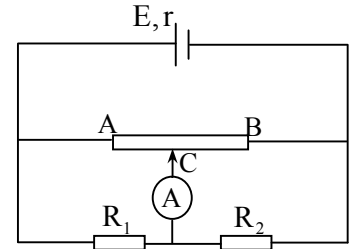


ĐỀ CHÍNH THỨC

Thời gian làm bài: 180 phút (không kể thời gian giao đề)
(Đề thi có 02 trang, gồm 06 câu)

Câu 1 (1,5 điểm):

Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 18V$, điện trở trong r . Mạch ngoài gồm biến trở AB có điện trở toàn phần $R = 9\Omega$ phân bố đều theo chiều dài, các điện trở $R_1 = 3\Omega, R_2 = 6\Omega$, Điện trở Ampe kế và các dây nối không đáng kể.



Di chuyển con chạy C trên biến trở AB , khi con chạy ở vị trí có điện trở $R_{AC} = x$ thì công suất tiêu thụ của mạch ngoài đạt giá trị lớn nhất và bằng $18W$, tìm

1. Giá trị của r và x .
2. Số chỉ của Ampe khi đó.

Câu 2 (2,0 điểm):

Một con lắc lò xo, một đầu cố định, đầu còn lại gắn với vật nặng có khối lượng $m = 400g$, lò xo nhẹ có độ cứng $k = 80 N/m$ đặt trên mặt phẳng nằm ngang. Vật đang ở vị trí lò xo không bị biến dạng. Kéo vật dọc theo trục lò xo đến vị trí lò xo dãn $10cm$ rồi thả nhẹ cho vật dao động dọc theo trục lò xo. Chọn trục Ox trùng với trục lò xo, gốc O là vị trí của vật khi lò xo không bị biến dạng, chiều dương theo chiều lò xo dãn.

1. Bỏ qua ma sát. Vật dao động điều hòa. Chọn gốc thời gian là lúc vật có li độ $x = 5cm$ và đang giảm.
 - a. Viết phương trình dao động của vật.
 - b. Tìm tốc độ trung bình của vật trong thời gian từ lúc $t = 0$ đến khi vật tới vị trí lò xo bị nén $5cm$ lần đầu tiên.
2. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $\mu = 0,1$. Cho $g = 10m/s^2$.
 - a. Tìm độ nén cực đại của lò xo.
 - b. Tìm tốc độ của vật ngay khi nó tới vị trí lò xo không bị biến dạng lần thứ 2.

Câu 3 (1,0 điểm):

Một con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ không giãn, và vật nặng. Kích thích cho con lắc dao động điều hòa tại một nơi có gia tốc trọng trường $g = 10m/s^2$ với chu kì T . Lấy $\pi^2 = 10$.

1. Nếu giảm chiều dài của con lắc đi $36cm$ thì chu kì dao động của con lắc giảm đi $0,4s$. Tính giá trị của T .
2. Người ta đem con lắc đơn nói trên treo vào trần một xe ô tô, đang đi lên dốc chậm dần đều với gia tốc $2m/s^2$. Biết dốc nghiêng một góc 30° so với phương ngang. Con lắc dao động điều hòa trong mặt phẳng thẳng đứng. Tính chu kì dao động mới T' của con lắc khi treo ở trong ô tô.

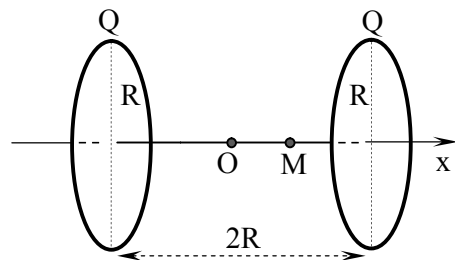
Câu 4 (2,0 điểm):

Một lò xo thẳng đứng có độ cứng $k = 100 N/m$, đầu trên gắn cố định, đầu dưới gắn với vật nặng có khối lượng $m = 100g$. Chọn trục tọa độ Ox có phương thẳng đứng, chiều từ dưới lên, gốc O trùng vị trí cân bằng của vật. Lấy $g = 10 m/s^2, \pi^2 = 10$.

1. Xác định độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng.
2. Tại thời điểm $t = 0$, đưa vật tới vị trí lò xo dãn $2cm$ rồi truyền cho vật vận tốc có độ lớn $10\pi\sqrt{3} cm/s$, chiều hướng xuống dưới. Coi vật dao động điều hòa.
 - a. Viết phương trình dao động của vật.
 - b. Xác định thời điểm vật có vận tốc $v = 10\pi (cm/s)$ lần thứ 2015, kể từ thời điểm $t = 0$.
 - c. Tìm quãng đường vật đi được kể từ thời điểm ban đầu đến khi gia tốc của vật đổi chiều lần thứ nhất.

Câu 5 (1,5 điểm):

Cho hai vòng kim loại mảnh giống hệt nhau, bán kính R , mỗi vòng dây được tích điện Q (với $Q > 0$) phân bố đều theo chiều dài vòng dây. Hai vòng dây được đặt cố định, mặt phẳng hai vòng dây song song với nhau và cách nhau một đoạn bằng $2R$, hệ đặt trong chân không. Điểm M có tọa độ x nằm trên trục Ox trùng với trục đối xứng của hai vòng với gốc tọa độ O đặt tại trung điểm của đoạn nối tâm hai vòng dây. Bỏ qua ảnh hưởng của trọng lực.



1. Xác định cường độ điện trường tại điểm M .

2. Một vật nhỏ có điện tích q (với $q > 0$), khối lượng m (coi là điện tích điểm) được giữ tại điểm M có tọa độ x , với $x > 0$ và x rất nhỏ so với R .

a. Tìm thế năng tương tác điện của hai vòng dây với điện tích điểm q khi nó đặt ở M .

Gợi ý:

Thế năng tương tác điện của hai vòng dây với điện tích điểm q được xác định theo công thức $W_t = qV$, với V là điện thế tại vị trí đặt điện tích điểm q .

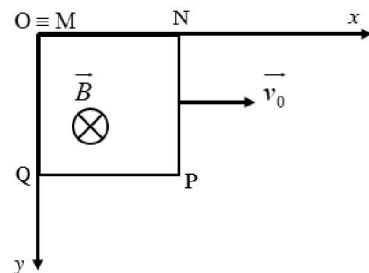
b. Tại thời điểm $t = 0$ thả nhẹ vật nhỏ ra khỏi vị trí M . Coi rằng vật m dao động điều hòa trên trục Ox xung quanh vị trí O . Tìm tần số góc của vật m .

Gợi ý:

Với bài này, vì q chỉ dao động dọc theo trục Ox nên có thể xác định lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích điểm q bằng công thức $F_x = -\frac{dV}{dx}$.

Câu 6 (2,0 điểm):

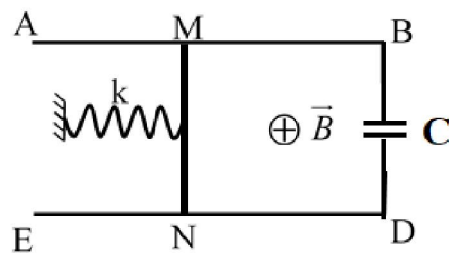
1. Trên mặt bàn nằm ngang nhẵn có một khung dây dẫn hình vuông $MNPQ$ (cạnh ℓ , khối lượng m , điện trở R), được đặt trong từ trường có các đường sức từ vuông góc với mặt bàn hướng theo trục Oz (Hình vẽ). Độ lớn cảm ứng từ phụ thuộc vào tọa độ x theo quy luật $B = B_0(1 - kx)$, trong đó B_0 và k là các hằng số dương. Ban đầu $M \equiv O$, cạnh MN trùng với trục Ox , cạnh MQ trùng với trục Oy , truyền cho khung vận tốc \vec{v}_0 hướng theo trục Ox và đi qua khối tâm của khung dây. Bỏ qua độ tự cảm của khung dây.



a. Xác định cường độ dòng điện trong khung và lực từ tổng hợp tác dụng lên khung tại thời điểm khung có vận tốc v .

b. Tính quãng đường xa nhất mà khung chuyển động được.

2. Cho cơ hệ gồm khung dây $ABDE$ như hình vẽ, được đặt nằm trên mặt phẳng nằm ngang. Biết lò xo có độ cứng k , đoạn dây MN dài ℓ , khối lượng m tiếp xúc với khung và có thể chuyển động tịnh tiến không ma sát dọc theo khung. Hệ thống đặt trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ \vec{B} vuông góc với mặt phẳng của khung và có chiều như hình vẽ. Nối hai đầu B, D với tụ có điện dung C . Kích thích cho MN dao động. Bỏ qua điện trở thuần của khung dây. Chứng minh thanh MN dao động điều hòa và tính chu kỳ dao động.



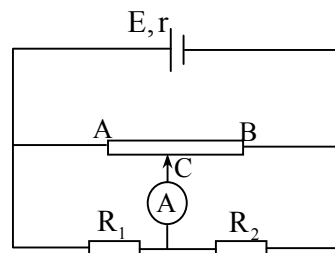
-----Hết-----

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

ĐÁP ÁN

Câu 1 (1,5 điểm):

Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 18V$, điện trở trong r . Mạch ngoài gồm biến trở AB có điện trở toàn phần $R = 9\Omega$ phân bố đều theo chiều dài, các điện trở $R_1 = 3\Omega, R_2 = 6\Omega$, Điện trở Ampe kế và các dây nối không đáng kể.



Di chuyển con chạy C trên biến trở AB , khi con chạy ở vị trí có điện trở $R_{AC} = x$ thì công suất tiêu thụ của mạch ngoài đạt giá trị lớn nhất và bằng $18W$.

1. Tính r và x .
2. Tìm số chỉ của Ampe.

BG:

+ Ta có

$$\begin{aligned} R_{AM} &= \frac{3 \cdot x}{3 + x} \\ R_{MB} &= \frac{(9 - x) \cdot 6}{(9 - x) + 6} = \frac{(9 - x) \cdot 6}{15 - x} \\ R_{AB} &= \frac{3x}{3 + x} + \frac{(9 - x) \cdot 6}{15 - x} \\ I &= \frac{E}{r + R_{AB}} \end{aligned} \quad (1)$$

Công suất mạch ngoài là

$$P = I^2 R_{AB} = \left(\frac{E}{r + R_{AB}} \right)^2 R_{AB} = \frac{E^2 \cdot R_{AB}}{r^2 + 2rR_{AB} + R_{AB}^2}$$

$$P_{\max} \Leftrightarrow r = R_{AB} \quad (2)$$

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$$

Theo bài $P_{\max} = 18W$

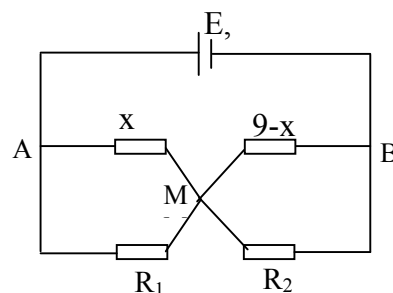
$$18 = \frac{18^2}{4r} \Leftrightarrow r = 4,5\Omega$$

Thay vào (1), (2)

$$4,5 = \frac{3x}{3 + x} + \frac{(9 - x) \cdot 6}{15 - x} \Leftrightarrow x = 3\Omega$$

Mạch cầu cân bằng

$$\Rightarrow I_A = 0(A)$$



Câu 2 (2,0 điểm):

Một con lắc lò xo, một đầu cố định, đầu còn lại gắn với vật nặng có khối lượng $m = 400g$, lò xo nhẹ có độ cứng $k = 80 N/m$ đặt trên mặt phẳng nằm ngang. Vật đang ở vị trí lò xo không bị biến dạng. Kéo vật dọc theo trục lò xo đến vị trí lò xo dãn $10cm$ rồi thả nhẹ cho vật dao động dọc theo trục lò xo. Chọn trục Ox trùng với trục lò xo, gốc O là vị trí của vật khi lò xo không bị biến dạng, chiều dương theo chiều lò xo dãn.

1. Bỏ qua ma sát. Vật dao động điều hòa. Chọn gốc thời gian là lúc vật có li độ $x = 5cm$ và đang giảm.
 - a. Viết phương trình dao động của vật.
 - b. Tìm tốc độ trung bình của vật trong thời gian từ lúc $t = 0$ đến khi vật tới vị trí lò xo bị nén $5cm$ lần đầu tiên.
2. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $\mu = 0,1$. Cho $g = 10m/s^2$.
 - a. Tìm độ nén cực đại của lò xo.
 - b. Tìm tốc độ của vật ngay khi nó tới vị trí lò xo không bị biến dạng lần thứ 2.

BG:

a. Ta có: $\omega = 10\sqrt{2} rad/s$

Con lắc lò xo nằm ngang, thả nhẹ vật tại vị trí lò xo giãn 10cm

$$\Rightarrow A = 10\text{cm}$$

$$\text{Khi } t = 0 \text{ thì: } \begin{cases} x = 5\text{cm} \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{Phương trình dao động: } x = 10\cos\left(10\sqrt{2}t + \frac{\pi}{3}\right)\text{cm}$$

$$\text{b. Khi lò xo nén 5cm lần thứ nhất thì } s = 10\text{cm, } t = \frac{T}{6}$$

$$\Rightarrow v_{tb} = \frac{s}{t} \approx 135,047\text{cm/s}$$

2.

a. Giả sử tại thời điểm ban đầu lò xo giãn A_1 sau $1/2$ chu kì vật đến biên và lò xo nén cực đại 1 đoạn A_2 .

Năng lượng mất đi là do ma sát chuyển thành nhiệt. Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$\begin{aligned} \Delta W &= |A_{ms}| \Leftrightarrow \frac{1}{2}kA_1^2 - \frac{1}{2}kA_2^2 = \mu Ns \\ &\Leftrightarrow \frac{1}{2}kA_1^2 - \frac{1}{2}kA_2^2 = \mu \cdot m \cdot g \cdot (A_1 + A_2) \\ &\Leftrightarrow A_1 - A_2 = \frac{2\mu mg}{k} = 0,01\text{m} = 1\text{cm} \end{aligned}$$

Độ nén cực đại của lò xo: $A_2 = 10 - 1 = 9\text{cm}$

b. Khi vật qua O lần 2 thì vật đã đi được quãng đường 28cm.

Theo định luật bảo toàn năng lượng

$$\frac{1}{2}kA_1^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \mu Ns$$

Thay số ta được: $v = 1,2\text{m/s}$

Câu 3 (1,0 điểm):

Một con lắc đơn có chiều dài sợi dây đủ lớn. Con lắc dao động điều hòa tại một nơi trên mặt đất với chu kì T. Cho $g = 10\text{m/s}^2$. Lấy $\pi^2 = 10$.

1. Nếu giảm chiều dài của con lắc đi 36cm thì chu kì dao động của nó giảm đi 0,4s. Tính giá trị của T.

2. Người ta đem con lắc đơn nói trên gắn vào trần một xe ô tô, đang đi lên dốc chậm dần đều với gia tốc 2m/s^2 . Biết dốc nghiêng một góc 30° so với phương ngang. Tính chu kì dao động mới T' của con lắc khi ở trong ô tô.

BG:

$$\text{a. Ban đầu: } T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$\text{- Sau khi thay đổi chiều dài: } T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell - 0,36}{g}}$$

$$\text{- Theo bài: } T' = T - 0,4 \text{ (s)} \Rightarrow 2\sqrt{\ell - 0,36} = 2\sqrt{\ell} - 0,4$$

$$\Rightarrow \ell = 1 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2 \text{ (s)}$$

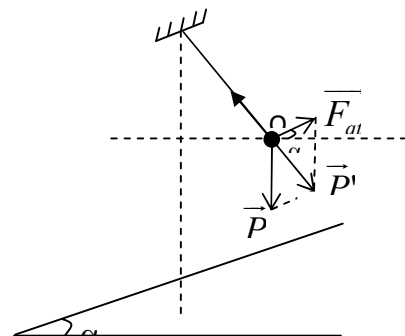
$$\text{b. Ta có } \vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$$

- Từ hình vẽ ta có

$$P'^2 = P^2 + F_{qt}^2 - 2P \cdot F_{qt} \cdot \cos 60^\circ$$

$$\Leftrightarrow g'^2 = g^2 + a^2 - ga \Rightarrow g' \approx 9,17 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

- Chu kì dao động của con lắc



$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} \approx 2,1 \text{ (s)}$$

Câu 4 (2,0 điểm):

Một lò xo thẳng đứng có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$, đầu trên gắn cố định, đầu dưới gắn với vật nặng có khối lượng $m = 100\text{g}$. Chọn trục tọa độ Ox có phương thẳng đứng, chiều từ dưới lên, gốc O trùng vị trí cân bằng của vật. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\pi^2 = 10$.

1. Xác định độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng.
 2. Tại thời điểm $t = 0$, đưa vật tới vị trí lò xo dãn 2cm rồi truyền cho vật vận tốc có độ lớn $10\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$, chiều hướng xuống dưới. Coi vật dao động điều hòa.
 - a. Viết phương trình dao động của vật.
 - b. Xác định thời điểm vật có vận tốc $v = 10\pi \text{ (cm/s)}$ lần thứ 2015, kể từ thời điểm $t = 0$.
 - c. Tìm quãng đường vật đi được kể từ thời điểm ban đầu đến khi gia tốc của vật đổi chiều lần thứ nhất.
- BG:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0,04}} = 10\pi \text{ (rad/s)};$$

1. Điều kiện cân bằng $\vec{P} + \vec{F}_{\text{odh}} = \vec{0}$

$$\rightarrow -mg - k\Delta l = 0 \rightarrow \Delta l = \frac{-0,04 \cdot 10}{40} = -0,01\text{m} = -1\text{cm}$$

2.

a.

$$\text{Tại } t_0 = 0: \begin{cases} \text{lò xo dãn } 2\text{cm} \\ v_0 = -10\pi\sqrt{3}\text{cm/s} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_0 + \Delta l = -2\text{cm} \\ v_0 = -10\pi\sqrt{3}\text{cm/s} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_0 = -1\text{cm} \\ v_0 = -10\pi\sqrt{3}\text{cm/s} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} A = 2\text{cm} \\ \varphi = 2\pi/3 \end{cases} \rightarrow \text{phương trình dao động } x = 2 \cos\left(10\pi t + \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm}$$

b.

Trong 1 chu kì vận tốc $v = 10\pi \text{ m/s}$ hai lần

Trong 2015 lần thì 2014 lần sau hết thời gian $t_2 = 1007T = 201,4\text{s}$

Kể từ thời điểm ban đầu đến thời điểm $v = 10\pi \text{ m/s}$ lần thứ nhất hết

$$t_1 = \frac{T}{6} + \frac{T}{12} = \frac{T}{4} = 0,05\text{s}$$

$$\text{Vậy } t = t_1 + t_2 = 201,45\text{s}$$

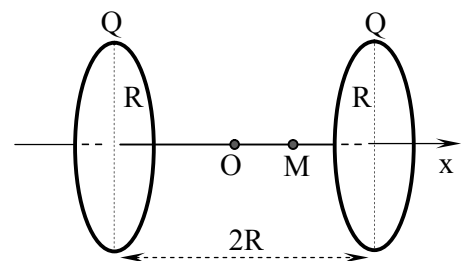
c.

+ Gia tốc đổi chiều khi vật qua VTGB

+ Quãng đường vật đi được $s = 3\text{cm}$

Câu 5 (1,5 điểm):

Cho hai vòng kim loại mảnh giống hệt nhau, bán kính R , mỗi vòng dây có điện tích Q (với $Q > 0$) được phân bố đều theo chiều dài vòng dây. Hai vòng được đặt cố định song song với nhau trong chân không, khoảng cách giữa hai mặt phẳng của hai vòng dây là $2R$. Điểm M có tọa độ x nằm trên trục Ox trùng với trục đối xứng của hai vòng với gốc tọa độ O đặt tại điểm cách đều hai vòng. Bỏ qua ảnh hưởng của trọng lực.



1. Xác định cường độ điện trường tại điểm M .

2. Một vật nhỏ có điện tích q (với $q > 0$), khối lượng m (coi là điện tích điểm) được giữ tại điểm M có tọa độ x , với $x > 0$ và x rất nhỏ so với R .

a. Tìm thế năng tương tác điện của hai vòng dây với điện tích điểm q khi nó đặt ở M.

Gợi ý:

Thế năng tương tác điện của hai vòng dây với điện tích điểm q được xác định theo công thức $W_t = qV$, với V là điện thế tại vị trí đặt điện tích điểm q .

b. Tại thời điểm $t = 0$ thả nhẹ vật nhỏ ra khỏi vị trí M. Coi rằng vật m dao động điều hòa trên trục Ox xung quanh vị trí O. Tìm tần số góc của vật m.

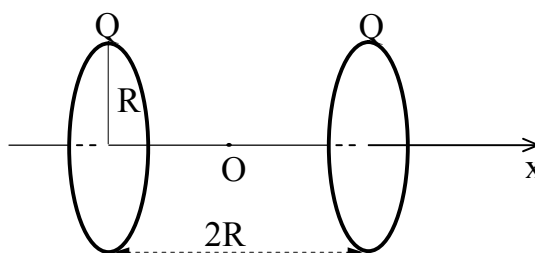
Gợi ý:

Với bài này, vì q chỉ dao động dọc theo trục Ox nên có thể xác định lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích điểm q bằng công thức $F_x = -\frac{dV}{dx}$.

BG:

1.

Ta xác định điện thế tại điểm M bất kì trên trục x. Chọn mốc tính điện thế là điểm xa vô cùng. Các phần tử trên mỗi vòng tròn đều cách M các khoảng bằng nhau nên điện thế tại M là



$$V(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\sqrt{R^2 + (x-R)^2}} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\sqrt{R^2 + (x+R)^2}} \quad (1)$$

Từ đó:

$$E(x) = -\frac{dV(x)}{dx} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{Q(x-R)}{[R^2 + (x-R)^2]^{\frac{3}{2}}} + \frac{Q(x+R)}{[R^2 + (x+R)^2]^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

2.

a. Khi đặt tại M điện tích q , thế năng của hệ là

$$U(x) = qV(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{\sqrt{R^2 + (x-R)^2}} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{\sqrt{R^2 + (x+R)^2}}$$

b. Tại lân cận điểm O, tức là với $|x| \ll R$, ta có:

$$\frac{dU(x)}{dx} = -\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{x-R}{[R^2 + (x-R)^2]^{\frac{3}{2}}} + \frac{x+R}{[R^2 + (x+R)^2]^{\frac{3}{2}}} \right]$$

Khai triển mẫu số, bỏ qua x^2 so với x :

$$\frac{dU(x)}{dx} \approx -\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{x-R}{[2R(R-x)]^{\frac{3}{2}}} + \frac{x+R}{[2R(R+x)]^{\frac{3}{2}}} \right]$$

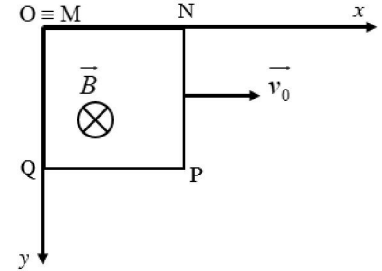
$$\Rightarrow \frac{dU(x)}{dx} = \frac{qQ}{8\sqrt{2}\pi\epsilon_0 R^3} x \quad (2)$$

Theo (2), phương trình chuyển động của q là $m\ddot{x} = -kx$ với $|x| \ll R$ trong đó $k = \frac{qQ}{8\sqrt{2}\pi\epsilon_0 R^3}$.

Điều này có nghĩa là q dao động điều hòa xung quanh gốc tọa độ với $\omega = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{qQ}{\sqrt{2}\pi\epsilon_0 m R^3}}$.

Câu 6 (2,0 điểm):

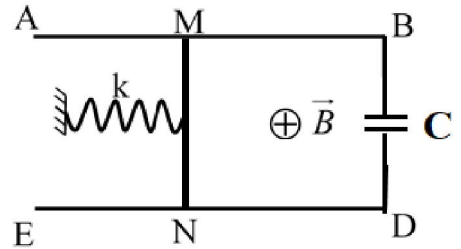
1. Trên mặt bàn nằm ngang nhẵn có một khung dây dẫn hình vuông MNPQ (cạnh l , khối lượng m , điện trở R), được đặt trong từ trường có các đường sức từ vuông góc với mặt bàn hướng theo trục Oz (Hình vẽ). Độ lớn cảm ứng từ phụ thuộc vào tọa độ x theo quy luật $B = B_0(1 - kx)$, trong đó B_0 và k là các hằng số dương. Ban đầu $M \equiv O$, cạnh MN trùng với trục Ox, cạnh MQ trùng với trục Oy, truyền cho khung vận tốc \vec{v}_0 hướng theo trục Ox và đi qua khối tâm của khung dây. Bỏ qua độ tự cảm của khung dây.



a. Xác định cường độ dòng điện trong khung và lực từ tổng hợp tác dụng lên khung tại thời điểm khung có vận tốc v .

b. Tính quãng đường xa nhất mà khung chuyển động được.

2. Cho cơ hệ gồm khung dây ABDE như hình vẽ, được đặt nằm trên mặt phẳng nằm ngang. Biết lò xo có độ cứng k , đoạn dây MN dài l , khối lượng m tiếp xúc với khung và có thể chuyển động tịnh tiến không ma sát dọc theo khung. Hệ thống đặt trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ \vec{B} vuông góc với mặt phẳng của khung và có chiều như hình vẽ. Nối hai đầu B, D với tụ có điện dung C . Kích thích cho MN dao động. Bỏ qua điện trở thuần của khung dây. Chứng minh thanh MN dao động điều hòa và tính chu kỳ dao động.



BG:

1a.

Khi khung chuyển động sang phải, từ thông qua khung giảm.

Theo định luật Lenzt, dòng điện cảm ứng trong khung cùng chiều kim đồng hồ

Khi khung chuyển động với tốc độ v , điểm M có tọa độ x , trong khung xuất hiện suất điện động cảm ứng ở thanh NP và thanh MQ.

$$e_{MQ} = B_0(1 - kx)lv$$

$$e_{NP} = B_0(1 - kx - kl)lv$$

Dòng điện chạy trong khung cùng chiều kim đồng hồ và có độ lớn

$$i = \frac{e_{MQ} - e_{NP}}{R} = \frac{B_0 l^2 kv}{R}$$

Lực tác dụng lên thanh NP:

$$F_{NP} = B_0^2 (1 - kx - kl) \frac{l^3 kv}{R}$$

Lực tác dụng lên thanh MQ:

$$F_{MQ} = B_0^2 (1 - kx) \frac{l^3 kv}{R}$$

Lực từ tổng hợp tác dụng lên khung:

$$F = F_{NP} - F_{MQ} = -\frac{B_0^2 l^4 k^2}{R} v$$

1b.

Phương trình định luật II Newton:

$$F = -\frac{B_0^2 l^4 k^2}{R} v = m \frac{dv}{dt}$$

$$\Rightarrow dv = -\frac{B_0^2 l^4 k^2}{mR} v dt = -\frac{B_0^2 l^4 k^2}{mR} dx$$

Nhận xét: khi khung chuyển động vận tốc của khung giảm từ v_0 đến 0, còn x tăng từ 0 đến d .

Lấy tích phân:

$$\int_{v_0}^0 dv = \int_0^d -\frac{B_0^2 l^4 k^2}{mR} dx$$

Quãng đường xa nhất mà khung chuyển động được là: $d = \frac{mRv_0}{B_0^2 l^4 k^2}$

2.

Chọn trục tọa độ Ox như hình vẽ, gốc O tại VTCB.

+) Xét tại thời điểm t bất kì thanh MN qua vị trí có li độ x và chuyển động sang bên phải như hình vẽ.

+) Từ thông biến thiên làm xuất hiện sđđ cảm ứng: $e_{cu} = Blv$.

+) Chiều dòng điện xuất hiện trên thanh MN được xác định theo quy tắc bàn tay phải và có biểu thức:

$$i = \frac{dq}{dt} = CBl \frac{dv}{dt} = CBl a$$

Theo quy tắc bàn tay trái xác định được chiều lực từ như hình vẽ và có biểu thức:

$$F_t = iBl = CB^2 l^2 x''$$

Theo định luật II Niuton, ta có:

$$\vec{F}_{hl} = \vec{F}_{dh} + \vec{F}_t = m\vec{a}$$

Chiếu lên trục Ox, ta được:

$$mx'' = -CB^2 l^2 x'' - kx$$

$$\Leftrightarrow (m + CB^2 l^2) x'' = -kx \Leftrightarrow x'' = -\frac{k}{m + CB^2 l^2} x$$

$$\text{Đặt } \omega = \sqrt{\frac{k}{m + CB^2 l^2}} \Rightarrow x'' + \omega^2 x = 0.$$

$$\text{Vậy, thanh MN dao động điều hòa với chu kì: } T = 2\pi \sqrt{\frac{m + CB^2 l^2}{k}}$$

