



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

HƯỚNG DẪN CHẤM

Đề thi chính thức

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
NĂM HỌC 2022-2023

Môn: VẬT LÝ

Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

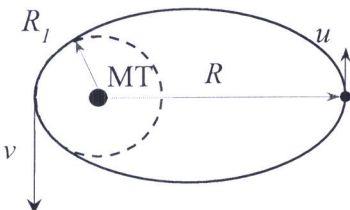
Ngày thi: 24/02/2023

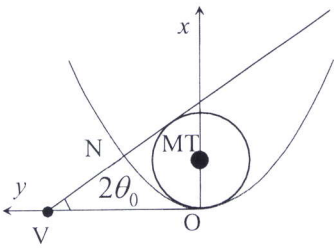
Hướng dẫn chấm thi gồm 09 trang

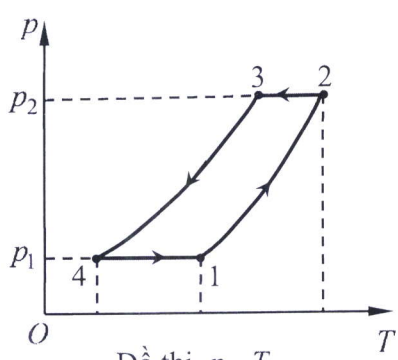
I. HƯỚNG DẪN CHUNG

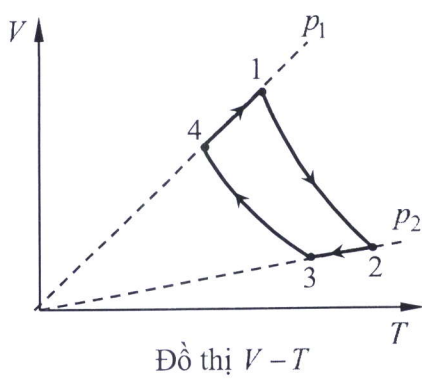
1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án nhưng đúng thì giám khảo vẫn chấm điểm theo biểu điểm của Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

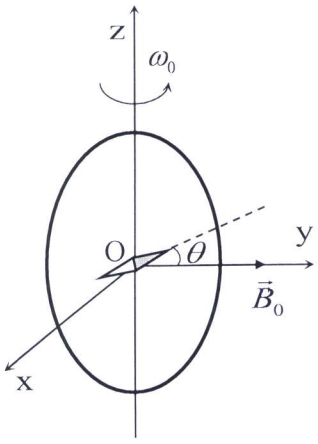
Câu	Nội dung
Câu I (4,0 điểm)	
1.	Bán kính của quỹ đạo tròn: $R_1 = R \sin \theta_0$ Bán trục lớn của elip: $a_0 = \frac{R + R_1}{2}$ Thời gian ngắn nhất để tàu vũ trụ chuyển động từ viễn điểm đến cận điểm $t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{(R + R_1)^3}{8GM_\odot}} = 127,35 \text{ ngày}$
2.	u, v là vận tốc của tàu vũ trụ so với Mặt Trời tại viễn điểm và cận điểm của quỹ đạo elip  Định luật bảo toàn moment động lượng và cơ năng: $uR = vR_1$ (1) $\frac{u^2}{2} - \frac{GM_\odot}{R} = \frac{v^2}{2} - \frac{GM_\odot}{R_1} \quad (2)$ Từ (1) và (2) suy ra: $v = \sqrt{\frac{2GM_\odot R}{(R + R_1)R_1}}$ (3) Vận tốc quỹ đạo tròn quanh Mặt Trời của tàu vũ trụ: $v_T = \sqrt{\frac{GM_\odot}{R_1}}$ (4)

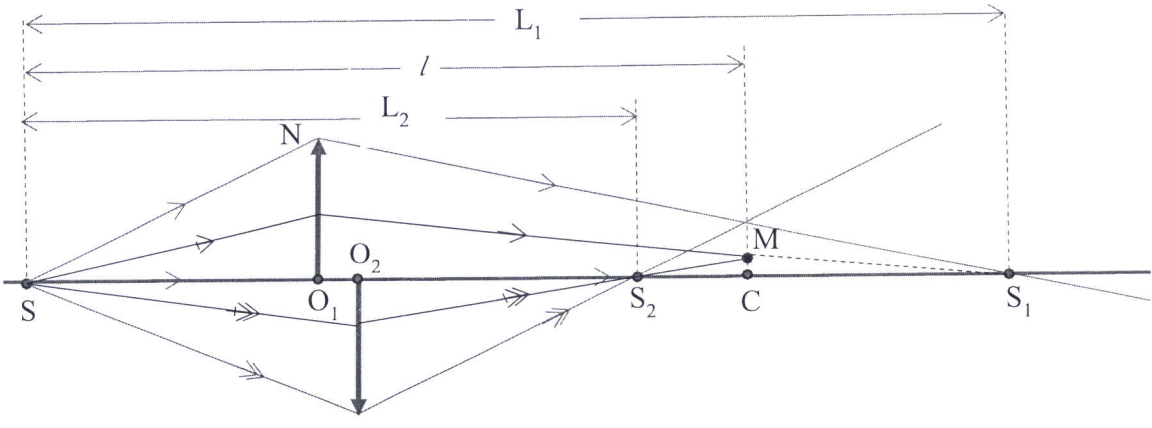
Câu	Nội dung
	Độ biến thiên vận tốc theo phương tiếp tuyến $\Delta v = v_T - v = \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{R_1}} - \sqrt{\frac{2GM_{\odot}R}{(R+R_1)R_1}} = -5014,66 \text{ m/s} = -5,014 \text{ km/s}$
3a.	Vận tốc trên quỹ đạo parabol tại điểm M: $v_M = \sqrt{\frac{2GM_{\odot}}{R_1}} = 55633,84 \text{ m/s} = 55,633 \text{ km/s}$ Tốc độ quét của vector bán kính: $v_{dt} = \frac{1}{2} \vec{r} \times \vec{v} = \frac{1}{2} R_2 v_M = \frac{R_1}{2} \sqrt{\frac{2GM_{\odot}}{R_1}} = 2,386 \cdot 10^{15} (\text{m}^2/\text{s})$ Phương trình đường parabol: $y^2 = 2ax, a = 2R_1$ (5) Khi tàu chuyển động đến vị trí $\theta = \theta_0$ nó sẽ nằm trên đường thẳng có phương trình $y = \frac{-x}{\tan 2\theta_0} + R \cos \theta_0 \quad (6)$  Từ (5) và (6) suy ra $x_1 = 3,51 \cdot 10^{10} \text{ m}, \quad y_1 = 1,10 \cdot 10^{11} \text{ m}$ $x_2 = 3,22 \cdot 10^{12} \text{ m}, \quad y_2 = -1,05 \cdot 10^{12} \text{ m}$ Nếu trước khi tăng tốc tàu vũ trụ chuyển động đến gần điểm V ta chọn hệ nghiệm x_1, y_1, ngược lại ta chọn hệ nghiệm x_2, y_2. Diện tích quét của vector bán kính: $S_1 = \int_0^{x_1} y dx = \int_0^{x_1} \sqrt{2 \cdot 2R_1 \cdot x} dx + \frac{1}{2} (R_1 - x_1) \cdot y_1 = 5,35 \cdot 10^{21} \text{ m}^2$ Thời gian : $t_1 = \frac{S_1}{v_{dt}} = 2,24 \cdot 10^6 \text{ s} = 25,95 \text{ ngày}$ <i>Trường hợp 2:</i> Diện tích quét của vector bán kính $S_2 = \int_0^{x_2} \sqrt{2 \cdot 2R_1 \cdot x} dx - \frac{1}{2} (x_2 - R_1) \cdot y_2 = 6,08 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$ Thời gian : $t_2 = \frac{S_2}{v_{dt}} = 2,55 \cdot 10^8 \text{ s} = 2972,67 \text{ ngày}$

Câu	Nội dung
3b.	α là góc hợp bởi vector vận tốc tàu vũ trụ tại N và trục Ox, φ là góc hợp bởi phương vector bán kính quỹ đạo tròn của tàu vũ trụ tại vị trí tăng tốc và đường thẳng nối Mặt Trời và tàu vũ trụ. Trường hợp 1: $y^2 = 2ax \rightarrow 2y \frac{dy}{dx} = 2a \rightarrow \tan \alpha = \frac{2R_1}{y_N} \rightarrow \alpha = 1,00 \text{ rad}$ $r_N = \sqrt{(R_1 - x_N)^2 + y_N^2} = 1,21 \cdot 10^{11} \text{ m}$ $\tan \varphi = \frac{y_N}{R_1 - x_N} \rightarrow \varphi = 1,14 \text{ rad}$ Định luật bảo toàn moment động lượng: $v_M R_1 = v_N r_N \cos(\varphi + \alpha - \frac{\pi}{2})$ $\rightarrow v_N = \frac{v_M R_1}{r_N \cos(\varphi + \alpha - \frac{\pi}{2})} = 46790,55 \text{ m/s} = 46,790 \text{ km/s}$ Trường hợp 2: $\tan \alpha_1 = \frac{2R_1}{ y_{N1} } \rightarrow \alpha_1 = 0,16 \text{ rad}$ $r_{N1} = \sqrt{(R_1 - x_{N1})^2 + y_{N1}^2} = 3,31 \cdot 10^{12} \text{ m}$ $\varphi_1 = \pi - \arctan\left(\frac{ y_{N1} }{x_{N1} - R_1}\right) \rightarrow \varphi_1 = 2,82 \text{ rad}$ Định luật bảo toàn moment động lượng $v_M R_1 = v_{N1} r_{N1} \sin(\pi - \varphi_1 - \alpha_1)$ $\rightarrow v_{N1} = \frac{v_M R_1}{r_{N1} \sin(\pi - \varphi_1 - \alpha_1)} = 9076,29 \text{ m/s} = 9,076 \text{ km/s}$
Câu II (4,0 điểm)	
1.	Chu trình vẽ trên đồ thị $p-T$:  Đồ thị $p-T$

Câu	Nội dung
	Chu trình vẽ trên đồ thị $V-T$:  Đồ thị $V-T$
	Trong các quá trình đoạn nhiệt: $Tp^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const}$
	Gọi T_1, T_2, T_3, T_4 lần lượt là nhiệt độ tại các trạng thái 1, 2, 3 và 4. Trong các quá trình 1-2 và 3-4: $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}; \frac{T_3}{T_4} = \left(\frac{p_3}{p_4}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \frac{T_2}{T_1}$
	Trong các quá trình đoạn nhiệt: $Q_{12} = Q_{34} = 0$ Nhiệt lượng hệ tỏa ra trong quá trình 2-3: $Q_{23} = mC_p(T_2 - T_3)$ Với m là khối lượng của khối khí, C_p là nhiệt dung riêng đẳng áp. Nhiệt lượng hệ nhận trong quá trình 4-1: $Q_{41} = mC_p(T_1 - T_4)$ Công khối khí nhận cả chu trình: $A = Q_{23} - Q_{41} = mC_p(T_2 + T_4 - T_1 - T_3)$
	Hiệu năng của máy lạnh: $\varepsilon = \frac{Q_{41}}{A} = \frac{Q_{41}}{ Q_{23} - Q_{41}} = \frac{T_1 - T_4}{T_2 + T_4 - T_1 - T_3} = \frac{1}{\frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_4} - 1} = \frac{1}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1}$
2.	$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 302 \left(\frac{1,64}{1,04}\right)^{0,4} = 343,97 \text{ K} \rightarrow t_2 = 70,97^\circ \text{C}$ $T_4 = T_3 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 326 \left(\frac{1,04}{1,64}\right)^{0,4} = 286,22 \text{ K} \rightarrow t_4 = 13,22^\circ \text{C}$
	Hiệu năng của máy lạnh: $\varepsilon = \frac{1}{\frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_4} - 1} = \frac{1}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1} = 7,20$
3a.	Trong khoảng thời gian dt nhiệt lượng của khối khí trong phòng thay đổi một lượng:

Câu	Nội dung
	$\delta Q = mC_{Vkk}dT = V \cdot \rho_{kk} \cdot C_{Vkk}dT$ Nhiệt lượng này gồm nhiệt lượng δQ_m hệ bị lấy đi từ máy lạnh và nhiệt lượng hệ nhận vào δQ_T do quá trình truyền nhiệt: $\delta Q = -\delta Q_m + \delta Q_T$ Ta có: $\delta Q_m = \varepsilon A = \varepsilon Pdt$ ε là hiệu năng của máy lạnh. $\delta Q_T = h(T_M - T)dt$ T là nhiệt độ của phòng $\Rightarrow V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT = -\varepsilon Pdt + h(T_M - T)dt$ $\Leftrightarrow dt = \frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT}{-\varepsilon P + h(T_M - T)}$ Tích phân hai vế phương trình và thay cận vào ta được: $t = -\frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk}}{h} \ln(-\varepsilon P + h(T_M - T)) \Big _{T_p}^{T_s}$ Thay số vào ta được kết quả: $t = 717,25 \text{ (s)} \approx 12 \text{ (phút)}$
3b.	Thời gian máy hoạt động t_1 là thời gian để nhiệt độ phòng hạ từ nhiệt độ $T_s + \Delta T \rightarrow T_s$ Áp dụng kết câu b: $dt_1 = \frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT}{-\varepsilon P + h(T_M - T)} \Rightarrow t_1 = \int_{T_s + \Delta T}^{T_s} \frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT}{-\varepsilon P + h(T_M - T)} = 465,38 \text{ s}$ Khi máy ngừng hoạt động, khối khí trong phòng chỉ nhận nhiệt lượng môi trường bên ngoài truyền vào thông qua quá trình truyền nhiệt. Thời gian t_2 máy ngừng hoạt động để nhiệt độ trong phòng tăng từ $T_s \rightarrow T_s + \Delta T$ Ta có: $V \cdot \rho_{kk} C_V dT = h(T_M - T)dt_2$ $\Rightarrow dt_2 = \frac{V \cdot \rho_{kk} \cdot C_{Vkk} \cdot dT}{h \cdot (T_M - T)} \Rightarrow t_2 = \int_{T_s}^{T_s + \Delta T} \frac{V \cdot \rho_{kk} \cdot C_{Vkk} \cdot dT}{h \cdot (T_M - T)} = 24,87 \text{ s}$ Tỉ số thời gian máy hoạt động trên thời gian nghỉ là: $\frac{t_1}{t_2} = 18,71$

Câu	Nội dung
Câu III (4,0 điểm)	
III. 1a	Sau khoảng thời gian t pháp tuyến của vòng dây tạo một góc $\varphi = \omega_0 t$ so với cảm ứng từ $\vec{B}_0$. Từ thông qua vòng dây $\Phi = \vec{B}_0 \cdot \vec{S}$. Trong đó vector $\vec{S} = \pi a^2 (-\sin \omega_0 t \vec{i} + \cos \omega_0 t \vec{j})$ nên $\Phi = \pi a^2 B_0 \cos \omega_0 t$  Hình 3
	Suất điện động cảm ứng trong vòng dây: $\epsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \pi a^2 B_0 \omega_0 \sin \omega_0 t$
III. 1b	Công suất tức thời $P = \epsilon^2 / R$ $\langle \sin^2 \omega_0 t \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T \sin^2 \omega_0 t dt = \frac{1}{2}$ Công suất trung bình trong một chu kì: $P = \frac{(\pi a^2 B_0 \omega_0)^2}{2R}$
III. 1c	$\vec{B}_i$ là từ trường do dòng điện cảm ứng gây ra $\vec{B}_i = B_i (-\sin \omega_0 t \vec{i} + \cos \omega_0 t \vec{j})$ Với $B_i = \frac{\mu_0 I}{2a}$ và $I = \frac{\epsilon}{R}$ với $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ là hằng số. Giá trị trung bình các thành phần. Theo phương Ox: $\langle B_{ix} \rangle = \frac{\mu_0 \pi a B_0 \omega_0}{4R}$ Giá trị trung bình các thành phần. Theo phương Oy: $\langle B_{iy} \rangle = 0$ Giá trị trung bình của từ trường toàn phần $\langle \vec{B}_i \rangle = -\frac{\mu \pi a B_0 \omega_0}{4R} \vec{i} + B_0 \vec{j}$ Kim nam châm hướng theo trường trung bình, do đó $\tan \theta = \frac{\mu_0 \pi a \omega_0}{4R}$ Vậy, điện trở của vòng dây $R = \frac{\mu_0 \pi a \omega_0}{4 \tan \theta}$
III. 2	Dòng điện qua vòng dây $I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{B_0 \pi a^2 \varphi' \sin \varphi}{R}$ Tốc độ biến thiên động năng của vòng dây bằng công suất hao phí do sự tỏa nhiệt

Câu	Nội dung
	$\frac{d\left(\frac{1}{2}M\varphi'^2\right)}{dt} = M\varphi'\varphi'' = -I^2R$
	M là moment quán tính của vòng dây đối với trục Oz, $M = \frac{1}{2}ma^2$ $\frac{1}{2}m\varphi'' = -\frac{B_0^2\pi^2a^2\varphi'\sin^2\varphi}{R} \quad (*)$
	Tích phân 2 vế và gọi α là góc vòng dây đã quay được từ thời điểm vòng dây có tần số góc ω_0 đến khi dừng lại. $\int_{\omega_0}^0 d\varphi' = -\int_0^\alpha \frac{B_0^2\pi^2a^2(1-\cos 2\varphi)d\varphi}{mR}$
	$2\alpha - \sin 2\alpha = \frac{2mR\omega_0}{B_0^2\pi^2a^2}$
	Thay số, tìm được $\alpha = 76.68 \text{ rad}$. Vòng dây đã quay được 12 vòng.
Câu IV (4,0 điểm)	
IV. 1	Khoảng cách từ S tới O_2: $d_2 = d_1 + O_1O_2 = 60 + 7,5 = 67,5 \text{ cm}$. Theo công thức thấu kính: $d' = \frac{d \cdot f}{d - f}$ nên $d'_1 = \frac{d_1 \cdot f_1}{d_1 - f_1} = \frac{60.45}{60 - 45} = 180 \text{ cm}$ $d'_2 = \frac{d_2 \cdot f_2}{d_2 - f_2} = \frac{67,5.45}{67,5 - 45} = 135 \text{ cm}$ Ta có : $L_1 = d_1 + d'_1 = 60 + 180 = 240 \text{ cm}$ $L_2 = d_2 + d'_2 = 67,5 + 135 = 202,5 \text{ cm}$ Gọi đường kính rìa của thấu kính ban đầu là D, khi màn quan sát ở vị trí mà trường giao thoa trên màn có diện tích lớn nhất (hình vẽ), ta có: $\frac{r_o}{D/2} = \frac{L_1 - l}{L_1 - d_1} = \frac{l - L_2}{L_2 - d_2} = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2 - d_1 - d_2}$  $\Rightarrow l = \frac{(L_1 - L_2)(L_2 - d_2)}{L_1 + L_2 - d_1 - d_2} + L_2 = \frac{(240 - 202,5)(202,5 - 67,5)}{240 + 202,5 - 60 - 67,5} + 202,5 = 218,6 \text{ cm}$
IV. 2	Quang trình từ S qua nửa thấu kính O_1 đến điểm M trên màn quan sát cách C một khoảng r: $\delta_1 = \delta_{(SS_1)} - MS_1 = \delta_{(SS_1)} - \sqrt{CS_1^2 + r^2}$

Câu	Nội dung
	$\delta_1 \approx \delta_{(SS_1)} - CS_1 \left(1 + \frac{r^2}{2CS_1^2} \right) = \delta_{(SS_1)} - CS_1 - \frac{r^2}{2CS_1}$
	Quang trình từ S qua nửa thấu kính O_2 đến điểm M $\delta_2 = \delta_{(SS_2)} + S_2M = \delta_{(SS_1)} - S_1S_2 + \sqrt{CS_2^2 + r^2}$
	$\delta_2 \approx \delta_{(SS_1)} - S_1S_2 + CS_2 \left(1 + \frac{r^2}{2CS_2^2} \right) = \delta_{(SS_1)} - S_1S_2 + CS_2 + \frac{r^2}{2CS_2} = \delta_{(SS_1)} - CS_1 + \frac{r^2}{2CS_2}$
	Hiệu quang trình của ánh sáng từ S đến M qua hai con đường trên: $\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1 = \frac{r^2}{2CS_2} + \frac{r^2}{2CS_1} = \frac{r^2}{2} \left(\frac{1}{CS_2} + \frac{1}{CS_1} \right) = \frac{r^2}{2} \left(\frac{CS_1 + CS_2}{CS_1 \cdot CS_2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{S_1S_2}{CS_1 \cdot CS_2} \right) r^2$
	$\Delta\delta = \frac{1}{2} \left(\frac{L_1 - L_2}{(L_1 - l)(l - L_2)} \right) r^2$
	Để tại M có vân sáng: $\Delta\delta = k\lambda \Leftrightarrow \frac{1}{2} \left(\frac{L_1 - L_2}{(L_1 - l)(l - L_2)} \right) r^2 = k\lambda$, với k là số nguyên dương. Tại C có $r = 0 \rightarrow k = 0 \forall \lambda$, do đó tại C có vân sáng và là vân sáng trung tâm.
	Khoảng cách từ C đến vân sáng bậc k: $r = \sqrt{\frac{2\lambda(L_1 - l)(l - L_2)}{L_1 - L_2}} \cdot \sqrt{k}$
IV. 3	Vân sáng bậc hai: $k = 2$. Ta có: $0,48 = \sqrt{\frac{2\lambda(2400 - 2186)(2186 - 2025)}{2400 - 2025}} \cdot \sqrt{2}$ $\rightarrow \lambda = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 0,63 \mu\text{m}$
IV. 4	Kính lúp phải đặt sao cho tiêu diện vật của kính trùng với mặt phẳng σ. Khoảng cách từ S tới kính: $L = l + f = 218,6 + 2 = 220,6 \text{ cm}$. Khoảng cách từ C đến vân sáng bậc 1 (có $k = 1$): $r_1 = 0,34 \text{ mm}$ Góc trông cần tìm: $\alpha \approx \tan \alpha = \frac{r_1}{f} = \frac{0,34}{20} = 0,017 \text{ rad}$
Câu V (4,0 điểm)	
V.1	Xét phóng xạ $\text{Po} \rightarrow \alpha + \text{Pb}$ Năng lượng ứng với mỗi phân rã: $Q = (m_{\text{Po}} - m_{\alpha} - m_{\text{Pb}})c^2$ $Q = (195555,9 - 3727,4 - 191823,1) \frac{\text{MeV}}{c^2} c^2 = 5,4 (\text{MeV})$ Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: $K_{\text{Po}} + Q = K_{\alpha} + K_{\text{Pb}}$. Vì Po đứng yên nên ta có: $Q = K_{\alpha} + K_{\text{Pb}}$ (1) Mặt khác theo định luật bảo toàn động lượng: $\vec{p}_{\text{Po}} = \vec{p}_{\alpha} + \vec{p}_{\text{Pb}}$ Do $\vec{p}_{\text{Po}} = 0$ nên rút ra: $p_{\alpha} = p_{\text{Pb}}$ hay $2m_{\alpha}K_{\alpha} = 2m_{\text{Pb}}K_{\text{Pb}}$ suy ra $K_{\text{Pb}} = \frac{m_{\alpha}}{m_{\text{Pb}}} K_{\alpha}$ (2) Từ (1) và (2): $K_{\alpha} = \frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Pb}} + m_{\alpha}} Q = \frac{206}{206 + 4} 5,4 = 5,3 (\text{MeV})$

Câu	Nội dung
V.2	Gọi ε và ε' là năng lượng của photon X trước và sau va chạm; K_o là động năng của proton sau va chạm, $\vec{p}$ và $\vec{p}'$ là động lượng của photon X trước và sau va chạm, $\vec{p}_o$ là động lượng của proton sau va chạm. Theo định luật bảo toàn năng lượng và động lượng: $\begin{cases} \varepsilon = \varepsilon' + K_o & (3) \\ \vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_o & (4) \end{cases}$ Chứng minh được hoặc nhận biết được photon có năng lượng nhỏ nhất khi va chạm là trực diện, sau va chạm photon bị bật ngược trở lại. Từ (4): $p = -p' + p_o \Rightarrow \frac{\varepsilon}{c} = -\frac{\varepsilon'}{c} + p_o$ hay $\varepsilon = -\varepsilon' + p_o c$ (4') Từ (3) và (4'): $\varepsilon = \frac{K_o}{2} + \sqrt{\frac{K_o}{2} m_o c^2}$ với m_o là khối lượng proton; $K_o = \frac{m_o v^2}{2} \Rightarrow m_o = \frac{2K_o}{v_o^2}$ Ta được: $\varepsilon = \frac{K_o}{2} + \frac{c}{v_o} K_o = \left(\frac{1}{2} + \frac{c}{v_o}\right) K_o = \left(\frac{1}{2} + \frac{30}{3,3}\right) 5,7 = 54,7$ (MeV)
V.3	Giả sử X là một photon: ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_0\gamma$ Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: $K_\alpha + (\Delta m_C - \Delta m_{Be})c^2 = K_C + \varepsilon$ Năng lượng của X: $\varepsilon = K_\alpha + (\Delta m_C - \Delta m_{Be})c^2 - K_C$ (5) Từ (5) ta thấy: $\varepsilon < K_\alpha + \Delta m_C c^2 = 15,3$ MeV Theo câu (2), $\varepsilon = 54,7 \text{ MeV}$ ta thấy lớn hơn nhiều giá trị 15,3 MeV vừa tính ở trên, nên X không thể là photon.
V.4	Gọi m là khối lượng của hạt X, v và v' lần lượt là vận tốc của nó trước và sau va chạm. Xét va chạm của X với proton. Gọi m_o là khối lượng proton và v_o là vận tốc sau va chạm của nó. Theo định luật bảo toàn năng lượng: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} + \frac{m_o v_o^2}{2}$ (5) Và định luật bảo toàn động lượng: $m\vec{v} = m\vec{v}' + m_o \vec{v}_o$ suy ra: $mv = mv' + m_o v_o$ (6) Từ (5) và (6): $v_o = \frac{2m}{m + m_o} v$ (7) Xét va chạm của X với Nitơ, gọi M_o và V_o là khối lượng và vận tốc của N sau va chạm. Tương tự trên ta có: $V_o = \frac{2m}{m + M_o} v$ (8) Từ (7) và (8): $\frac{m + M_o}{m + m_o} = \frac{v_o}{V_o}$ hay $m = \frac{M_o - \frac{v_o}{V_o} m_o}{\frac{v_o}{V_o} - 1} = \frac{14 - \frac{33}{4,4} \cdot 1}{\frac{33}{4,4} - 1} = 1$ (u)

----- HẾT -----