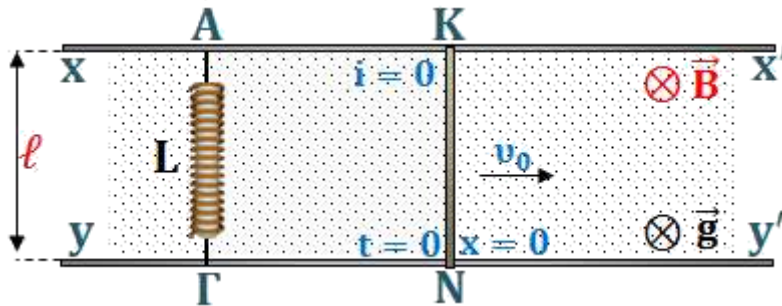


ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΕΠΑΓΩΓΗ

ΘΕΜΑ Δ

Το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος περιλαμβάνει δυο λείους οριζόντιους αγωγούς $x'x$ και $y'y$, χωρίς ωμική αντίσταση απέχουν απόσταση $\ell = 0,5\text{m}$. Στο αριστερό τους άκρο συνδέονται στα σημεία Α και Γ με ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 2,5\text{mH}$.

Τρίτος αρχικά ακίνητος αγωγός ΚΝ μάζας $m = 0,04\text{kg}$, χωρίς ωμική αντίσταση και μήκους $\ell = 0,5\text{m}$ μπορεί να κινείται μένοντας διαρκώς οριζόντιος με τα άκρα του σε συνεχή επαφή με τους αγωγούς $x'x$ και $y'y$. Το επίπεδο του κυκλώματος είναι εντός ενός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 0,2\text{T}$ και του ομόρροπου γήινου ομογενούς βαρυτικού πεδίου έντασης μέτρου $g = 10\text{m/s}^2$.



Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, δίνουμε στον αγωγό ΚΝ οριζόντια ταχύτητα $v_0 = 2\text{m/s}$ παράλληλη στους αγωγούς $x'x$ και $y'y$. Να αποδειχθεί ότι:

- Δ1. Ο αγωγός ΚΝ θα εκτελέσει αρμονική ταλάντωση και να παρασταθεί γραφικά η συνισταμένη δύναμη ΣF που δέχεται σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x .
- Δ2. Το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό ΚΝ είναι εναλλασσόμενο και να παρασταθεί γραφικά η ένταση του i σε συνάρτηση με το χρόνο κίνησης του t .
- Δ3. Το άθροισμα της κινητικής ενέργειας K του αγωγού ΚΝ και της ενέργειας U_B του μαγνητικού πεδίου του πηνίου είναι σταθερό και να γίνει τοδιάγραμμα $K = f(U_B)$.
- Δ4. Όταν ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας του αγωγού ΚΝ έχει μέτρο ίσο με το μισό του μέγιστου που αποκτά κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης να βρεθεί ο ρυθμός διέλευσης ηλεκτρονίων από μια διατομή του.

Δίνεται το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

Απάντηση:

Δ1. Από τον 2ο κανόνα του Kirchhoff:

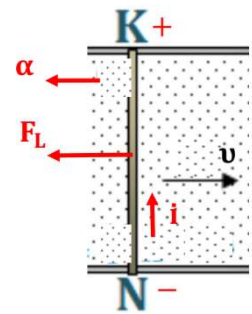
$$\Sigma V = 0 \Leftrightarrow E_{\varepsilon\pi} - E_{\alpha\nu\tau} = 0 \Leftrightarrow E_{\varepsilon\pi} = E_{\alpha\nu\tau} \Leftrightarrow Bv\ell = L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow$$

$$B\ell \frac{\Delta x}{\Delta t} = L \frac{\Delta i}{\Delta t} \Leftrightarrow B\ell \Delta x = L \Delta i \Leftrightarrow B\ell(x - 0) = L(i - 0) \Leftrightarrow$$

$$i = \frac{B\ell}{L} x \quad (1)$$

κάνοντας αντικατάσταση

$$i = \frac{0,2 \cdot 0,5}{25 \cdot 10^{-4}} x \Leftrightarrow i = 40 x \quad (\text{S.I.})$$



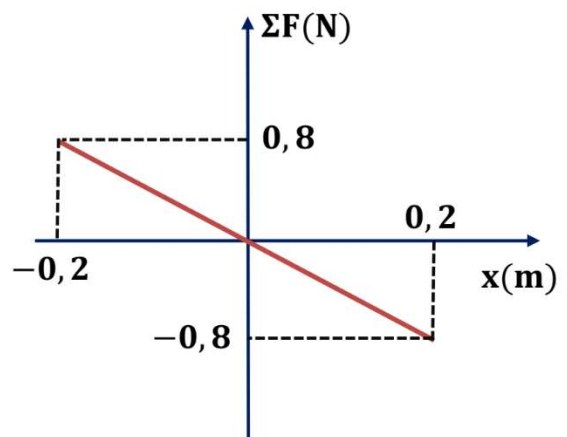
Από το 2ο Νόμο του Newton:

$$\Sigma F = F_L \Leftrightarrow \Sigma F = -B\ell i \Leftrightarrow \Sigma F = -B\ell \frac{B\ell}{L} x \Leftrightarrow$$

$$\Sigma F = -\frac{(B\ell)^2}{L} x \quad (2)$$

κάνοντας αντικατάσταση

$$\Leftrightarrow \Sigma F = -\frac{(0,2 \cdot 0,5)^2}{25 \cdot 10^{-4}} x \Leftrightarrow \Sigma F = -4x \quad (\text{S.I.})$$



$$m\omega^2 = D \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{D}{m}} \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{4}{4 \cdot 10^{-2}}} \Leftrightarrow \omega = 10 \text{ rad/s}$$

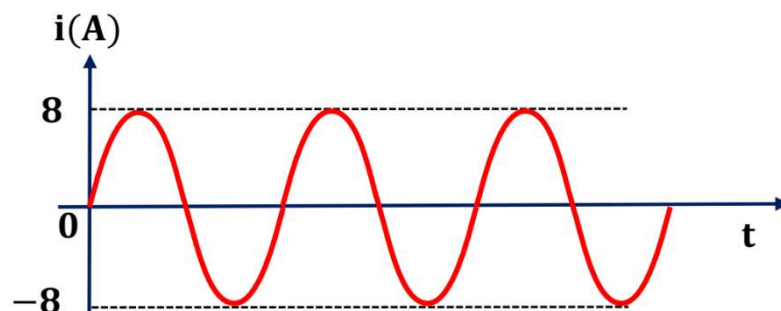
$$v_0 = \omega A \Leftrightarrow A = \frac{v_0}{\omega} \Leftrightarrow A = 0,2 \text{ m}$$

Δ2.

$$x = A\eta\mu\omega t \Leftrightarrow x = 0,2\eta\mu(10t) \quad (\text{S.I.})$$

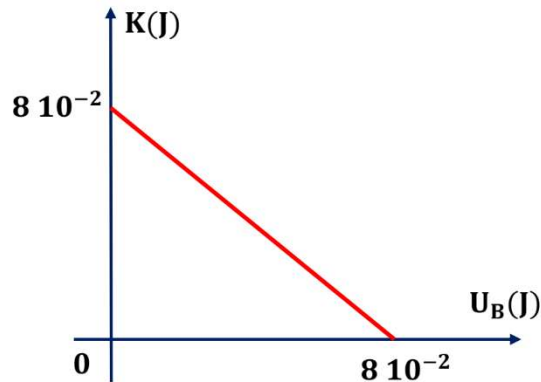
Όμως

$$i = 40x \Leftrightarrow i = 8\eta\mu(10t) \quad (\text{S.I.})$$



Δ3.

$$K + U_B = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Li^2$$
$$(\mu \varepsilon v = v_0 \sigma \sin(\omega t) \Leftrightarrow v = 2\sigma \sin(10t))$$
$$K + U_B = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 4\sigma^2 \sin^2(10t) + \frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 64\eta^2 \sin^2(10t) \Leftrightarrow$$
$$K + U_B = 8 \cdot 10^{-2} \sigma^2 \sin^2(10t) + 8 \cdot 10^{-2} \eta^2 \sin^2(10t) \Leftrightarrow$$
$$K + U_B = 8 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$



Έχουμε μια περιοδική μετατροπή της κινητικής ενέργειας του αγωγού (KN) σε ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου και αντιστρόφως.

Δ4.

$$|\alpha| = \frac{\alpha_{\max}}{2} \Leftrightarrow |-\omega^2 x| = \frac{\omega^2 A}{2} \Leftrightarrow |x| = \frac{A}{2} \Leftrightarrow |x| = 0,1\text{m}$$

Όμως:

$$|i| = 40|x| \Leftrightarrow i = 4\text{A}$$

Επιπλέον:

$$|i| = \frac{dN}{dt} e \Leftrightarrow \frac{dN}{dt} = \frac{|i|}{e} \Leftrightarrow \frac{dN}{dt} = \frac{4}{1,6 \cdot 10^{-1}} \Leftrightarrow \frac{dN}{dt} = 2,5 \cdot 10^{19} \text{ ηλεκτρόνια/s}$$