



Ngày thi : 08/11/2021

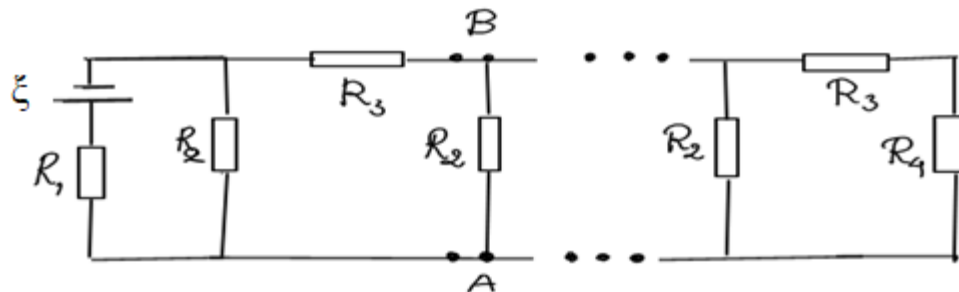
Thời gian làm bài: 180 Phút (Không kể thời gian
giao đề)

Câu 1 (1,5 điểm): Trong mạch ở hình 1, nguồn điện có suất điện động $\xi = 10V$. Các nút R_2 - R_3 lặp lại 17 lần.

1) Tìm cường độ dòng điện chạy qua R_4 , nếu $R_1=R_3=R_4= 3\Omega$, $R_2= 6\Omega$.

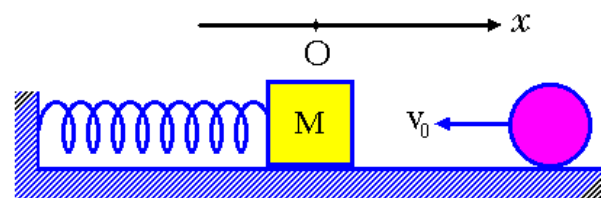
2) Việc phân tích bài toán sẽ trở nên dễ dàng hơn nếu như đoạn mạch chứa nguồn và điện trở được thay thế bởi một nguồn tương đương có suất điện động ξ_e và điện trở trong R_e . Cần phải thay đoạn mạch A- ξ -B trên hình 1 bằng một nguồn tương đương như thế nào (chỉ ra giá trị của ξ_e và R_e)?

3) Trong mạch ở hình 1, $R_1=3\Omega$, $R_2= 6\Omega$, $R_3= 1\Omega$, $R_4= 17\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua điện trở R_4 .



Hình 1

Câu 2 (2 điểm): Cho một hệ dao động như hình 2. Lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng chưa biết. Vật $M = 400(g)$ có thể trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Hệ đang ở trạng thái cân bằng, dùng một vật $m = 100(g)$ bắn vào M theo phương nằm ngang với vận tốc $v_0 = 2,5(m/s)$. Va chạm là hoàn toàn đàn hồi. Sau khi va chạm vật M dao động điều hoà. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo lần lượt là $l_{max} = 100cm$ và $l_{min} = 80cm$.



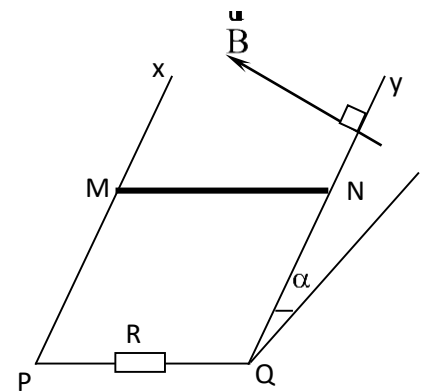
1. Tìm chu kỳ dao động của vật M và độ cứng k của lò xo.

2. Chọn trục Ox như hình vẽ, gốc tọa độ ở vị trí cân bằng và gốc thời gian là lúc bắt đầu va chạm. Xác định thời điểm vật đi qua vị trí có động năng bằng thế năng lần thứ 2021 theo chiều dương của trục tọa độ tính từ thời điểm ban đầu, và chiều dài của lò xo khi đó.

3. Đặt một vật $m_0 = 225 (g)$ lên trên vật M , hệ gồm 2 vật $(m_0 + M)$ đang đứng yên. Vẫn dùng vật $m = 100 (g)$ bắn vào M với vận tốc $v'_0 = 3,625 (m/s)$, va chạm là hoàn toàn đàn hồi. Sau va chạm người ta thấy m_0 đứng yên đối với M, cả hai vật cùng dao động điều hoà. Viết phương trình dao động của hệ $(m_0 + M)$.

4. Cho biết hệ số ma sát giữa m_0 và M là $0,8$. Hỏi vận tốc v_0 của vật m phải nhỏ hơn một giá trị bằng bao nhiêu để vật m_0 vẫn đứng yên (không bị trượt) trên vật M trong khi hệ dao động. Cho $g = 10 (m/s^2)$.

Câu 3 (1,5 điểm): Trong một mặt phẳng nghiêng góc α so với mặt phẳng nằm ngang, có hai thanh ray kim loại Px, Qy cố định song song cách nhau một khoảng l , nối với nhau bằng điện trở R. Một thanh kim loại MN, có khối lượng m , chiều dài cũng bằng l , có thể trượt không ma sát trên hai thanh ray và MN luôn vuông góc với Px, Qy. Điện trở các thanh ray không đáng kể. Hệ đặt trong một từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ \vec{B} vuông góc với mặt phẳng nghiêng (vuông góc với các thanh ray Px, Qy) và hướng lên phía trên. Người ta thả cho thanh MN trượt dọc theo hai thanh ray với vận tốc ban đầu bằng không. Coi hai thanh Px, Qy chiều dài đủ lớn để MN còn trượt trên đó. Gia tốc trọng trường bằng g .



1. Sau một thời gian chuyển động, thanh MN đạt vận tốc không đổi là v_0 , tính v_0 .

2. Thay điện trở bằng một tụ điện có điện dung C. Tính gia tốc của thanh MN.

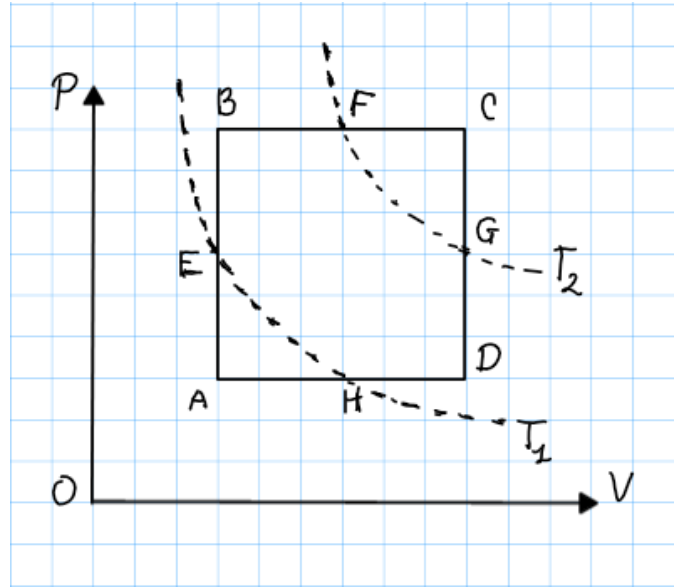
Câu 4 (1,5 điểm):

Một khối cầu có bán kính R tích điện đều theo thể tích với điện tích tổng cộng Q. Một hạt khối lượng m , mang điện tích $-q$ nằm ở tâm khối cầu. Cho rằng sự có mặt của hạt không ảnh hưởng đến sự phân bố điện tích của khối cầu. Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Truyền cho hạt một vận tốc ban đầu \vec{v}_0 hướng dọc theo bán kính của khối cầu.

1. Xác định lực tĩnh điện tác dụng lên hạt khi nó tới vị trí cách tâm khối cầu một khoảng r ($0 \leq r \leq R$).

2. Giá trị tối thiểu v_{0min} bằng bao nhiêu để hạt có thể ra tới bề mặt của khối cầu.

Câu 5 (1,5 điểm): Hình bên, biểu diễn một chu trình trên giản đồ $p - V$, bao gồm hai quá trình đẳng tích và hai quá trình đẳng áp. Tác nhân là một mol khí lí tưởng lưỡng nguyên tử. Một đường đẳng nhiệt ở nhiệt độ T_1 cắt các đoạn đẳng áp dưới và đẳng tích trái tại các trung điểm của chúng, một đường đẳng nhiệt khác ở nhiệt độ T_2 cắt các đoạn đẳng áp trên và đẳng tích phải cũng tại các trung điểm của chúng.



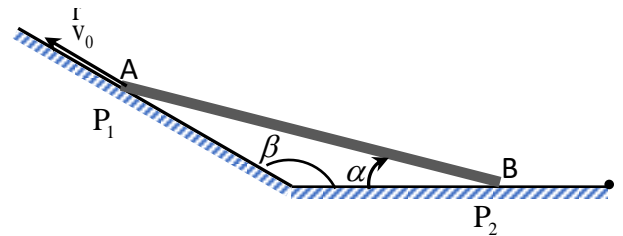
1. Xác định nhiệt độ của khí tại các điểm A, B, C, và D.
2. Xác định công mà khí thực hiện trong một chu trình ABCD.

3. Tính hiệu suất lí thuyết của một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình trên.

Áp dụng số: $T_1 = 300\text{K}$; $T_2 = 700\text{K}$.

Câu 6 (2 điểm):

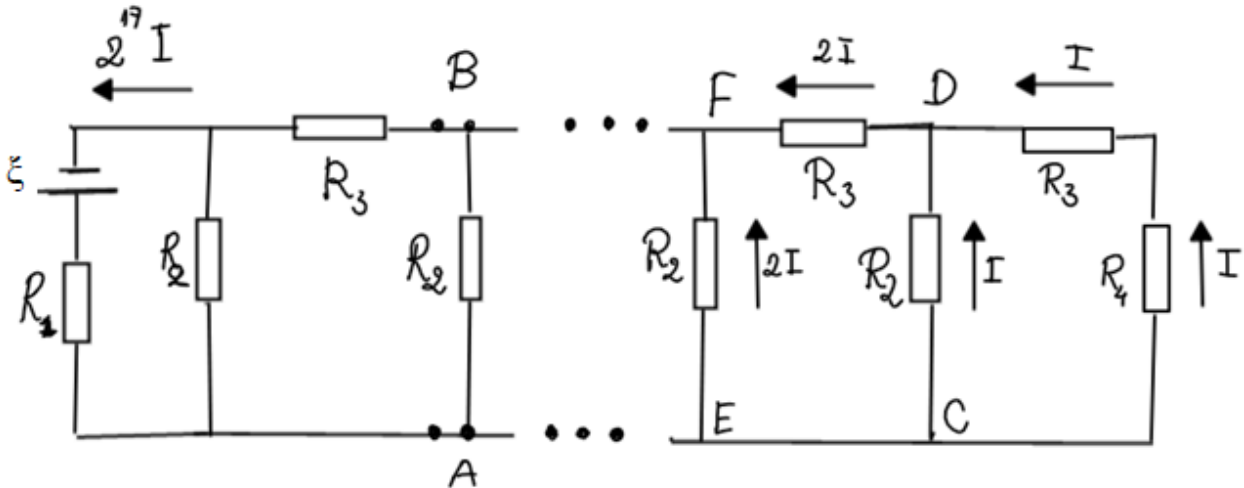
Một thanh cứng AB có chiều dài L tựa trên hai mặt phẳng P_1 và P_2 như hình vẽ. Người ta kéo đầu A của thanh lên trên dọc theo mặt phẳng P_1 với vận tốc \vec{v}_0 không đổi. Biết thanh AB và vector \vec{v}_0 luôn nằm trong mặt phẳng vuông góc với giao tuyến của P_1 và P_2 ; trong quá trình chuyển động các điểm A, B luôn tiếp xúc với hai mặt phẳng; góc nhị diện tạo bởi hai mặt phẳng là $\beta = 120^\circ$. Hãy tính vận tốc, gia tốc của điểm B và tốc độ góc của thanh theo v_0, L và α (góc hợp bởi AB và mặt phẳng P_2)



HƯỚNG DẪN CHẤM 11 LÝ

Câu 1:

1) Gọi I – dòng điện cần tìm qua điện trở R_4 , còn I_0 – dòng điện chạy qua nguồn ξ . Vì $R_3 + R_4 = R_2$, nên các dòng qua các đoạn mạch song song $C - R_4 - D$ và $C - R_2 - D$ là giống nhau. Hệ quả, dòng đi ra khỏi nút D bằng $2I$. Điện trở các đoạn mạch $E - R_2 - F$ và $E - C - D - F$ bằng nhau, do vậy dòng đi ra khỏi nút F gấp hai lần $2I$ – dòng điện chạy trên đoạn $D - F$, tức $4I$.



Tình huống tương tự cứ lặp lại từ R_4 cho đến nguồn ξ , dòng tăng lên gấp đôi sau mỗi mắt của chuỗi 17 mắt. Như vậy:

$$I_0 = 2^{17} I \quad (1)$$

Điện trở toàn mạch mắc nối tiếp vào R_1 có giá trị bằng $R_2/2$. Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch, ta có:

$$I_0 = \frac{\xi}{R_1 + R_2/2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có: $I = \frac{I_0}{2^{17}} = \frac{\xi}{2^{17}(R_1 + R_2/2)} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ A}$.

2) Gọi R – điện trở của toàn bộ phần mạch bên phải được nối vào hai điểm A và B. Đối với nguồn tương đương thì đó là điện trở tải. Theo định luật Ôm cho toàn mạch, dòng I của tải bằng: $I = \frac{\xi_e}{R + R_e} \quad (3)$

Mặt khác, trong sơ đồ ban đầu: nguồn ξ được mắc nối tiếp với điện trở R_1 và các đoạn mắc song song có điện trở là R_2 và $R_3 + R$. theo định luật Kiéc xốp:

$$\xi = I_0 R_1 + I(R_3 + R)$$

$$\xi = I_0 R_1 + (I_0 - I)R_2$$

Ta loại bỏ I_0 từ hệ phương trình trên, suy ra:

$$I = \frac{\xi R_2}{(R_1 + R_2)(R_3 + R) + R_1 R_2} = \frac{\frac{\xi R_2}{R_1 + R_2}}{R_3 + R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \quad (4)$$

So sánh (3) và (4), ta tìm được các thông số của nguồn tương đương:

$$\xi_e = \frac{\xi R_2}{R_1 + R_2}, \quad R_e = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (5)$$

3) Áp dụng kết quả ở phần 2) về nguồn tương đương. Đoạn mạch chứa nguồn thật ξ , điện trở R_1 và mắt mạng $R_2 - R_3$ đầu tiên được thay thế bằng nguồn tương đương có các thông số theo

$$(5): \xi_e = \frac{2\xi}{3} = \frac{20}{3}V, \quad R_e = R_1 = 3\Omega$$

Như vậy một mắt chuỗi làm suất điện động giảm đi $2/3$, còn điện trở trong không đổi. Nguồn tương đương được mắc với chuỗi bớt đi một mắt. Sau 17 lần lặp lại thì suất điện động tương đương giảm đi $(2/3)^{17}$ lần, và mạch chỉ gồm nguồn điện mới mắc với hai điện trở R_1 và R_4 . Áp dụng định luật Ôm cho dòng điện I_4 đi qua R_4 :

$$I_4 = \frac{(2/3)^{17} \xi}{R_1 + R_4}; 5,1 \cdot 10^{-4} (A)$$

Câu 2:

$$1. \text{ Biên độ dao động } A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} = \frac{100 - 80}{2} = 10 \text{ cm}$$

+ Vì va chạm là hoàn toàn đàn hồi nên vận tốc của M sau va chạm tính theo công thức:

$$\begin{cases} mv_0 = mv + MV \\ mv_0^2 = mv^2 + MV^2 \end{cases} \Rightarrow V = \frac{2m}{M+m} \cdot v_0 = \frac{2 \cdot 0,1}{0,1 + 0,4} \cdot 2,5 = 1 (m/s) \text{ (đây chính là vận tốc cực đại của}$$

dao động điều hoà).

+ Sau va chạm vật dao động điều hoà theo phương trình li độ $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, và phương trình vận tốc: $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

+ Vậy vận tốc cực đại của dao động điều hoà:

$$v_{\max} = \omega A = V \Rightarrow \omega = \frac{V}{A} = \frac{1}{0,1} = 10 (rad/s).$$

+ Chu kì dao động: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{5} \approx 0,628 (s)$.

+ Độ cứng của lò xo: $k = M.\omega^2 = 0,4.10^2 = 40 (N/m)$.

2. Theo đề bài pha ban đầu của vật: $\varphi = \frac{\pi}{2} rad$.

Tại vị trí vật có:

$$\begin{cases} W_d = W_t \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \pm \frac{A\sqrt{2}}{2} \\ v = \frac{\omega A\sqrt{2}}{2} \end{cases} \Rightarrow \text{trong một chu kì vật đi qua vị trí này hai lần.}$$

Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều ta có:

$$t_{2021} = \frac{3T}{8} + \frac{2020}{2}T = \frac{8083\pi}{40}; 634,837s$$

Ở thời điểm này vật đang ở vị trí $x = -\frac{A\sqrt{2}}{2}$, do đó chiều dài của lò xo lúc này là:

$$l = l_{CB} + x = \frac{l_{max} + l_{min}}{2} - \frac{A\sqrt{2}}{2} = 90 - 5\sqrt{2}; 82,93cm.$$

3. Tương tự câu 1) vận tốc của hệ $(m_0 + M)$ ngay sau va chạm tính theo công thức:

$$V' = \frac{2.m.v'_0}{m + M + m_0} = -1(m/s) \quad (\text{đây chính là vận tốc của hệ } (M$$

+ m_0) tại vị trí cân bằng ở thời điểm ban đầu).

+ Tần số góc của dao động: $\omega = \sqrt{\frac{k}{M + m_0}} = \sqrt{\frac{40}{0,4 + 0,225}} = 8 (rad/s)$.

+ Phương trình dao động có dạng: $x = A' \cos(8t + \varphi)$, và phương trình vận tốc: $v = -8A' \sin(8t + \varphi)$

+ Vận tốc cực đại của dao động điều hoà: $v'_{max} = \omega' A' = V' \Rightarrow A' = \frac{V'}{\omega'} = \frac{1}{8}m = 12,5(cm)$

+ Pha ban đầu được xác định từ điều kiện đầu: $t = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ v = -1m/s \end{cases} \Rightarrow \varphi' = \frac{\pi}{2} rad$

+ Vậy phương trình dao động là: $x = 12,5 \cos(8t + \frac{\pi}{2}) (cm)$.

4. Dùng vật m bắn vào hệ $(m_0 + M)$ với vận tốc v_0 , va chạm là hoàn toàn đàn hồi thì vận tốc của hệ $(m_0 + M)$ ngay sau va chạm là: $V' = \frac{2}{1 + \frac{(M + m_0)}{m}} v_0 = \frac{2}{1 + 6,25} v_0 = \frac{8v_0}{29} (m/s)$ (đây chính

là vận tốc cực đại của dao động điều hoà: $v_{\max} = A\omega = V' \Rightarrow A = \frac{V'}{\omega} = \frac{v_0}{29}$).

+ Vậy phương trình dao động điều hoà có dạng: $x = \frac{v_0}{29} \cos(8t + \frac{\pi}{2}) (cm)$, và gia tốc của hệ là:

$a = x'' = -\frac{64v_0}{29} \cos(8t + \frac{\pi}{2}) (cm/s^2)$. Do đó gia tốc cực đại: $a_{\max} = \frac{64v_0}{29}$.

+ Vật m_0 đặt trên vật M chuyển động với gia tốc a , nên nó chịu tác dụng lực có độ lớn:

$$F_{qt} = |m_0 a| \Rightarrow F_{qt \max} = \frac{64m_0 v_0}{29}.$$

+ Để vật m_0 luôn đứng yên trên M thì lực ma sát trượt $F_{ms} = \mu m_0 g$ lớn hơn hoặc bằng lực quán tính cực đại, tức là: $\mu m_0 g \geq m_0 a_{\max} \Rightarrow \mu g \geq a_{\max} \Rightarrow 0,8 \cdot 10 \geq \frac{64v_0}{29} \Rightarrow v_0 \leq \frac{29}{8} = 3,625 (m/s)$.

+ Vậy để vật m_0 đứng yên (không bị trượt) trên vật M trong khi hệ dao động thì vận tốc v_0 của vật m phải thoả mãn: $0 \leq v_0 \leq \frac{29}{8} = 3,625 (m/s)$.

Câu 3:

1.

Khi thanh MN trượt xuống dưới do tác dụng của trọng lực \vec{P} từ thông qua diện tích MRN biến thiên, làm xuất hiện suất điện động cảm ứng ξ trên thanh MN .

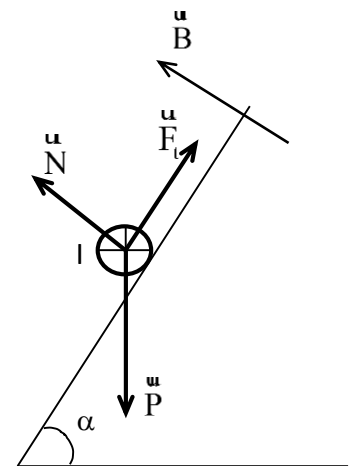
Xét tại thời điểm thanh MN có vận tốc v

$$\xi = l v B \sin(\vec{v}, \vec{B}) = l v B$$

Theo định luật Lenxơ, dòng cảm ứng sinh ra có chiều từ N đến M (để có từ trường ngược chiều với \vec{B} , hình vẽ).

Cường độ dòng điện chạy qua thanh MN là

$$I = \frac{\xi}{R} = \frac{l v B}{R}$$



Lực từ tác dụng lên thanh MN như hình vẽ, có độ lớn

$$F_t = I l B = \frac{B^2 l^2 v}{R}$$

Áp dụng Định luật II Niu-ton cho MN

$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_t = m \vec{a} \quad (1)$$

Khi thanh MN đạt vận tốc không đổi v_0 thì $a = 0$, chiếu phương trình (1) lên chiều chuyển động của MN

$$P \sin \alpha - F_t = 0$$

$$\Leftrightarrow mg \sin \alpha - \frac{B^2 l^2 v_0}{R} = 0 \Leftrightarrow v_0 = \frac{mgR \sin \alpha}{B^2 l^2}$$

2.

Thay R bằng tụ điện C thì dòng điện cảm ứng (suất điện động cảm ứng) nạp điện cho tụ.

Xét tại thời điểm thanh MN có vận tốc v

$$\xi = l v B \sin(\vec{v}, \vec{B}) = l v B$$

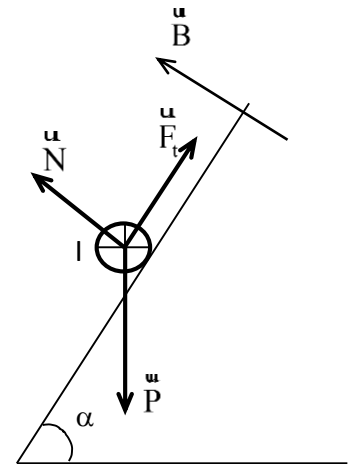
Điện tích trên một bản tụ nối với cực dương của MN là

$$q = C \xi = C l v B$$

Cường độ dòng điện trong mạch (qua MN) lúc này là

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(C l v B) = C l B \frac{dv}{dt} = C l B a$$

Với $\frac{dv}{dt} = a$ là gia tốc của thanh MN.



Lực từ tác dụng lên thanh MN như hình vẽ, có độ lớn

$$F_t = IlB = ClBa.lB = Cl^2B^2a$$

Áp dụng Định luật II Niu-ton cho MN

$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_t = m\vec{a} \quad (2)$$

chiếu phương trình (2) lên chiều chuyển động của MN

$$P \sin \alpha - F_t = ma \Leftrightarrow mg \sin \alpha - Cl^2B^2a = ma$$

$$\Leftrightarrow a = \frac{mg \sin \alpha}{m + Cl^2B^2}$$

Câu 4:

1. Xác định lực tĩnh điện tác dụng lên hạt:

$$\text{Mật độ điện tích khối của khối cầu là } \rho = \frac{Q}{V} = \frac{3Q}{4\pi R^3}$$

Chọn mặt Gauss là mặt cầu có bán kính r ($r \leq R$), áp dụng định lí O – G ta có:

$$E_{(r)} \cdot 4\pi r^2 = \frac{\Sigma Q_{(r)}}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \rho \frac{4\pi r^3}{3} \Rightarrow E_{(r)} = \frac{\rho r}{3\epsilon_0}$$

Lực điện tác dụng lên hạt khi nó cách tâm một khoảng r là

$$\vec{F}_{(r)} = -q \cdot \vec{E}_{(r)} = -\frac{q\rho}{3\epsilon_0} \cdot \vec{r}$$

Lực này có độ lớn $F_{(r)} = q \cdot E_{(r)} = \frac{q\rho}{3\epsilon_0} \cdot r$ và hướng dọc theo bán kính ra xa tâm của khối cầu.

Tại tâm khối cầu có $F_{(0)} = 0$.

2. Tính $v_{0\min}$:

Vận tốc tối thiểu cần truyền cho hạt ứng với trường hợp hạt ra tới bề mặt khối cầu sẽ có vận tốc bằng 0.

Áp dụng định lí động năng cho hạt:

$$0 - \frac{1}{2}mv_{0\min}^2 = -\int_0^R F_{(r)} dr = -\frac{q\rho}{3\epsilon_0} \int_0^R r dr = -\frac{q\rho \cdot R^2}{6\epsilon_0}.$$

Vận tốc tối thiểu cần truyền cho hạt:

$$v_{0\min}^2 = \frac{q\rho \cdot R^2}{3m\epsilon_0} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \Leftrightarrow v_{0\min} = \sqrt{\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}} = \sqrt{\frac{kqQ}{mR}}$$

$$\text{Với } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Câu 5: Trung tuyến EG cũng là đường đẳng áp, còn trung tuyến FH là đường đẳng tích. Vì trong quá trình đẳng áp, nhiệt độ tỷ lệ thuận với thể tích (định luật Gay-luy-sac), và trong quá trình đẳng tích nó tỷ lệ với áp suất (theo định luật Sac-lơ), nên gọi I là trung điểm của hai trung tuyến trên ta có:

$$T_I = \frac{T_F + T_H}{2} = \frac{T_1 + T_2}{2};$$

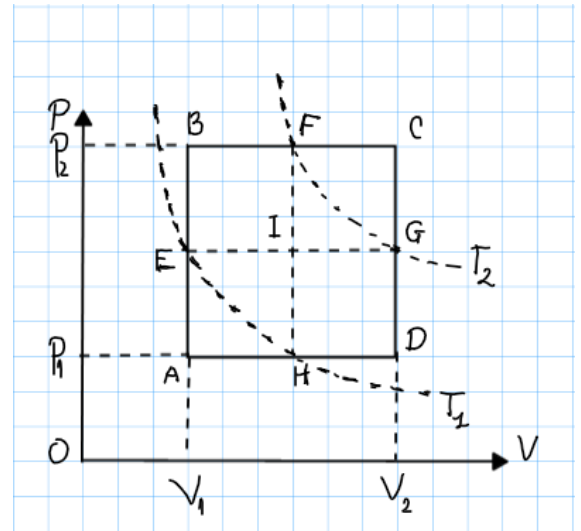
Xét các quá trình đẳng tích ta có:

$$\frac{p_B}{p_E} = \frac{p_F}{p_I} = \frac{p_C}{p_G} = \frac{T_B}{T_1} = \frac{T_2}{T_1 + T_2} = \frac{T_C}{T_2} \quad (1)$$

$$\frac{p_A}{p_E} = \frac{p_H}{p_I} = \frac{p_D}{p_G} = \frac{T_A}{T_1} = \frac{T_1}{T_1 + T_2} = \frac{T_D}{T_2} \quad (2)$$

$$\text{Suy ra: } T_B = T_D = \frac{2T_1T_2}{T_1 + T_2} = 420K; T_A = \frac{2T_1^2}{T_1 + T_2} = 180K;$$

$$T_C = \frac{2T_2^2}{T_1 + T_2} = 980K.$$



2. Công mà khí thực hiện trong một chu trình có độ lớn bằng diện tích hình chữ nhật ABCD.

Áp dụng phương trình Clapeyron – Mendeleep ta có:

$$A' = (p_B - p_A)(V_D - V_A) = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = p_2V_2 - p_2V_1 - p_1V_2 + p_1V_1$$

$$\Leftrightarrow A' = \nu RT_C - \nu RT_B - \nu RT_D + \nu RT_A = \nu R \frac{2T_2^2 - 4T_1T_2 + 2T_1^2}{T_1 + T_2} = 2\nu R \frac{(T_1 - T_2)^2}{T_1 + T_2} = 2659,2J$$

3. Khí nhận nhiệt trong các quá trình AB và BC:

$$Q_{AB} = \frac{i}{2} \nu R (T_B - T_A) = 5\nu R \frac{T_1T_2 - T_1^2}{T_1 + T_2}$$

$$Q_{BC} = \frac{i+2}{2} \nu R (T_C - T_B) = 7\nu R \frac{T_2^2 - T_1 T_2}{T_1 + T_2}$$

$$Q_1 = Q_{AB} + Q_{BC} = \nu R \frac{7T_2^2 - 2T_1 T_2 - 5T_1^2}{T_1 + T_2} = 21273,6J$$

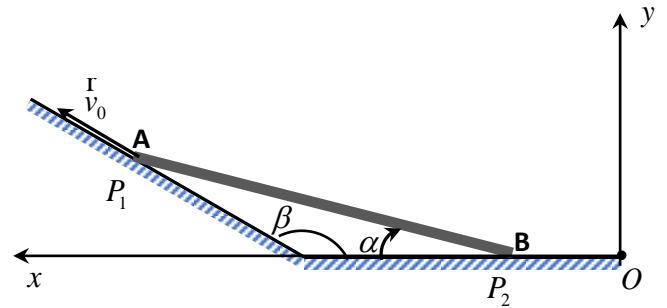
Hiệu suất của chu trình là:

$$H = \frac{A'}{Q_1} \cdot 100\% = 12,5\%$$

Câu 6:

Các thành phần vận tốc của A và B dọc theo thanh bằng nhau nên:

$$v_B = \frac{v_A \cos(60^\circ - \alpha)}{\cos \alpha} = v_0 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \tan \alpha \right)$$



Toạ độ của điểm A:

$$y_A = L \sin \alpha \Rightarrow y'_A = L \cos \alpha \cdot \alpha' = v_0 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

Tốc độ góc của thanh:

$$\omega = \alpha' = \frac{v_0 \cos 30^\circ}{L \cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{v_0}{L \cos \alpha}$$

Gia tốc của B:
$$a_B = v'_B = \frac{3}{4} \cdot \frac{v_0^2}{L \cdot \cos^3 \alpha}$$