



Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi: 24/02/2023

Đề thi gồm 03 trang, 05 câu

**Câu I. (4,0 điểm)**

Một tàu vũ trụ chuyển động theo quỹ đạo elip với Mặt Trời là tiêu điểm, V và C lần lượt là viễn điểm và cận điểm của quỹ đạo. Khi tàu đến C, người ta thay đổi tức thời vận tốc của nó, tàu chuyển động theo quỹ đạo tròn với tâm là Mặt Trời. Gọi  $\theta$  là góc hợp giữa đường thẳng nối điểm V với tàu và đường thẳng nối điểm V với Mặt Trời. Khi tàu chuyển động tròn quanh Mặt Trời, góc  $\theta$  có giá trị lớn nhất là  $\theta_0 = 35^\circ$ . Cho khoảng cách từ Mặt Trời đến viễn điểm là  $R = 149,6 \cdot 10^9$  m, hằng số hấp dẫn  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>, khối lượng của Mặt Trời  $M_\odot = 1,99 \cdot 10^{30}$  kg.

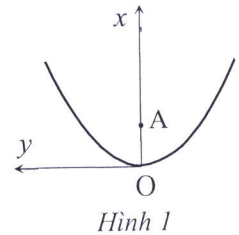
1. Hãy tính thời gian ngắn nhất tàu đi từ V đến C.

2. Tính độ biến thiên vận tốc của tàu khi nó thay đổi quỹ đạo chuyển động.

3. Để thoát khỏi Mặt Trời, khi tàu chuyển động tròn đến vị trí M có  $\theta = \theta_0$ , người ta thay đổi tức thời vận tốc của nó sao cho chuyển động theo quỹ đạo parabol với Mặt Trời là tiêu điểm. Gọi N là vị trí tiếp theo của tàu có  $\theta = \theta_0$ . Cho phương trình đường parabol trong hệ tọa độ Oxy có dạng  $y^2 = 2ax$ , với A là tiêu điểm,  $a = 2 \cdot OA$  là tham số tiêu (Hình 1). Hãy tính:

a) Thời gian tàu đi từ M đến N.

b) Vận tốc của tàu tại N.



Hình 1

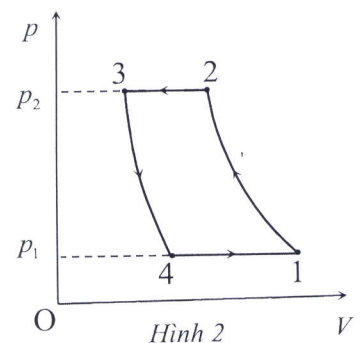
**Câu II. (4,0 điểm)**

Một máy lạnh hoạt động theo chu trình Joule thuận nghịch sử dụng một khối khí lý tưởng làm tác nhân. Chu trình của khối khí được biểu diễn trên đồ thị  $p-V$  (áp suất – thể tích) như Hình 2. Trong đó, 1–2 và 3–4 là những quá trình đoạn nhiệt, 2–3 và 4–1 là những quá trình đẳng áp. Áp suất của khối khí trong các quá trình đẳng áp 4–1 và 2–3 lần lượt là  $p_1$  và  $p_2$  (với  $p_2 > p_1$ ). Biết hệ số đoạn nhiệt của tác nhân là  $\gamma$ .

1. Vẽ lại chu trình trên đồ thị  $p-T$  (áp suất – nhiệt độ) và trên đồ thị  $V-T$  (thể tích – nhiệt độ). Thiết lập biểu thức tính hiệu năng của máy lạnh theo  $p_1$ ,  $p_2$  và  $\gamma$ .

2. Gọi nhiệt độ ở các trạng thái 1, 2, 3 và 4 lần lượt là  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  và  $t_4$ . Cho  $p_1 = 1,04$  kPa,  $p_2 = 1,64$  kPa,  $t_1 = 29^\circ\text{C}$ ,  $t_3 = 53^\circ\text{C}$  và  $\gamma = 1,4$ . Tính các nhiệt độ  $t_2$ ,  $t_4$  và hiệu năng của máy lạnh.

3. Giả sử một máy lạnh có hiệu năng không đổi và bằng hiệu năng trong ý trên (ý 2.). Máy lạnh này được sử dụng để làm lạnh một căn phòng kín có thể tích 80 m<sup>3</sup>. Công suất của máy lạnh khi hoạt động liên tục là  $P = 1$  kW. Do phòng không cách nhiệt hoàn toàn nên xảy ra quá trình truyền nhiệt giữa môi trường bên ngoài với phòng, quá trình truyền nhiệt này tuân theo phương trình  $\delta Q_T = h(T_M - T_P)dt$ , với  $h = 475$  J/s · K



Hình 2

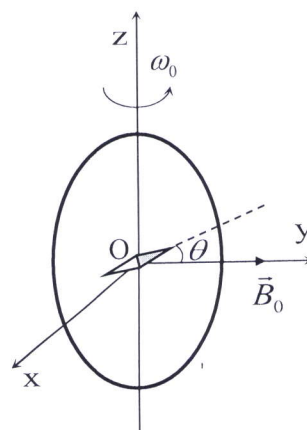
là hệ số tỉ lệ và được coi là không đổi,  $T_M$  là nhiệt độ bên ngoài phòng,  $T_p$  là nhiệt độ phòng,  $\delta Q_T$  là nhiệt lượng trao đổi trong khoảng thời gian  $dt$ . Biết khối lượng riêng của không khí  $\rho_{kk} = 1,29 \text{ kg/m}^3$ , nhiệt dung riêng đẳng tích của không khí  $C_{vkk} = 0,80 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ , nhiệt độ bên ngoài phòng là  $35^\circ \text{C}$  và được xem như không đổi.

a) Tính thời gian để nhiệt độ phòng giảm từ  $t_0 = 29^\circ \text{C}$  đến  $t_s = 20^\circ \text{C}$ . Cho rằng máy lạnh hoạt động liên tục.

b) Không khí trong phòng đã đạt nhiệt độ  $t_s = 20^\circ \text{C}$ . Để duy trì nhiệt độ trong phòng, máy lạnh được kiểm soát bằng một bộ điều khiển mở - tắt. Máy lạnh sẽ ngừng hoạt động khi nhiệt độ trong phòng đạt giá trị  $t_s$  và hoạt động trở lại khi nhiệt độ trong phòng có giá trị  $t_s + \Delta t$ , với  $\Delta t = 2^\circ \text{C}$ . Xác định tỉ số giữa thời gian máy hoạt động và thời gian máy nghỉ trong một chu kì mở - tắt.

**Câu III. (4,0 điểm)**

Một vòng dây có dạng đường tròn tâm O, bán kính  $a$ , điện trở  $R$ . Chọn hệ trục tọa độ Oxyz, với  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$  và  $\vec{k}$  là các vector đơn vị tương ứng của các trục Ox, Oy và Oz. Vòng dây quay xung quanh trục Oz trùng với đường kính vòng dây với tốc độ góc ban đầu  $\omega_0$  trong một từ trường đều  $\vec{B}_0 = B_0 \vec{j}$  (Hình 3). Tại thời điểm ban đầu  $t = 0$ , hướng pháp tuyến của vòng dây trùng với hướng của  $\vec{B}_0$ . Bỏ qua suất điện động tự cảm của vòng dây, ma sát ở ổ trục, lực cản của không khí và tác dụng của trọng lực.



Hình 3

1. Vòng dây có khối lượng không đáng kể và được cung cấp năng lượng để nó luôn quay với tốc độ góc  $\omega_0$ .

a) Thiết lập biểu thức suất điện động cảm ứng trong vòng dây.

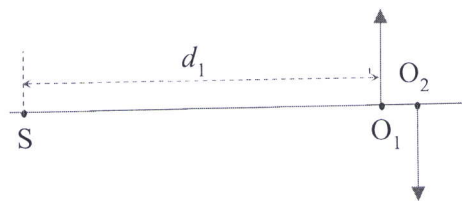
b) Thiết lập biểu thức công suất trung bình cần cung cấp cho vòng dây trong một chu kì quay.

c) Đặt một nam châm thử trong mặt phẳng Oxy sao cho tâm của nó trùng với tâm của vòng dây (Hình 3). Nam châm thử có thể quay quanh trục Oz nhưng tốc độ góc của nó nhỏ hơn tốc độ góc của vòng dây. Khi nam châm thử ở trạng thái cân bằng, nó tạo một góc  $\theta$  so với  $\vec{B}_0$ . Thiết lập biểu thức tính điện trở của vòng dây theo  $a$ ,  $\omega_0$  và  $\theta$ .

2. Giả sử vòng dây có khối lượng  $m = 0,5 \text{ kg}$  và đang quay với tốc độ góc  $\omega_0 = 30\pi \text{ rad/s}$  thì ngừng cung cấp năng lượng. Kể từ thời điểm đó vòng dây quay được thêm bao nhiêu vòng thì dừng lại, cho  $R = 1 \Omega$ ,  $a = 25 \text{ cm}$  và  $B_0 = 1 \text{ T}$ ?

**Câu IV. (4,0 điểm)**

Một thấu kính hội tụ mỏng có tiêu cự  $f = 45 \text{ cm}$  được cắt ra làm hai phần bằng nhau theo mặt phẳng qua trục chính và vuông góc với tiết diện thấu kính. Hai nửa thấu kính được tách ra theo phương của trục chính và cách nhau  $7,5 \text{ cm}$ , tạo thành hệ hai nửa thấu kính  $O_1$  và  $O_2$  đồng trục đặt trong không khí. Đặt nguồn sáng S, được coi như nguồn sáng điểm, phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng  $\lambda$ , trên trục chính và cách nửa thấu kính  $O_1$  một khoảng  $d_1 = 60 \text{ cm}$  như Hình 4. Ảnh thật của S qua các nửa thấu kính  $O_1$  và  $O_2$  lần lượt là  $S_1$  và  $S_2$  cùng nằm trên trục chính. Đặt một màn quan sát vuông góc với trục chính của hệ ở vị trí phù hợp thì thấy trên màn có hệ vân giao thoa là những nửa đường tròn tâm C, với C là giao điểm của trục chính với màn. Tịnh



Hình 4

Đặt một màn quan sát vuông góc với trục chính của hệ ở vị trí phù hợp thì thấy trên màn có hệ vân giao thoa là những nửa đường tròn tâm C, với C là giao điểm của trục chính với màn. Tịnh

tiến màn quan sát dọc theo trục chính cho đến khi C cách S một khoảng  $l$  thì trường giao thoa trên màn đạt diện tích lớn nhất. Cố định màn quan sát tại vị trí đó và gọi  $(\sigma)$  là mặt phẳng chứa màn quan sát. Gọi  $r$  là bán kính của vân sáng bậc  $k$  tính từ C. Biết  $r$  rất nhỏ so với  $CS_1$  và  $CS_2$ .

1. Tính các khoảng cách  $S_1S$ ,  $S_2S$  và  $l$ .

2. Hãy thiết lập công thức tính  $r$  theo  $\lambda$  và  $k$ . Có thể sử dụng công thức gần đúng  $(1 \pm x)^m \approx 1 \pm mx$ , với  $x \ll 1$ .

3. Biết vân sáng bậc 2 có  $r = 0,48 \text{ mm}$ . Hãy tính giá trị của bước sóng  $\lambda$ .

4. Bỏ màn quan sát. Người quan sát sử dụng một kính lúp có tiêu cự 2 cm, có trục chính trùng với trục chính của hệ hai nửa thấu kính, để quan sát các vân giao thoa trên mặt phẳng  $(\sigma)$  trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực. Hãy tính khoảng cách từ quang tâm của kính lúp tới S và tính góc trông khi quan sát khoảng cách từ C đến vân sáng bậc 1 qua kính.

**Câu V. (4,0 điểm)**

Hạt nhân phóng xạ  $^{210}_{84}\text{Po}$  phát ra hạt  $\alpha$  và biến đổi thành hạt nhân  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Cho hạt  $\alpha$  phát ra từ phân rã Po đập vào hạt nhân  $^9_4\text{Be}$ , phản ứng tạo ra hạt nhân đồng vị carbon và hạt X không mang điện. Để khảo sát hạt X, người ta cho hạt X phát ra từ phản ứng trên đập vào các hạt bia khác nhau và đo vận tốc giật lùi của các hạt bia. Trong bài toán này ta có thể dùng gần đúng cổ điển.

1. Biết khối lượng nghỉ của các hạt  $^{210}_{84}\text{Po}$ ;  $\alpha$  và  $^{206}_{82}\text{Pb}$  lần lượt là:  $195555,9 \text{ MeV}/c^2$ ;  $3727,4 \text{ MeV}/c^2$  và  $191823,1 \text{ MeV}/c^2$ . Hãy tính năng lượng tỏa ra khi một hạt Po phân rã và động năng hạt  $\alpha$  phát ra từ phân rã. Cho rằng hạt Po đứng yên và phân rã không kèm theo tia  $\gamma$ .

2. Cho hạt X đập vào hạt proton đứng yên, vận tốc của proton sau va chạm đo được là  $3,3 \cdot 10^9 \text{ cm/s}$ , tương ứng với động năng 5,7 MeV. Giả sử hạt X là photon, hãy tính năng lượng tối thiểu của photon này để tạo ra vận tốc đó của proton (lấy tốc độ ánh sáng trong chân không  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ).

3. Biết độ hụt khối của hạt nhân  $^{13}_6\text{C}$  vào khoảng  $10 \text{ MeV}/c^2$ . Sử dụng kết quả của các ý trên, chứng tỏ rằng hạt X không thể là photon.

4. Khi cho hạt X đập vào hạt  $^{14}_7\text{N}$  đứng yên, vận tốc của  $^{14}_7\text{N}$  sau va chạm đo được là  $4,4 \cdot 10^8 \text{ cm/s}$ . Giả thiết rằng, hạt X có khối lượng đáng kể và va chạm giữa hạt X với hạt  $^{14}_7\text{N}$  và với proton ở ý trên (ý 2.) là các va chạm trực diện (các hạt sau va chạm có các vận tốc cùng phương). Lấy khối lượng của proton và  $^{14}_7\text{N}$  lần lượt là 1 u và 14 u (u là đơn vị khối lượng nguyên tử). Hãy tính khối lượng của hạt X theo đơn vị u.

-----HẾT-----

- Thí sinh **KHÔNG** được sử dụng tài liệu.
- Giám thị **KHÔNG** giải thích gì thêm.

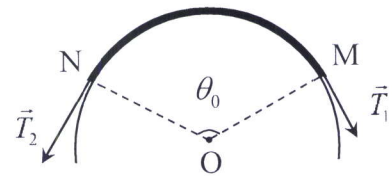


**KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA  
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG  
NĂM HỌC 2022 - 2023**

Môn: **VẬT LÝ**  
 Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)  
 Ngày thi: **25/02/2023**  
 Đề thi gồm 04 trang, 05 câu

**Câu I. (4,0 điểm)**

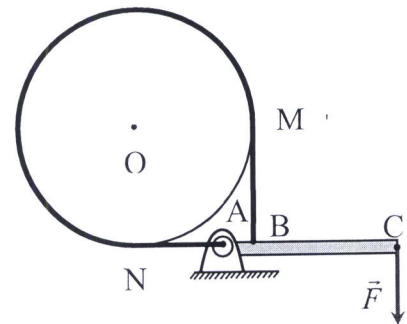
Một dây đai mỏng, nhẹ, mềm, không dẫn được vắt căng tiếp xúc với bề mặt một khối hình trụ. Khối hình trụ quay quanh trục cố định trùng với trục của nó, dây luôn tiếp xúc với bề mặt hình trụ và cân bằng. Hình 1a vẽ phần dây MN tiếp xúc với khối hình trụ trong mặt phẳng vuông góc với trục của khối hình trụ. Các điểm M và N được gọi là các điểm biên tiếp xúc, O là điểm thuộc trục của khối hình trụ, góc ở tâm  $\angle MON = \theta_0$ . Lực căng dây tác dụng lên M và N lần lượt là  $\vec{T}_1$  và  $\vec{T}_2$ . Hệ số ma sát trượt giữa dây và hình trụ là  $\mu$ . Bỏ qua khối lượng của dây.



Hình 1a

1. Giả sử  $T_2 > T_1$ , hãy chứng minh  $T_2 = T_1 e^{\mu \theta_0}$ .

2. Dây đai được sử dụng làm một phanh đai để giảm tốc độ quay của khối hình trụ. Hình 1b vẽ cấu tạo của phanh đai trong mặt phẳng vuông góc với trục của khối hình trụ. Cấu tạo của phanh đai gồm: thanh cứng AC có chiều dài 65 cm có thể quay quanh trục cố định đi qua A và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ; dây đai có một đầu nối với điểm A, một đầu nối với thanh AC tại điểm B, với  $BA = 5$  cm. Phanh hoạt động khi tác dụng vào đầu C một lực  $\vec{F}$  và thanh AC được coi như lập tức đạt trạng thái cân bằng (Hình 1b). Khi thanh AC cân bằng,  $MB \perp AC$ ,  $\vec{F} \perp AC$ , dây đai căng và tiếp xúc với bề mặt hình trụ với  $\theta_0 = 270^\circ$ . Bỏ qua khối lượng của thanh AC. Cho  $F = 100$  N và  $\mu = 0,24$ .



Hình 1b

- a) Tính lực căng dây tác dụng lên các điểm biên tiếp xúc M và N khi phanh hoạt động.
- b) Biết khối hình trụ đặc, đồng chất, có khối lượng 200 kg, tiết diện có bán kính 26 cm. Khi khối hình trụ đang quay với tốc độ góc 200 vòng/phút thì phanh hoạt động. Bỏ qua tác dụng của lực ma sát tại trục quay của khối hình trụ. Tính thời gian từ lúc phanh hoạt động đến khi khối hình trụ dừng hẳn. Nhận xét kết quả thu được.
- c) Xác định áp lực của dây đai tác dụng lên khối hình trụ khi phanh hoạt động.

**Câu II. (4,0 điểm)**

Đối với một vật rắn có cấu trúc mạng tinh thể, các hạt (phân tử, nguyên tử, ion) tạo thành vật rắn được sắp xếp một cách trật tự và tuần hoàn. Trong mạng tinh thể, ta có thể tìm được một ô hình hộp, gọi là ô cơ sở, sao cho: nếu tịnh tiến ô này dọc theo một trong ba cạnh, qua một đoạn bằng độ dài của cạnh ấy, thì ô đó lại trùng với mạng. Ta xét tinh thể LiF gồm các ion dương  $\text{Li}^+$  xen kẽ với các ion âm  $\text{F}^-$ . Ô cơ sở có thể chọn là một khối lập phương. Vị trí cân bằng của ion  $\text{F}^-$  là các đỉnh và tâm của các mặt của khối lập phương, vị trí cân bằng của các ion  $\text{Li}^+$  là điểm chính giữa của các cạnh và tâm của khối lập phương (Hình 2). Trong

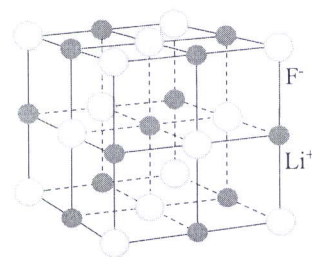
mạng tinh thể, 4 ion  $\text{Li}^+$  và 4 ion  $\text{F}^-$  được tính cho mỗi ô cơ sở. Cho biết thế năng tương tác  $U(r)$  giữa hai ion có điện tích  $q_1$  và  $q_2$  đặt cách nhau một khoảng  $r$  được mô tả bằng phương trình:

$$U(r) = k \frac{q_1 q_2}{r} + \frac{b}{r^7}$$

trong đó  $k$  là hằng số và  $b$  là hệ số dương. Cho khối lượng mol phân tử của  $\text{LiF}$  là  $M$ , độ lớn điện tích nguyên tố là  $e$ , số Avogadro là  $N_A$ .

Trong bài toán này, với mỗi ion ta chỉ tính đến tương tác của nó với các ion

khác cách vị trí của nó không quá  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  lần độ dài cạnh của ô cơ sở. Bỏ qua động năng dao động của mạng tinh thể. Coi tinh thể là hoàn toàn đẳng hướng.



Hình 2

1. Xét ion  $\text{Li}^+$  nằm ở tâm hình lập phương (Hình 2). Gọi  $R$  là khoảng cách từ ion  $\text{Li}^+$  đến ion gần nó nhất. Thiết lập biểu thức tính thế năng tương tác toàn phần  $U_{tp}$  của ion  $\text{Li}^+$  theo  $R$ . Khi  $R = R_0$  thì  $U_{tp}$  đạt giá trị cực tiểu. Thiết lập biểu thức tính  $R_0$  theo  $b$ ,  $k$  và  $e$ .

2. Thiết lập biểu thức tính mật độ ion  $n$  (số ion trên một đơn vị thể tích) và khối lượng riêng  $\rho$  của  $\text{LiF}$ .

3. Thiết lập biểu thức tính nhiệt lượng  $Q$  cần cung cấp để tinh thể  $\text{LiF}$  dẫn nổ từ thể tích ban đầu  $V_0$  (ứng với thế năng tương tác toàn phần cực tiểu) đến thể tích  $V = V_0(1 + \delta)$ , với  $\delta \ll 1$  (tính đến gần đúng bậc  $\delta^2$ ). Có thể sử dụng công thức gần đúng:

$$(1 \pm x)^m \approx 1 \pm mx + \frac{m(m-1)x^2}{2}, \text{ khi } x \ll 1.$$

### Câu III. (4,0 điểm)

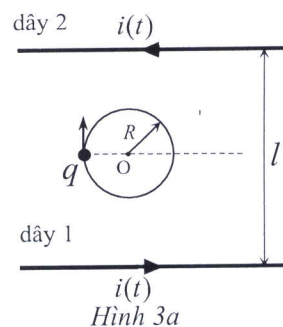
Trong chân không, xét hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt cố định, song song với nhau, cách nhau một khoảng  $l$  và một hạt được coi là chất điểm có khối lượng  $m$  mang điện tích dương  $q$ . Bỏ qua tác dụng của trọng lực, điện trường gây bởi từ trường biến thiên, từ trường gây bởi điện tích chuyển động, hiện tượng tự cảm và hỗ cảm của hai dây dẫn. Dòng điện trong hai dây dẫn luôn ngược chiều nhau.

1. Dòng điện chạy trong mỗi dây là dòng điện có cường độ biến thiên theo thời gian  $i(t)$  với chiều dương được quy ước như trong Hình 3a. Dưới tác dụng của từ trường tạo bởi hai dòng điện, hạt chuyển động tròn đều với tốc độ góc  $\omega$  nằm trong mặt phẳng chứa hai dây dẫn. Tâm  $O$  của đường tròn quỹ đạo cách đều hai dây, bán kính quỹ đạo là  $R$  với  $R < 0,5l$ . Thời điểm ban đầu được chọn sao cho vận tốc của hạt hướng vuông góc với dây dẫn (Hình 3a). Hãy thiết lập biểu thức của  $i(t)$ . Chỉ rõ giá trị cực đại và tần số góc của cường độ dòng điện chạy trong dây.

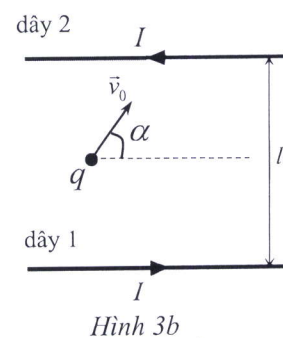
2. Dòng điện chạy trong mỗi dây là dòng điện không đổi có cùng cường độ  $I$ . Tại thời điểm ban đầu  $t = 0$ , hạt cách đều hai dây và có vận tốc  $\vec{v}_0$  theo phương tạo với dây 1 một góc  $\alpha$  nằm trong mặt phẳng chứa hai dây dẫn như hình vẽ (Hình 3b). Thiết lập biểu thức tính:

a) Khoảng cách gần nhất  $y_{\min}$  và khoảng cách xa nhất  $y_{\max}$  từ hạt đến dây 1.

b) Gia tốc của hạt tại các vị trí tương ứng với  $y_{\min}$  và  $y_{\max}$ .



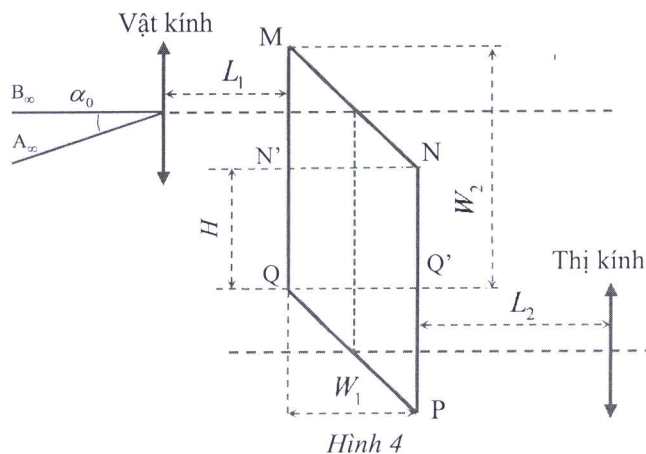
Hình 3a



Hình 3b

**Câu IV. (4,0 điểm)**

Hệ quang học của một kính viễn vọng, đặt trong không khí, có vật kính và thị kính là các thấu kính hội tụ có tiêu cự lần lượt là  $f_1 = 35\text{ cm}$  và  $f_2 = 5\text{ cm}$ , giữa vật kính và thị kính là một khối chất hình lăng trụ đứng trong suốt, đồng tính. Hình 4 vẽ sơ đồ hệ quang học trong mặt phẳng chứa tiết diện của khối chất. Tiết diện của khối chất là hình bình hành  $MNPQ$ , khoảng cách giữa  $MQ$  và  $NP$  là  $W_1 = 5\text{ cm}$ ,  $MQ = W_2 = 10\text{ cm}$ ,  $\angle NMQ = 45^\circ$ . Trục chính của vật kính và thị kính cùng vuông góc với  $MQ$ , khoảng cách giữa chúng là  $W_2$ . Quang tâm của vật kính đặt cách  $MQ$  một khoảng  $L_1 = 5\text{ cm}$ , quang tâm của thị kính đặt cách



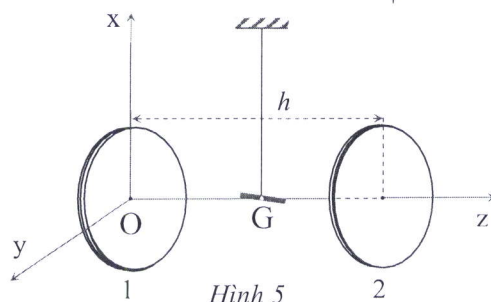
$NP$  một khoảng  $L_2$  có thể thay đổi được. Vật được quan sát  $A_\infty B_\infty$  ở rất xa, có góc trông trực tiếp vật  $\alpha_0$  rất nhỏ (cỡ  $10^{-2}$  rad) và chỉ xét các tia tới gần trục chính của vật kính. Cho chiết suất của khối chất là  $n = 1,5$ ; chiết suất của không khí được lấy bằng 1.

1. Chứng tỏ rằng các tia sáng bị phản xạ toàn phần tại  $MN$  và  $QP$ .
2. Tính giá trị của  $L_2$  để người quan sát ngắm chừng ở vô cực.
3. Xét trường hợp ngắm chừng ở vô cực, hãy vẽ hình thể hiện tất cả các ảnh của vật trong quá trình tia sáng truyền qua hệ quang học và tính số bội giác của kính viễn vọng.
4. Một người quan sát có mắt bị tật cận thị, để nhìn rõ được các vật ở xa cần đeo kính có độ tụ  $-2\text{ dp}$ . Người này quan sát vật qua kính viễn vọng mà không mang kính cận. Mắt người quan sát đặt cách thị kính  $5\text{ cm}$ . Hãy tính giá trị của  $L_2$  để người này ngắm chừng ở trạng thái không điều tiết.
5. Trong thực tế, người ta thay khối chất bằng hệ hai lăng kính tam giác vuông cân giống nhau  $N'MN$  và  $Q'PQ$ , với cạnh góc vuông là  $W_1 = 5\text{ cm}$  (Hình 4), có cùng chiết suất với khối chất. Hai lăng kính đặt cách nhau một khoảng  $N'Q$  có giá trị  $H = 5\text{ cm}$ . Trong trường hợp này, hãy tính giá trị của  $L_2$  để người quan sát ngắm chừng ở vô cực.

**Câu V. (4,0 điểm)**

**1. Xử lý số liệu**

Để xác định momen từ của một thanh nam châm nhỏ, người ta cho thanh nam châm dao động nhỏ trong từ trường, dựa vào chu kì dao động của thanh nam châm có thể xác định được momen từ của nó. Trong bài thí nghiệm này, từ trường được tạo bởi cuộn Helmholtz. Cuộn Helmholtz gồm hai cuộn dây giống nhau, đặt cách nhau một khoảng  $h = 40\text{ cm}$  trong không khí, mỗi cuộn có bán kính  $R = 20\text{ cm}$  và gồm  $N = 50$  vòng dây. Dòng điện chạy trong mỗi vòng dây của cả hai cuộn có cùng cường độ  $I = 0,5\text{ A}$  và cùng chiều. Cuộn Helmholtz được đặt sao cho trục của nó (trục  $Oz$ ) trùng với thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất (Hình 5). Thanh nam châm nhỏ được treo bằng sợi dây đủ dài, phương của sợi dây đi qua khối tâm  $G$  của thanh ( $G$  nằm trên trục  $Oz$ ) và song song với trục  $Ox$  ( $Ox$  có phương thẳng đứng).



Kích thích cho thanh nam

châm dao động nhỏ quanh vị trí cân bằng. Biết chu kì dao động nhỏ  $T$  của thanh nam châm được tính theo công thức:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{mB}}$$

với  $I_G = 1,07 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  là momen quán tính của thanh nam châm đối với trục quay đi qua G và vuông góc với thanh,  $m$  là momen từ của thanh nam châm,  $B$  là độ lớn cảm ứng từ của từ trường ngoài theo phương Oz tại vị trí G của thanh nam châm.

Khảo sát sự phụ thuộc của  $T$  theo vị trí  $z$  của thanh nam châm ( $z$  là khoảng cách từ G tới cuộn dây 1 – Hình 5) ta được bảng số liệu sau:

$z$ (cm)	4	6	8	9	11	12	14	16	17	18
$\Delta t = 20T$ (s)	27,09	27,27	27,92	28,06	28,81	28,96	29,42	29,95	30,15	30,22

Dựa vào bảng số liệu hãy xác định (không yêu cầu tính sai số):

a) Độ lớn thành phần cảm ứng từ nằm ngang  $B_H$  của từ trường Trái Đất.

b) Momen từ  $m$  của thanh nam châm.

## 2. Phương án thí nghiệm

Cho các linh kiện và dụng cụ sau:

- Các bóng đèn sợi đốt giống hệt nhau, có dây tóc làm bằng sợi wolfram dạng hình trụ với đường kính  $d$  và chiều dài  $L$  đã biết.
- Vôn kế lí tưởng.
- Ampe kế có điện trở không thể bỏ qua.
- Các tụ điện có hiệu điện thế định mức và điện dung  $C$  khác nhau đã biết.
- Nguồn điện một chiều có thông số phù hợp.
- Biến trở, công tắc (khóa) điện, các dây nối.
- Nhiệt kế chỉ dùng để đo nhiệt độ phòng.

Cho biết khối lượng riêng của wolfram là  $D$ , mối liên hệ giữa nhiệt độ  $T$  của wolfram và điện trở suất  $\rho$  của nó trong vùng nhiệt độ từ 2500 K đến nhiệt độ 3695 K (nhiệt độ nóng chảy của wolfram) được cho theo hàm gần đúng:

$$T = \alpha \rho^\beta$$

với  $\alpha$  và  $\beta$  là các hệ số đã biết.

Bỏ qua sự nở vì nhiệt của dây tóc; bỏ qua điện trở của chuỗi đèn, công tắc điện và các dây nối.

Yêu cầu:

a) Vẽ sơ đồ mạch điện khảo sát đường đặc tuyến vôn – ampe ( $U - I$ ) của dây tóc bóng đèn. Đưa ra phương án xác định nhiệt độ lớn nhất  $T_C$  của dây tóc bóng đèn mà nó chưa bị đứt.

b) Xây dựng phương án xác định nhiệt dung riêng trung bình của wolfram trong khoảng từ nhiệt độ phòng  $T_p$  đến nhiệt độ  $T_C$  (Cho rằng nhiệt độ  $T_C$  của các bóng đèn là như nhau).

-----HẾT-----

- Thí sinh **KHÔNG** được sử dụng tài liệu.
- Giám thị **KHÔNG** giải thích gì thêm.



**KỶ 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

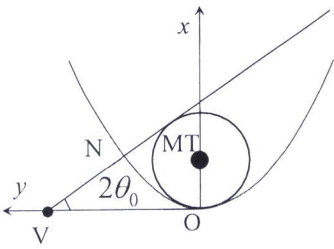
**I. HƯỚNG DẪN CHUNG**

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.

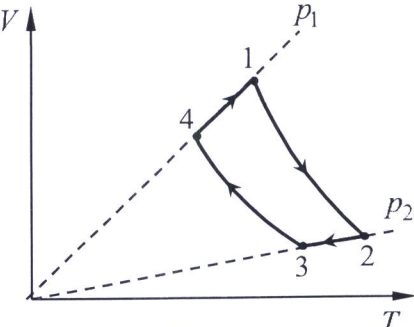
**II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM**

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

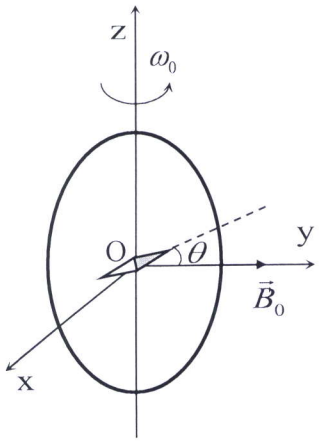


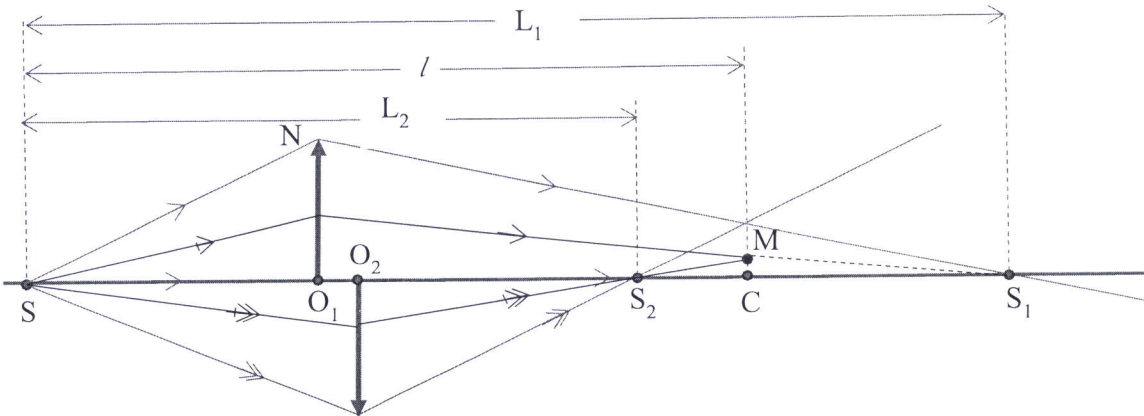
Câu	Nội dung
	<p>Độ biến thiên vận tốc theo phương tiếp tuyến</p> $\Delta v = v_T - v = \sqrt{\frac{GM_\odot}{R_1}} - \sqrt{\frac{2GM_\odot R}{(R+R_1)R_1}} = -5014,66 \text{ m/s} = -5,014 \text{ km/s}$
3a.	<p>Vận tốc trên quỹ đạo parabol tại điểm M:</p> $v_M = \sqrt{\frac{2GM_\odot}{R_1}} = 55633,84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

Câu	Nội dung
3b.	<p><math>\alpha</math> là góc hợp bởi vector vận tốc tàu vũ trụ tại N và trục Ox, <math>\varphi</math> 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.</p>
	<p>Trường hợp 1: <math>y^2 = 2ax \rightarrow 2y \frac{dy}{dx} = 2a \rightarrow \tan \alpha = \frac{2R_1}{y_N} \rightarrow \alpha = 1,00 \text{ rad}</math></p>
	<p><math>r_N = \sqrt{(R_1 - x_N)^2 + y_N^2} = 1,21 \cdot 10^{11} \text{ m}</math></p>
	<p><math>\tan \varphi = \frac{y_N}{R_1 - x_N} \rightarrow \varphi = 1,14 \text{ rad}</math></p>
	<p>Định luật bảo toàn moment động lượng:</p>
	<p><math>v_M R_1 = v_N r_N \cos(\varphi + \alpha - \frac{\pi}{2})</math>  <math>\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}</math></p>
	<p>Trường hợp 2: <math>\tan \alpha_1 = \frac{2R_1}{ y_{N1} } \rightarrow \alpha_1 = 0,16 \text{ rad}</math></p>
	<p><math>r_{N1} = \sqrt{(R_1 - x_{N1})^2 + y_{N1}^2} = 3,31 \cdot 10^{12} \text{ m}</math></p>
	<p><math>\varphi_1 = \pi - \arctan\left(\frac{ y_{N1} }{x_{N1} - R_1}\right) \rightarrow \varphi_1 = 2,82 \text{ rad}</math></p>
	<p>Định luật bảo toàn moment động lượng</p>
	<p><math>v_M R_1 = v_{N1} r_{N1} \sin(\pi - \varphi_1 - \alpha_1)</math>  <math>\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}</math></p>
<b>Câu II (4,0 điểm)</b>	
1.	<p>Chu trình vẽ trên đồ thị <math>p-T</math> :</p>
	<p style="text-align: center;">Đồ thị <math>p-T</math></p>

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

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

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

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 $\alpha$ là góc vòng dây đã quay được từ thời điểm vòng dây có tần số góc $\omega_0$ 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 $\alpha = 76.68$ rad. Vòng dây đã quay được 12 vòng.
<b>Câu IV (4,0 điểm)</b>	
<b>IV. 1</b>	Khoảng cách từ S tới $O_2$ : $d_2 = d_1 + O_1O_2 = 60 + 7,5 = 67,5$ cm. Theo công thức thấu kính: $d' = \frac{d \cdot f}{d - f}$ nên $d'_1 = \frac{d_1 \cdot f_1}{d_1 - f_1} = \frac{60 \cdot 45}{60 - 45} = 180$ cm $d'_2 = \frac{d_2 \cdot f_2}{d_2 - f_2} = \frac{67,5 \cdot 45}{67,5 - 45} = 135$ cm
	Ta có: $L_1 = d_1 + d'_1 = 60 + 180 = 240$ cm $L_2 = d_2 + d'_2 = 67,5 + 135 = 202,5$ 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: $\frac{r_o}{D/2} = \frac{L_1 - l}{L_1 - d_1} = \frac{l - L_2}{L_2 - d_2} = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2 - d_1 - d_2}$ 
	$\Rightarrow l = \frac{(L_1 - L_2)(L_2 - d_2)}{L_1 + L_2 - d_1 - d_2} + L_2 = \frac{(240 - 202,5)(202,5 - 67,5)}{240 + 202,5 - 60 - 67,5} + 202,5 = 218,6$ cm
<b>IV. 2</b>	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
	$\delta_1 \approx \delta_{(SS_1)} - CS_1 \left( 1 + \frac{r^2}{2CS_1^2} \right) = \delta_{(SS_1)} - CS_1 - \frac{r^2}{2CS_1}$
	<p>Quang trình từ S qua nửa thấu kính O<sub>2</sub> đến điểm M</p> $\delta_2 = \delta_{(SS_2)} + S_2M = \delta_{(SS_2)} - S_1S_2 + \sqrt{CS_2^2 + r^2}$
	$\delta_2 \approx \delta_{(SS_2)} - S_1S_2 + CS_2 \left( 1 + \frac{r^2}{2CS_2^2} \right) = \delta_{(SS_2)} - S_1S_2 + CS_2 + \frac{r^2}{2CS_2} = \delta_{(SS_2)} - CS_1 + \frac{r^2}{2CS_2}$
	<p>Hiệu quang trình của ánh sáng từ S đến M qua hai con đường trên:</p> $\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1 = \frac{r^2}{2CS_2} + \frac{r^2}{2CS_1} = \frac{r^2}{2} \left( \frac{1}{CS_2} + \frac{1}{CS_1} \right) = \frac{r^2}{2} \left( \frac{CS_1 + CS_2}{CS_1 \cdot CS_2} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{S_1S_2}{CS_1 \cdot CS_2} \right) r^2$
	$\Delta\delta = \frac{1}{2} \left( \frac{L_1 - L_2}{(L_1 - l)(l - L_2)} \right) r^2$
	<p>Để tại M có vân sáng: <math>\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</math>, với k là số nguyên dương.</p> <p>Tại C có <math>r = 0 \rightarrow k = 0 \forall \lambda</math>, do đó tại C có vân sáng và là vân sáng trung tâm.</p>
	<p>Khoảng cách từ C đến vân sáng bậc k: <math>r = \sqrt{\frac{2\lambda(L_1 - l)(l - L_2)}{L_1 - L_2}} \cdot \sqrt{k}</math></p>
IV. 3	<p>Vân sáng bậc hai: <math>k = 2</math>.</p> <p>Ta có: <math>0,48 = \sqrt{\frac{2\lambda(2400 - 2186)(2186 - 2025)}{2400 - 2025}} \cdot \sqrt{2}</math></p> <p><math>\rightarrow \lambda = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 0,63 \mu\text{m}</math></p>
IV. 4	<p>Kính lúp phải đặt sao cho tiêu diện vật của kính trùng với mặt phẳng <math>\sigma</math>.</p> <p>Khoảng cách từ S tới kính: <math>L = l + f = 218,6 + 2 = 220,6 \text{ cm}</math>.</p> <p>Khoảng cách từ C đến vân sáng bậc 1 (có <math>k = 1</math>): <math>r_1 = 0,34 \text{ mm}</math></p> <p>Góc trông cần tìm: <math>\alpha \approx \tan \alpha = \frac{r_1}{f} = \frac{0,34}{20} = 0,017 \text{ rad}</math></p>
<b>Câu V (4,0 điểm)</b>	
V.1	<p>Xét phóng xạ <math>\text{Po} \rightarrow \alpha + \text{Pb}</math></p> <p>Năng lượng ứng với mỗi phân rã: <math>Q = (m_{\text{Po}} - m_{\alpha} - m_{\text{Pb}})c^2</math></p> $Q = (195555,9 - 3727,4 - 191823,1) \frac{\text{MeV}}{c^2} c^2 = 5,4 (\text{MeV})$ <p>Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: <math>K_{\text{Po}} + Q = K_{\alpha} + K_{\text{Pb}}</math>.</p> <p>Vì Po đứng yên nên ta có: <math>Q = K_{\alpha} + K_{\text{Pb}}</math> (1)</p> <p>Mặt khác theo định luật bảo toàn động lượng: <math>\vec{p}_{\text{Po}} = \vec{p}_{\alpha} + \vec{p}_{\text{Pb}}</math></p> <p>Do <math>\vec{p}_{\text{Po}} = 0</math> nên rút ra: <math>p_{\alpha} = p_{\text{Pb}}</math> hay <math>2m_{\alpha}K_{\alpha} = 2m_{\text{Pb}}K_{\text{Pb}}</math> suy ra <math>K_{\text{Pb}} = \frac{m_{\alpha}}{m_{\text{Pb}}} K_{\alpha}</math> (2)</p>
	<p>Từ (1) và (2): <math>K_{\alpha} = \frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Pb}} + m_{\alpha}} Q = \frac{206}{206 + 4} 5,4 = 5,3 (\text{MeV})</math></p>

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

----- HẾT -----



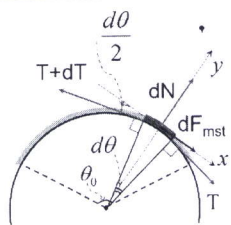
HƯỚNG DẪN CHẤM  
Đề thi chính thức

Môn: **VẬT LÝ**  
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)  
Ngày thi: **25/02/2023**  
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 đối với câu/ý/nội dung được tính điểm theo biểu điểm nhưng đúng thì giám khảo vẫn cho điểm theo 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
<b>Câu I (4,0 điểm)</b>	
<b>I.1</b>	<p>Chia dây đai MN thành các đoạn nhỏ có độ dài <math>d\ell</math>, góc mở <math>d\theta</math>.                      Tại góc <math>\theta</math> đoạn <math>d\ell</math> gây ra áp lực <math>dQ</math> lên hình trụ.                      Các lực tác dụng lên dây <math>d\ell</math> bao gồm: phản lực vuông góc <math>dN</math> của hình trụ; lực căng tại hai đầu dây <math>T, T + dT</math>; lực ma sát trượt <math>dF_{mst}</math></p> 
	$\sum F_x = 0 = (T + dT) \cos \frac{d\theta}{2} - T \cos \frac{d\theta}{2} - \mu dN$ $\sum F_y = 0 = dN - (T + dT) \sin \frac{d\theta}{2} - T \sin \frac{d\theta}{2}$
	Do $d\theta$ bé nên $\sin \frac{d\theta}{2} \approx \frac{d\theta}{2}$ , bỏ qua vô cùng bé bậc 2 ta có: $dT - \mu dN = 0 \quad (1)$ $dN - T d\theta = 0 \quad (2)$
	Từ (1), (2) suy ra: $\frac{dT}{T} = \mu d\theta \Rightarrow \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = \int_0^{\theta_0} \mu d\theta \Rightarrow T_2 = T_1 e^{\mu\theta_0}$
<b>I.2a</b>	Điều kiện cân bằng $F \cdot AC = T_B \cdot AB \Rightarrow T_B = \frac{F \cdot AC}{AB} = 1300 \text{ N}$ <p>Nếu hình trụ quay cùng chiều kim đồng hồ thì <math>T_N &gt; T_M</math> và ngược chiều kim đồng hồ thì <math>T_N &lt; T_M</math>, <math>T_M = T_B</math> luôn có giá trị không đổi.                      Trường hợp 1: <math>T_N &gt; T_M</math>; <math>T_N = 4028,31 \text{ N}</math>                      Trường hợp 2: <math>T_{N1} &lt; T_M</math>; <math>T_{N1} = 419,53 \text{ N}</math></p>

**I.2b**

Từ phương trình (1), momen của lực ma sát trượt tác dụng lên hình trụ

$$|dM'_{mst}| = |RdF'_{mst}| = |-RdF_{mst}| = R|dT|$$

Trường hợp 1:  $T_N > T_M$

$$|M'_{mst}| = R(T_N - T_M) = RT_M(e^{\mu\theta_0} - 1)$$

$$\text{Độ lớn gia tốc góc của hình trụ: } \gamma = \frac{RT_M(e^{\mu\theta_0} - 1)}{\frac{1}{2}MR^2}$$

$$\text{Thời gian để hình trụ dừng hẳn: } t = \frac{\omega_0}{\gamma} = 0,20 \text{ s}$$

Trường hợp 2:  $T_{N1} < T_M$

$$|M'_{mst1}| = R(T_M - T_{N1}) = RT_M \left(1 - \frac{1}{e^{\mu\theta_0}}\right)$$

$$\text{Độ lớn gia tốc góc của hình trụ: } \gamma_1 = \frac{RT_M(1 - \frac{1}{e^{\mu\theta_0}})}{\frac{1}{2}MR^2}$$

$$\text{Thời gian để hình trụ dừng hẳn: } t_1 = \frac{\omega_0}{\gamma_1} = 0,62 \text{ s}$$

*Nhận xét:* Thời gian để hình trụ dừng hẳn phụ thuộc vào chiều quay của hình trụ. Với giá trị  $\mu, \theta_0$  xác định, ta có thể thiết kế sao cho phanh đạt hiệu quả nhanh nhất.

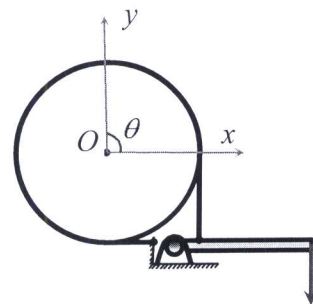
**I.2c**

Trường hợp 1:  $T_N > T_M$

Từ phương trình (2):  $dQ = dN = Td\theta = T_M e^{\mu\theta} d\theta$

$$d\vec{Q} \text{ luôn hướng vào tâm nên: } \begin{cases} dQ_x = -T_M \cos\theta e^{\mu\theta} d\theta \\ dQ_y = -T_M \sin\theta e^{\mu\theta} d\theta \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Q_x = \int_0^{3\pi/2} -T_M \cos\theta e^{\mu\theta} d\theta = 4103,89 \text{ N} \\ Q_y = \int_0^{3\pi/2} -T_M \sin\theta e^{\mu\theta} d\theta = -314,93 \text{ N} \end{cases}$$



$$\begin{cases} Q = 4115,95 \text{ N} \\ \tan \alpha = \frac{Q_y}{Q_x} \Rightarrow \alpha = -4,39^\circ \end{cases}$$

$\alpha$  là góc hợp bởi véc tơ  $\vec{Q}$  với trục  $Ox$

Trường hợp 2:  $T_{N1} < T_M$

Từ phương trình (2):  $dQ_1 = dN_1 = Td\theta = \frac{T_M}{e^{\mu\theta}} d\theta$

$$\begin{cases} dQ_{x1} = -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \cos\theta d\theta \\ dQ_{y1} = -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \sin\theta d\theta \end{cases}$$

	$\Rightarrow \begin{cases} Q_{x1} = \int_0^{3\pi/2} -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \cos \theta d\theta = 101,68 \text{ N} \\ Q_{y1} = \int_0^{3\pi/2} -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \sin \theta d\theta = -1324,39 \text{ N} \end{cases}$
	$\begin{cases} Q_1 = 1328,29 \text{ N} \\ \tan \alpha_1 = \frac{Q_{y1}}{Q_{x1}} \Rightarrow \alpha_1 = -85,6^\circ \end{cases}$
<b>Câu II (4,0 điểm)</b>	
<b>II.1</b>	<p>Xét ion <math>\text{Li}^+</math> nằm ở tâm hình lập phương. <math>R</math> là khoảng cách từ ion <math>\text{Li}^+</math> đến ion ở gần nó nhất. Ion <math>\text{Li}^+</math> có:</p> <p>+ 6 ion âm <math>\text{F}^-</math> cách nó một khoảng <math>R</math> :</p> $U_1(R) = 6 \left( -k \frac{e^2}{R} + \frac{b}{R^7} \right)$ <p>+ 12 ion <math>\text{Li}^+</math> cách nó một khoảng <math>R\sqrt{2}</math> :</p> $U_2(R) = 12 \left( k \frac{e^2}{R\sqrt{2}} + \frac{b}{(R\sqrt{2})^7} \right)$ <p>+ 8 ion âm <math>\text{F}^-</math> cách nó một khoảng <math>R\sqrt{3}</math> :</p> $U_3(R) = 8 \left( -k \frac{e^2}{R\sqrt{3}} + \frac{b}{(R\sqrt{3})^7} \right)$ <p>Thế năng tương tác toàn phần đối với ion <math>\text{Li}^+</math> nằm ở tâm hình lập phương</p> $U_{tp}(R) = U_1(R) + U_2(R) + U_3(R) = -C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} \approx -2,13k \frac{e^2}{R} + 7,23 \frac{b}{R^7}$ <p>ở trên <math>C_1 = 2,13</math> và <math>C_2 = 7,23</math>.</p> <p>Khoảng cách <math>R_0</math> ứng với thế năng <math>U_{tp}(R)</math> cực tiểu</p> $R = R_0 = \left( \frac{7C_2 b}{C_1 k e^2} \right)^{1/6} \approx 1,7 \left( \frac{b}{k e^2} \right)^{1/6}$
<b>II.2</b>	<p>Ô lập phương có chiều dài cạnh <math>2R_0</math>, trong ô có 4 ion <math>\text{Li}^+</math> và 4 ion <math>\text{F}^-</math> được tính cho ô này. Số ion trong một đơn vị thể tích là:</p> $n = \frac{8}{(2R_0)^3} = \frac{1}{R_0^3}$ <p>Ô lập phương có chiều dài cạnh <math>2R_0</math>, trong ô có 4 phân tử <math>\text{LiF}</math> được tính cho ô này. Do đó,</p> <p>Khối lượng riêng của <math>\text{LiF}</math>: <math>\rho = \frac{4}{(2R_0)^3} \cdot \frac{M}{N_A} = \frac{1}{2R_0^3} \cdot \frac{M}{N_A}</math></p>
<b>II.3</b>	<p>Do tính đối xứng của các ion <math>\text{Li}^+</math> và <math>\text{F}^-</math> trong mạng tinh thể, cực tiểu thế năng tương tác toàn phần đối với mỗi ion <math>\text{F}^-</math> cũng bằng cực tiểu thế năng toàn phần đối với mỗi ion <math>\text{Li}^+</math> và bằng</p> $-C_1 k \frac{e^2}{R_0} + C_2 \frac{b}{R_0^7}$

Số ion trong thể tích  $V_0$  của tinh thể là:  $nV_0 = \frac{V_0}{R_0^3}$ .

Thế năng tương tác toàn phần của tinh thể khi khoảng cách giữa hai ion gần nhất bằng  $R_0$  (vị trí ứng với thế năng tương tác toàn phần cực tiểu).

$$U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left( -C_1 k \frac{e^2}{R_0} + C_2 \frac{b}{R_0^7} \right) (*)$$

Lưu ý: nếu không có thừa số 2 ở dưới mẫu số trong phương trình (\*) thì không được 0,25 điểm ở ý này.

Khi tinh thể bị giãn nở từ  $V_0$  thành  $V = V_0(1 + \delta)$  thì  $R_0$  trở thành  $R = R_0(1 + \delta)^{1/3}$  (do tinh thể hoàn toàn đẳng hướng).

Thế năng tương tác toàn phần của tinh thể khi khoảng cách giữa hai ion gần nhất bằng  $R$  là

$$U_{tt}(R) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left( -C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} \right)$$

Nhiệt lượng cung cấp cho tinh thể  $Q$  bằng độ biến thiên thế năng tương tác toàn phần của tinh thể.

Độ biến thiên năng lượng của mạng tinh thể

$$Q = \Delta U_{tt} = U_{tt}(R) - U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left( -C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} + C_1 k \frac{e^2}{R_0} - C_2 \frac{b}{R_0^7} \right)$$

$$\Delta U_{tt} = U_{tt}(R) - U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left( -C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} + C_1 k \frac{e^2}{R_0} - C_2 \frac{b}{R_0^7} \right)$$

$$= -\frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left[ \frac{C_1 k e^2}{R_0} \left( \frac{R_0}{R} - 1 \right) - \frac{b C_2}{R_0^7} \left( \frac{R_0^7}{R^7} - 1 \right) \right]$$

$$\Delta U_{tt} = -\frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \frac{k e^2 C_1}{R_0} \left[ \frac{R_0}{R} - 1 - \frac{1}{7} \left( \frac{R_0^7}{R^7} - 1 \right) \right]$$

Ta có:

$$\frac{R_0}{R} - 1 = (1 + \delta)^{-1/3} - 1 \approx -\frac{\delta}{3} + \frac{2\delta^2}{9}$$

$$\left( \frac{R_0}{R} \right)^7 - 1 = (1 + \delta)^{-7/3} - 1 \approx -\frac{7\delta}{3} + \frac{7(7+3)}{18} \delta^2$$

Do đó nhiệt lượng cần thiết để giãn tinh thể là

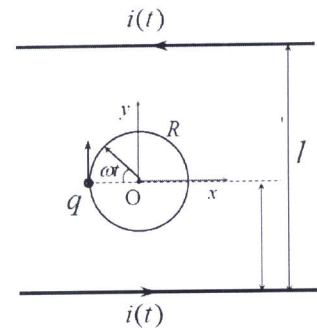
$$Q \approx \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \frac{k e^2 C_1}{3R_0} \delta^2 = 0.355 \frac{V_0 k e^2}{R_0^4} \delta^2$$

**Câu III (4,0 điểm)**

**III. 1**

Vị trí của hạt tại thời điểm  $t$ . Hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ

$$x(t) = -R \cos(\omega t), \quad y(t) = R \sin(\omega t)$$



Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn 1 tại thời điểm  $t$  là  $i(t)$ , cảm ứng từ do dây 1 sinh ra tại vị trí của hạt có độ lớn là

$$B_1 = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left( \frac{l}{2} + y(t) \right)}$$

Tương tự cảm từ do dây 2 sinh ra tại vị trí của hạt là

$$B_2 = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left( \frac{l}{2} - y(t) \right)}$$

Từ trường toàn phần  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ ,

$$B = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left( \frac{l}{2} + y(t) \right)} + \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left( \frac{l}{2} - y(t) \right)} = \frac{\mu_0 i(t) l}{2\pi \left( \frac{l^2}{4} - y^2(t) \right)}$$

Do chỉ có lực từ tác dụng lên hạt chuyển động tròn đều nên từ trường  $B$  có giá trị không đổi:

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

trong đó  $v = \omega R$  nên  $B = \frac{m\omega}{q}$ .

Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn tại thời điểm  $t$  là  $i(t)$ ,

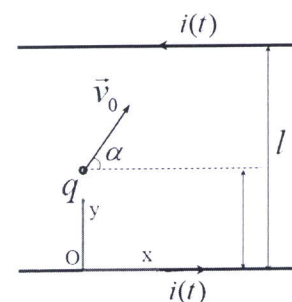
$$i(t) = \frac{2\pi m\omega}{\mu_0 l q} \left[ \left( \frac{l^2}{4} - \frac{R^2}{2} \right) + \frac{R^2}{2} \cos 2\omega t \right]$$

Dòng điện cực đại:  $I_{\max} = \frac{\pi m\omega l}{2\mu_0 q}$  và tần số góc của cường độ dòng điện  $2\omega$

**III. 2**

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ. Phương trình chuyển động của hạt theo phương Ox:

$$mx'' = qy' B$$



	<p>Phương trình chuyển động của hạt theo phương Ox: <math>mx'' = \frac{\mu_0 q I y'}{2\pi} \left( \frac{1}{y} + \frac{1}{l-y} \right)</math></p>
	<p>Tại thời điểm ban đầu <math>t = 0</math>; <math>x'(0) = v_0 \cos \alpha</math>, <math>y(0) = \frac{l}{2}</math>; ta được:</p> $x' = v_0 \cos \alpha + \frac{\mu_0 q I}{2\pi m} \left( \ln \frac{y}{l-y} \right)$
	<p>Vì lực Lorentz không làm thay đổi module vận tốc nên ở khoảng cách nhỏ nhất <math>y = y_{\min}</math> thì giá trị <math>x' = -v_0</math> và ở khoảng cách lớn nhất <math>y = y_{\max}</math> khi <math>x' = v_0</math></p>
	<p>Khoảng cách gần nhất: <math>y_{\min} = \frac{l}{1 + e^{\frac{\mu_0 q I}{v_0 2\pi m (1 + \cos \alpha)}}}</math></p>
	<p>Khoảng cách xa nhất: <math>y_{\max} = \frac{l}{1 + e^{\frac{-\mu_0 q I}{v_0 2\pi m (1 - \cos \alpha)}}}</math></p>
	<p>Tại khoảng cách gần nhất <math>y_{\min}</math> hoặc <math>y_{\max}</math> thì <math>x'' = 0</math> nên chỉ có gia tốc theo phương Oy</p> <p>Do đó:</p> <p>Tại <math>y = y_{\min}</math>, <math>a = \frac{\mu_0 q I v_0}{2\pi m} \left( \frac{1}{y_{\min}} + \frac{1}{l - y_{\min}} \right)</math></p>
	<p>Tại <math>y = y_{\max}</math>, <math>a = -\frac{\mu_0 q I v_0}{2\pi m} \left( \frac{1}{y_{\max}} + \frac{1}{l - y_{\max}} \right)</math></p>
<b>Câu IV (4,0 điểm)</b>	
<b>IV. 1</b>	<p>Các tia tới sau khi đi qua vật kính có thể coi như tới vuông góc với MQ.</p> <p>Góc tới tại MN: <math>i = 45^\circ</math></p> <p>Góc giới hạn phản xạ toàn phần của tia tới MN: <math>i_{gh} = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1,5}\right) = 42^\circ</math></p>
	<p>Có <math>i &gt; i_{gh}</math> nên có phản xạ toàn phần tại MN.</p> <p>Trương tự cho tia tới PQ: <math>i = 45^\circ &gt; i_{gh} = 42^\circ</math> nên có phản xạ toàn phần tại PQ.</p>
<b>IV. 2</b>	<p>Vật <math>A_\infty B_\infty</math> ở vô cùng qua vật kính cho ảnh AB ở tiêu diện ảnh của vật kính, cách vật kính khoảng <math>d' = f_1 = 35</math> cm.</p> <p>Sơ đồ tạo ảnh qua khối chất: <math>AB \xrightarrow{MQ} A_1 B_1 \xrightarrow{MN} A_2 B_2 \xrightarrow{PQ} A_3 B_3 \xrightarrow{NP} A_4 B_4</math></p> <p>Giả sử tia tới điểm chính giữa của MN</p> <p><math>d_1 = L_1 - f_1 = 5 - 35 = -30</math> cm</p> <p><math>d_1' = -n d_1 = -1,5 \times -30 = 45</math> cm</p> <p><math>d_2 = \frac{W_1}{2} - d_1' = 2,5 - 45 = -42,5</math> cm</p> <p><math>d_2' = -d_2 = 42,5</math> cm</p> <p><math>d_3 = W_2 - d_2' = 10 - 42,5 = -32,5</math> cm</p>

$$d_3' = -d_3 = 32,5 \text{ cm}$$

$$d_4 = \frac{W_1}{2} - d_3' = 2,5 - 32,5 = 30 \text{ cm}$$

$$d_4' = -\frac{d_4}{n} = -\frac{30}{1,5} = 20 \text{ cm}$$

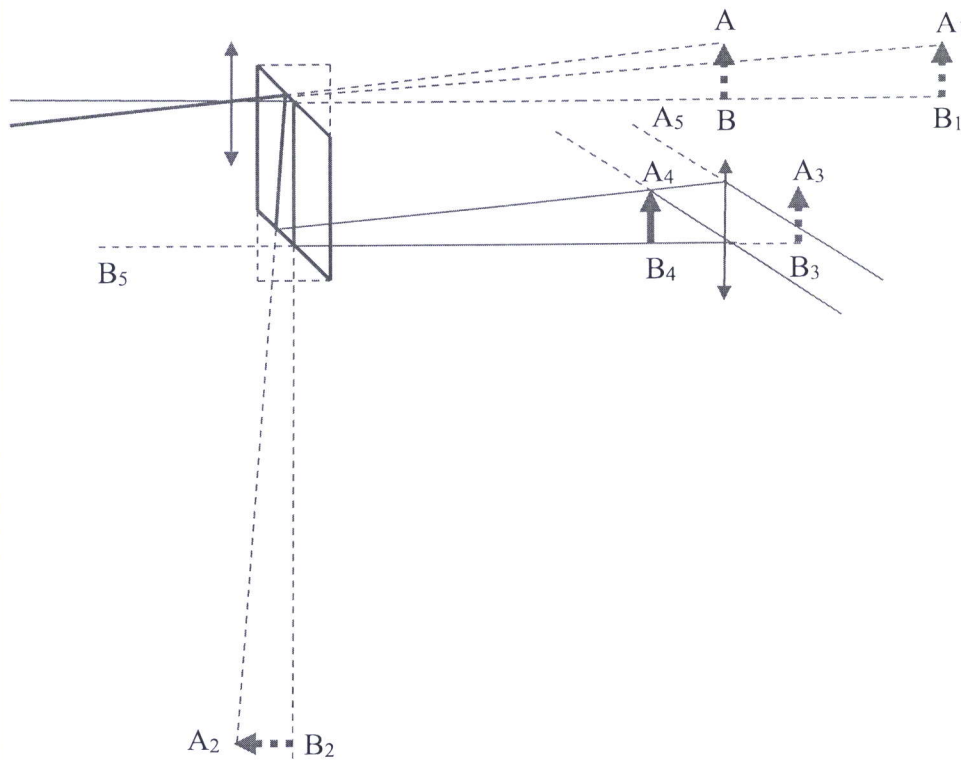
Khi ngắm chừng ở vô cực, ảnh  $A_4B_4$  ở tiêu diện vật của thị kính.

Khoảng cách cần tìm:  $L_2 = d_4' + f_2 = 20 + 5 = 25 \text{ cm}$

IV.  
3

Vẽ được vị trí ảnh AB,  $A_1B_1$ ,  $A_2B_2$

Vẽ phác được toàn bộ ảnh



$$\text{Số bội giác: } G_\infty = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A_4B_4 / f_2}{AB / f_1} = \frac{A_4B_4}{AB} \cdot \frac{f_2}{f_1}$$

Do kích thước ảnh không thay đổi khi qua khối chất:  $A_4B_4 = AB$

$$\text{Do vậy: } G_\infty = \frac{f_1}{f_2} = \frac{35}{5} = 7$$

IV.  
4

Điểm cực viễn  $C_v$  của người đó cách mắt khoảng  $OC_v = -f_k = -1/D_k = 1/2 = 0,5 \text{ m}$

Sơ đồ tạo ảnh qua thị kính:  $A_4B_4 \xrightarrow{f_2} A_5B_5$

Để người đó quan sát ảnh ở trạng thái không điều tiết thì ảnh  $A_5B_5$  phải cách mắt người đó 50 cm (ảnh ở điểm cực viễn)

$$d_5' = l - 50 = 5 - 50 = -45 \text{ cm}$$

$$d_5 = \frac{d_5' f_2}{d_5' - f_2} = \frac{-45 \times 5}{-45 - 5} = 4,5 \text{ cm}$$

Khoảng cách cần tìm:  $L_2 = d_4' + d_5 = 20 + 4,5 = 24,5$  cm

**IV. 5** Tương tự như câu 2 (theo nguyên lí Ferma hoặc xét quá trình tạo ảnh):

$$f_1 = L_1 + \frac{W}{2n} + \frac{W}{2n} + H + \frac{W}{2n} + \frac{W}{2n} + d_6' = L_1 + H + 2\frac{W}{n} + d_6'$$

$$d_6' = f_1 - \left( L_1 + H + 2\frac{W}{n} \right) = \frac{55}{3} = 18,3 \text{ cm}$$

Khoảng cách cần tìm:  $L_2 = d_6' + f_2 = 18,3 + 5 = 23,3$  cm

**Câu V (4,0 điểm)**

**V.1** Cảm ứng từ do cuộn Helmholtz gây ra tại một điểm nằm trên trục, cách tâm cuộn dây 1 một khoảng  $z$ :

$$B(z) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2} \left( \frac{1}{(z^2 + R^2)^{3/2}} + \frac{1}{((h-z)^2 + R^2)^{3/2}} \right)$$

Chu kì dao động của con lắc:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{m(B(z) + B_H)}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{I_G}{m(B(z) + B_H)} \Rightarrow \frac{1}{T^2} = \frac{m(B(z) + B_H)}{4\pi^2 I_G}$$

$$\text{Đặt: } X = B(z), Y = \frac{1}{T^2}, a = \frac{m}{4\pi^2 I_G}, b = \frac{m \cdot B_H}{4\pi^2 I_G} \Rightarrow Y = aX + b$$

Lập được bảng số liệu  $X = B(z)$

Lập được bảng số liệu  $Y = \frac{1}{T^2}$

z (cm)	x = B(z), $10^{-4}$ (T)	T (s)	y = 1/T <sup>2</sup> (s <sup>-2</sup> )
4	0,830	1,355	0,545
6	0,792	1,363	0,538
8	0,746	1,369	0,513
9	0,721	1,403	0,508
11	0,672	1,440	0,482
12	0,649	1,448	0,477
14	0,610	1,471	0,462
16	0,580	1,497	0,446
17	0,569	1,508	0,440
18	0,562	1,511	0,438

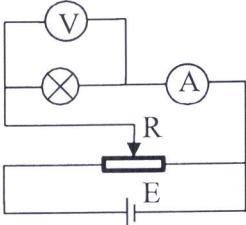
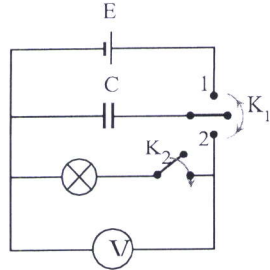
Từ bảng số liệu, tìm được phương trình:  $Y = 0,41 \cdot 10^4 \cdot X + 0,21$

$$\rightarrow a = 0,41 \cdot 10^4; b = 0,21$$

$$\text{Ta có: } a \cdot B_H = b \Rightarrow B_H = \frac{0,21}{0,41 \cdot 10^4} = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$$

$$m = a \cdot 4\pi^2 I_G \Rightarrow m = 1,69 \text{ A} \cdot \text{m}^2$$



<p>V. 2a</p>	<p>Vẽ đúng sơ đồ mạch điện khảo sát sự phụ thuộc của <math>I</math> vào <math>U</math> như Hình 5a.</p>  <p>Hình 5a</p>
	<p>Phương án xác định nhiệt độ lớn nhất của dây tóc bóng đèn khi nó chưa bị đứt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp mạch điện theo sơ đồ như hình vẽ (Hình 5a).</li> <li>- Khảo sát sự phụ thuộc của của <math>I</math> vào <math>U</math>: thay đổi giá trị của biến trở sao cho số chỉ vôn kế tăng dần, ghi các cặp giá trị <math>(U, I)</math> tương ứng. Lưu ý các cặp giá trị ghi dây tóc dây đèn sắp đứt (đèn sáng hơn mức bình thường).</li> <li>- Khi dây tóc đèn đứt, từ cặp giá trị <math>(U, I)</math> cuối cùng ta xác định được điện trở dây ngay trước khi dây đứt:</li> </ul> $R_c = \frac{U_c}{I_c}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dựa vào mối liên hệ giữa nhiệt độ và điện trở suất xác định được nhiệt độ lớn nhất:</li> </ul> $T_c = \alpha \rho^\beta = \alpha \left( \frac{R_c S}{L} \right)^\beta = \alpha \left( \frac{R_c \pi d^2}{4L} \right)^\beta$
<p>V. 2b</p>	<p>Xác định nhiệt dung riêng trung bình của vật liệu làm dây tóc đèn :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chọn tụ điện có điện dung <math>C</math> lớn nhất và hiệu điện thế định mức lớn hơn hiệu điện thế định mức của đèn.</li> <li>- Mắc tụ và đèn như sơ đồ Hình 5b</li> <li>- Khóa <math>K_2</math> mở, đóng khóa <math>K_1</math> vào vị trí 1 (Hình 5b), tích điện cho tụ điện đến hiệu điện thế lớn nhất có thể.</li> </ul>  <p>Hình 5b</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuyển khóa <math>K_1</math> sang vị trí 2 (Khóa <math>K_2</math> mở), đọc giá trị hiệu điện thế <math>U_1</math> của tụ.</li> <li>- Đóng khóa <math>K_2</math> (<math>K_1</math> vẫn ở vị trí 2), đọc hiệu điện thế <math>U_2</math> của tụ sau khi dây tóc bóng đèn đứt.</li> <li>- Năng lượng điện trường tụ điện giảm đi được dùng để tăng nhiệt độ bóng đèn từ nhiệt độ phòng <math>T_p</math> đến nhiệt độ <math>T_c</math> (bỏ qua năng lượng bức xạ nếu thời gian từ lúc đóng khóa K đến khi dây tóc bóng đèn đứt là đủ nhỏ).</li> <li>- Đọc giá trị nhiệt độ phòng <math>T_p</math> từ nhiệt kế.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ta có : <math>Q = -\Delta E_C \Leftrightarrow mc(T_c - T_p) = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2}</math></li> <math display="block">c = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2m(T_c - T_p)} = \frac{2(U_1^2 - U_2^2)C}{\pi d^2 L D(T_c - T_p)}</math> <li>- Dựa vào biểu thức trên ta xác định được nhiệt dung riêng trung bình của wolfram.</li> </ul>

----- HẾT -----