

HƯỚNG DẪN CHẤM ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

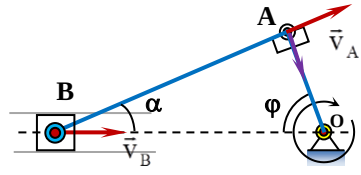
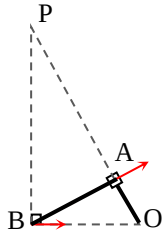
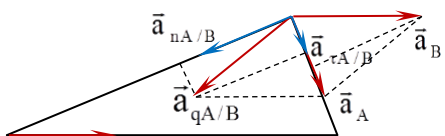
Ngày thi thứ nhất: 27/12/2019

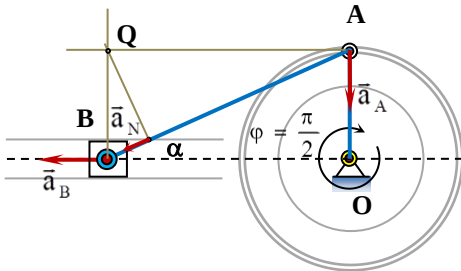
(Hướng dẫn chấm gồm 07 trang)

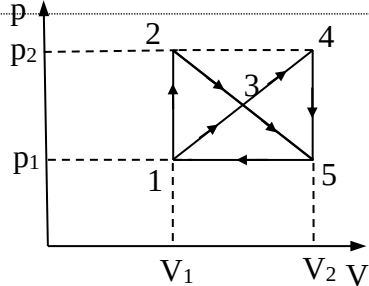
I. HƯỚNG DẪN CHUNG

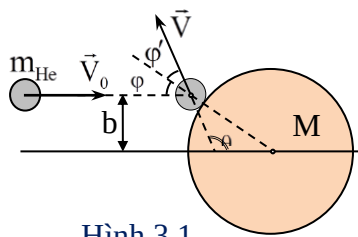
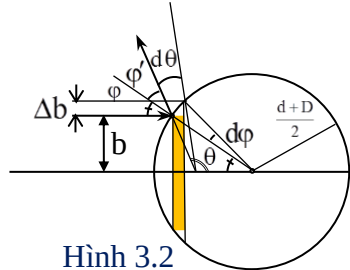
1. Giám khảo chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

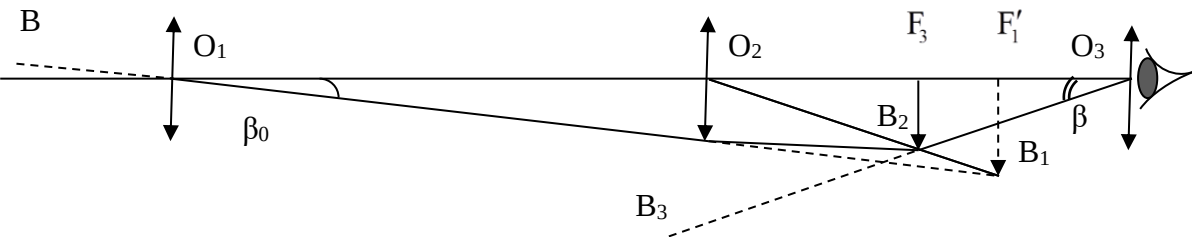
II. ĐÁP ÁN - THANG ĐIỂM

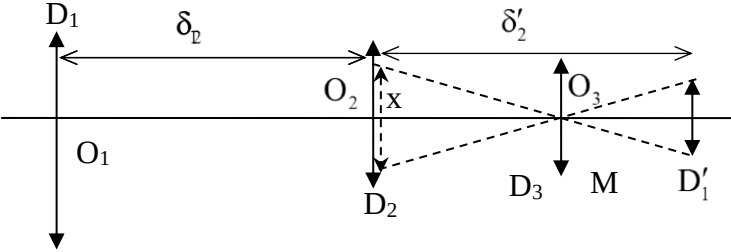
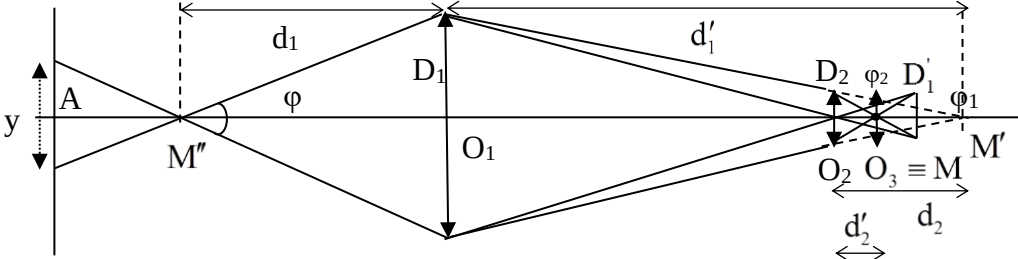
Câu	Nội dung	Điểm
Câu I (4,5 điểm).		
1.a)	Khi góc $OAB = \frac{\pi}{2}$: Xác định $\vec{v}_B$:	
	- Xét tay quay OA, tính được $v_A = \omega r = 0,5 \text{ m/s}$	0,25
	- Xét thanh AB: AB là vật rắn, có hệ thức liên hệ: $v_A = v_B \cos \alpha$	0,25
	- (1)(2) $\Rightarrow v_B = \frac{v_A}{\ell} \sqrt{\ell^2 + r^2} = \omega r \sqrt{1 + \frac{r^2}{\ell^2}} = \frac{0,5\sqrt{10}}{3} = 0,53 \text{ m/s}$	0,25
		
1.b)	Xác định vận tốc góc ω_{AB} của AB	
	- Xác định được tâm quay tức thời tại P (Hình vẽ), chiều quay ngược chiều kim đồng hồ	
	- Nhận xét hình học tính được $PA = \frac{\ell^2}{r}$	0,25
	- Vì $v_A = \omega_{AB} \cdot PA \Rightarrow \omega_{AB} = \frac{r^2}{\ell^2} \omega = \frac{5}{9} \text{ rad/s}$	0,25
		
1.c)	Xác định $\vec{a}_B$ và γ_{AB} của thanh AB	
	$\vec{a}_A = \vec{a}_B + \vec{a}_{nA/B} + \vec{a}_{\tau A/B}$ (*) các véc tơ gia tốc thành phần có hướng như hình vẽ. Độ lớn các gia tốc: $a_A = \omega^2 r$; $a_{nA/B} = \omega_{AB}^2 \cdot AB$; $a_{\tau A/B} = \gamma_{AB} \cdot AB$	
		
	Chiếu (*) trên BA và AO có hệ phương trình: $\begin{cases} a_B \cos \alpha = a_{nA/B} \\ a_A = a_{\tau A/B} + a_B \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_B \cos \alpha = \omega_{AB}^2 \cdot AB \\ \omega^2 r = \gamma_{AB} \cdot AB + a_B \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_B \cos \alpha = \omega_{AB}^2 \cdot AB \\ \omega^2 r = \gamma_{AB} \cdot AB + a_B \sin \alpha \end{cases}$	
	Chú ý $\sin \alpha = \frac{r}{\sqrt{\ell^2 + r^2}}$; $\cos \alpha = \frac{\ell}{\sqrt{\ell^2 + r^2}}$; $\omega_{AB} = \frac{r^2}{\ell^2} \omega$. Giải hệ phương trình trên tìm được:	
	$a_B = \frac{r^4}{\ell^4} \omega^2 \sqrt{\ell^2 + r^2} = \frac{1}{3^4} 5^2 \sqrt{0,3^2 + 0,1^2} \approx 2,32 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	0,25
	$\gamma_{AB} = \omega^2 \frac{r}{\ell} \left(1 - \frac{r^4}{\ell^4} \right) = 5^2 \frac{1}{3} \left(1 - \frac{1}{3^4} \right) = 8,23 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$	0,25
2.a)	Tại thời điểm có $\varphi = \frac{\pi}{2}$. Tính $\vec{a}_B$	

Câu	Nội dung	Điểm
	- Nhận xét được A,B chuyển động cùng theo phương ngang, từ đó AB chuyển động tịnh tiến tức thời, có kết quả: $v_B = v_A = \omega r$; $\omega_{AB} = 0$ - Xét chuyển động song phẳng của thanh AB rút gọn về chuyển động quay quanh tâm quay tức thời là Q (tự chọn với tiêu chí chọn là nơi có gia tốc $a_Q = 0$). Với tâm quay này, điểm A, B có gia tốc được xác định: $\vec{a}_B = \vec{a}_{nB/Q} + \vec{a}_{\tau B/Q} = \vec{a}_{\tau B/Q}$ $\vec{a}_A = \vec{a}_{nA/Q} + \vec{a}_{\tau A/Q} = \vec{a}_{\tau A/Q}$ (chỉ có gia tốc tiếp tuyến vì $a_{nA/Q} = \omega_{AB}^2 \cdot AQ = 0$; $a_{nB/Q} = \omega_{AB}^2 \cdot BQ = 0$); Từ đó xác định được điểm Q (tức thời tại thời điểm xét) bằng cách kẻ các đường vuông góc với $\vec{a}_A, \vec{a}_B$, điểm giao chính là Q (Hình vẽ)  Nhận xét hình học dễ thấy: $BQ = r$; $AQ = \sqrt{\ell^2 - r^2}$ Độ lớn $\begin{cases} a_B = \gamma_{AB} \cdot BQ \Rightarrow \frac{a_B}{a_A} = \frac{BQ}{AQ} = \frac{r}{\sqrt{\ell^2 - r^2}} \Rightarrow a_B = \omega^2 \cdot \frac{r^2}{\sqrt{\ell^2 - r^2}} \\ a_A = \gamma_{AB} \cdot AQ \end{cases}$	0,25
2.b)	γ_{AB} của thanh AB: từ (11) $\gamma_{AB} = \frac{a_B}{BQ} = \omega^2 \cdot \frac{r}{\sqrt{\ell^2 - r^2}}$	0,25
2.c)	Dễ thấy điểm A có gia tốc lớn nhất $a_{(max)} = a_A = \omega^2 r$.	0,25
	Điểm N có gia tốc nhỏ nhất được xác định là điểm gần Q nhất: Vị trí N được xác định từ tam giác vuông BQA, $\frac{1}{NQ^2} = \frac{1}{\ell^2 - r^2} + \frac{1}{r^2} \Rightarrow NQ = h = \frac{r}{\ell} \sqrt{\ell^2 - r^2}$ Gia tốc nhỏ nhất $a_{(min)} = a_N = a_A \cdot \frac{NQ}{AQ} = \frac{\omega^2 r^2}{\ell}$	0,25
3.a)	Viết phương trình vận tốc v_B theo thời gian t với $0 \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega}$, chọn gốc thời gian t=0 khi $\varphi_{(0)} = 0$. Chọn chiều (+) từ O tới B. - Xét thanh AB: AB là vật rắn, có hệ thức liên hệ: $v_A \cos \beta = v_B \cos \alpha$ (1) - Xét tam giác OAB, tính chất góc ngoài tam giác cho kết quả: $\frac{\pi}{2} - \beta = (\alpha + \varphi) \Rightarrow \beta = \frac{\pi}{2} - (\alpha + \varphi)$ (2) - Biến đổi tìm được $v_B = \frac{v_A \cos \beta}{\cos \alpha} = \omega r \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \alpha} = \omega r (\sin \varphi + \cos \varphi \tan \alpha)$ (3) - Nhận xét hình học có các kết quả: $\frac{\sin \alpha}{r} = \frac{\sin \varphi}{\ell}$ (*) và $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$ (**) Thay vào (3) tìm được: $v_B = \omega r \left(1 + \frac{r \cos \omega t}{\sqrt{\ell^2 - r^2 \sin^2 \omega t}} \right) \sin \omega t$ $v_B = \omega r \left(1 + \frac{r \cos \omega t}{\sqrt{\ell^2 - r^2 \sin^2 \omega t}} \right) \sin \omega t = A_1 \sin \omega t + \frac{A_1 B_1}{2} \frac{\sin 2\omega t}{\sqrt{1 - B_1^2 \sin^2 \omega t}}$ với $A_1 = \omega r$; $B_1 = \frac{r}{\ell}$ (4)	0,25
3.b)	Để con chạy dao động điều hòa, dễ thấy $B=1 \Rightarrow \ell = r$ hoặc $B \rightarrow 0$ khi $\ell \gg r$ (5)	0,50
Câu II (4,0 điểm).		
1.	$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_1}{T_2} = \frac{p_2 V_2}{T_4} = \frac{p_1 V_2}{T_5} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = 2 \Rightarrow T_4 = 4T_1$; $T_3 = \frac{9}{4}T_1$; $T_2 = T_5 = 2T_1$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Thay số tính được $T_4 = 400\text{K}; T_3 = 225\text{K}; T_2 = T_5 = 200\text{K};$	0,25
2.	Tính hiệu suất chu trình 1251	
	$A_{1351} = \frac{1}{4}(p_3 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{p_1 V_1}{4}; Q_{1351}^+ = Q_{13}^+ + Q_{35}^+$	0,25
	Nội năng tỉ lệ thuận với tích áp suất và thể tích, gọi hệ số tỉ lệ là k ta có $U = kpV$	0,25
	$\left. \begin{aligned} A_{13} &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_1 + p_1 \right) \left(\frac{3}{2} V_1 - V_1 \right) = \frac{5}{8} p_1 V_1 \\ \Delta U_{13} &= U_3 - U_1 = k \left(\frac{3}{2} p_1 \cdot \frac{3}{2} V_1 - p_1 V_1 \right) = \frac{5}{4} k p_1 V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_{13}^+ = A_{13} + \Delta U_{13} = \frac{5}{8} (2k + 1) p_1 V_1$	0,25
	Ta tìm $Q_{35}^+ : Q_{3V}$ là nhiệt trao đổi khi khí biến đổi từ 3 tới điểm có thể tích V trên đoạn 3-5: $Q_{3V} = A_{3V} + \Delta U_{3V}$ Phương trình đoạn thẳng 2-5 mô tả sự thay đổi áp suất theo thể tích dạng $p = -\frac{p_1}{V_1} V + 3p_1$ 	0,25
	cần tìm vị trí M trên đoạn 3→5 khi chuyển từ thu sang tỏa nhiệt tại đó $dQ_{3V} = \alpha dV = 0$.	0,25
	$\left. \begin{aligned} A_{3V} &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_1 + p \right) \left(V - \frac{3}{2} V_1 \right) \\ \Delta U_{3V} &= k \left(pV - \frac{3}{2} p_1 \cdot \frac{3}{2} V_1 \right) \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_{3V} = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_1 + p \right) \left(V - \frac{3}{2} V_1 \right) + k \left(pV - \frac{3}{2} p_1 \cdot \frac{3}{2} V_1 \right)$	0,25
	Thay $p = -\frac{p_1}{V_1} V + 3p_1$ và đạo hàm $Q'_{3V} = 0$ ta có $V_M = \frac{3(k+1)}{(2k+1)} V_1; p_M = \frac{3k}{(2k+1)} p_1$	0,25
	Thay giá trị V_M và p_M vào Q_{3V} ta tìm được nhiệt nhận trên quá trình 35: $Q_{35}^+ = Q_{3M}^+ = \frac{9}{8(2k+1)} p_1 V_1$	0,25
	Hiệu suất chu trình 1351 là $\eta_{1351} = \frac{A_{1351}}{Q_{1351}^+} = \frac{4}{63} \Rightarrow k = \frac{5}{2}$	0,25
	$A_{1251} = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2} p_1 V_1$	0,25
	$Q_{1251}^+ = Q_{12}^+ + Q_{25}^+$ với $Q_{12}^+ = A_{12} + \Delta U_{12} = k(2p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{5}{2} p_1 V_1$ và $Q_{25}^+ = A_{2M} + \Delta U_{2M}$	0,25
	$A_{2M} = \frac{1}{2}(p_M + p_2)(V_M - V_1) = \frac{39}{32} p_1 V_1; \Delta U_{2M} = k(p_M V_M - 2p_1 V_1) = \frac{15}{32} p_1 V_1 \Rightarrow Q_{25}^+ = \frac{27}{16} p_1 V_1$	0,25
	Hiệu suất chu trình 1251 $\eta_{1251} = \frac{A_{1251}}{Q_{1251}^+} = \frac{1}{2} p_1 V_1 \frac{1}{\frac{5}{2} p_1 V_1 + \frac{27}{16} p_1 V_1} = \frac{8}{67}$	0,25
Câu III (4,5 điểm).		
Phần 1: Nghiên cứu cấu tạo nguyên tử		
1.	Khi M được giữ cố định, va chạm m và M là tuyệt đối đàn hồi nên $\varphi = \varphi' = \arcsin \frac{2b}{d+D}$ (1)	0,25
	Xét tam giác trên hình vẽ, có $\theta = \pi - 2\varphi = \pi - 2\arcsin \frac{2b}{d+D}$ (2)	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
2.	  Hình 3.1 Hình 3.2 - Tính mật độ dòng tán xạ toàn phần các hạt α dưới góc tán xạ θ ở vị trí khi đã đi xa tâm M một khoảng $r \gg D+d$, với bia là một hạt M Từ (2) có độ biến thiên khoảng nhằm $b = \frac{d+D}{2} \cos \frac{\theta}{2} \Rightarrow db \approx -\frac{d+D}{4} \sin \frac{\theta}{2} d\theta$ Vì va chạm đàn hồi nên số hạt va chạm bằng số hạt α tán xạ $J_0 2\pi b \Delta b = \frac{I_0}{S} 2\pi b db = j 2\pi r^2 \sin \theta d\theta $ Do đó $j = \frac{I_0 b db }{Sr^2 \sin \theta d\theta } = \frac{I_0 \left(\frac{d+D}{2} \cos \frac{\theta}{2} \right) \left(\frac{d+D}{4} \sin \frac{\theta}{2} d\theta \right)}{Sr^2 \sin \theta d\theta } = \frac{(d+D)^2}{16Sr^2} I_0$ (3) - Tính mật độ dòng tán xạ toàn phần các hạt α dưới góc tán xạ θ ở vị trí khi đã đi xa tâm M một khoảng $r \gg D+d$, với bia là vùng có diện tích S, bề dày δ Vì các nguyên tử có kích thước rất bé, nên đối với mỗi nguyên tử dòng hạt tán xạ có kích thước S rất lớn. Thêm nữa, vì kích thước dòng hạt α bé nên mật độ dòng tán xạ toàn phần sẽ tỉ lệ với số tâm tán xạ N_M mà dòng hạt α rọi tới, $\text{có } N_M = \frac{m_{\text{bia}}}{\mu} N_A = \frac{\rho_m V_{\text{bia}}}{\mu} N_A = \frac{\rho_m S \delta}{M} \quad (4)$ vì vậy $J_{\text{tp}} = N_M j = \frac{\rho_m S \delta}{M} \frac{1}{16} \frac{(d+D)^2}{Sr^2} I_0$ (5) Như vậy, mật độ dòng hạt tán xạ không tỉ lệ nghịch với $\sin^4 \frac{\theta}{2}$ như kết quả thực nghiệm. Chính vì vậy, nguyên tử không phải là quả cầu cứng cùng kích thước nguyên tử như mẫu Tô-mơn đề xuất. Kết quả thực nghiệm cho thấy giả thuyết (2): Nguyên tử có hạt nhân kích thước rất nhỏ theo đề xuất của nhóm Rơ-de-pho phù hợp hơn giả thuyết (1).	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25
	Phần 2: Cấu tạo hạt nhân	
1.	Mật độ điện tích khối của quả cầu tích điện $\rho_q = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3Q}{4\pi R^3}$ (1) Điện thế bề mặt của quả cầu bán kính r: $V(r) = \frac{kq}{r}$ (*), với $q = \rho_q \frac{4}{3}\pi r^3$; $dq = \rho_q 4\pi r^2 dr$ (**) Xác định thế năng tĩnh điện của quả cầu: Tính theo cách đưa từng lớp cầu dày dr tích điện dq từ vô cực đến đắp vào quả cầu bán kính r đã dựng được trước đó. Công dA đưa lớp cầu này về đúng bằng phần thêm vào thế năng tĩnh điện của quả cầu: $dA = dW_t$ (***) $dA = dq[V(r) - V(\infty)] = V(r)\rho_q dV \Rightarrow W_t = \int_0^R V(r)\rho_q dV = \frac{3Q^2}{20\pi\epsilon_0 R} = \frac{3kQ^2}{5R}$ Xác định k_0; h Nếu thí sinh so sánh và nhận ra $W_t = k_0 Z^2 A^h = \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}} \Rightarrow k_0 = \alpha_3$; $h = -\frac{1}{3}$ thì cho đủ điểm 0,50 điểm. $W_t = \frac{3}{5} \frac{kQ^2}{R} = \frac{3}{5} \frac{kZ^2 e^2}{R_0 A^{-1/3}}$ So sánh với biểu thức đã cho $W_t = k_0 Z^2 A^h$.	0,25 0,25 0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	Suy ra $k_0 = \frac{3e^2}{20\pi\epsilon_0 R_0}$ và $h = -\frac{1}{3}$ (2)	0,25
2.	Từ (3) có $Q = Ze$, $R_A = R_0 A^{1/3}$ Trong công thức bán thực nghiệm Vây-xác-cơ, $W_t = \frac{3Q^2}{20\pi\epsilon_0 R_A} = \frac{3Z^2 e^2}{20\pi\epsilon_0 R_0 A^{1/3}} = \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}}$ thế năng tĩnh điện ứng với số hạng thứ 3	
	Từ đó: $R_0 = \frac{3e^2}{20\pi\epsilon_0 \alpha_3} = 1,2 \cdot 10^{-15}(\text{m})$ (3)	0,50
	Tính khối lượng riêng hạt nhân, cần nhớ $m = m_n \approx m_p \approx 1(\text{u}) = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$: $\rho_h = \frac{M}{V} = \frac{3Am}{4\pi R^3} = \frac{3m}{4\pi R_0^3} = 2,3 \cdot 10^{27} (\text{kg/m}^3)$ (4)	0,25
	Cách 2: Thí sinh có thể tính ρ_h từ đó tính được $R_0 = \left(\frac{3m}{4\pi\rho_h} \right)^{1/3}$ Cho đủ điểm 0,75 điểm	
	Năng lượng bề mặt phụ thuộc vào sức căng mặt ngoài theo công thức: $E_s = \sigma S = 4\pi R^2 \sigma = 4\pi \sigma R_0^2 A^{2/3}$ (5)	0,25
	Năng lượng bề ngoài tương ứng số hạng thứ 2 trong công thức bán thực nghiệm Vây-xác-cơ.	
	Từ đó: $\alpha_2 A^{2/3} = 4\pi \sigma R_0^2 A^{2/3} \Rightarrow \sigma = \frac{\alpha_2}{4\pi R_0^2} = 1,485 \cdot 10^{17} (\text{N/m})$ (6)	0,50
Câu IV (4,0 điểm).		
1.	Khi ngắm chừng ở vô cực ta có $G_\infty = \frac{f_1}{f} \Rightarrow f = \frac{f_1}{G_\infty} = \frac{100}{20} = 5\text{cm}$ (1)	0,50
2.a)	Gọi AB ở ∞ là một vật nằm trên trục chính và vuông góc với trục chính.; $O_1, O_2, O_3, f_1, f_2, f_3$ lần lượt là vật kính, thấu kính trước thị kính, thị kính và các tiêu cự tương ứng. Ta có sơ đồ tạo ảnh sau: $AB \text{ ở } \infty \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \text{ ở } F'_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \text{ ở } F_3 \xrightarrow{O_3} A_3B_3 \text{ ở } \infty$	0,25
		
	$d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f_1 = 100\text{cm}; d_2 = O_1O_2 - d'_1 = O_1O_2 - 100; d'_3 = \infty \Rightarrow d_3 = f_3 = a$	0,25
	$d'_2 = O_2O_3 - d_3 = O_2O_3 - a$; $O_2O_3 = 1,5a \Rightarrow d'_2 = 1,5a - a = \frac{a}{2}$; $f_2 = 2a \Rightarrow d_2 = \frac{d'_2 \cdot f_2}{d'_2 - f_2} = -\frac{2}{3}a$ (2)	0,50
	Gọi β_0, β lần lượt là góc trông vật khi không dùng ống ngắm và góc trông ảnh A_3B_3 qua O_3 . Số bội giác của ống ngắm lúc này là:	
	$G'_\infty = \frac{\tan \beta}{\tan \beta_0} = \frac{\frac{A_2B_2}{f_3}}{\frac{A_1B_1}{f_1}} = \frac{A_2B_2}{f_3} \cdot \frac{f_1}{A_1B_1} = \frac{100}{a} \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = \frac{100}{a} \left \frac{d'_2}{d_2} \right = \frac{100}{a} \frac{\frac{a}{2}}{-\frac{2}{3}a} = 3 \frac{25}{a}$ (4)	0,25
	Vì số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực không đổi $G'_\infty = 3 \frac{25}{a} = 20 \Rightarrow a = \frac{3 \cdot 25}{20} = 3,75 \text{ cm}$ (5)	0,25
	$f_2 = 7,5 \text{ cm}; f_3 = 3,75 \text{ cm}$ (6)	0,25
	Các khoảng cách được tính: $O_2O_3 = 1,5a = 5,625 \text{ cm}; O_1O_2 = 100 + d_2 = 97,5 \text{ cm}$ (7)	
	Vậy khoảng cách từ vật kính đến mắt (đến thấu kính O_3): $O_1O_3 = O_1O_2 + O_2O_3 = 103,125 \text{ cm}$ (8)	0,25
2. b)	Chiều dài của đoạn đường y mà người quan sát nhìn thấy qua kính ngắm cố định, ở khoảng cách L:	

Câu	Nội dung	Điểm
	Gọi D_1 là đường kính của mặt vật kính, $D_1 = 10$ cm, ta dùng kí hiệu D_1 để kí hiệu của mặt vật kính O_1 ; Gọi D'_1 là ảnh D_1 qua thấu kính O_2 , từ công thức thấu kính tính được:	
	$\delta'_2 = \frac{\delta_2 f_2}{\delta_2 - f_2} = \frac{O_1 O_2 \cdot f_2}{O_1 O_2 - f_2} = \frac{97,5 \cdot 7,5}{97,5 - 7,5} = 8,125 \text{ cm (9)}$ Vậy D'_1 nằm cách O_2 một đoạn 8,125 cm và có đường kính $D'_1 = \frac{\delta'_2 D_1}{\delta_2} = \frac{8,125 \cdot 10}{97,5} = \frac{5}{6}$ cm (10) Như vậy, tất cả các tia sáng đi từ thấu kính O_2 , thì tia ló ra đều phải đi qua ảnh này.	0,25
	Gọi M là vị trí đặt mắt, M trùng với O_3 và cách O_2 một khoảng $O_2 O_3 = 5,625$ cm. Hai đường nối hai điểm ở hai đầu đường kính D'_1 với M, cắt mặt thấu kính O_2 ở hai điểm cách nhau một khoảng x (Hình 4a), ta có:  Hình 4a $\frac{x}{O_2 O_3} = \frac{D'_1}{(\delta'_2 - O_2 O_3)}; \Rightarrow x = D'_1 \frac{5,625}{8,125 - 5,625} = 1,875 \text{ cm.}$	0,25
	Nhận xét, x nhỏ hơn đường kính của đường rìa O_2 ($D_2 = 2$ cm). Như vậy, có thể toàn bộ chùm tia sáng chiếu từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2, khi ló ra sẽ đi vào mắt người quan sát. Xét chùm sáng đi từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2 và đồng quy tại điểm M, với điểm M là ảnh của điểm M' qua O_2; M' lại là ảnh của điểm M'' qua O_1; M' cách O_1 một khoảng (Hình 4b): $d'_1 = O_1 M' = O_1 O_2 + O_2 M' = O_1 O_2 + \left \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2} \right = 120 \text{ cm, với } O_1 O_2 = 97,5 \text{ cm, } d'_2 = O_2 O_3 = 5,625 \text{ cm}$ $\Rightarrow O_1 M'' = d_1 = \frac{120 \cdot 100}{120 - 100} = 600 \text{ cm}$	0,25
	 Hình 4b Chùm tia đi từ mặt thấu kính O_2 vào mắt có góc mở ϕ_2 lớn nhất khả dĩ. Chùm tia đi từ mặt O_1 đến mặt O_2 có góc mở ϕ_1, chùm này tạo ra chùm ϕ_2. Chùm ϕ_1 lại được tạo bởi chùm tia có đỉnh ở M', chiếu đầy trên mặt vật kính O_1. Chùm này có góc mở ϕ. Chùm ϕ giới hạn bởi chùm từ con đường đến mà có thể truyền qua cả O_1, qua O_2 và đi vào mắt người quan sát. Chỉ trong những tia nằm trong chùm này mới đi được vào mắt người quan sát, ta có: $\tan \phi = \frac{D_1}{O_1 M''} = \frac{10}{600} = \frac{1}{60}$	0,25
	Như vậy, chùm tia ϕ cắt trên đoạn đường một đoạn thẳng có chiều dài y (Hình 4b), ta có: $\tan \phi = \frac{y}{AM''} = \frac{y}{L - d_1} = \frac{y}{5000 - 6} \Rightarrow y = (5000 - 6) \tan \phi = (5000 - 6) \cdot \frac{1}{60} \approx 83,23 \text{ m (11)}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	* Vật chuyển động theo quỹ đạo vuông góc với trục chính và cắt đường kéo dài của trục chính. Do đó, vật đi qua đường kính vùng nhìn thấy qua ống ngắm. Gọi l là chiều dài của vật.	
	Quãng đường vật đi được từ khi bị phát hiện đến khi đi hết thị trường là: $S = y + l \approx 83,23 + 25 = 108,23 \text{ m}$	0,25
	Tốc độ dịch chuyển của vật là: $v = \frac{S}{t} = \frac{108,3}{10} = 10,823 \text{ m/s}$ (12)	0,25
Câu V (3,0 điểm).		
1.	Theo thuyết tương đối hẹp, một photon có năng lượng $\varepsilon = hf$ sẽ có khối lượng $m = \frac{hf}{c^2}$.	0,25
	Khi photon ở trong trường hấp dẫn của một ngôi sao có khối lượng M nó sẽ có thế năng $U = -G \frac{Mm}{r} = -G \frac{M\varepsilon}{r \cdot c^2} = -G \frac{Mhf}{rc^2}$ trong đó r là khoảng cách từ photon tới ngôi sao (1)	0,25
	Ở khoảng cách r tới ngôi sao, năng lượng toàn phần của photon là $E = \varepsilon + U = \varepsilon - G \frac{M\varepsilon}{r \cdot c^2}$	0,25
	Trong quá trình chuyển động của photon, cả năng lượng photon và khoảng cách r đều thay đổi, do năng lượng toàn phần được bảo toàn, bằng cách lấy vi phân biểu thức năng lượng toàn phần, cho thấy độ biến thiên năng lượng toàn phần bằng 0, lập được biểu thức: $dE = d\varepsilon - G \frac{M}{r \cdot c^2} d\varepsilon + G \frac{M\varepsilon}{r^2 c^2} dr = 0 \Rightarrow \frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - \frac{d \left(1 - G \frac{M}{rc^2} \right)}{1 - G \frac{M}{rc^2}} \quad (2)$	
	Từ biểu thức trên, tìm được mối liên hệ năng lượng photon ở rất xa và năng lượng của photon khi ở bề mặt ngôi sao:	
	$\int_{\varepsilon_R}^{\varepsilon_\infty} \frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - \int_R^\infty \frac{d \left(1 - G \frac{M}{rc^2} \right)}{1 - G \frac{M}{rc^2}} \Rightarrow \varepsilon_\infty = \varepsilon_R \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right) \text{ với } \varepsilon = hf \text{ tính được } f_\infty = f_R \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right) \quad (3)$	0,25
	Xét với hệ Ngôi sao - Tàu Voyager II - Trái đất: Photon phát đi từ bề mặt Ngôi sao: $f_0 = f_R$ (4)	
	Photon khi ở rất xa các thiên thể có tần số $f_1 = f_\infty = f_R \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right) \Rightarrow f_1 = f_0 \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right)$ (5)	0,25
2.	Tần số photon được Tàu Voyager II ghi nhận được xác định theo hiệu ứng Dopp-ple dọc:	
	Tàu tiến lại gần ngôi sao nên có: $f'_1 = f_1 \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ với $\beta = \frac{v}{c}$ (6)	0,25
	Khi tới Trái đất, do chuyển động trong trường hấp dẫn, photon có sự lệch tần số: $\Rightarrow f_2 = \frac{f'_1}{\left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)} \quad (7)$	0,50
	Kết hợp (5)(6)(7) xác định được hệ thức liên hệ v, f_2, f'_1 $\text{Đặt } \beta = \frac{v}{c}; \left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)^2 = \alpha \text{ có } f'_1 = f_1 \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \Rightarrow f_2^2 = f_1'^2 \cdot \frac{1-\beta}{1+\beta} \cdot \frac{1}{\alpha} \quad (8)$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Từ (8) Tính được $\beta = \frac{(f_2^2 \alpha - f_1'^2)}{(f_2^2 \alpha + f_1'^2)} \Rightarrow v = \frac{\left(f_2^2 \left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)^2 - f_1'^2 \right)}{\left(f_2^2 \left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)^2 + f_1'^2 \right)} c$ (9)	0,50
Tổng điểm toàn bài		20,00

----- HẾT -----