

I. Hướng dẫn chung

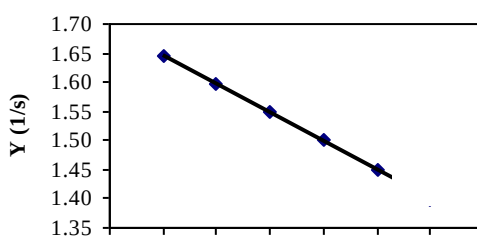
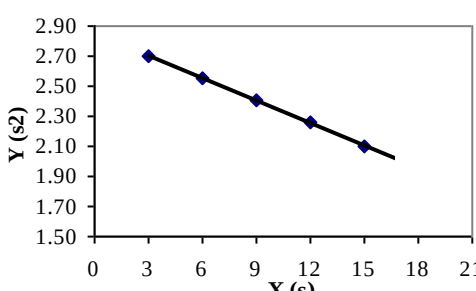
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm bài thi.

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung
	Câu 1 (4,5 điểm)
1.	Bỏ qua khối lượng của quả cầu nên gia tốc của nêm là $a_1 = g \sin \alpha$ a) Theo phương song song mặt nêm có thành phần lực quán tính gây ra gia tốc cho quả cầu là $F_{qt} \cdot \cos \alpha$ nên gia tốc tương đối của quả cầu so với nêm là $a_{21} = \frac{F_{qt}}{m_2} = a_1 \cos \alpha = \frac{1}{2} g \sin 2\alpha$ b) Xét quả cầu: $m_2 a_1 \cdot \cos \alpha - F_{msn} = m_2 a_{21} \Rightarrow m_2 g \sin \alpha \cdot \cos \alpha - F_{msn} = m_2 a_{21} (*)$ $F_{msn} \cdot R = \frac{2}{5} m_2 R^2 \gamma \Rightarrow \frac{2}{5} m_2 a_{21} = F_{msn} (**)$ Từ (*)(**) tính được: $a_{21} = \frac{5}{7} g \sin \alpha \cos \alpha = \frac{5}{14} g \sin 2\alpha$
2.	Xét chuyển động của nêm trong hệ quy chiếu đất $m_1 g \sin \alpha + N_2' \sin \beta - F_{msn} \cos \beta = m_1 a_1$ (1) Xét chuyển động của quả cầu trong HQC gắn với nêm Theo $O'x_2$: $m_2 g \sin(\beta - \alpha) + m_2 a_1 \cdot \cos \beta - F_{msn} = m_2 a_{21}$ (2) Theo $O'y_2$: $N_2 + m_2 a_1 \cdot \sin \beta - m_2 g \cdot \cos(\beta - \alpha) = 0$ (3) Phương trình ĐL II Niuton cho chuyển động quay $F_{msn} \cdot R = \frac{2}{5} m_2 R^2 \gamma = \frac{2}{5} m_2 R^2 \frac{a_{21}}{R} \Rightarrow \frac{2}{5} m_2 a_{21} = F_{msn}$ (4) $N_2' = N_2$ (5) Thay số với $\alpha = 30^\circ; \beta = 60^\circ; m_1 = m_2$ tính được $a_1 = \frac{11}{17} g$
3.	Khi nêm trượt trên mặt phẳng nghiêng, theo phương dọc mặt phẳng nghiêng, Phương trình ĐL II Niuton: $m_1 g \sin \alpha - F_{ms} = m_1 x'' \Rightarrow m_1 g \sin \alpha - k m_1 g x \cos \alpha = m_1 x''$ $x'' + k x g \cos \alpha - g \sin \alpha = 0$ Đặt $X = x - \frac{\tan \alpha}{k}$ ta được $X'' + k g \cos \alpha X = 0$ Như vậy nêm trượt dưới tác dụng của hợp lực theo phương dọc mặt phẳng nghiêng là lực giả đàn hồi với $\omega = \sqrt{k g \cos \alpha}$, chu kỳ T, biên độ A. Vị trí cân bằng của nêm có tọa độ $X = 0 \Rightarrow x_0 = \frac{\tan \alpha}{k}$ trong đó chọn $x = 0$ tại vị trí nêm bắt đầu lộn hấn vào vùng có $\mu = k s$.

Câu	Nội dung
	Quãng đường vật đi được $S_0 = A + x_0$ thời gian chuyển động của nê là $\tau = \frac{T}{4} + \frac{\arcsin\left(\frac{x_0}{A}\right)}{\omega} = \frac{\pi + 2\arcsin\left(\frac{\tan \alpha}{kS_0 - \tan \alpha}\right)}{2\sqrt{kg\cos\alpha}}$
	Câu 2 (4,0 điểm)
1.	Xét trạng thái A và C, có $V_A = V_C$ nên $\frac{p_A}{p_C} = \frac{T_A}{T_C} = \frac{T_2}{T_1} = 2 \Rightarrow p_A = 2p_C = 8.10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$ Xét quá trình AB: $\left(\frac{V_B}{V_A}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_A}{T_B} = 2$ với $\gamma = \frac{7}{5}$ tính được $V_B = 2^{\frac{5}{2}} V_A \approx 28.10^{-3} \text{ (m}^3\text{)}$ Xét quá trình đẳng nhiệt BC: $p_B V_B = p_C V_C = RT_1 \Rightarrow p_B = \frac{p_C V_C}{V_B} = 2^{-\frac{5}{2}} \cdot 4.10^5 = 0,71.10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$ $p_C V_C = RT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_C V_C}{R} = \frac{4.10^5 \cdot 5.10^{-3}}{8,31} \approx 241 \text{ (K)}$ Xét quá trình đẳng nhiệt DA: $p_D V_D = RT_2 \Rightarrow p_D = \frac{RT_2}{V_D} \text{ (1)}$ Xét quá trình CD: Vì đồ thị là đường thẳng đi qua gốc toạ độ nên $p = kV$ với $k = \frac{p_C}{V_C} = 8.10^7 \text{ (N.m}^{-5}\text{)}$ Vậy $p_D = kV_D \text{ (2)}$ Từ (1) và (2) tính được $V_D = \sqrt{\frac{RT_2}{k}} = \sqrt{\frac{2RT_1}{k}} \approx 7.10^{-3} \text{ (m}^3\text{)}$ $p_D = kV_D \approx 5,7.10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$ 2. E là giao điểm của CD và AB, tại đó có $p_E = kV_E = \frac{p_A V_A^\gamma}{V_E^\gamma} \Rightarrow V_E^{\gamma+1} = \frac{p_A V_A^\gamma}{k} \Rightarrow V_E = 6,7.10^{-3} \text{ m}^3; p_E = kV_E = 5,3.10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$ $\left(\frac{V_A}{V_E}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_E}{T_A} \Rightarrow T_E = T_2 \left(\frac{V_A}{V_E}\right)^{\gamma-1}$ thay số tính được $T_E = 481,34 \cdot \left(\frac{5}{6,67}\right)^{\frac{2}{5}} \approx 429 \text{ (K)}$ Quá trình EB: $A_{EB} = -\Delta U_{EB} = \frac{R(T_B - T_E)}{1-\gamma} = \frac{8,31 \cdot (240,67 - 428,94)}{1-\frac{7}{5}} = 3911,31 \text{ (J)}$ Quá trình BC: $A_{BC} = RT_B \ln \frac{V_C}{V_B} = RT_1 \ln \frac{V_A}{V_B} = 8,31 \cdot 240,67 \cdot \ln 2^{-\frac{5}{2}} = -3465,68 \text{ (J)}$ Quá trình CE: $A_{CE} = \frac{1}{2}(p_C + p_E)(V_E - V_C) = \frac{1}{2}(4,00 + 5,34)(6,67 - 5) \cdot 10^2 = 779,89 \text{ (J)}$ Công của chu trình là: $A = A_{EB} + A_{BC} + A_{CE} = 3911,31 - 3465,68 + 779,89 \approx 1226 \text{ (J)}$
	Câu 3 (4,0 điểm)
1.	Gọi vận tốc của hạt là v_0 và tốc độ góc là ω_0. Lực Lorentz: $F_L = qv_0 B = q\omega_0 R B = q\omega_0 R \frac{A}{R^n} = q\omega_0 A R^{1-n}$ đóng vai trò lực hướng tâm nên $F_L = q\omega_0 A R^{1-n} = m\omega_0^2 R \Rightarrow \omega_0 = \frac{Aq}{mR^n} = \frac{Aq}{mR^{2/3}}$

Câu	Nội dung
	Vận tốc ban đầu của hạt mang điện là $v_0 = \omega_0 R = \frac{Aq}{mR^n} R = \frac{Aq}{m} R^{1-n} = \frac{Aq}{m} R^{1/3}$ 2. Khi hạt lệch một khoảng x khỏi vị trí cân bằng, $B = \frac{A}{(R+x)^n} = \frac{m\omega_0 R^n}{q} \frac{1}{R^n} (1-n \frac{x}{R})$ Vì $x_0 \ll R$ ta coi lực từ vẫn hướng về O, mômen động lượng được bảo toàn: $m\omega(R+x)^2 = m\omega_0 R^2 \text{ nên } \omega = \omega_0 (1 - \frac{2x}{R})$ Lực từ $F_L = qvB = q\omega_0 (1 - \frac{2x}{R})(R+x) \frac{m\omega_0}{q} (1 - \frac{nx}{R}) = m\omega_0^2 (R - (n+1)x)$ Chọn hệ quy chiếu chuyển động quay với ω ta có $F_{ht} = m\omega^2 (R+x) = m \left(\omega_0 (1 - \frac{2x}{R}) \right)^2 (R+x) = m\omega_0^2 (R - 3x)$ Lực Lorentz hướng về tâm còn lực quán tính hướng ra xa tâm, ta có phương trình: $mx'' = -F_L + F_{ht} = -m\omega_0^2 (R - (n+1)x) + m\omega_0^2 (R - 3x) \Rightarrow x'' - \omega_0^2 (2-n)x = 0$ Hạt dao động với tần số góc $\omega_{dd} = \omega_0 \sqrt{2-n} = \frac{2\omega_0}{\sqrt{3}}$; chu kỳ $T = \frac{2\pi}{\omega_{dd}} = \frac{m\sqrt{3}\pi^3 R^2}{qA}$ 3. Mômen lực Lorentz là $M_F = Fr \sin \beta = qvBr \sin \beta = qvBr \sin \beta = \frac{dL}{dt}$ Suy ra $dL = qvBr \sin \beta dt = qBrdr = q \frac{A}{r^{n-1}} dr$ vì $v \sin \beta dt = dr$ $\int_0^{L_2} dL = \int_{R_1}^{R_2} q \frac{A}{r^{n-1}} dr \Rightarrow mvR_2 = \frac{qAr^{2-n}}{2-n} \Big _{R_1}^{R_2} = \frac{qA}{2-n} (R_2^{2-n} - R_1^{2-n}) \text{ nên } v = \frac{qA(R_2^{2-n} - R_1^{2-n})}{mR_2(2-n)}$
Câu 4 (4,0 điểm)	
1.	a) $h = \frac{H}{n} = \frac{2H}{3}$ b) Vẽ hai tia SB và SA đến mặt thoáng với các góc i và $i + di$ (đi rất nhỏ) ló ra với góc tới $r = 90^\circ - \alpha$ và $r + dr$. Đường kéo dài của hai tia ló cắt nhau ở S' Từ $n \sin i = \sin r \Rightarrow n \cos i \cdot di = \cos r \cdot dr \Rightarrow \frac{di}{dr} = \frac{1}{n \cos i}$ $AB = \frac{AC}{\cos i} = \frac{1}{\cos i} SB di = \frac{H}{\cos^2 i} di$ Tương tự $AB = \frac{h}{\cos^2 r} dr$. Do đó $\frac{h}{\cos^2 r} dr = \frac{H}{\cos^2 i} di$ $h = \frac{H \cos^3 r}{n \cos^3 i}$ với $i = 90^\circ - \alpha = 30^\circ$; $\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{1}{3}; \cos r = \frac{2\sqrt{2}}{3}$. Do đó $h = H \frac{64.4}{27.9} \sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,86H$. 2. Chia môi trường thành nhiều lớp mỏng bằng các mặt phẳng vuông góc Oy, bề dày dy. Đặt gốc tọa độ tại điểm tia sáng ló ra. Tại điểm xét M có tọa độ (x,y), tia sáng hợp với Oy một góc i. Tại điểm ló, góc khúc xạ là $90^\circ - \alpha$, ta có $n \sin i = \sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha \Rightarrow \sin i = \frac{\cos \alpha}{n}$

Câu	Nội dung																		
	$\frac{dx}{dy} = \tan i = \frac{\sin i}{\sqrt{1 - \sin^2 i}} = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \cos^2 \alpha}} \text{ nên } x = \int_0^H \frac{\cos \alpha dy}{\sqrt{n^2 - \cos^2 \alpha}} = \int_0^H \frac{\cos \alpha dy}{\sqrt{2 - \cos^2 \alpha + \frac{y}{H}}}$ $x = 2H \cos \alpha \sqrt{2 - \cos^2 \alpha + \frac{y}{H}} \Big _0^H = 2H \cos \alpha (\sqrt{3 - \cos^2 \alpha} - \sqrt{2 - \cos^2 \alpha})$ Thay $\alpha = 60^0$ ta có $x = \frac{H}{2} (\sqrt{11} - \sqrt{7}) \approx 0,34H$.																		
	Câu 5 (3,5 điểm)																		
1.	Sau thời gian t xe có vận tốc $v = at$, lúc này tần số thu được là $f = f_0 \frac{v_a}{v_a - v} = f_0 \frac{v_a}{v_a - at}$ do đó $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_0} (1 - \frac{a}{v_a} t)$, đồ thị $Y = \frac{1}{f}$ theo $X = t$ có dạng đường thẳng $Y = AX + B$ với $A = -\frac{a}{f_0 v_a}$ từ độ nghiêng xác định được v_a: $v_a \approx 309 \text{ (m/s)}$. <table><tr><th>t(s)</th><th>f (Hz)</th><th>1/f ($\times 10^{-3}$ s)</th></tr><tr><td>3</td><td>608</td><td>1,64</td></tr><tr><td>6</td><td>626</td><td>1,60</td></tr><tr><td>9</td><td>645</td><td>1,55</td></tr><tr><td>12</td><td>666</td><td>1,50</td></tr><tr><td>15</td><td>690</td><td>1,45</td></tr></table> 	t(s)	f (Hz)	1/f ($\times 10^{-3}$ s)	3	608	1,64	6	626	1,60	9	645	1,55	12	666	1,50	15	690	1,45
t(s)	f (Hz)	1/f ($\times 10^{-3}$ s)																	
3	608	1,64																	
6	626	1,60																	
9	645	1,55																	
12	666	1,50																	
15	690	1,45																	
2.	Tới thời điểm t_1 xe đi được quãng đường là $\frac{at_1^2}{2}$ và cách nguồn thu là $x = \frac{at_1^2}{2}$ Vận tốc xe là $v = at_1$; Thời gian truyền âm từ xe đến nguồn thu là $\Delta t_1 = \frac{x}{v_a} = \frac{2s - at_1^2}{2v_a}$ Như vậy tính từ thời điểm bắt đầu xe chuyển động thì ở thời điểm t ở nguồn thu âm ứng với xe có vận tốc v ta có $t = t_1 + \Delta t_1 = t_1 + \frac{2s - at_1^2}{2v_a} \Rightarrow \frac{a}{2} t_1^2 - v_a t_1 + (s - v_a t) = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{v_a - \sqrt{v_a^2 + 2as - 2av_a t}}{a}$ do đó $v = v_a - \sqrt{v_a^2 + 2as - 2av_a t}$ Tần số f thu được là $f = f_0 \frac{v_a}{v_a - v} = f_0 \frac{v_a}{\sqrt{v_a^2 + 2as - 2av_a t}} \Rightarrow \left(\frac{1}{f}\right)^2 = \left(\frac{1}{f_0}\right)^2 \left(1 + \frac{2as}{v_a^2}\right) - \left(\frac{1}{f_0}\right)^2 \frac{2a}{v_a} t$ Đặt $Y = \left(\frac{1}{f}\right)^2$ và $X = t$; $A = -\left(\frac{1}{f_0}\right)^2 \frac{2a}{v_a}$; $B = \left(\frac{1}{f_0}\right)^2 \left(1 + \frac{2as}{v_a^2}\right)$ thì ta có $Y = AX + B$ Dựng đồ thị Y theo X ta xác định được v_a và s. <table><tr><th>t (s)</th><th>f(Hz)</th><th>1/f²(10⁻⁶s²)</th></tr><tr><td>3</td><td>608</td><td>2,71</td></tr><tr><td>6</td><td>626</td><td>2,55</td></tr><tr><td>9</td><td>645</td><td>2,40</td></tr><tr><td>12</td><td>666</td><td>2,25</td></tr><tr><td>15</td><td>690</td><td>2,10</td></tr></table> 	t (s)	f(Hz)	1/f ² (10 ⁻⁶ s ²)	3	608	2,71	6	626	2,55	9	645	2,40	12	666	2,25	15	690	2,10
t (s)	f(Hz)	1/f ² (10 ⁻⁶ s ²)																	
3	608	2,71																	
6	626	2,55																	
9	645	2,40																	
12	666	2,25																	
15	690	2,10																	

Xác định được $v_a = 334 \text{ m/s}$; $s = 505 \text{ m}$