

Môn: **VẬT LÝ**

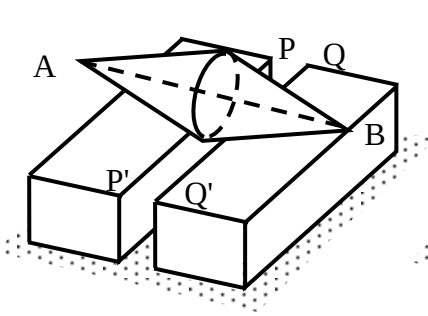
Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **03/01/2014**

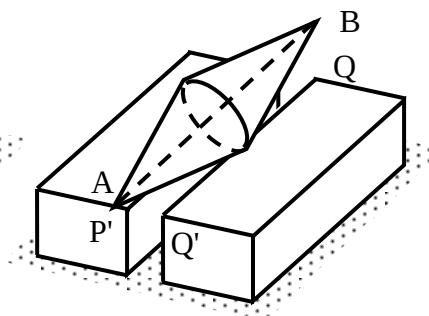
(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

**Câu I (4,0 điểm)**

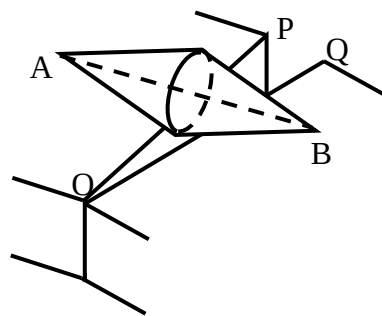
Cho cơ hệ gồm một vật rắn M và hai vật đỡ giống hệt nhau. Vật M khối lượng m có dạng hình nón kép được tạo bởi hai hình nón đặc đồng chất giống hệt nhau, đáy chung là hình tròn bán kính R, khoảng cách giữa hai đỉnh AB = 2l. Vật đỡ hình hộp chữ nhật có độ cao H và khối lượng m. Bỏ qua mọi ma sát.



Hình 1a



Hình 1b



Hình 1c

1. Đặt hai vật đỡ rất gần nhau trên mặt phẳng nằm ngang nhằm sao cho các cạnh PP' và QQ' của chúng song song với nhau. Thả nhẹ vật M trên hai vật đỡ theo hai cách. Giả thiết rằng trong quá trình chuyển động các vật không quay và trục AB của vật M luôn song song với mặt phẳng nằm ngang.

a) Trục AB vuông góc với các cạnh PP' và QQ' của hai vật đỡ như hình 1a. Tìm độ lớn vận tốc vật M tại thời điểm nó bắt đầu rời khỏi hai vật đỡ.

b) Trục AB song song với các cạnh PP' và QQ' của hai vật đỡ như hình 1b. Tìm độ lớn vận tốc của vật M ngay trước khi nó va đập xuống mặt phẳng ngang.

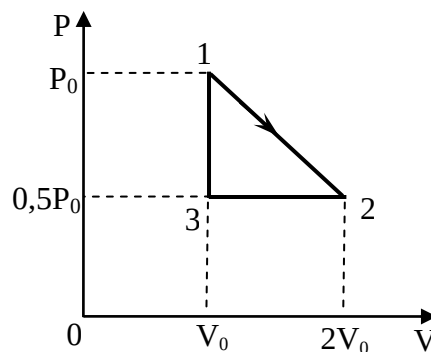
2. Đặt hai vật đỡ sao cho P', Q' trùng nhau tại O và các cạnh OP, OQ của chúng hợp với nhau góc  $\angle POQ = 2\beta$ . Nâng đều các đầu P, Q của hai vật đỡ lên cho đến khi mặt phẳng (POQ) hợp với mặt nằm ngang một góc  $\gamma$  rồi giữ chúng cố định (Hình 1c). Quan sát thấy rằng vật M chuyển động thẳng đều và trong quá trình chuyển động đáy chung của hai hình nón luôn nằm trong mặt phẳng thẳng đứng chứa đường phân giác của góc POQ. Tìm hệ thức liên hệ giữa các góc  $\beta, \gamma$ .

**Câu II (4,0 điểm)**

Một lượng khí thực lưỡng nguyên tử tuân theo phương

trình trạng thái  $P = \frac{nRT}{V} - \frac{n^2a}{V^2}$  thực hiện quá trình dẫn nở từ

trạng thái 1 ( $P_0, V_0$ ) đến trạng thái 2 ( $P_0/2, 2V_0$ ) biểu diễn trên đồ thị PV như hình 2. Biết rằng trong quá trình biến đổi đoạn nhiệt thuận nghịch khí tuân theo phương trình  $TV^{R/C_V} = \text{const}$ , giả thiết rằng nhiệt dung mol đẳng tích



Hình 2

$C_V = \frac{5}{2}R$ . Cho  $P_0 = 0,2\text{MPa}$ ,  $V_0 = 25\text{lít}$ ,  $R = 8,31\text{ J/(mol.K)}$ ,  $a = 1\text{ J m}^3/\text{mol}^2$ ,  $n = 1\text{mol}$ .

1. Tìm nhiệt độ cực đại của khí trong quá trình 1–2.

2. Nội năng của lượng khí trên tuân gần đúng theo phương trình  $U = nC_V T - \frac{n^2 \alpha}{V}$  trong đó  $\alpha$  là hằng số. Áp dụng nguyên lí I cho quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch vô cùng bé, tìm  $\alpha$ .

3. Từ trạng thái 2 ( $P_0/2$ ,  $2V_0$ ) thực hiện quá trình nén đẳng áp đến trạng thái 3 ( $P_0/2$ ,  $V_0$ ), sau đó thực hiện quá trình tăng áp đẳng tích để trở về trạng thái 1 ( $P_0$ ,  $V_0$ ). Tính hiệu suất của chu trình.

4. Nếu khí đang xét là khí lí tưởng lưỡng nguyên tử ( $a = 0$ ) thì hiệu suất của chu trình đang xét bằng bao nhiêu?

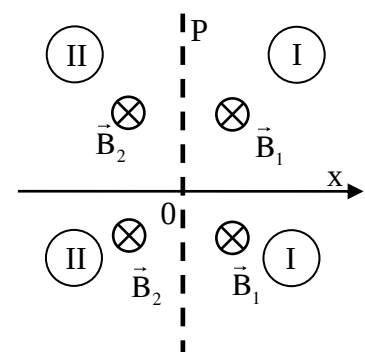
### Câu III (4,0 điểm)

Hai vùng không gian I và II được ngăn cách với nhau bởi mặt phẳng P (có tọa độ  $x = 0$ ), trong đó tồn tại các từ trường đều  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  có phương chiều như hình 3 và có độ lớn cảm ứng từ tương ứng là  $B_1$  và  $B_2 = kB_1$  ( $k > 2$ ).

Tại một thời điểm nào đó, một vật nhỏ khối lượng M tích điện dương q được bắn từ gốc tọa độ 0 với vận tốc ban đầu  $\vec{v}_0$  theo chiều dương của trục Ox. Bỏ qua tác dụng của trọng trường.

1. Vẽ quỹ đạo của vật trong vùng không gian này. Tìm độ lớn vận tốc trung bình của vật  $\left( \vec{v}_{TB} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right)$  trong một khoảng thời gian đủ dài theo  $v_0$  và k.

2. Sau thời gian đủ dài, bắn tiếp từ gốc tọa độ 0 một vật nhỏ khác có khối lượng m và điện tích  $q' = -q$  với động lượng ban đầu  $\vec{p}' = -M\vec{v}_0$ . Quỹ đạo của hai vật giao nhau tại A. Biết thời gian hai vật chuyển động từ 0 đến A là như nhau. Tìm tỉ số  $\frac{m}{M}$  theo k.



Hình 3

### Câu IV (4,0 điểm)

Lý thuyết nguyên tử Hydro và các ion tương tự Hydro ( $\text{He}^+$ ,  $\text{Li}^{++}$ , ...) được Bohr xây dựng dựa trên hệ tiên đề sau:

– Electron mang điện tích  $-e$  ( $e = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$ ), khối lượng  $m_e$  ( $m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ ) chuyển động trong nguyên tử theo những quỹ đạo tròn bán kính r xung quanh một hạt nhân mang điện tích  $+Ze$  dưới tác dụng của lực hút Coulomb

$$F = k \frac{Ze^2}{r^2}$$

( $k = 8,987552 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $Z=1$  đối với nguyên tử Hydro,  $Z \geq 2$  đối với các ion khác). Các quỹ đạo tròn khả dĩ của electron phải là các quỹ đạo dừng và thỏa mãn điều kiện lượng tử hóa

$$L_n = m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}; n = 1, 2, 3, \dots$$

( $h = 6,62607 \cdot 10^{-34}\text{Js}$  là hằng số Planck).

– Khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n thì nguyên tử không hấp thụ hoặc bức xạ sóng điện từ và có năng lượng  $E_n$  xác định. Nguyên tử chỉ hấp thụ hay bức xạ sóng điện từ khi

chuyển từ một trạng thái dừng này sang một trạng thái dừng khác. Tần số của bức xạ khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng  $E_n$  về trạng thái dừng có năng lượng  $E_m$  thấp hơn được tính bằng công thức

$$f_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h} = \frac{c}{\lambda_{nm}}; n > m \geq 1$$

( $\lambda_{nm}$  là bước sóng của bức xạ,  $c = 299792458\text{m/s}$  là vận tốc ánh sáng trong chân không).

1. Tính bán kính quỹ đạo  $r_n$  và năng lượng  $E_n$  của electron.
2. Biết thời gian sống của trạng thái kích thích thứ nhất là  $10^{-8}\text{s}$ , tính số vòng mà electron thực hiện được quanh hạt nhân nguyên tử Hydro trong trạng thái này.
3. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng  $E_n$  về trạng thái dừng có năng lượng  $E_m$  thấp hơn nó bức xạ photon có bước sóng  $\lambda_{nm}$  thỏa mãn công thức

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = RZ^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

R được gọi là hằng số Rydberg lý thuyết. Tìm biểu thức của R và tính giá trị của nó.

4. Trong các tính toán lý thuyết trên, hạt nhân được giả thiết là đủ nặng so với electron và xem khối lượng của hạt nhân là lớn vô cùng. Trong thực tế khối lượng của hạt nhân nguyên tử Hydro và hạt nhân nguyên tử Heli lần lượt là  $m_H \approx 1836m_e$  và  $m_{He} \approx 7298,33m_e$ .

- a) Tìm biểu thức chính xác và tính giá trị của hằng số Rydberg  $R_H$  của nguyên tử Hydro.
- b) Tính hằng số Rydberg  $R_{He}$  cho ion  $\text{He}^+$ .
- c) Tính hiệu số giữa bước sóng của vạch quang phổ ứng với sự chuyển dời  $3 \rightarrow 2$  của Hydro và bước sóng của vạch quang phổ ứng với sự chuyển dời  $6 \rightarrow 4$  của ion  $\text{He}^+$ .

#### **Câu V (4,0 điểm)**

Một ống phát tia X làm việc ở hiệu điện thế U phát ra photon có bước sóng ngắn nhất là  $\lambda_0 = 0,1250\text{nm}$ .

1. Tìm hiệu điện thế làm việc của ống. Bỏ qua động năng của electron khi nó bứt khỏi catốt.
2. Photon có bước sóng  $\lambda_0$  tới tán xạ trên một electron tự do đang chuyển động với vận tốc không đổi. Sau va chạm ta thu được một hệ gồm một electron đứng yên và một photon tán xạ. Biết góc tán xạ  $\theta = 60^\circ$ . Tính:

- a) Bước sóng của photon tán xạ.
- b) Bước sóng de Broglie của electron trước va chạm.

Cho biết khối lượng nghỉ của electron là  $m_e = 9,1.10^{-31}\text{kg}$ , hằng số Planck  $h = 6,626.10^{-34}\text{Js}$ , vận tốc ánh sáng  $c \approx 3.10^8\text{m/s}$ .

-----HẾT-----

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