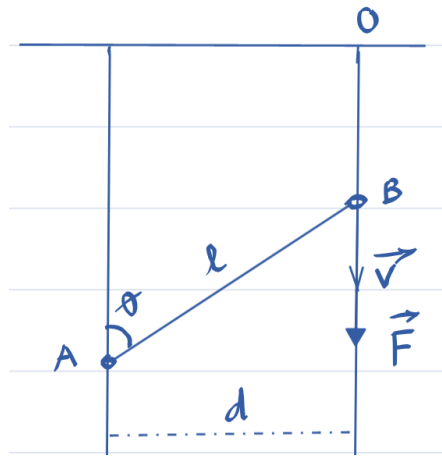


**Câu 1: (5 điểm)**

Hai thanh mảnh nhẵn song song cách nhau khoảng là  $d$ , được cố định thẳng đứng trên trần nhà. Trên mỗi thanh có gắn một vòng tròn nhỏ A và B có khối lượng lần lượt là  $m_1$ ,  $m_2$ . Một sợi dây có 1 đầu buộc vào trần, dây sỏ qua vòng B và đầu còn lại buộc vào vòng A. Tác dụng lực  $F$  làm vòng B chuyển động xuống dưới với vận tốc không đổi. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản.



1. Tìm vận tốc của vật A theo  $v$  và  $\theta$
2. Tìm lực  $F$  ở thời điểm dây tạo với phương thẳng đứng góc  $\theta$ .
3. Công do lực  $F$  thực hiện khi góc  $\theta$  biến thiên từ  $37^\circ$  đến  $53^\circ$ . Biết  $m_1 = 2m$ ;  $m_2 = m$ .  $v = \sqrt{\frac{12gd}{11}}$

**Câu 2: (4,0 điểm)**

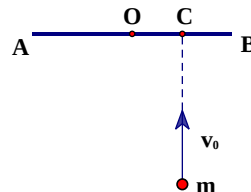
Thanh cứng AB, mảnh, đồng chất, có khối lượng  $M$  và chiều dài  $L$ , trung điểm của thanh là O. Thanh được đặt nằm yên trên mặt bàn nhẵn nằm ngang. Vật nhỏ (coi là chất điểm) có khối lượng  $m$  với  $m = M$  chuyển động trên mặt bàn với vận tốc  $\vec{v}_0$  đến và chạm theo phương vuông góc với thanh. Bỏ qua mọi ma sát.

1. Vật nhỏ va chạm đàn hồi với thanh tại vị trí C cách đầu

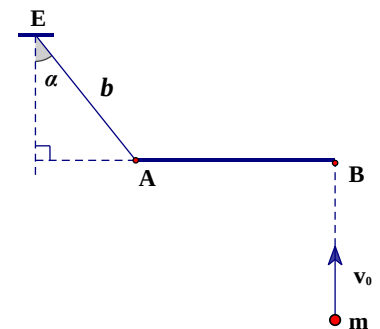
A một khoảng  $\frac{3L}{4}$  như hình 2a. Tìm vận tốc đầu B của

thanh ngay sau va chạm.

2. Giả sử trước va chạm, trên mặt bàn có một sợi dây nhẹ, không co dãn, chiều dài  $b$ , một đầu cố định tại điểm E, đầu còn lại gắn với đầu A của thanh. Thanh nằm yên và dây thẳng. Vật nhỏ va chạm hoàn toàn mềm với đầu B của thanh như hình 2b với  $\cos \alpha = \frac{1}{3}$ . Biết ngay sau va chạm dây căng, tính lực căng của dây khi đó.



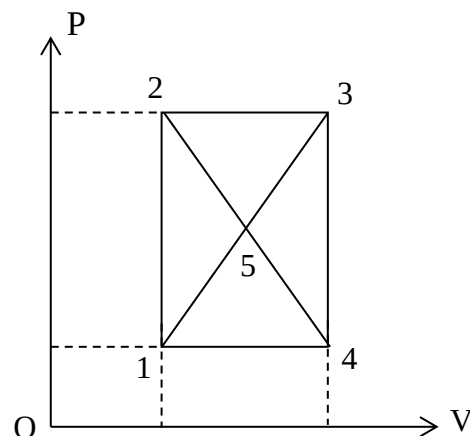
Hình 2a



Hình 2b

**Câu 3: (4,0 điểm)**

Một chất khí lý tưởng có nội năng tỷ lệ với tích của thể tích và áp suất của khí theo biểu thức:  $U = kPV$  ( $k$  là một hằng số dương), thực hiện một số quá trình như *hình 3*. Các đoạn 1-4 và 2-3 là các quá trình đẳng áp; các đoạn 1-2 và 3-4 là các quá trình đẳng tích. Điểm 5 là giao của các đường chéo hình chữ nhật 1-2-3-4. Nội năng của khí tại hai điểm 2 và 4 là như nhau. Biết rằng hiệu suất chu trình 1-2-3-4-1 là  $\eta = \frac{2}{9}$ ; nhiệt lượng truyền cho khí sau chu trình này lớn hơn công thực hiện lên khí trên đoạn 4-1 là  $\beta = 9$  lần.

**Hình 3**

1. Tìm  $k$ .

2. Xác định hiệu suất của chu trình 1-2-3-4-5-1

**Câu 4: (4,0 điểm)**

1. Một tụ điện cầu bản trong và bản ngoài có bán kính lần lượt là  $r$  và  $R$  được tích điện đến hiệu điện thế  $U_0$ . Sau đó các bản được nối đất thông qua công tắc đảo chiều. Ban đầu cho bản trong tiếp đất, rồi đến bản ngoài. Tính điện tích các bản sau  $n$  lần mỗi bản nối đất.

2. Một tụ điện phẳng không khí có các bản nằm ngang cố định, được nối với nguồn điện có hiệu điện thế không đổi là  $U$ . Bên trong tụ có đặt một tấm kim loại bề dày  $a$ , khối lượng  $m$ . Ở thời điểm ban đầu tấm kim loại tiếp xúc với bản trên của tụ, sau đó nó được thả ra. Tìm vận tốc của tấm kim loại ở thời điểm trọng tâm của nó đến vị trí chính giữa hai bản tụ. Cho điện tích mỗi bản tụ bằng điện tích tấm kim loại và bằng  $S$ , khoảng cách giữa hai bản tụ là  $d$ .

**Câu 5: (3,0 điểm)**

Cho các dụng cụ sau:

- Một nhiệt lượng kế khối lượng  $M$ , nhiệt dung  $C_b$ . Đáy bình có dây may so điện trở  $R$ . Bình có khả năng cách nhiệt đối với môi trường;
- Một nhiệt kế;
- Một đồng hồ đo thời gian;
- Một bình đựng dầu hoả;
- Một bình đựng nước sạch, nhiệt dung riêng của nước là  $C_n$  đã biết;
- Một cốc đồng bằng thủy tinh hình trụ, trên thành có khắc độ chia để đo thể tích. Coi rằng bề dày của thành cốc và đáy cốc là không đáng kể so với kích thước của cốc;
- Một nguồn cấp xoay chiều điện áp lỗi ra  $U$  chưa rõ giá trị.

Yêu cầu:

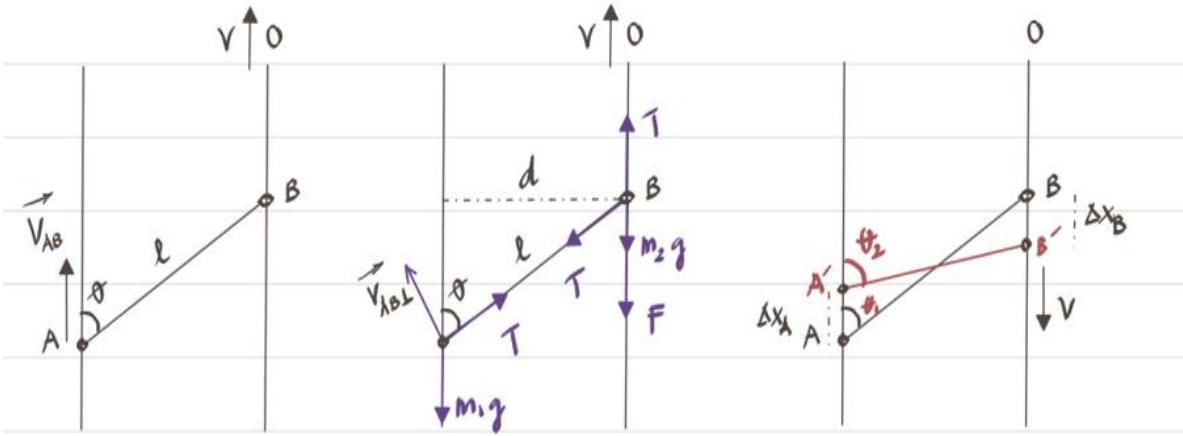
1. Trình bày phương án thí nghiệm để xác định khối lượng riêng  $\rho_d$  của dầu.
2. Trình bày phương án thí nghiệm để xác định nhiệt dung riêng  $C_x$  của dầu và hiệu điện thế  $U$  của nguồn.

----- HẾT -----

**Người ra đề**

**Đỗ Thế Anh**

**SĐT: 0913783482**

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Câu 1<br>5 điểm | 1. 1,0 điểm                                                                                                                                                                                                                                                                |      |
|                 | Xét trong HQC gắn với B thì B đứng yên, O đi xuống với vận tốc $\vec{v}$ , A đi lên với vận tốc $\vec{v}_{AB}$ .                                                                                                                                                           |      |
|                 |                                                                                                                                                                                          | 0,25 |
|                 | Do dây không giãn nên vận tốc của mọi điểm trên dây theo phương dọc theo dây như nhau                                                                                                                                                                                      | 0,25 |
|                 | $\Rightarrow v_{AB} \cdot \cos \theta = v$                                                                                                                                                                                                                                 | 0,25 |
|                 | $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$<br>Chiều lên Ox hướng xuống ta được:<br>$-v_{AB} = v_{Ax} - v_B \Rightarrow v_{Ax} = v - \frac{v}{\cos \theta} < 0 \Rightarrow A \text{ đi lên.}$                                                                                   | 0,25 |
|                 | 2. 2,0 điểm                                                                                                                                                                                                                                                                |      |
|                 | Thành phần vận tốc của A so với B theo phương vuông góc với sợi dây:<br>$v_{AB\perp} = v_{AB} \cdot \sin \theta = v \cdot \tan \theta$                                                                                                                                     | 0,25 |
|                 | $\omega = \theta' = \frac{v_{AB\perp}}{l} = \frac{v \cdot \tan \theta}{d / \sin \theta} = \frac{v \cdot \tan \theta \cdot \sin \theta}{d}$                                                                                                                                 | 0,25 |
|                 | $r = l = \frac{d}{\sin \theta}$<br>$r' = v_{AB} \cos \theta = v = \text{const} \Rightarrow r'' = 0$                                                                                                                                                                        | 0,25 |
|                 | Trong HQC gắn với B, gia tốc theo phương pháp tuyến (hướng $\overrightarrow{AB}$ ) của A là:<br>$a_r' = r'' - r\theta'^2 = -\frac{d}{\sin \theta} \cdot \left( \frac{v \cdot \tan \theta \cdot \sin \theta}{d} \right)^2 = -\frac{v^2 \tan^2 \theta \cdot \sin \theta}{d}$ | 0,25 |
|                 | - Gia tốc của A trong HQC cố định = gia tốc của A trong HQC gắn với B (vì $a_B = 0$ )<br>$a_A = a_{AB} = \frac{a_r'}{\cos \theta} = \frac{v^2 \tan^3 \theta}{d}$                                                                                                           | 0,25 |
|                 | Định luật II Newton cho vật A:                                                                                                                                                                                                                                             |      |

|  |                                                                                                                                                                       |      |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  | $T \cdot \cos \theta - m_1 g = m_1 a$ $\Rightarrow T = \frac{m_1}{\cos \theta} \left( g + \frac{v^2 \tan^3 \theta}{d} \right)$                                        | 0,25 |
|  | <p>Định luật II Niuton cho vật B:</p> $F + m_2 g + T \cdot \cos \theta - T = 0$ $\Rightarrow F = T(1 - \cos \theta) - m_2 g$                                          | 0,25 |
|  | $\Rightarrow F = m_1 \left( g + \frac{v^2 \tan^3 \theta}{d} \right) \left( \frac{1}{\cos \theta} - 1 \right) - m_1 g$                                                 | 0,25 |
|  | <b>3. 2,0 điểm</b>                                                                                                                                                    |      |
|  | <p>Khi vật 2 đi từ B xuống B' thì vật 1 đi từ A lên A'</p> <p>Do chiều dài dây không đổi <math>\Rightarrow AB - A'B' = BB' = \Delta x_B</math></p>                    | 0,5  |
|  | $\Delta x_A + \Delta x_B = \frac{d}{\tan \theta_1} - \frac{d}{\tan \theta_2} = \frac{7}{12} d$ $\Rightarrow \Delta x_A = \frac{7d}{12} - \frac{5d}{12} = \frac{d}{6}$ | 0,25 |
|  | $ v_{A_1}  = v \left( \frac{1}{\cos \theta_1} - 1 \right) = \frac{v}{4};$                                                                                             | 0,25 |
|  | $ v_{A_1}  = v \left( \frac{1}{\cos \theta_2} - 1 \right) = \frac{2v}{3}$                                                                                             | 0,25 |
|  | <p>Theo định luật bảo toàn năng lượng: <math>A = \frac{m_1}{2} (v_{A_2}^2 - v_{A_1}^2) + m_2 g \cdot \Delta x_A - m_1 g \cdot \Delta x_B</math></p>                   | 0,5  |
|  | <p>Thay <math>m_1 = 2m</math>; <math>m_2 = m</math>. <math>v = \sqrt{\frac{12gd}{11}} \Rightarrow A = \frac{mgd}{3}</math></p>                                        | 0,25 |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Câu 2<br/>4 điểm</b> | <b>1. 2,0 điểm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |
|                         | <p>Gọi <math>\vec{v}_1, \vec{v}</math> lần lượt là vận tốc vật m, vận tốc khối tâm của thanh ngay sau va chạm.</p> <p>Gọi <math>\omega</math> là tốc độ góc trong chuyển động quay quanh khối tâm của thanh ngay sau va chạm.</p> <p>Áp dụng ĐLBT động lượng (dạng đại số):</p> $mv_0 = mv_1 + Mv$ $v_0 = v_1 + v \quad (1)$ | 0,25 |
|                         | <p>Áp dụng định luật bảo toàn Momen động lượng với trục quay đi qua khối tâm của thanh trước va chạm.</p> $mv_0 \cdot \frac{L}{4} = mv_1 \cdot \frac{L}{4} + \frac{ML^2}{12} \omega$ $v_0 = v_1 + \frac{L\omega}{3} \quad (2)$                                                                                               | 0,5  |
|                         | <p>Định luật bảo toàn cơ năng:</p> $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} + \frac{ML^2}{12} \frac{\omega^2}{2}$ $v_0^2 = v_1^2 + v^2 + \frac{L^2 \omega^2}{12} \quad (3)$                                                                                                                                     | 0,25 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Giải hệ (1), (2), (3) ta được: $v_1 = \frac{3}{11}v_0$ ; $v = \frac{8v_0}{11}$ ; $\omega = \frac{24v_0}{11L}$                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,5  |
| Vận tốc đầu B của thanh ngay sau va chạm là:<br>$\vec{v}_B = \vec{v} + \vec{\omega} \wedge \vec{OB}$                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |
| $v_B = v + \omega \cdot \frac{L}{2} = \frac{8v_0}{11} + \frac{24v_0}{11L} \cdot \frac{L}{2} = \frac{20v_0}{11}$                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,25 |
| <b>2. 2,0 điểm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |
| Sau va chạm dây căng $\Rightarrow$ đầu A không có vận tốc theo phương dây $\Rightarrow \vec{v}_A$ có phương vuông góc với sợi dây.                                                                                                                                                                                                                               | 0,25 |
| Gọi G là khối tâm của hệ sau va chạm $\Rightarrow AG = \frac{3L}{4}$<br>Động lượng của hệ được bảo toàn theo phương vuông góc với lực căng dây:<br>$mv_0 \sin \alpha = (m + M) \cdot v_{G\perp} \quad (\vec{v}_{G\perp} \text{ là thành phần vận tốc } \vec{v}_G \text{ vuông góc với dây})$<br>$v_0 \sin \alpha = 2v_{G\perp}$                                  | 0,25 |
| Theo công thức cộng vận tốc: $\vec{v}_G = \vec{v}_{G/A} + \vec{v}_A$ (*)<br>với $v_{G/A} = \frac{3L}{4}\omega$ và $\vec{v}_{G/A}$ hướng thẳng đứng lên<br>Chiếu (*) lên hướng của $\vec{v}_{G\perp}$ ta được:<br>$v_{G\perp} = \frac{3L\omega}{4} \sin \alpha - v_A$<br>$\Rightarrow \frac{v_0 \sin \alpha}{2} = \frac{3L\omega}{4} \sin \alpha - v_A \quad (4)$ | 0,25 |
| Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng của hệ với trục quay đi qua A:<br>$mv_0 L = I_{he(G)} \omega + 2m \cdot \left( \frac{3L\omega}{4} - v_A \sin \alpha \right) \cdot \frac{3L}{4}$<br>$mv_0 L = \frac{5mL^2}{24} \omega + 2m \cdot \left( \frac{3L\omega}{4} - v_A \sin \alpha \right) \cdot \frac{3L}{4} \quad (5)$                                    | 0,25 |
| Giải hệ phương trình (4) và (5) ta được: $\omega = \frac{v_0}{L}$ ; $v_A = \frac{v_0}{3\sqrt{2}}$                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,25 |
| Phương trình chuyển động quay quanh khối tâm G của hệ:<br>$T \cdot \frac{3L}{4} \cos \alpha = I_{he(G)} \cdot \gamma$<br>$\Rightarrow \gamma = \frac{18T}{5mL} \cos \alpha$                                                                                                                                                                                      | 0,25 |
| Khi dây căng, A chuyển động tròn quanh E $\Rightarrow$ thành phần gia tốc của A theo phương sợi dây là $\frac{v_A^2}{b}$ . Mặt khác, gia tốc của A trên thanh:<br>$\vec{a}_A = \vec{a}_G + \vec{\gamma} \wedge \vec{GA} - \omega^2 \vec{GA}$<br>Trong đó:                                                                                                        | 0,25 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  | $+a_G = \frac{T}{2m}$ $+ \vec{\gamma} \wedge \vec{GA}  = a_{t(A/G)} = \gamma \cdot \frac{3L}{4} = \frac{27T}{10m} \cos \alpha \quad (\vec{a}_{t(A/G)} \uparrow)$ $+ \omega^2 \vec{GA}  = a_{n(A/G)} = \omega^2 \cdot \frac{3L}{4} \quad (\vec{a}_{n(A/G)} \rightarrow)$ |      |
|  | $\frac{v_A^2}{b} = \text{hình chiếu } \vec{a}_A \text{ theo hướng } \vec{AE}$ $\frac{v_A^2}{b} = \frac{T}{2m} + \frac{27T}{10m} \cos^2 \alpha - \omega^2 \cdot \frac{3L}{4} \sin \alpha$ $T = \frac{5mv_0^2}{4} \left( \frac{1}{18b} + \frac{1}{L\sqrt{2}} \right)$     | 0,25 |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Câu 3<br>4điểm | <b>1. Tìm k (2,0 điểm)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |
|                | Gọi áp suất trong các quá trình đẳng áp 1-4 và 2-3 là $p_1$ và $p_2$ , thể tích trong các quá trình đẳng tích 1-2 và 3-4 là $V_1$ và $V_2$ . Vì nội năng tại các trạng thái 2 và 4 bằng nhau nên theo điều kiện bài toán, ta có: $U_2 = U_4 \Rightarrow kp_2V_1 = kp_1V_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = \alpha$ . | 0,25 |
|                | Công của khí sau chu trình: $A_{12341} = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = (\alpha - 1)^2 p_1 V_1$                                                                                                                                                                                                                                           | 0,25 |
|                | $Q_{12} = \Delta U_{12} = k(p_2 - p_1)V_1 = k(\alpha - 1)p_1 V_1$ ;                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,25 |
|                | $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2(V_2 - V_1) + kp_2(V_2 - V_1) = (k+1)(\alpha - 1)\alpha p_1 V_1$                                                                                                                                                                                                                              | 0,25 |
|                | Nhiệt lượng mà khí nhận vào:<br>$Q_{12341}^+ = Q_{12} + Q_{23} = (\alpha - 1)[k + \alpha(k+1)] p_1 V_1$ . Trong đó:                                                                                                                                                                                                                 | 0,25 |
|                | Hiệu suất của chu trình 1-2-3-4-1: $\eta = \frac{A_{12341}}{Q_{12341}^+} = \frac{\alpha - 1}{k + \alpha(k+1)}$ (1)                                                                                                                                                                                                                  | 0,25 |
|                | Công thực hiện lên khí trên đoạn 4-1: $A_{41} = p_1(V_2 - V_1) = (\alpha - 1)p_1 V_1$<br>Bởi vì $Q_{12341}^+ = \beta A_{41}$ nên: $k + \alpha(k+1) = \beta$ (2)                                                                                                                                                                     | 0,25 |
|                | Từ các phương trình (1) và (2) ta nhận được: $\alpha = 1 + \eta\beta = 3$ ; $k = \frac{\beta(1-\eta)-1}{2+\eta\beta} = \frac{3}{2}$                                                                                                                                                                                                 | 0,25 |
|                | <b>2. (2,0 điểm) Xác định hiệu suất chu trình</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |
|                | Hiệu suất của chu trình 1-2-3-4-5-1: $\eta' = \frac{A_{123451}}{Q_{123451}^+}$                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,25 |
|                | Trong đó: $A_{123451} = \frac{3}{4} A_{12341} = \frac{3}{4} (\alpha - 1)^2 p_1 V_1 = 3p_1 V_1$<br>$Q_{123451}^+ = Q_{12} + Q_{23} + Q_{45}^+$                                                                                                                                                                                       | 0,25 |
|                | Nhiệt lượng mà khí nhận vào trong quá trình 4-5: Phương trình của quá trình tuyến tính nằm trên đoạn này là: $\frac{p_2 - p}{p_2 - p_1} = \frac{V - V_1}{V_2 - V_1} \Rightarrow p = p_1 + p_2 - \frac{p_1}{V_1} V$                                                                                                                  | 0,25 |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,25 |

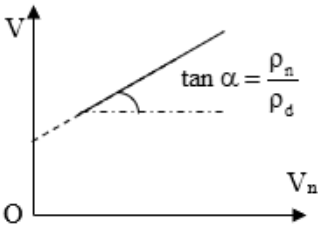
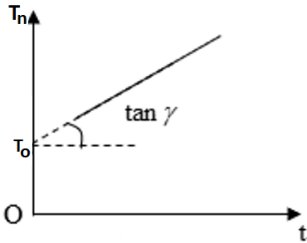
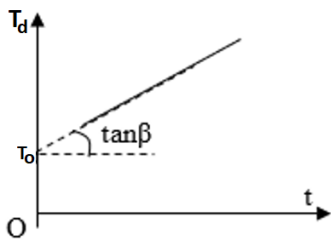
|  |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  | $Q_{4v} = A_{4v} + \Delta U_{4v} = -\frac{1}{2}(p_1 + p)(V_2 - V) + k(pV - p_1V_2) =$ $\frac{2k+1}{2} \cdot \frac{p_1}{V_1} V^2 + (\alpha+1)(\kappa+1)p_1V - \frac{\alpha(2k+2+\alpha)}{2} p_1V_1$                                              | 0,25 |
|  | $Q_{45}^+ = (Q_{4v})_{max} = Q_{4v}(V = V_k)$                                                                                                                                                                                                   | 0,25 |
|  | <p>Trong đó <math>V_k</math> được xác định theo điều kiện: <math>\left  \frac{dQ_{4v}}{dV} \right _{V=V_1}</math></p> $V_k = \frac{(\alpha+1)(k+1)}{2k+1} V_1 = \frac{5}{2} V_1; p_k = p(V_k) = \frac{(\alpha+1)k}{2k+1} p_1 = \frac{3}{2} p_1$ | 0,25 |
|  | $Q_{45}^+ = A_{4k} + \Delta U_{4k} = -\frac{1}{2}(p_1 + p_k)(V_2 - V_k) + k(p_kV_k - p_1V_2) = \frac{1}{2} p_1V_1$                                                                                                                              | 0,25 |
|  | $Q_{123451}^+ = Q_{12} + Q_{23} + Q_{45}^+ = 3p_1V_1 + 15p_1V_1 + \frac{1}{2} p_1V_1 = \frac{37}{2} p_1V_1 \Rightarrow \eta' = \frac{6}{37}$                                                                                                    | 0,25 |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Câu 4<br>4điểm | <b>1. 2,0 điểm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |
|                | <p>Giả sử ban đầu điện tích của bản trong, bản ngoài lần lượt là <math>q_0</math> và <math>Q_0</math>. Ta có <math>Q_0 = -q_0</math></p> <p>Ta có <math>U_0 = U_0 = \int_r^R E_x dx = \int_r^R \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)</math></p> | 0,5  |
|                | $\Rightarrow q_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 U_0}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R}} \quad (1)$                                                                                                                                                                                                                                | 0,25 |
|                | <p>Khi bản trong nối đất thì <math>V_r = 0</math>.</p> <p>Gọi điện thế bản ngoài là <math>V</math>, điện tích bản trong là <math>q_1</math>. Ta có:</p> $V = \int_R^\infty E_x dx = \int_R^\infty \frac{q_1 + Q_0}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx = \frac{q_1 + Q_0}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (2)$                         | 0,25 |
|                | <p>Mặt khác: <math>V = \int_r^R E_x dx = \int_r^R \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \quad (3)</math></p>                                                                                                                                    | 0,25 |
|                | <p>Từ (2) và (3) <math>\Rightarrow q_1 = -\frac{rQ_0}{R} = \frac{r}{R} q_0</math></p>                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |
|                | <p>Khi bản ngoài nối đất thì <math>V_R = 0</math>, điện tích của nó là <math>Q_1</math>. Ta có:</p> $\frac{q_1 + Q_1}{4\pi\epsilon_0 R} = 0 \Rightarrow Q_1 = -q_1 = -\frac{r}{R} q_0$                                                                                                                            | 0,25 |
|                | <p>Tương tự sau <math>n</math> lần nối đất, ta có: <math>q_n = q_0 \left( \frac{r}{R} \right)^n</math> và <math>Q_n = -q_0 \left( \frac{r}{R} \right)^n</math></p>                                                                                                                                                | 0,25 |
|                | <b>2. 2,0 điểm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |
|                | <p>- Ở thời điểm ban đầu tấm kim loại tích điện dương là: <math>q = U \frac{\epsilon_0 S}{d-a}</math></p>                                                                                                                                                                                                         | 0,25 |
|                | <p>- Điện tích trên được bảo toàn trong quá trình tấm kim loại chuyển động giữa các bản tụ.</p> <p>- Ở thời điểm ban đầu bản tụ trên không tích điện, bản tụ dưới tích điện âm là: <math>-q</math>.</p>                                                                                                           |      |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  | <p>- Tùy theo vị trí tấm kim loại mà điện tích các bản tụ sẽ thay đổi để đảm bảo hiệu điện thế giữa hai bản tụ không đổi. Gọi <math>Q_1, Q_2</math> lần lượt là giá trị đại số điện tích của bản tụ trên và bản tụ dưới ở thời điểm trọng tâm bản kim loại đến vị trí chính giữa của hai bản tụ.</p> <p>- Vì nguồn không sinh ra điện tích nên điện tích tổng cộng của bản tụ trên và bản tụ dưới không đổi: <math>Q_1 + Q_2 = -q</math> (1)</p>                               | 0,25 |
|  | <p>- Ở thời điểm tấm kim loại đã dịch chuyển một đoạn là <math>x</math> bất kì thì độ lớn điện trường do bản tụ trên, bản tụ dưới, tấm kim loại gây ra trong khoảng không gian giữa hai bản tụ lần lượt là:</p> $E_1 = \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S}; \quad E_3 = -\frac{Q_2}{2\epsilon_0 S}; \quad E_2 = \frac{q}{2\epsilon_0 S} \quad (Q_2 < 0)$ $U_{12} = (E_1 + E_3 - E_2)x = \left( \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q}{2\epsilon_0 S} \right)x$ | 0,25 |
|  | $U_{23} = (E_1 + E_2 + E_3)(d - a - x) = \left( \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} \right)(d - a - x)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,25 |
|  | $U_{13} = U_{12} + U_{23} = U \text{ (không đổi)}$ $\left( \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q}{2\epsilon_0 S} \right)x + \left( \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} \right)(d - a - x) = U$ $(Q_1 - Q_2 - q)x + (Q_1 - Q_2 + q)(d - a - x) = 2U\epsilon_0 S$                                                                                                                                          | 0,25 |
|  | <p>Thay <math>x = \frac{d-a}{2}</math> ta được:</p> $(Q_1 - Q_2 - q) + (Q_1 - Q_2 + q) = \frac{4U\epsilon_0 S}{d-a}$ $(Q_1 - Q_2) = \frac{2U\epsilon_0 S}{d-a} \quad (2)$ $Q_1 = \frac{1}{2} \left( -q + \frac{2U\epsilon_0 S}{d-a} \right) = \frac{1}{2} \left( -\frac{U\epsilon_0 S}{d-a} + \frac{2U\epsilon_0 S}{d-a} \right) = \frac{U\epsilon_0 S}{2(d-a)}$                                                                                                               | 0,25 |
|  | <p>Công của nguồn điện trong khoảng thời gian trên là: <math>A_{ng} = U \cdot \Delta Q_1 = U \cdot Q_1 = \frac{U^2 \epsilon_0 S}{2(d-a)}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,25 |
|  | <p>Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:</p> $A_{ng} + \frac{mg(d-a)}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{U^2 \epsilon_0 S}{(d-a)m} + g(d-a)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,25 |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                               |      |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Câu 5</b><br><b>3 điểm</b> | <b>1. 1,0 điểm (Xác định khối lượng riêng của dầu)</b>                                                                                                                                                                                                        |      |
|                               | <p>Đổ vào nhiệt lượng kế lượng dầu có thể tích nào đó.</p> <p>Đổ nước có thể tích <math>V_n</math> vào cốc rồi thả vào chậu nước đựng dầu. Gọi <math>m</math> là khối lượng của cốc, <math>V</math> là thể tích dầu bị cốc chiếm chỗ.</p>                     | 0,25 |
|                               | <p>Điều kiện cân bằng của cốc chứa nước</p> $\rho_d Vg = (m + \rho_n V_n)g \Rightarrow V = \frac{m}{\rho_d} + \frac{\rho_n}{\rho_d} V_n$                                                                                                                      | 0,25 |
|                               | <p>Thực hiện nhiều lần đo <math>V</math> và <math>V_n</math> Lấy số liệu vẽ đồ thị <math>V = f(V_n)</math> như hình 1. Đồ thị cho ta tính <math>\tan \alpha</math>. Từ đó tính khối lượng riêng của dầu: <math>\rho_d = \frac{\rho_n}{\tan \alpha}</math></p> | 0,25 |



|                                                 |                                                                                                                                                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                 | <p>Vẽ đồ thị</p>  <p>Hình 1</p>                                                                                                  | 0,25 |
| <b>2. (2,0 điểm)</b> Xác định $C_x$ , $U$ nguồn |                                                                                                                                                                                                                    |      |
|                                                 | <p>Với nước: <math>(C_n m_n + C_b M)(T_n - T_p) = \frac{U^2}{R} t</math></p> $T_n = \frac{U^2}{R(C_n m_n + C_b M)} t + T_p$                                                                                        | 0,25 |
|                                                 | <p>Vẽ đồ thị</p>                                                                                                                  | 0,25 |
|                                                 | $\Rightarrow U = \sqrt{R(C_n m_n + C_b M) \tan \gamma} \quad (3)$                                                                                                                                                  | 0,25 |
|                                                 | <p>Đối với dầu, ta có <math>(C_x m_d + C_b M)(T_d - T_p) = \frac{U^2}{R} t</math></p> $T_d = \frac{U^2}{R(C_x m_d + C_b M)} t + T_p$                                                                               | 0,25 |
|                                                 | <p>Vẽ đồ thị</p>                                                                                                                | 0,25 |
|                                                 | $\Rightarrow U = \sqrt{R(C_x m_d + C_b M) \tan \beta} \quad (2)$                                                                                                                                                   | 0,25 |
|                                                 | <p><math>m_d = V_d \rho_d = V_d \frac{\rho_n}{\tan \alpha}</math></p> <p>Từ biểu thức (2) tính được nhiệt dung riêng của dầu: <math>C_x = \frac{1}{m_d} \left[ \frac{U^2}{R \tan \beta} - C_b M \right]</math></p> | 0,5  |