

**Φυσική
Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης
Γ' Λυκείου 2001**

Ζήτημα 1ο

1. Η εξίσωση της απομάκρυνσης σε έναν απλό αρμονικό ταλαντωτή, πλάτους χ_0 και κυκλικής συχνότητας ω , δίνεται από τη σχέση: $\chi = \chi_0 \eta \mu \omega t$. Η εξίσωση της ταχύτητας δίνεται από τη σχέση:

- α. $u = \chi_0 \omega \eta \mu \omega t$
- β. $u = -\chi_0 \omega \eta \mu \omega t$
- γ. $u = \chi_0 \omega \sigma \nu \omega t$
- δ. $u = -\chi_0 \omega \sigma \nu \omega t$.

Μονάδες 5

2. Το πλάτος ταλάντωσης ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή διπλασιάζεται. Τότε:

- α. η ολική ενέργεια διπλασιάζεται
- β. η περίοδος παραμένει σταθερή
- γ. η σταθερά επαναφοράς διπλασιάζεται
- δ. η μέγιστη ταχύτητα τετραπλασιάζεται.

Μονάδες 5

3. Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος RLC σε σειρά, η κυκλική συχνότητα ω της πηγής σταθερού πλάτους αυξάνεται συνεχώς, ξεκινώντας από μια πολύ μικρή τιμή. Το πλάτος της έντασης του ρεύματος I_0 στο κύκλωμα:

- α. αυξάνεται συνεχώς
- β. ελαττώνεται συνεχώς
- γ. αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια ελαττώνεται
- δ. παραμένει σταθερό.

Μονάδες 5

4. Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος έντασης $I = I_0 \eta \mu \omega t$, που περιλαμβάνει και πυκνωτή, η διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης στα άκρα του πυκνωτή και της έντασης του ρεύματος είναι:

- α. $\pi/4$, β. $-\pi/2$, γ. $-\pi$, δ. 0

Μονάδες 5

5. Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της **Στήλης Α** και δίπλα σε κάθε γράμμα τον αριθμό της **Στήλης Β**, αντιστοιχώντας σωστά τα μεγέθη της στήλης **Α** με τις αριθμητικές τιμές και τις μονάδες της στήλης **Β**.

Κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος τροφοδοτείται με τάση της μορφής $V = 100 \eta \mu(50\pi t + \pi/3)$ και διαρρέεται από ρεύμα της μορφής $I = I_0 \eta \mu 50\pi t$.

| Στήλη Α | Στήλη Β |
|---|----------------------|
| α. Διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης και της έντασης στο κύκλωμα | 1. 100 Volt |
| β. Πλάτος τάσης | 2. 50π rad/s |
| γ. Κυκλική συχνότητα | 3. $\pi/3$ |
| δ. Ενεργός τάση | 4. 50 Hz |
| ε. Συχνότητα | 5. $50\sqrt{2}$ Volt |
| | 6. 25 Hz |

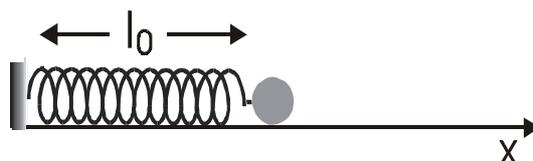
Μονάδες 5

Απάντηση:

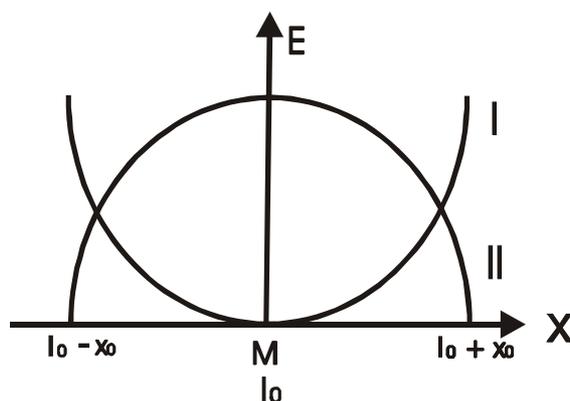
- 1: γ. $u = \chi_0 \omega \sin \omega t$.
- 2: β. η περίοδος παραμένει σταθερή.
- 3: γ. αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια ελαττώνεται.
- 4: β. $-\pi/2$.
- 5: α \rightarrow 3, β \rightarrow 1, γ \rightarrow 2, δ \rightarrow 5, ε \rightarrow 6.

Ζήτημα 2ο

1. Στο άκρο ιδανικού ελατηρίου με φυσικό μήκος l_0 και σταθερά ελατηρίου k είναι συνδεδεμένο σώμα μάζας m , όπως δείχνει το σχήμα.



α. Ποια από τις καμπύλες I και II του παρακάτω διαγράμματος αντιστοιχεί στη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου και ποια στην κινητική ενέργεια του σώματος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

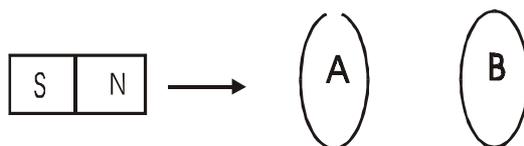


Μονάδες 7

β. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ολικής ενέργειας, αφού μεταφέρετε το παραπάνω διάγραμμα στο τετράδιό σας.

Μονάδες 6

2. Οι μεταλλικοί κυκλικοί δακτύλιοι A και B του σχήματος θεωρούνται ακλόνητοι στο χώρο και τα επίπεδά τους είναι παράλληλα.



Ο δακτύλιος A είναι ανοικτός ενώ ο δακτύλιος B είναι κλειστός. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει τους δακτύλιους, έτσι ώστε ο άξονάς του να παραμένει κάθετος στα επίπεδα των δακτυλίων.

A. Επαγωγική τάση αναπτύσσεται:

- α.** στον A
- β.** στον B
- γ.** και στους δύο.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 4

B. Επαγωγικό ρεύμα διαρρέει:

- α.** τον A
- β.** τον B
- γ.** και τους δύο

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

Απάντηση:

- 1. α.** Καμπύλη I \rightarrow Δυναμική ενέργεια.
Καμπύλη II \rightarrow Κινητική ενέργεια.

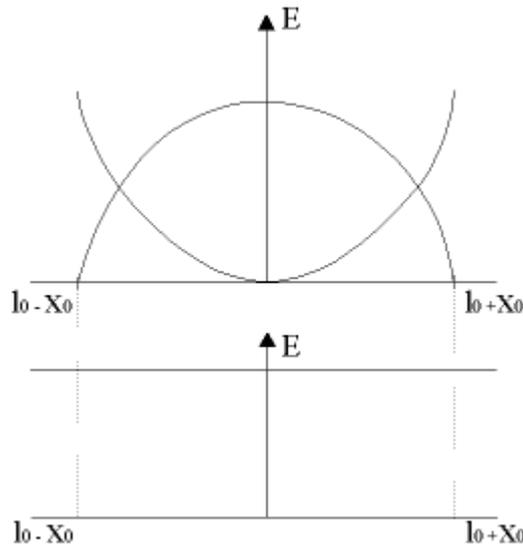
Δικαιολόγηση: Είναι γνωστό ότι η δυναμική ενέργεια (E_{δ}) της ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση $E_{\delta} = 1/2 D x^2$. Άρα στα άκρα της ταλάντωσης που είναι $x = \pm x_0$ και έχουμε μέγιστη απομάκρυνση θα είναι και η E_{δ} μέγιστη. Αντίθετα, στη θέση ισορροπίας ισχύει $x = 0$, άρα θα είναι και $E_{\delta} = 0$.

Για την κινητική ενέργεια (E_k) η συμπεριφορά της είναι αντίθετη.

Στα άκρα της ταλάντωσης η ταχύτητα (u) μηδενίζεται και με βάση τον τύπο $E_k = 1/2 m u^2$ θα είναι και $E_k = 0$.

Αντίθετα στην θέση ισορροπίας η ταχύτητα θα είναι μέγιστη, άρα και η E_k θα έχει την μέγιστη τιμή της.

1. β.



Η ολική ενέργεια της ταλάντωσης παραμένει σταθερή και με βάση το διάγραμμα που δίνεται ισχύει σε κάθε θέση $E_k + E\delta = E_{ολ}$.

2. Α. Σωστή απάντηση είναι η γ .

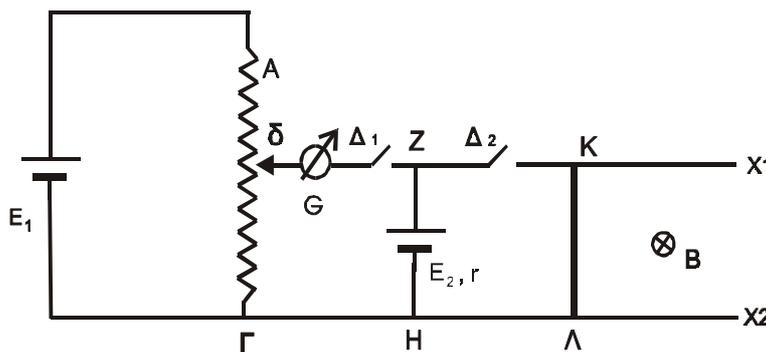
Δικαιολόγηση: Καθώς ο ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει τους δύο δακτυλίους, μεταβάλλεται και στους δύο ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που διέρχεται από μέσα τους, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται και η ροή (Φ) και να εμφανίζεται (με βάση το νόμο του Faraday) επαγωγική τάση.

2. Β. Σωστή απάντηση είναι η β .

Δικαιολόγηση: Επαγωγικό ρεύμα διαρρέει μόνο τον δακτύλιο Β γιατί αυτός είναι κλειστός και γνωρίζουμε ότι ρεύμα υπάρχει μόνο σε κλειστά κυκλώματα.

Ζήτημα 3ο

Το σχήμα δείχνει ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει μία ποτενσιομετρική διάταξη με δρομέα δ , πηγή της οποίας η ηλεκτρεγερτική δύναμη είναι $E_1=5V$, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, γαλβανόμετρο G , δεύτερη πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E_2 και εσωτερική αντίσταση $r = 1\Omega$, τους διακόπτες Δ_1 και Δ_2 και δύο παράλληλους και οριζώντιους αγωγούς Zx_1 και Hx_2 , των οποίων το μήκος είναι τέτοιο ώστε να επιτρέπει στον αγωγό $ΚΛ$ να αποκτήσει ορική (οριακή) ταχύτητα. Πάνω στους αγωγούς Zx_1 και Hx_2 μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές ο ευθύγραμμος αγωγός $ΚΛ$ μήκους $l=0,5m$ και αντίστασης $R=0,25\Omega$. Οι αγωγοί αυτοί βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 1T$, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών και με τον προσανατολισμό που φαίνεται στο σχήμα. Αρχικά ο διακόπτης Δ_1 είναι κλειστός, ο διακόπτης Δ_2 ανοικτός και η ένδειξη του γαλβανομέτρου είναι μηδέν, όταν ο δρομέας δ βρίσκεται στο μέσο της απόστασης $ΑΓ$.



A. Να υπολογίσετε την τιμή της ηλεκτρεγερτικής δύναμης E_2 .

Μονάδες 5

B. Στη συνέχεια ανοίγουμε το διακόπτη Δ_1 και ταυτόχρονα κλείνουμε τον διακόπτη Δ_2 . Να υπολογίσετε :

B1. Την ορική (οριακή) ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός ΚΛ.

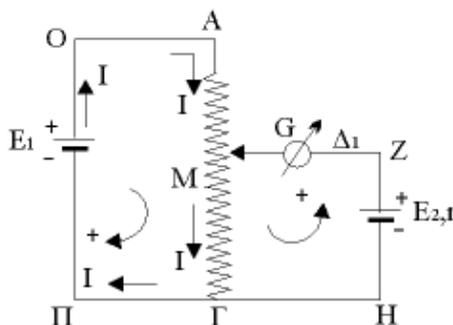
Μονάδες 10

B2. Την τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ, όταν αυτός κινείται με ταχύτητα ίση με το μισό της ορικής (οριακής) του ταχύτητας .

Μονάδες 10

Απάντηση:

3. A.



Όταν ο Δ_1 είναι κλειστός και ο Δ_2 ανοικτός μελετούμε το παραπάνω κύκλωμα. Θέτουμε τα σημεία Π, Ο και Μ όπως φαίνεται στο σχήμα και εφαρμόζουμε τον 2ο κανόνα του Kirchhoff.

$$\text{ΠΟΑΓΠ} \quad E_1 - IR_{ΑΓ} = 0 \quad (1)$$

$$\text{(ΜΓΗΖΜ)} - IR_{ΜΓ} + E_2 = 0 \quad (2)$$

Αφού ο δρομέας δ βρίσκεται στο μέσο Μ της απόστασης ΑΓ θα ισχύει $ΜΓ = ΑΓ/2$, άρα $R_{ΜΓ} = R_{ΑΓ}/2$

Άρα η σχέση (2) διαμορφώνεται:

$$(2) \Rightarrow -I (R_{ΑΓ}/2) + E_2 = 0 \Rightarrow I (R_{ΑΓ}/2) + E_2 \Rightarrow \mathbf{IR_{ΑΓ} = 2E_2} \quad (3)$$

$$\text{Όμως από (1)} \Rightarrow \mathbf{IR_{ΑΓ} = E_1} \quad (4)$$

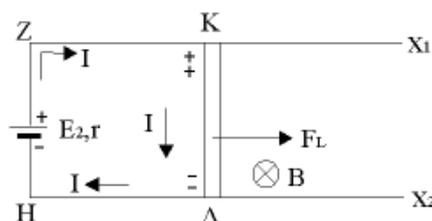
Οι σχέσεις (3) και (4) έχουν τα πρώτα μέλη του ίσα, άρα θα ισχύει ότι:

$$2E_2 = E_1 \Rightarrow E_2 = E_1/2 \Rightarrow E_2 = 5/2 \Rightarrow \mathbf{E_2 = 2,5 V.}$$

3. B.

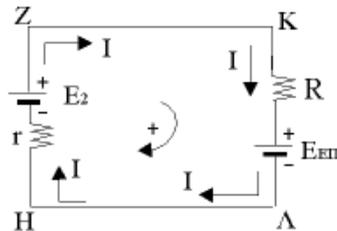
B.1.

Αν ο διακόπτης Δ_1 είναι ανοικτός και ο Δ_2 κλειστός μελετούμε το παρακάτω κύκλωμα:



Με το που κλείνουμε τον Δ_2 θα κυκλοφορήσει στο κύκλωμα ΖΚΛΗ ρεύμα έντασης I με τη φορά που φαίνεται στο σχήμα. Εφαρμόζοντας τον κανόνα των τριών δακτύλων προκύπτει ότι θα ασκηθεί στον αγωγό ΚΛ δύναμη F_1 προς τα δεξιά, άρα και ο αγωγός θα κινηθεί προς την ίδια κατεύθυνση. Με τον ίδιο κανόνα προκύπτει ότι θα έχουμε συσσώρευση θετικού φορτίου προς το Κ και αρνητικού προς το Λ, με αποτέλεσμα την εμφάνιση επαγωγικής τάσης $E_{\varepsilon\eta}$.

Το ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα είναι το εξής:



Για $u = u_{op}$ θα πρέπει να είναι:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_1 = 0 \Rightarrow B I \ell = 0 \Rightarrow \mathbf{I} = \mathbf{0}.$$

Εφαρμόζοντας τον 2ο κανόνα του Kirchoff:

$$HZK\Lambda \quad (1) - I_r + E_2 - I / - E_{\varepsilon\eta} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_2 - E_{\varepsilon\eta} = 0 \Rightarrow E_{\varepsilon\eta} = E_2 \Rightarrow B u_{op} / = E_2 \Rightarrow$$

$$u_{op} = (E_2 / B /) \Rightarrow u_{op} = (2,5 / 10,5) \Rightarrow \mathbf{u_{op} = 5 \text{ m/s.}}$$

$$B.2. u = (u_{op} / 2) \Rightarrow u = 5 / 2 \Rightarrow \mathbf{u = 2,5 \text{ m/s.}}$$

Στην περίπτωση αυτή θα είναι:

$$E_{\varepsilon\eta} = B u / \Rightarrow E_{\varepsilon\eta} = 1 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \Rightarrow \mathbf{E_{\varepsilon\eta} = 1,25 \text{ V.}}$$

Από τη σχέση (1) θα έχουμε:

$$(1) \Rightarrow - I + 2,5 - 0,25 I - 1,25 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow - 1,25 I + 1,25 = 0 \Rightarrow 1,25 I = 1,25 \Rightarrow \mathbf{I = 1 \text{ A.}}$$

Η τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ θα βρεθεί εφαρμόζοντας το 2ο κανόνα Kirchoff για το ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ

$$\text{Θα είναι: } V_K - I R - E_{\varepsilon\eta} = V_{\Lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_K - V_{\Lambda} = I R + E_{\varepsilon\eta} \Rightarrow V_{K\Lambda} = 1 \cdot 0,25 + 1,25 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{K\Lambda} = 0,25 + 1,25 \Rightarrow \mathbf{V_{K\Lambda} = 1,5 \text{ V.}}$$

Ζήτημα 4ο

Κύκλωμα αποτελείται από αντιστάτη, αντίστασης $R = 40\Omega$, μεταβλητό πυκνωτή, πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,16\text{H}$ και αμπερόμετρο, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, συνδεδεμένα σε σειρά. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από εναλλασσόμενη τάση, σταθερού πλάτους, της μορφής:

$$V = 160\sqrt{2} \eta\mu 625t$$

A. Αν για ορισμένη τιμή της χωρητικότητας C η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης στα άκρα του κυκλώματος και έντασης είναι μηδέν και η μέση ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη είναι:

$$\overline{P_R} = 160\text{W}$$

A1. Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος.

Μονάδες 5

A2. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση του πηνίου.

Μονάδες 5

A3. Να υπολογίσετε τα πλάτη των τάσεων στα άκρα των στοιχείων του κυκλώματος και να κατασκευάσετε το ανυσματικό διάγραμμα των τάσεων.

Μονάδες 5

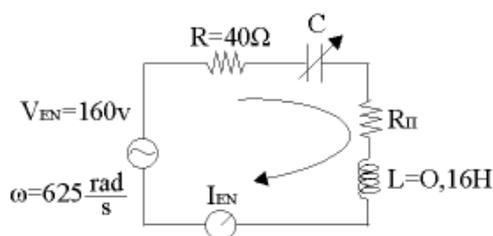
B. Αν μεταβάλουμε την τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή, διαπιστώνουμε ότι το αμπερόμετρο δείχνει την ίδια ένδειξη για δύο τιμές της χωρητικότητας C_1 και C_2 . Να αποδείξετε ότι ισχύει η σχέση:

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = 2\omega^2 L$$

όπου ω η κυκλική συχνότητα της πηγής.

Μονάδες 10

Απάντηση:



$$u(t) = 160\sqrt{2} \eta\mu 625t$$

$$V_0 = 160\sqrt{2} \text{ V} \rightarrow V_{EN} = 160 \text{ V}$$

$$\omega = 625 \frac{\tau}{\text{S}}$$

A.

Όταν η διαφορά φάσης τάσης - έντασης είναι ΜΗΔΕΝ \Rightarrow ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ. Οπότε:

$$I_{EN} = \frac{V_{EN}}{R + R_{\Pi}}$$

$$Z = R + R_{\Pi}$$

$$\bar{P}_R = I_{EN}^2 R \Leftrightarrow \bar{P}_R = \frac{V_{EN}^2}{(R + R_{II})^2} R \Leftrightarrow 160 = \frac{160^2}{(40 + R_{II})^2} 40 \Leftrightarrow$$

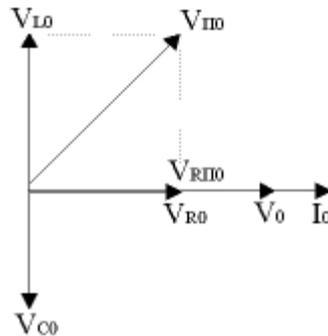
$$\Leftrightarrow (40 + R_{II})^2 = 160 \cdot 40 \Leftrightarrow 40 + R_{II} = \sqrt{16 \cdot 4 \cdot 100} \Rightarrow R_{II} = 40 \Omega \quad (1)$$

$$I_{EN}^2 = \frac{\bar{P}_R}{R} = \frac{160}{40} \Leftrightarrow I_{EN} = 2 \text{ A} \quad (2)$$

$$V_{RO} = I_0 R = I_{EN} \sqrt{2} R = 80\sqrt{2} \text{ V} = V_{R_{II}O}$$

$$V_{IO} = V_{CO} = I_0 Z_L = 2\sqrt{2} \cdot L\omega = 200\sqrt{2} \text{ V} \quad (3)$$

$$V_{IIO} = \sqrt{V_{R_{II}O}^2 + V_{IO}^2} = \sqrt{80^2 \cdot 2 + 200^2 \cdot 2} = 40\sqrt{58} \text{ Volt (!)}$$



B. Έστω:

$$I_{EN1} = I_{EN2} \Leftrightarrow \frac{V_{EN}}{Z_1} = \frac{V_{EN}}{Z_2} \Leftrightarrow Z_1 = Z_2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{R_{\alpha}^2 + (Z_L - Z_{C1})^2} = \sqrt{R_{\alpha}^2 + (Z_L - Z_{C2})^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (Z_L - Z_{C1})^2 = (Z_L - Z_{C2})^2 \Leftrightarrow Z_L - Z_{C1} = \pm(Z_L - Z_{C2})$$

$$\Leftrightarrow L\omega - \frac{1}{c_1\omega} = \pm(L\omega - \frac{1}{c_2\omega}) \Leftrightarrow$$

$$\left. \begin{array}{l} (+) \\ (-) \end{array} \right\} -\frac{1}{c_1\omega} = -\frac{1}{c_2\omega} \Leftrightarrow c_1 = c_2 \text{ προφανώς απορρίπτεται.}$$

$$\left. \begin{array}{l} (+) \\ (-) \end{array} \right\} L\omega - \frac{1}{c_1\omega} = -L\omega + \frac{1}{c_2\omega} \Leftrightarrow \frac{1}{c_1\omega} + \frac{1}{c_2\omega} = 2L\omega \Leftrightarrow \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} = 2L\omega^2$$