

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BÀ RỊA VŨNG TÀU  
TRƯỜNG THPT CHUYÊN LÊ QUÝ ĐÔN

ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4  
LẦN THỨ XVIII NĂM 2012

Khóa ngày 07 tháng 4 năm 2012

Môn thi: Vật lý, lớp: 11

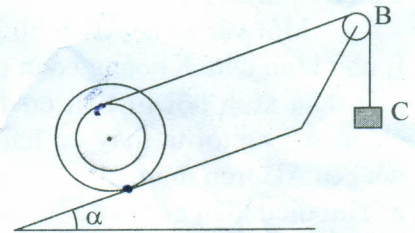
Thời gian làm bài: 180 phút, không kể thời gian phát đề

**Chú ý:**

- Đề thi này có 2 trang.
- Học sinh làm bài: những câu khác nhau không được làm chung trên 1 tờ giấy thi,

**Câu 1 (5 điểm)**

Cho cơ hệ như hình vẽ. Khối trụ đồng chất khối lượng  $M$ , bán kính  $R$ , momen quán tính đối với trục của trụ là  $I = \frac{MR^2}{2}$ . Giữa khối trụ có một rãnh hẹp, với lõi có bán kính  $\frac{R}{2}$  có quấn dây, ròng rọc B rất nhẹ, vật C có khối lượng  $m = \frac{M}{5}$  gắn vào đầu dây còn lại.



- Trụ đặt trên mặt phẳng nghiêng hợp với mặt phẳng ngang góc  $\alpha = 30^\circ$ , dây nối song song với mặt nghiêng, hệ số ma sát nghỉ giữa trụ và mặt nghiêng là  $\mu$ . Bỏ qua ma sát ở ròng rọc, dây mảnh, nhẹ, không dẫn. Cho gia tốc trọng trường là  $g$ .
- Tính gia tốc  $a_0$  của trục khối trụ và gia tốc  $a$  của vật C khi trụ lăn không trượt. Tính lực căng của dây. Tìm điều kiện về hệ số ma sát  $\mu$ .
  - Giả sử giá trị của  $\mu$  không thỏa mãn điều kiện trên. Tìm gia tốc  $a_1$  của trục khối trụ và gia tốc  $a_2$  của vật C.

**Câu 2 (5 điểm)**

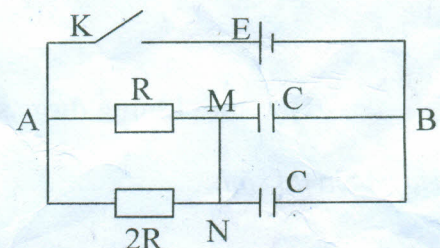
Cho cơ hệ như hình vẽ. Lò xo lí tưởng có độ cứng  $k$ , độ dài tự nhiên là  $l_0$ . Các vật nhỏ A, B có khối lượng lần lượt là  $m_1$  và  $m_2$ . Vật A được treo vào giá đỡ bằng một dây mảnh và có khả năng chịu lực tốt. Kích thích vật B cho nó dao động theo phương thẳng đứng với biên độ là  $m_1 g / k$ . Khi vật B tới vị trí thấp nhất thì dây treo vật A bị đứt. Chọn gốc thời gian lúc dây đứt; trục tọa độ thẳng đứng hướng xuống và gốc tọa độ tại vị trí của A lúc này. Thành lập phương trình tọa độ của mỗi vật bằng phương pháp động lực học. Bỏ qua mọi ma sát.



**Câu 3 (5 điểm)**

Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có suất điện động  $E = 9V$ , điện trở  $r = 0,5 R$ ; các tụ điện có điện dung  $C = 3\mu F$ , ban đầu chưa tích điện. Điện trở các dây nối và khóa K không đáng kể.

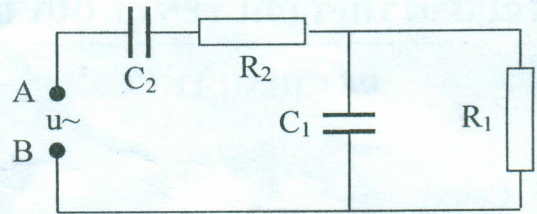
- Tính điện lượng chuyển qua dây MN khi K đóng;
- Tính nhiệt lượng tỏa ra trên các điện trở ở mạch ngoài.





**Câu 4 (5 điểm)**

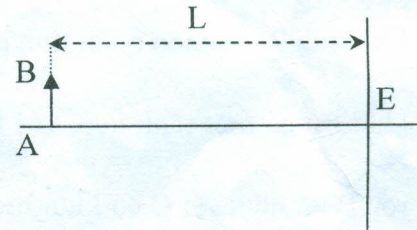
Cho mạch điện như hình vẽ. Biết  $C_1 = C, C_2 = 2C, R_1 = R, R_2 = 2R$ . Điện áp xoay chiều đặt vào hai điểm A và B có biểu thức  $u = U_0 \cos \omega t$ . Thay đổi giá trị  $\omega$  trong một khoảng rộng.



- Tìm giá trị cực đại của điện áp hiệu dụng  $U_1$  giữa hai đầu điện trở  $R_1$ ?
- Khi  $U_1$  đạt cực đại thì điện áp hiệu dụng  $U_2$  bằng bao nhiêu?

**Câu 5 (5 điểm)**

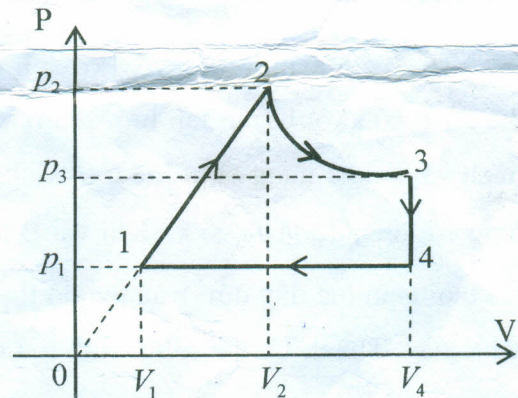
Một vật sáng AB hình mũi tên đặt song song với một màn E như hình bên. Khoảng cách giữa AB và E là L. Giữa AB và E có một thấu kính hội tụ tiêu cự f. Tịnh tiến thấu kính dọc theo trục chính AE người ta thấy có hai vị trí của thấu kính đều cho ảnh rõ nét của AB trên màn.



- Tìm điều kiện của L để bài toán thỏa mãn.
- Biết khoảng cách giữa hai vị trí của thấu kính là a. Tìm tiêu cự f của thấu kính theo L và a. Áp dụng bằng số:  $L = 90\text{cm}$ ,  $a = 30\text{cm}$ .
- Vẫn thấu kính và màn E như trên, thay AB bằng điểm sáng S đặt trên trục chính của thấu kính và cách E một khoảng 45cm. Xác định vị trí đặt thấu kính để trên màn thu được vùng sáng có kích thước nhỏ nhất.

**Câu 6 (5 điểm)**

Cho một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử biến đổi theo một chu trình thuận nghịch được biểu diễn trên đồ thị như hình vẽ. Trong đó đoạn thẳng 1-2 có đường kéo dài đi qua gốc toạ độ và quá trình 2-3 là quá trình đoạn nhiệt. Biết  $T_1 = 300\text{K}$ ;  $P_2 = 3P_1$ ;  $V_4 = 4V_1$ .



- Tính các nhiệt độ  $T_2, T_3, T_4$
- Tính hiệu suất chu trình.
- Chứng minh rằng trong quá trình 1-2 nhiệt dung của khối khí là hằng số.

—————Hết—————

**Học sinh không được sử dụng tài liệu. Giám thị coi thi không giải thích gì thêm.**

Họ và tên thí sinh: ..... Số báo danh: .....

# Hướng dẫn giải đề thi OLYMPIC 30-4 lần thứ XVII

## Môn Vật Lý - Khối 11

Bài giải này do thầy Đậu Quang Dương biên soạn gửi tặng Thư Viện Vật Lý - [thuvienvatly.com](http://thuvienvatly.com)

### Câu 1: Cơ

Định luật II Newton:

- Cho khối trụ:

$$\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{F}_{ms} = M\vec{a}_0 \Rightarrow \begin{cases} Mg \cos \alpha = N & (1) \\ T + F_{ms} - Mg \sin \alpha = Ma_0 & (2) \end{cases}$$

- Cho vật C:

$$\vec{P}_c + \vec{T}_2 = m\vec{a} \Rightarrow mg - T = ma \Rightarrow \frac{M}{5}g - T = \frac{M}{5}a \quad (3)$$

Phương trình quay của khối trụ:

$$T \cdot \frac{R}{2} - F_{ms}R = I\gamma \quad (I = M \frac{R^2}{2}) \quad (4)$$

$$\text{a) Mặt khác: } a = a_0 + \gamma \frac{R}{2} \quad (5)$$

Khối trụ lăn không trượt:  $a_0 = \gamma R$  (6)

$$\text{Từ (5) và (6): } a = \frac{3}{2}a_0 = \frac{3}{2}\gamma R \quad (7)$$

$$\text{Từ (2), (3), (4) và (5): } T = \frac{3}{13}Mg$$

$$\text{Từ (3) } \Leftrightarrow a = g - \frac{15}{13}g = -\frac{2}{13}g$$

$$\text{Từ (7) } \Leftrightarrow a_0 = \frac{2}{3}a = -\frac{4}{39}g$$

$$\text{Từ (2) } \Rightarrow F_{ms} = Ma_0 + Mg \sin \alpha - T = -\frac{4Mg}{39} + \frac{Mg}{2} - \frac{3Mg}{13} = \frac{Mg}{6}$$

$$\text{Ta có: } F_{ms} \leq \mu N = \mu Mg \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg \Leftrightarrow \frac{Mg}{6} \leq \frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg \Rightarrow \mu \geq \frac{1}{3\sqrt{3}}$$

b)  $\mu < \frac{1}{3\sqrt{3}}$ , khối trụ vừa lăn vừa trượt

$$F_{ms} = \mu Mg \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg$$

$$\text{Các phương trình (2), (3), (4) và (5) } \Rightarrow T = \frac{3}{13}Mg \Rightarrow a_c = -\frac{2}{13}g$$

$$\text{Từ (2) } \Rightarrow Ma_0 = F_{ms} + T - Mg \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg + \frac{3}{13}Mg - \frac{Mg}{2} = Mg\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\mu - \frac{7}{26}\right) \Rightarrow a_0 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\mu - \frac{7}{26}\right)g$$

### Câu 2: Bài dao động cơ (câu này do thầy Đậu Quang Dương ra đề)

Khoảng cách từ vật A đến khối tâm G của hệ hai vật khi lò xo chưa biến dạng là :



$$l_{01} = \frac{m_2 l_0}{m_1 + m_2} \quad (0,25đ)$$

Độ dãn của lò xo khi vật B tới vị trí thấp nhất :  $\Delta l = \frac{m_1 g}{k} + \frac{m_2 g}{k} = \frac{m_1 + m_2}{k} g \quad (0,25đ)$

Khoảng cách từ vật A đến khối tâm G của hệ hai vật lúc này là :

$$l_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} (l_0 + \Delta l) = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \left( l_0 + \frac{m_1 + m_2}{k} g \right) = l_{01} + \frac{m_2 g}{k} \quad (0,25đ)$$

Khi dây đứt khối tâm G rơi tự do **(0,5đ)**

Xét hệ quy chiếu gắn với G; trục tọa độ thẳng đứng hướng xuống và gốc tọa độ tại G.

Trong hệ quy chiếu này trọng lực cân bằng với lực quán tính nên hệ hai vật là kín nên ta có :

$$m_1 \overline{GA} + m_2 \overline{GB} = m_1 x_1 + m_2 x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = -\frac{m_1}{m_2} x_1 \quad (1) \quad (0,25đ)$$

Vào thời điểm t bất kì theo định luật II Newton gia tốc của vật A được tính bởi :

$$a_1 = \frac{F}{m_1} = k \frac{l - l_0}{m_1} = k \frac{(x_2 - x_1) - l_0}{m_1} \quad (3) \quad (0,5đ)$$

Từ (1) và (3) ta có :  $a_1 = -\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \left( \frac{m_2}{m_2 + m_1} l_0 + x_1 \right) = -\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} (l_{01} + x_1) \quad (0,5đ)$

Đặt  $X_1 = l_{01} + x_1$ . Ta suy ra :  $X_1'' = -\omega^2 X_1$  với  $\omega = \sqrt{\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}} \quad (0,25đ)$

Vậy  $X_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi) \quad (0,25đ)$

Lúc t = 0 ta có :  $x_1 = -l_1 \Rightarrow X_1 = l_{01} - l_1 = l_{01} - \left( l_{01} + \frac{m_2 g}{k} \right) = -\frac{m_2 g}{k}$  Và  $v_1 = 0$

Vậy  $X_1 = \frac{m_2 g}{k} \cos(\omega t + \pi) \quad (0,5đ)$

$$\Rightarrow x_1 = X_1 - l_{01} = \frac{m_2 g}{k} \cos(\omega t + \pi) - \frac{m_2 l_0}{m_1 + m_2} \quad (0,25đ)$$

$$\Rightarrow x_2 = -\frac{m_1}{m_2} x_1 = \frac{m_1 g}{k} \cos(\omega t) + \frac{m_1 l_0}{m_1 + m_2} \quad (0,25đ)$$

Phương trình tọa độ của hai vật theo yêu cầu bài toán :

$$y_1 = x_1 + \frac{gt^2}{2} = \frac{m_2 g}{k} \cos \left( \sqrt{\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}} t + \pi \right) - \frac{m_2 l_0}{m_1 + m_2} + \frac{gt^2}{2} \quad (0,5đ)$$

$$y_2 = l_0 + \Delta l + x_2 + \frac{gt^2}{2} = \frac{m_1 g}{k} \cos \left( \sqrt{\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}} t \right) + \frac{gt^2}{2} + \frac{2m_1 + m_2}{m_1 + m_2} l_0 + \frac{m_1 + m_2}{k} g \quad (0,5đ)$$

### Câu 3: Điện một chiều

a.

Khi K đóng:  $q_1 = CE$ ,  $q_2 = CE \Rightarrow q = 2CE$

Điện lượng chạy qua AM ; BN lần lượt là  $\Delta q_1$  và  $\Delta q_2$ , ta có:  $\Delta q_1 + \Delta q_2 = q = 2CE$

Mặt khác:

$$\frac{\Delta q_1}{\Delta q_2} = \frac{I_1 \Delta t}{I_2 \Delta t} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{2R}{R} = 2$$

$$\Rightarrow \Delta q_1 = \frac{4}{3}CE, \Delta q_2 = \frac{2}{3}CE$$

$$\Rightarrow \Delta q_{MN} = \Delta q_1 - q_1 = \frac{CE}{3}$$

b.

Công dịch chuyển điện tích q trong mạch:

$$A = qE = 2CE^2$$

Năng lượng 2 tụ khi đã tích điện:

$$W = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot CE^2 = CE^2$$

Tổng nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở:

$$Q = A - W = CE^2 = Q_{AM} + Q_r \quad (1)$$

Ta có tỉ lệ sau :

$$\frac{Q_{AM}}{Q_r} = \frac{R_{AM}}{r} = \frac{4}{3} \quad (2)$$

Từ (1) và (2):

$$Q = \frac{4}{7}CE^2$$

**Câu 4: Điện xoay chiều**

$$I_2 = 3I_1 \Rightarrow Z_1^2 = 9Z_2^2$$

$$R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = 9R^2 + 9(Z_L - Z_C / 3)^2$$

$$\Leftrightarrow -8R^2 = (3Z_L - Z_C - Z_L + Z_C) \cdot (3Z_L - Z_C + Z_L - Z_C)$$

$$\Leftrightarrow -8R^2 = 4Z_L \cdot (2Z_L - Z_C)$$

$$\Leftrightarrow 8R^2 = 4Z_L \cdot (Z_C - 2Z_L)$$

$$\Leftrightarrow 2R^2 = Z_L \cdot (Z_C - 2Z_L)$$

Mặt khác:

$$\frac{Z_L - Z_C}{R} \cdot \frac{Z_L - Z_C / 3}{R} = -1$$

$$\Leftrightarrow R^2 = -(Z_L - Z_C)(Z_L - Z_C / 3)$$

$$\Leftrightarrow -2(Z_L - Z_C)(Z_L - Z_C / 3) = Z_L(Z_C - 2Z_L)$$

$$\Leftrightarrow Z_L(Z_C - 2Z_L) - 2(Z_L - Z_C)(Z_L - Z_C / 3) = 0$$

$$\Leftrightarrow Z_L Z_C - 2Z_L^2 + 2Z_L^2 - \frac{2Z_L Z_C}{3} - 2Z_L Z_C + \frac{2Z_C^2}{3} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{2Z_C^2}{3} - \frac{5Z_L Z_C}{3} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_C}{3}(2Z_C - 5Z_L) = 0$$

$$\Rightarrow Z_C = \frac{5}{2}Z_L$$

$$\Rightarrow R^2 = \frac{3}{2}Z_L \cdot \frac{1}{6}Z_L = \frac{Z_L^2}{4}$$

$$Z_L = 2R$$

$$Z_C = 5R$$

$$U_d = \frac{UR\sqrt{5}}{\sqrt{R^2 - 9R^2}} = \frac{U}{\sqrt{2}}.$$

**Câu 5: Quang hình**

a. Theo công thức thấu kính:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad ; \quad d + d' = L \Rightarrow d' = L - d$$

$$\Rightarrow d = \frac{d' f}{d' - f} = \frac{(L - d) f}{L - d - f}$$

$$\Rightarrow d^2 - Ld + Lf = 0$$

$$\Delta = L^2 - 4Lf$$

$$\text{Để thỏa yêu cầu: } \begin{cases} \Delta > 0 \\ Lf > 0 \Leftrightarrow L > 4f \\ L > 0 \end{cases}$$

b. Theo định lí Vi-ét:

$$\begin{cases} d_1 + d_2 = L \\ d_1 d_2 = Lf \\ d_1 - d_2 = a = 30\text{cm} \end{cases} \Leftrightarrow (d_1 - d_2)^2 = (d_1 + d_2)^2 - 4d_1 d_2 = L^2 - 4Lf \Rightarrow a^2 = L^2 - 4Lf$$

$$\Rightarrow f = \frac{L^2 - a^2}{4L} = 20\text{cm}$$

c. Gọi x là khoảng cách từ S' đến E.

$$d = \frac{d' f}{d' - f} \quad ; \quad d + d' = L + x \Rightarrow d' = L + x - d$$

$$\Rightarrow d = \frac{(L + x - d) f}{L + x - d - f}$$

$$\Rightarrow dL + dx - d^2 - df = Lf + fx - df$$

$$\Rightarrow x(d - f) = Lf + d^2 - dL$$

$$\Rightarrow x = \frac{Lf + d^2 - dL}{d - f}$$

Để vùng sáng nhỏ nhất  $\Leftrightarrow x_{\min} \Leftrightarrow x'(d) = 0$

$$x' = \frac{(d - f)(2d - L) - (Lf + d^2 - dL)}{(d - f)^2} = 0$$

$$\Leftrightarrow (d - f)(2d - L) - (Lf + d^2 - dL) = 0$$

$$\Leftrightarrow 2d^2 - Ld - 2df + fL - d^2 + dL - Lf = 0$$

$$\Leftrightarrow d^2 - 2df = 0$$

$$\Rightarrow d = 2f$$

## Câu 6: Nhiệt

a.

Xét quá trình 1  $\Rightarrow$  2: phương trình đường thẳng có dạng  $p = aV$

$$\left. \begin{matrix} p_1 = aV_1 \\ p_2 = aV_2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow 3V_1 = V_2$$

Theo phương trình Claperon:

$$\left. \begin{matrix} p_1 V_1 = nRT_1 \\ p_4 V_4 = nRT_4 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{T_1}{T_4} = \frac{p_1 V_1}{p_4 V_4} = \frac{1}{4} \Rightarrow T_4 = 1200\text{K}$$

Xét quá trình 2  $\Rightarrow$  3: đoạn nhiệt

$$p_2 V_2^\gamma = p_3 V_3^\gamma \quad (\gamma = \frac{5}{3}) \Rightarrow 3 p_1 (3V_1)^\gamma = p_3 (4V_1)^\gamma \quad (1)$$

Mặt khác : quá trình 3  $\Rightarrow$  4: đẳng tích

$$\left. \begin{array}{l} p_3 V_4 = nRT_3 \\ p_4 V_4 = nRT_4 \end{array} \right\} \Rightarrow p_3 = \frac{p_4 T_3}{T_4}$$

Thay vào (1):

$$3 p_1 (3V_1)^\gamma = \frac{T_3}{T_4} p_2 (4V_1)^\gamma \Rightarrow T_3 = \frac{3 \cdot 3^\gamma}{4^\gamma} T_4 = 2229 K$$

b.

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot p_1 \cdot 2V_1 = 4 p_1 V_1 = 4 nRT_1 = 9977,36 J$$

$$A_{23} = -\Delta U_{23} = -nC_V (T_3 - T_2) = -\frac{3}{2} \cdot R \cdot (T_3 - T_2) = 5874 J$$

$$A_{34} = 0$$

$$A_{41} = p_1 (V_1 - V_4) = -3 p_1 V_1 = -3 nRT_1 = -7483,02 J$$

Công của cả chu trình:

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = 8368 J$$

Ta có:

Trong quá trình 3  $\Rightarrow$  4 thì  $-\Delta U = Q$  , vì  $-\Delta U < 0$  nên  $Q < 0$ .

Trong quá trình 4  $\Rightarrow$  1 thì  $Q = A + \Delta U$  , vì  $A < 0$ ,  $\Delta U < 0$  nên  $Q < 0$ .

Nhiệt nhận vào trong quá trình 1  $\Rightarrow$  2:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = A + nC_V (T_2 - T_1) = 3999,45 J$$

$$H\% = \frac{A}{Q} \approx 21\%$$

----HẾT ----