}$ Đường kính vùng sáng mà người nhìn thấy được qua kính là $28,7 \mu\text{m}$	0,5
3). Vẽ hình: 	0,25
Xét trường hợp như hình vẽ bên (P_1, P_2 là một cặp điểm Weierstrass) Áp dụng nguyên lý Fermat: $n \cdot P_1M - MP_2 = \text{const}$ với M là một điểm bất kì trên mặt cầu.	0,25
Hãy đặt vấn đề: xem như n, P_1, P_2 và hằng số trên, tìm quỹ tích của M; cùng song song với vấn đề cho n, P_1, P_2 và quỹ tích của M; tìm hằng số trên.	0,25

Nhận thấy, cho tam giác P_1P_2M có MA, MB lần lượt là phân giác trong và phân giác ngoài tại đỉnh M, khi đó: $\frac{AP_1}{AP_2} = \frac{MP_1}{MP_2} = \frac{BP_1}{BP_2}$ Đồng thời góc tạo bởi 2 phân giác AMB là góc vuông. Nghĩa là với P_1, P_2 xác định và thỏa mãn tỉ số: $\frac{MP_1}{MP_2} = \text{const}$ thì quỹ tích M là đường tròn đường kính AB thẳng hàng với P_1, P_2.		0,25
Quay lại với hai vấn đề đặt ra ở trên, ta xác định được: $\frac{MP_2}{MP_1} = n \Leftrightarrow nMP_1 - MP_2 = 0$		0,25
Vận dụng khi M trùng với A, B: $\begin{cases} nAP_1 - AP_2 = 0 \\ nBP_1 - BP_2 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} n(R-d) - (x-R) = 0 \\ n(R+d) - (x+R) = 0 \end{cases} \rightarrow d = \frac{R}{n}$		0,25

Câu 6 (5,0 điểm):

Nội dung	Thang điểm
1) Các công do pittông thực hiện là: - Trong quá trình nạp: $A_{p1} = 0$ (vì áp suất như nhau p_0 tác dụng lên cả hai mặt của piston);	0,25
- Trong quá trình nén đoạn nhiệt: $A_{p2} = \frac{p_1 V_1' - p_0 V_0}{\gamma - 1} + [-p_0 (V_0 - V_1')]$ Trong đó p_1, V_1', T_1' là áp suất, thể tích, nhiệt độ khí cuối quá trình.	0,25
- trong quá trình thoát (xả) khí: $A_{p3} = (p_1' - p_0) V_1'$	0,25
Do đó, tổng công do pittông thực hiện cho một chu trình là: $A_1 = \frac{\gamma}{\gamma - 1} (p_1' V_1' - p_0 V_0)$ Mặt khác: $p_0 V_0 = RT_0$ và $p_1' V_1' = RT_1'$.	0,25
Tổng công do pittông thực hiện trong một chu trình : $A_1 = \frac{R\gamma T_0}{\gamma - 1} \left(\frac{T_1'}{T_0} - 1 \right)$ Nhiệt độ T_1' của khí ở cuối quá trình nén đoạn nhiệt là: $T_1' = T_0 \left(\frac{p_0}{p_1'} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$.	0,25

Thay số: $T_1' = 580K; A_1 \approx 8150J$.	0,25
2) Công do pittông 2 thực hiện là: - trong quá trình hút: $A_{p1}' = -(p_1' - p_0)V_1'$	0,25
- trong quá trình nén đoạn nhiệt khí từ trạng thái (p_1', V_1', T_0') sang trạng thái (p_1, V_1, T_1'') $A_{p2}' = \frac{p_1 V_1 - p_1' V_1'}{\gamma - 1} - p_0 (V_1' - V_1)$	0,25
- trong quá trình xả: $A_{p3}' = (p_1 - p_0)V_1$.	0,25
Do đó, tổng công do pittông 2 thực hiện cho một chu trình là $A_2 = A_{p1}' + A_{p2}' + A_{p3}' = \frac{\gamma}{\gamma - 1} (p_1 V_1 - p_1' V_1')$ Mà: $p_1 V_1 = RT_1''$; $p_1' V_1' = RT_0' \rightarrow A_2 = \frac{\gamma RT_0'}{\gamma - 1} \left(\frac{T_1''}{T_0'} - 1 \right)$	0,25
3) Tổng các công là: $A = A_1 + A_2 = \frac{\gamma RT_0'}{\gamma - 1} \left(\frac{T_1'}{T_0'} + \frac{T_1''}{T_0'} - 2 \right)$	0,25
với $\frac{T_1'}{T_0'} = \left(\frac{p_0}{p_1'} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = y^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$	0,25
và $\frac{T_1''}{T_0'} = \left(\frac{p_1'}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \left(\frac{p_1'}{p_0} \frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \left(\frac{x}{y} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$	0,25
Ta được: $A = \frac{\gamma RT_0'}{\gamma - 1} \left[y^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} + \left(\frac{x}{y} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 2 \right]$	0,25
4) Nếu x là hằng số, công này theo y đạt cực tiểu khi $\frac{dA}{dy} = 0$ $\frac{dA}{dy} = RT_0' \left(y^{-\frac{1}{\gamma}} - x^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \cdot y^{-\frac{1-2\gamma}{\gamma}} \right) = 0 \quad \text{hay} \quad x^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = y^{\frac{2(\gamma-1)}{\gamma}}$	0,25
Suy ra: $y = \sqrt{x} \rightarrow \frac{p_1'}{p_0} = \sqrt{x}$	0,25
- Tổng công do pittông thực hiện nhỏ nhất:	0,25

$A_{\min} = \frac{\gamma RT_0}{\gamma - 1} \left(x^{\frac{\gamma-1}{2\gamma}} + x^{\frac{\gamma-1}{2\gamma}} - 2 \right) = \frac{2\gamma RT_0}{\gamma - 1} \left(x^{\frac{\gamma-1}{2\gamma}} - 1 \right).$	
Thay số, ta được : $\frac{\gamma-1}{2\gamma} = \frac{1}{7}; x=10; T_0 = 300\text{ K}; A_{\min} \approx 6800(\text{J})$	0,25
- Nhiệt lượng toả ra trong quá trình làm lạnh ở áp suất không đổi là $Q = C_p (T_1' - T_0) = \frac{\gamma RT_0}{\gamma - 1} \left(y^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right)$	0,25
với $y = \sqrt{x} \rightarrow Q = \frac{\gamma RT_0}{\gamma - 1} \left(x^{\frac{\gamma-1}{2\gamma}} - 1 \right) \Rightarrow Q = \frac{A}{2}$ Thay số, ta được: $Q = 3400(\text{J})$.	0,25

*** Lưu ý:** + Học sinh làm theo cách khác mà đúng kết quả vẫn cho điểm tối đa.
 + Học sinh không ghi hoặc ghi sai đơn vị của kết quả cần tính của câu hỏi nào thì trừ 0,25 điểm trên toàn bộ điểm câu hỏi đó.

-----**HẾT**-----