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: $χ = χ_0 ημωt$. Η εξίσωση της ταχύτητας δίνεται από τη σχέση:

α. $υ = χ_0 ω$ ημωt

β. $υ = -χ_0 ω$ ημωt

γ. $υ = χ_0 ω$ συνωt

δ. $υ = -χ_0 ω$ συνωt.

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 $I=I_0ημωt$, που περιλαμβάνει και πυκνωτή, η διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης στα άκρα του πυκνωτή και της έντασης του ρεύματος είναι:

α. π/4, **β.** -π/2, **γ.** -π, **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=100ημ(50πt +π/3) και διαρρέεται από ρεύμα της μορφής $I=I_0$ημ50πt.

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

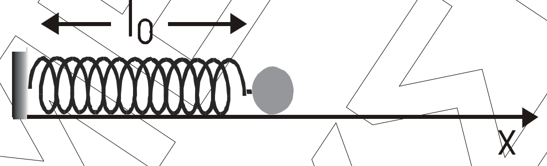
Μονάδες 5

Απάντηση:

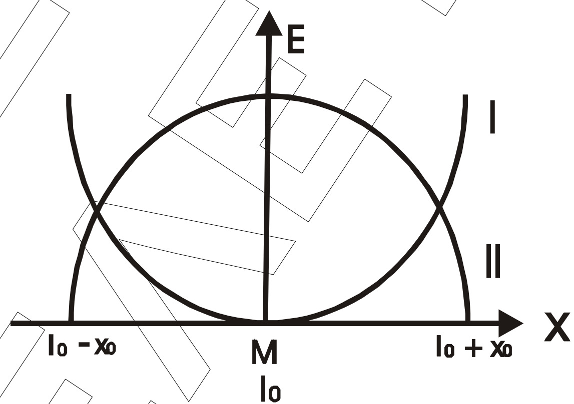
1: γ. $υ = χ_0ωσυνωt$.
2: β. η περίοδος παραμένει σταθερή.
3: γ. αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια ελαττώνεται.
4: β. – (π/2).
5: α →3, β →1, γ →2, δ →5, ε →6.

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.

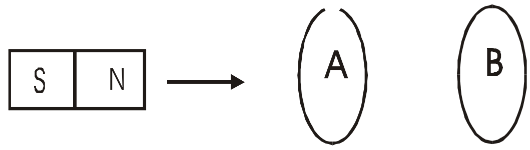


Μονάδες 7

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

Μονάδες 6

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



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

Α. Επαγωγική τάση αναπτύσσεται:
α. στον Α
β. στον Β
γ. και στους δύο.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 4

Β. Επαγωγικό ρεύμα διαρρέει:
α. τον Α
β. τον Β
γ. και τους δύο

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

Απάντηση:

1. α. Καμπύλη Ι → Δυναμική ενέργεια.
Καμπύλη ΙΙ → Κινητική ενέργεια.

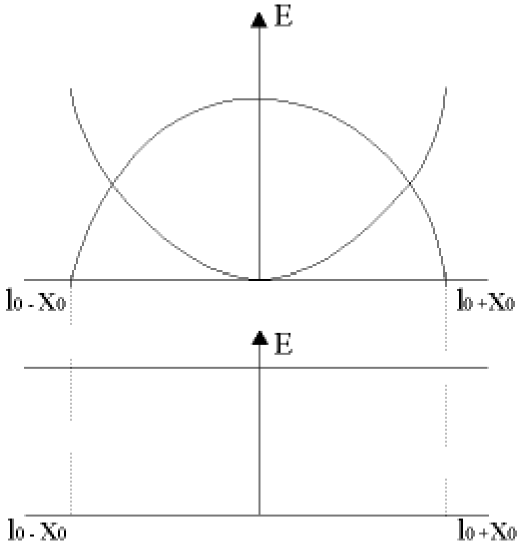
Δικαιολόγηση: Είναι γνωστό ότι η δυναμική ενέργεια (Εδ) της ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση $Εδ = 1/2\ Dx^2$.Άρα στα άκρα της ταλάντωσης που είναι $x = \pm x_0$ και έχουμε μέγιστη απομάκρυνση θα είναι και η Εδ μέγιστη. Αντίθετα, στη θέση ισορροπίας ισχύει $x = 0$, άρα θα είναι και $Εδ = 0$.

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

Στα άκρα της ταλάντωσης η ταχύτητα (υ) μηδενίζεται και με βάση τον τύπο $Εκ = 1/2\ mυ^2$ θα είναι και $Εκ = 0$.

Αντίθετα στην θέση ισορροπίας η ταχύτητα θα είναι μέγιστη, άρα και η Εκ 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 <u>Εκ + Εδ = Εολ</u>.

2. Α. Σωστή απάντηση είναι η **γ**.

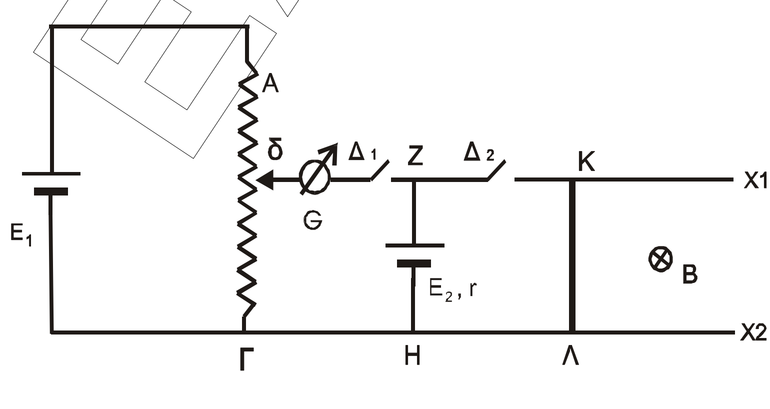
<u>Δικαιολόγηση</u>: Καθώς ο ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει τους δύο δακτυλίους, μεταβάλλεται <u>και στους δύο</u> ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που διέρχεται από μέσα τους, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται και η ροή (Φ) και να εμφανίζεται (με βάση το νόμο του Faraday) επαγωγική τάση.

2. Β. Σωστή απάντηση είναι η **β**.

<u>Δικαιολόγηση</u>: 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 = 1Ω, τους διακόπτες Δ1 και Δ2 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 l=0,5m και αντίστασης R= 0,25Ω. 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.



Α. Να υπολογίσετε την τιμή της ηλεκτρεγερτικής δύναμης E_2.

Μονάδες 5

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

Β1. Την ορική (οριακή) ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός ΚΛ.

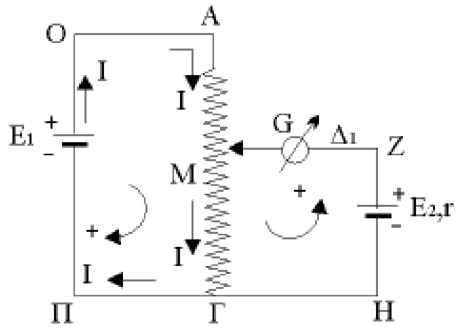
Μονάδες 10

Β2. 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. Α.



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 Kirchoff.

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

(ΜΓΗΖΜ) $\; - IR_{ΜΓ} + E_2 = 0 \qquad (2)$

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:

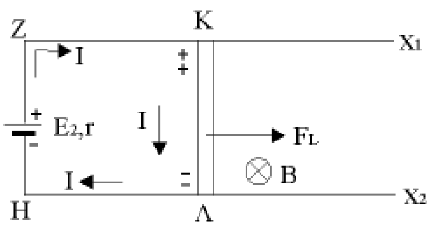
$(2) \Rightarrow - I\,(R_{ΑΓ}/2) + E_2 = 0 \Rightarrow I\,(R_{ΑΓ}/2) + E_2 \Rightarrow \mathbf{IR_{ΑΓ} = 2E_2} \quad (3)$

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

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

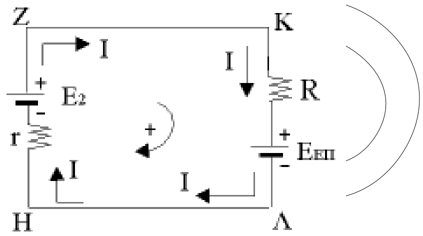
$2E_2 = E_1 \Rightarrow E_2 = E_1/2 \Rightarrow E_2 = 5/2 \Rightarrow \mathbf{E_2 = 2,5\ V}$.

3. Β.
Β.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 Ι 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 $E_{επ}$.

Το ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα είναι το εξής:



Για $υ = υ_{ορ}$ θα πρέπει να είναι:

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

Εφαρμόζοντας τον 2ο κανόνα του Kirchoff:

ΗΖΚΛ (1) $- I_r + E_2 - I\ l - E_{επ} = 0 \overset{I=0}{\Rightarrow}$

$\Rightarrow E_2 - E_{επ} = 0 \Rightarrow E_{επ} = E_2 \Rightarrow B\ υ_{ορ}\ l = E_2 \Rightarrow$

$υ_{ορ} = (E_2/B\ l) \Rightarrow υ_{ορ} = (2{,}5/10{,}5) \Rightarrow$ $\mathbf{υ_{ορ} = 5\ m/s}$.

Β.2. $υ = (υ_{ορ}/2) \Rightarrow υ = 5/2 \Rightarrow$ $\mathbf{υ = 2{,}5\ m/s}$.

Στην περίπτωση αυτή θα είναι:

$E_{επ} = B\ υ\ l \Rightarrow E_{επ} = 1 \bullet 2{,}5 \bullet 0{,}5 \Rightarrow$ $\mathbf{E_{επ} = 1{,}25\ V}$.

Από τη σχέση (1) θα έχουμε:

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

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

Η τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ θα βρεθεί εφαρμόζοντας το 2ο κανόνα Kirchoff για το ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ
Θα είναι: $V_K - I\ R - E_{επ} = V_Λ \Rightarrow$

$\Rightarrow V_K - V_Λ = I\ R + E_{επ} \Rightarrow V_{KΛ} = 1 \bullet 0{,}25 + 1{,}25 \Rightarrow$

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

Ζήτημα 4ο

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

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

Α. 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:

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

Α1. Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος.

Μονάδες 5

Α2. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση του πηνίου.

Μονάδες 5

Α3. Να υπολογίσετε τα πλάτη των τάσεων στα άκρα των στοιχείων του κυκλώματος και να κατασκευάσετε το ανυσματικό διάγραμμα των τάσεων.

Μονάδες 5

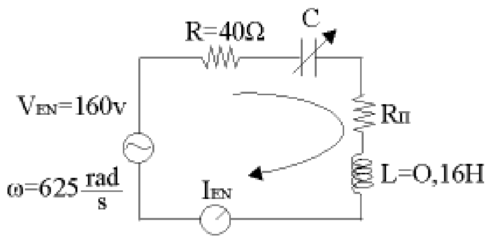
Β. Αν μεταβάλουμε την τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή, διαπιστώνουμε ότι το αμπερόμετρο δείχνει την ίδια ένδειξη για δύο τιμές της χωρητικότητας C_1 και C_2.
Να αποδείξετε ότι ισχύει η σχέση:

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

όπου ω η κυκλική συχνότητα της πηγής.

Μονάδες 10

Απάντηση:



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

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

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

Α.

Όταν η διαφορά φάσης τάσης – έντασης είναι ΜΗΔΕΝ ⇒ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ. Οπότε:

$$I_{EN} = \frac{V_{EN}}{R + R_Π}$$

$Z = R + R_Π$

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

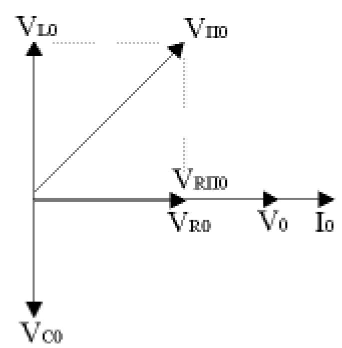
$$\Leftrightarrow (40+R_\Pi)^2 = 160 \cdot 40 \Leftrightarrow 40 + R_\Pi = \sqrt{16 \cdot 4 \cdot 100} \Rightarrow R_\Pi = 40\,\Omega \qquad (1)$$

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

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

$$V_{IO} = V_{C0} = I_O Z_L = 2\sqrt{2} \cdot L\omega = 200\sqrt{2}\text{ V} \qquad (3)$$

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



Β. Έστω:

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

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

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

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

$$\begin{cases} -\dfrac{1}{c_1\omega} = -\dfrac{1}{c_2\omega} \Leftrightarrow c_1 = c_2 \quad \text{προφανώς απορρίπτεται.} & (+) \\[2ex] L\omega - \dfrac{1}{c_1\omega} = -L\omega + \dfrac{1}{c_2\omega} \Leftrightarrow \dfrac{1}{c_1\omega} + \dfrac{1}{c_2\omega} = 2L\omega \Leftrightarrow \dfrac{1}{c_1} + \dfrac{1}{c_2} = 2L\omega^2 & (-) \end{cases}$$