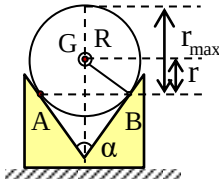


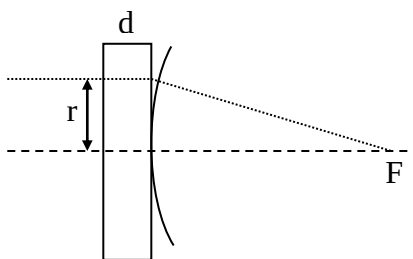
I. Hướng dẫn chung

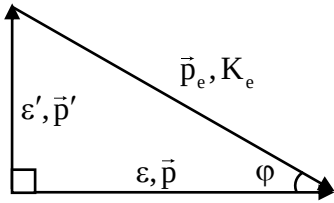
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài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

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.	Quả cầu tiếp xúc với máng tại A và B có khoảng cách AB tới khối tâm G theo phương thẳng đứng là r, có $r = R \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{2}$ (1)  Hình 1.a	
	a) Với điều kiện ban đầu đã cho thì điểm tiếp xúc thuộc vật trượt về phía trước, cùng chiều $\vec{v}_G$: lực ma sát trượt xuất hiện ngược hướng $\vec{v}_G$ cản trở chuyển động tịnh tiến, làm khối tâm chuyển động chậm dần đều, mô men lực ma sát trượt không đổi làm tốc độ góc giảm về 0, vật đổi chiều quay, sau đó tốc độ góc tăng dần đều, tới thời điểm τ, quả cầu bắt đầu lăn không trượt trên máng, kể từ thời điểm đó lực ma sát trượt không còn, bỏ qua ma sát lăn vì quả cầu và thanh không biến dạng, quả cầu lăn đều trên máng.	0,50
	b) Phương trình động lực học trong trường hợp điểm tiếp xúc trượt cùng chiều chuyển động v_G với lực ma sát trượt được xác định: $F_{mst} = \mu N = \mu Mg$ (khi thay $\mu = 2\mu'$ cũng cho đủ điểm nếu coi ma sát cho là một mặt)	0,25
	$\begin{cases} Ma_G = -F_{mst} \\ \frac{2}{5} MR^2 \gamma = F_{mst} r \end{cases} \text{ tính được } \begin{cases} Ma_G = -\mu Mg \Rightarrow a_G = -\mu g \\ \frac{2}{5} MR^2 \gamma = \frac{1}{2} \mu MgR. \Rightarrow \gamma = \frac{5\mu g}{4R} \end{cases}$	0,50
	Điều kiện ban đầu: $v_{G(0)} = v_0; \omega_{(0)} = -\omega_0; v_{G(t)} = v_0 - \mu g t; \omega_{(t)} = -\omega_0 + \frac{5\mu g t}{4R};$ (3) Tại thời điểm τ có $v_{G(\tau)} = \omega_{(\tau)} r = \frac{1}{2} \omega_{(\tau)} R$ (4)	0,25
	Từ (3) và (4) tính được $\tau = \frac{4(2v_0 + \omega_0 R)}{13\mu g}$ (5)	0,25
	Quãng đường quả cầu đi được tới thời điểm τ là $S = v_0 \tau - \frac{1}{2} \mu g \tau^2$ (6)	0,25
2.	Quả cầu lăn không trượt nên có liên hệ: $v_1 = v_2 - \omega r$ (7) với $r = R \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} R$	0,50
	a) Trong hệ quy chiếu gắn với thanh, khối tâm G của quả cầu có vận tốc trong HQC gắn với thanh là: $V_{G/1} = v_2 - v_1$ Chỉ ra được: Điểm cao nhất của quả cầu có tốc độ lớn nhất. (8)	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Tốc độ lớn nhất $v_{2\max} = \omega(R+r) = \frac{v_2 - v_1}{\frac{1}{2}R} \left(R + \frac{1}{2}R \right) = 3(v_2 - v_1)$ (9) Để thỏa mãn điều kiện quả cầu lăn không trượt trên máng, suy ra $v_2 \neq v_1$	
	b) Phương trình động lực học: $\begin{cases} F - F_{ms} = ma_1 & (10) \\ F_{ms} = Ma_2 & (11) \\ \frac{2}{5}MR^2\gamma = F_{ms}r = \frac{1}{2}F_{ms} \cdot R & (12) \end{cases}$ Từ (7) suy ra $a_1 = a_2 - \gamma r$ (13)	0,50
	Kết hợp với các phương trình trên $\frac{F - F_{ms}}{m} = \frac{F_{ms}}{M} - \frac{5F_{ms}}{8M} \Rightarrow F_{ms} = \frac{8MF}{8M + 3m} \leq \mu Mg$ (11) Có $F_{ms} = \frac{8MF}{8M + 3m}$ (12), từ đó $F \leq \mu g \left(M + \frac{3}{8}m \right)$ (13) Ở giá trị lực $F_m = \mu g \left(M + \frac{3}{8}m \right)$ sự trượt bắt đầu xảy ra	0,50
Câu II (4,0 điểm)		
1.	Ta có $\frac{dp_{bh}}{dT} \approx \frac{L}{TV_h}$ Mặt khác $V_h = \frac{1 \cdot RT}{\mu p_{bh}} \Rightarrow \frac{dp_{bh}}{p_{bh}} = \frac{\mu L}{R} \frac{dT}{T^2}$.	0,50
	Tích phân hai vế $\int_{p_0}^{p_{bh}} \frac{dp_{bh}}{p_{bh}} = \frac{\mu L}{R} \int_{T_s}^T \frac{dT}{T^2}$	0,50
	$\Rightarrow p_{bh} = p_0 e^{\frac{\mu L}{R} \left(\frac{1}{T_s} - \frac{1}{T} \right)}$	0,50
	Từ đó độ ẩm cực đại của không khí $A = 2 \frac{\mu p_0}{RT_s} e^{-\frac{2\mu L}{R} \frac{1}{T_s}}$	0,50
2.	Áp suất hơi bão hòa của hơi nước khi sôi ở độ cao h cân bằng với áp suất không khí ở cùng độ cao.	0,50
	Do đó $p(h) = p_0 e^{-\frac{\mu_k g h}{RT_0}} = p_0 e^{-\frac{2\mu L}{R} \frac{1}{T_s}}$	0,50
	$\rightarrow h = \frac{2\mu L T_0}{\mu_k g T_s}$	0,50
3.	Nhận xét được $dT = \Delta T$, $\Delta p = -g\rho_\ell \Delta h$	0,25
	Từ vi phân ứng với quá trình chuyển pha lỏng – rắn viết lại có dạng $\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T \left(\frac{1}{\rho_\ell} - \frac{1}{\rho_r} \right)}$, ta rút ra được $\rho_\ell = \rho_r \frac{1}{1 + \frac{\Delta T \lambda}{Tg\Delta h}}$.	0,25
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Điện trường $E = -\frac{dV}{dr}$:	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	$E(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} (1 + \lambda r) e^{-\lambda r} \quad (1)$	0,50
2.	Theo bài cho ta có: $V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-\lambda r} \quad (2)$ Mật độ điện tích tại r là: $\rho(r) = \rho_+ + \rho_- = \rho_0 e^{-\alpha V(r)} - \rho_0 e^{\alpha V(r)} \approx -2\rho_0 \alpha V(r) \quad (4)$	0,50
	Đặt vào phương trình đã cho được: $\frac{1}{r} \frac{d^2(rV)}{dr^2} - \frac{2\rho_0 \alpha V}{\epsilon_0} = 0$, tìm được $\lambda = \sqrt{\frac{2\rho_0 \alpha}{\epsilon_0}} \quad (5)$	0,50
3.	Thay (2) vào phương trình $\frac{1}{r} \frac{d^2(rV)}{dr^2} - \frac{2\rho_0 \alpha V}{\epsilon_0} = 0$ ta tính được mật độ điện tích: $\rho(r) = -\frac{2\rho_0 \alpha q}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-\lambda r} = -\frac{\lambda^2 q}{4\pi r} e^{-\lambda r} \quad (4)$	0,25
	Theo định lý Gauss, thông lượng điện trường qua một mặt cầu tâm 0, bán kính r bằng: $\Phi(r) = 4\pi r^2 E(r) = \frac{Q(r)}{\epsilon_0}$	0,25
	Kết hợp với (5), ta tìm được: $Q(r) = q(1 + \lambda r) e^{-\lambda r} \quad (6)$ - Khi $r \sim 0$, $Q \rightarrow q > 0$ tương đương với một điện tích dương duy nhất đặt tại 0. - Khi $r \rightarrow \infty$, $Q \rightarrow 0$, khi đó khối điện tích trung hòa về điện và phân bố trong không gian theo quy luật (6).	0,50
4.	Ta có: $dQ = -q\lambda^2 r e^{-\lambda r} dr$	0,25
	Suy ra: $f(r) = \frac{dQ}{dr} = -q\lambda^2 r e^{-\lambda r}$	0,25
	Hàm phân bố điện tích theo bán kính này âm và bằng 0 tại $r = 0$ và $r = \infty$, do đó nó có một cực tiểu khi: $\frac{df}{dr} = -q\lambda^2 (1 - \lambda r) e^{-\lambda r} = 0$ hay $r = \frac{1}{\lambda}$ Vậy ở khoảng cách $r_0 = \frac{1}{\lambda}$, mật độ điện tích theo bán kính đạt giá trị cực tiểu.	0,50
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	Theo nguyên lý Féc – ma ta có quang trình hai tia sáng luôn bằng nhau: 	0,50
	$n_0 \cdot d + f = n(r) \cdot d + \sqrt{r^2 + f^2}$	0,50
	$\Rightarrow n(r) = n_0 - \frac{\sqrt{r^2 + f^2} - f}{d}$	0,50
2.	Từ trên ta có $n(r) = n_0 - \frac{\sqrt{r^2 + f^2} - f}{d}$ Mặt khác $n(a) \geq 1 \Rightarrow n_0 - \frac{\sqrt{a^2 + f^2} - f}{d} \geq 1$	1,00
	$\frac{\sqrt{a^2 + f^2} - f}{d} \leq n_0 - 1 \Rightarrow a \leq \sqrt{((n_0 - 1)d + f)^2 - f^2}$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
3	Vậy $r_{0\max} = \sqrt{((n_0 - 1)d + f)^2 - f^2}$	
	Trong hệ quy chiếu gắn với đĩa, vận tốc của photon khi di chuyển trong đĩa đang chuyển động với vận tốc v là $u = \frac{c}{n(r)}$	0,50
	Trong hệ quy chiếu phòng thí nghiệm, vận tốc photon là: $u_{\text{ptn}} = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} = \frac{c + n(r) \cdot v}{n(r) + \frac{v}{c}}$	0,50
Câu V (4,0 điểm)		
1	Kí hiệu $\vec{p}$, $\vec{p}'$, $\vec{p}_e$ tương ứng là động lượng; ε, ε' và E_e tương ứng là năng lượng của photon tới, photon tán xạ và electron giật lùi. 	0,50
	Định luật bảo toàn động lượng cho $\vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_e$ Từ đó có tính được góc giật lùi của electron	0,50
	$\tan \varphi = \frac{p'}{p} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 0.39 \Rightarrow \varphi = 0.372 \text{ rad} \quad (1)$	0,50
2.	Động năng của electron tán xạ tính từ định luật bảo toàn năng lượng $\varepsilon = \varepsilon' + K_e$: $K_e = \varepsilon - \varepsilon' = 0,488 \text{ MeV} \quad (2)$	0,50
	$E = K_e + E_0 = 0,488 + 0,512 = 1,0 \text{ MeV}$	0,50
3.	Áp dụng công thức cộng vận tốc, ta tính $\left(c^2 - u'^2\right) \left(1 - \frac{V}{c^2} u_x\right)^2 = \left[c^2 - (u_x'^2 + u_y'^2 + u_z'^2)\right] \left(1 - \frac{V}{c^2} u_x\right)^2$ $= c^2 \left(1 - \frac{V}{c^2} u_x\right)^2 - (u_x - V)^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2 - 2Vu_x + \frac{V^2}{c^2} u_x^2 - u_x^2 + 2Vu_x - V^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2 - (1 - \beta^2)u_x^2 - V^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2 - (1 - \beta^2)u_x^2 - V^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2(1 - \beta^2) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)$	0,50
	Và $E' = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - u'^2/c^2}} = \frac{m_0 c^2 \left(1 - \frac{V}{c^2} u_x\right)}{\sqrt{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)(1 - \beta^2)}} = \frac{E - Vp_x}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (\text{đpcm!})$	0,50
4.	$E' = \frac{E - Vp_x}{\sqrt{1 - \beta^2}}$, thay số với $K_e = 0,488 \text{ MeV}$, $E_0 = 0,512 \text{ MeV}$, $V = 0,6c$, $\varepsilon = 0,800 \text{ MeV}$, $\varepsilon' = 0,312 \text{ MeV}$, $p_x = p_e \cos \varphi = 0,8 \text{ MeV}/c$ (như thấy trên giản đồ). Kết quả là $E' = 0,65 \text{ MeV}$. Tốc độ $u' = c \sqrt{1 - \left(\frac{E_0}{E'}\right)^2} = c \sqrt{1 - \left(\frac{0,512}{0,650}\right)^2} = 0,67c$	0,50