

ΘΕΜΑ 1ο

Στις ερωτήσεις 1-4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

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. $u = \chi_0 \omega \sigma \upsilon \nu \omega t$
 - δ. $u = -\chi_0 \omega \sigma \upsilon \nu \omega t$.

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 **A** με τις αριθμητικές τιμές και τις μονάδες της στήλης **B**.

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. π/3
δ. Ενεργός τάση	4. 50 Hz
ε. Συχνότητα	5. $50\sqrt{2}$ Volt
	6. 25 Hz

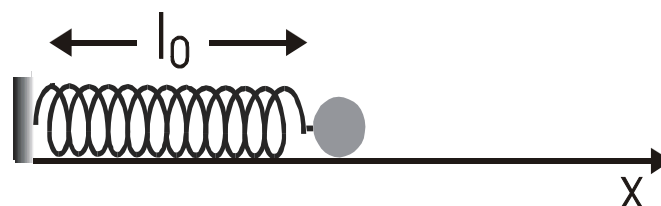
Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- 1 → γ. $u = x_0\omega\sin\omega t$
2 → β. Η περίοδος παραμένει σταθερή
3 → γ. αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια ελαττώνεται
4 → β. $-\frac{\pi}{2}$
5: α. Διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης και της έντασης στο κύκλωμα → 3. π/3
β. Πλάτος τάσης → 1. 100 Volt
γ. Κυκλική συχνότητα → 2. 50π rad / s
δ. Ενεργός τάση → 5. $50\sqrt{2}$ Volt
ε. Συχνότητα → 6. 25 Hz

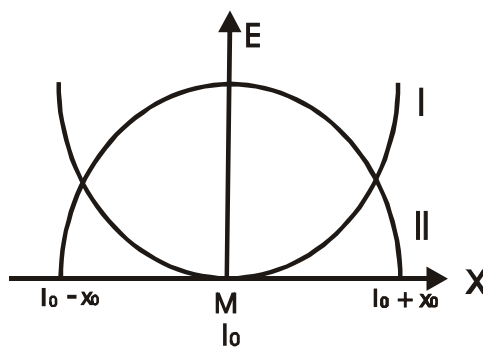
ΘΕΜΑ 2ο

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.

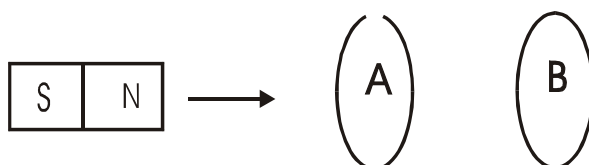
Μονάδες 7



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

Μονάδες 6

2. Οι 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

(**ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ:** Οι δακτύλιοι A και B θεωρούνται μεταλλικοί)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

1. **α.** Η δυναμική ενέργεια δίνεται από την σχέση: $E_{\Delta YN} = \frac{1}{2} D x^2$, άρα είναι της μορφής $y = a x^2$ και εκφράζεται από την καμπύλη I.

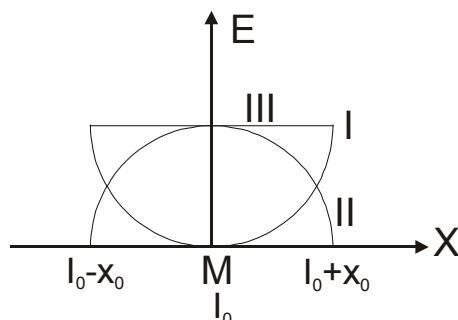
Η κινητική ενέργεια δίνεται από την σχέση

$$E_{\text{KIN}} = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 (x_0^2 - x^2) = \frac{1}{2} D (x_0^2 - x^2)$$

άρα είναι της μορφής $y = \beta - a x^2$ ($-x_0 \leq x \leq x_0$)
Άρα εκφράζεται από την καμπύλη II.

Εκτός αυτών στις ακραίες θέσεις (I_0+x_0 , I_0-x_0) έχουμε μέγιστη δυναμική και μηδέν κινητική. Ενώ στη θέση ισορροπίας της ΓΑΤ η $E_{\text{ΚΙΝ}}$ είναι μέγιστη, ενώ η $E_{\Delta\text{ΥΝ}}$ είναι μηδέν.

- β.** Επειδή $E_{\text{ΚΙΝ}} + E_{\Delta\text{ΥΝ}} = E_{\text{ολ}} = \frac{1}{2} D x_0^2 = \text{σταθ.}$, η $E_{\text{ολ}}$ εκφράζεται από την καμπύλη III.



- 2. Α.** Επαγωγική τάση αναπτύσσεται: **γ.** και στους δύο

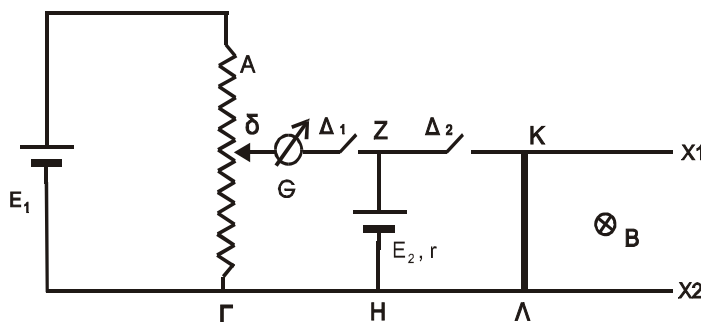
Κάθε φορά που μεταβάλλεται η μαγνητική ροή σε ένα πλαίσιο, αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού λόγω ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

- Β.** Επαγωγικό ρεύμα διαρρέει: **β.** τον Β.

Μόνο σε κλειστό πλαίσιο δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα.

ΘΕΜΑ 3ο

Το σχήμα δείχνει ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει μία ποτενσιομετρική διάταξη με δρομέα δ , πηγή της οποίας η ηλεκτρεγερτική δύναμη είναι $E_1=5\text{V}$, 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 οριζόντιους 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 $\ell = 0,5\text{m}$ και αντίστασης $R = 0,25\Omega$. Οι αγωγοί αυτοί βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 1\text{T}$, 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.

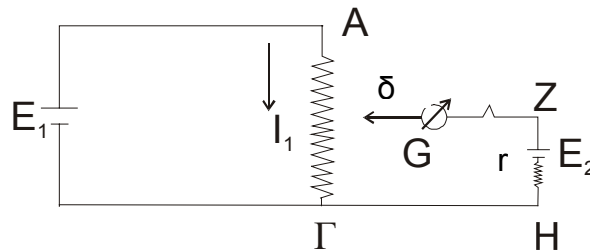
Μονάδες 10

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

Μονάδες 10

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A.



Γράφουμε τον Β' κανόνα του Kirchhoff στο κύκλωμα του ποτενσιόμετρου

$$E_1 - I_1 \cdot R_{A\Gamma} = 0 \quad \text{ή} \quad I_1 \cdot R_{A\Gamma} = E_1 \quad (1)$$

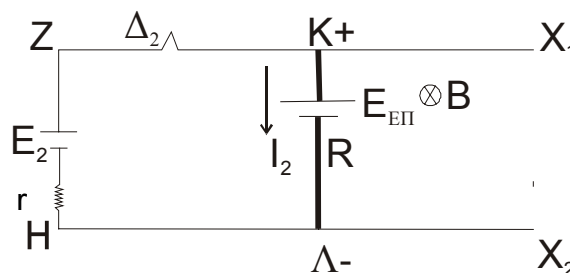
Γράφουμε τον Β' κανόνα του Kirchhoff στον βρόγχο δΖΗΓδ

$$-E_2 + I_1 \frac{R_{A\Gamma}}{2} = 0 \quad (2)$$

Από (1) και (2) προκύπτει:

$$-E_2 + \frac{E_1}{2} = 0 \quad \text{ή} \quad E_2 = \frac{E_1}{2} = 2,5V$$

B. Το κύκλωμα του ποτενσιόμετρου απομονώνεται με το άνοιγμα του Δ_1 και το κύκλωμα γίνεται:



B₁. Αρχικά δημιουργείται $I_{2_0} = \frac{E_2}{R+r}$ οπότε εμφανίζεται στον ΚΛ αρχική F_{L0} που τον θέτει σε κίνηση προς τα δεξιά. Λόγω φαινομένου επαγωγής αναπτύσσεται στον ΚΛ, $E_{επ} = B \cdot l \cdot u$ και το ρεύμα γίνεται:

$$I_2 = \frac{E_2 - Blu}{R+r} \quad (3) \quad \text{οπότε} \quad F_L = BI_2 l = B \frac{(E_2 - Blu)}{R+r} l$$

Επειδή δεν υπάρχει άλλη δύναμη στον ΚΛ, όταν γίνει $F_L = 0$ δηλαδή $I_2=0$ τότε έχουμε u_{op} .

$$\text{Έτσι λόγω (3) έχουμε} \quad 0 = \frac{E_2 - Blu_{op}}{R+r} \quad \text{ή} \quad E_2 = Blu_{op}$$

$$\text{δηλαδή} \quad u_{op} = \frac{E_2}{Bl} = 5 \text{ m/s}$$

B₂. Η τάση $V_{\text{ΚΛ}}$ όταν $u = \frac{u_{op}}{2}$ είναι

$$V_{\Lambda} + I_2 \cdot R + E_{\text{ΕΠ}} = V_{\text{Κ}}$$

$$\text{ή} \quad V_{\text{Κ}} - V_{\Lambda} = B \frac{u_{op}}{2} l + I_2 \cdot R$$

$$\text{ή} \quad V_{\text{ΚΛ}} = \frac{Blu_{op}}{2} + \frac{E_2 - B \frac{u_{op}}{2} l}{R+r} \cdot R = 1,5V$$

ΘΕΜΑ 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 $V=160\sqrt{2}\text{ημ}625t$.

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.

- 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 .

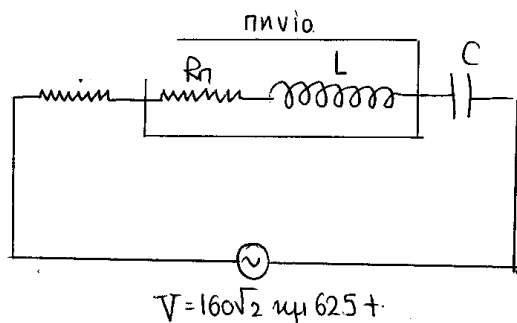
Να αποδείξετε ότι ισχύει η σχέση:

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

όπου ω η κυκλική συχνότητα της πηγής.

Μονάδες 10

ΑΠΑΝΤΗΣΗ



- A.** Προφανώς υπάρχει συντονισμός αφού $\theta = 0^\circ$

A1. $P_R = I_{ev}^2 \cdot R$ Άρα $I_{ev}^2 = \frac{P_R^{(SI)}}{R} = 16$ δηλ. $I_{ev} = 2A$

A2. Λόγω συντονισμού $V_{Rολο} = V_o = 160\sqrt{2}V$ δηλαδή $I_o(R + R_\pi) = 160\sqrt{2}$
δηλαδή $2\sqrt{2} \cdot (R + R_\pi) = 160\sqrt{2}$ άρα επειδή $R = 40\Omega$ προκύπτει
 $R_\pi = 40\Omega$

A3. $Z_L = L \cdot \omega^{(SI)} = 100\Omega$

Άρα $V_{LO} = I_o \cdot Z_L^{(SI)} = 200\sqrt{2}V$

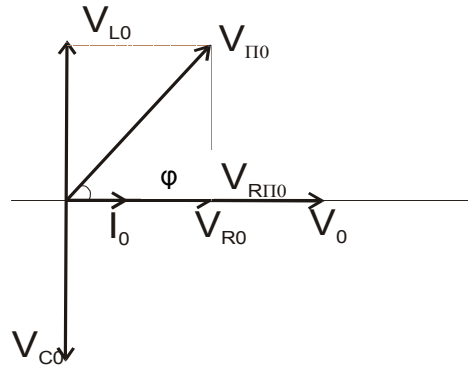
Λόγω συντονισμού $V_{LO} = V_{CO}$

$V_{RO} = I_o \cdot R^{(SI)} = 80\sqrt{2}V$

$V_{RΠO} = I_o \cdot R_\pi^{(SI)} = 80\sqrt{2}V$

$V_{πηνο} = \sqrt{V_{RΠO}^2 + V_{LO}^2}^{(SI)} = 40 \cdot \sqrt{58}V$

$\varepsilon\phi\phi = \frac{V_{LO}}{V_{RΠO}} = \frac{200\sqrt{2}}{80\sqrt{2}} = \frac{5}{2}$



B. Επειδή $I_{\varepsilon V_1} = I_{\varepsilon V_2}$ έχω

$$\frac{V_{\varepsilon V}}{\sqrt{(R_{\pi} + R)^2 + (Z_L - Z_{C_1})^2}} = \frac{V_{\varepsilon V}}{\sqrt{(R_{\pi} + R)^2 + (Z_L - Z_{C_2})^2}}$$

Δηλαδή $(Z_L - Z_{C_1})^2 = (Z_L - Z_{C_2})^2$ οπότε $Z_L - Z_{C_1} = \pm(Z_L - Z_{C_2})$

και έχω : ή $Z_{C_1} = Z_{C_2}$ απορρίπτεται επειδή αλλάζει το C

$$\text{ή } 2Z_L = Z_{C_1} + Z_{C_2} \text{ οπότε } 2\omega L = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2}$$

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