

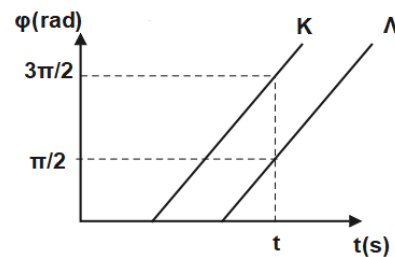
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στον αριθμό που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Η πολικότητα της αρμονικά εναλλασσόμενης τάσης $u=V\eta\mu(10\pi t)$ μεταβάλλεται κάθε $t=0,2\text{s}$. **Λ**
- β) Η συμβολή δυο κυμάτων μπορεί να δώσει σε ένα σημείο πλάτος ταλάντωσης μικρότερο από το πλάτος ταλάντωσης της μιας πηγής. **Σ**
- γ) Ο κανόνας Lenz είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου. **Λ**
- δ) Η συχνότητα ταλάντωσης των μορίων μιας χορδής εξαρτάται από τις ιδιότητες του υλικού της. **Λ**
- ε) Δύο σημεία ενός ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται τρέχον κύμα που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\Delta x=4\lambda$ έχουν κάθε χρονική στιγμή διαφορά φάσης $\Delta\phi=8\pi$ rad. **Σ**

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Σε γραμμικό ελαστικό μέσο (χορδή) διαδίδεται προς τη θετική κατεύθυνση, εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους A και συχνότητας f . Δύο σημεία K και Λ της χορδής έχουν φάσεις ϕ_K και ϕ_Λ , οι γραφικές παραστάσεις σε σχέση με το χρόνο απεικονίζονται στο διπλανό σχήμα. Μια χρονική στιγμή που το σημείο Λ βρίσκεται στη μέγιστη θετική του απομάκρυνση, το σημείο K έχει:



- α. θετική απομάκρυνση και αρνητική ταχύτητα.
β. μέγιστη αρνητική απομάκρυνση.
γ. μέγιστη θετική απομάκρυνση.

σωστή η β.

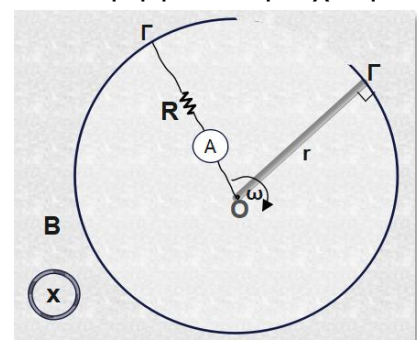
Από το σχήμα παρατηρούμε ότι η διαφορά φάσης των δύο σημείων ισούται με $\phi_K - \phi_\Lambda = \pi$ rad που σημαίνει ότι βρίσκονται σε αντίθεση φάσης.

$y_\Lambda = A\eta\mu\phi_\Lambda$, αν $y_\Lambda = A$, τότε $\eta\mu\phi_\Lambda = 1$, $y_K = A\eta\mu\phi_K = A\eta\mu(\phi_\Lambda + \pi) = -A\eta\mu\phi_\Lambda = -A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2+6

B2. Η ράβδος $ΟΓ$ μήκους L και αντίστασης r περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, ω γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνάει από το άκρο $Ο$ και είναι κάθετος σ' αυτήν. Το άλλο άκρο της, $Γ$, ολισθαίνει πάνω σε οριζόντιο κυκλικό μεταλλικό αγωγό αμελητέας αντίστασης. Μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού. Το σημείο $Ο$ συνδέεται με αντιστάτη $R=r$ και ιδανικό αμπερόμετρο, A . Το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από το αμπερόμετρο σε χρονικό διάστημα μισής περιστροφής ισούται με :



- α. $\frac{B\pi L^2}{4R}$ β. $\frac{B\pi L^2}{R}$ γ. $\frac{B\pi L^2}{2R}$

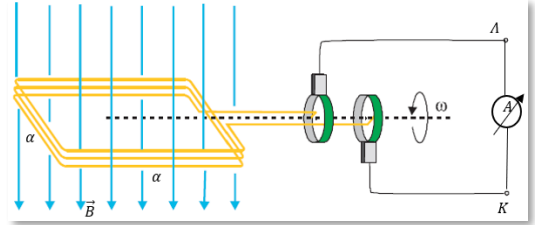
σωστή η α.

$$E_{επ.} = \frac{1}{2} B\omega L^2, I_{επ.} = \frac{E_{επ.}}{R+r}, Q_{επ.} = I_{επ.} \cdot \Delta t = \frac{E_{επ.}}{2R} \cdot \frac{T}{2} = \frac{\frac{1}{2} B\omega L^2}{2R} \cdot \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{B\pi L^2}{4R}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2+6

B3. Ο περιστρεφόμενος βρόχος σε μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ένα τετράγωνο πλαίσιο με πλευρά a , το οποίο αποτελείται από N σπείρες. Περιστρέφεται με συχνότητα f σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , γύρω από άξονα που είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και βρίσκεται στο επίπεδό του. Στα άκρα K και Λ συνδέεται αμπερόμετρο με αντίσταση R . Το πλαίσιο και οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση. Σε χρονική διάρκεια μιας περιόδου μέσω της αντίστασης R εκλύεται στο περιβάλλον ενέργεια με τη μορφή θερμότητας λόγω φαινομένου Joule ίση με Q . Αν διπλασιαστεί η συχνότητα περιστροφής τότε σε χρονική διάρκεια μιας νέας περιόδου μέσω της R εκλύεται στο περιβάλλον ποσό ενέργειας Q' με τη μορφή θερμότητας λόγω φαινομένου Joule για το οποίο ισχύει:



α. $Q' = 8Q$

β. $Q' = 4Q$

γ. $Q' = 2Q$

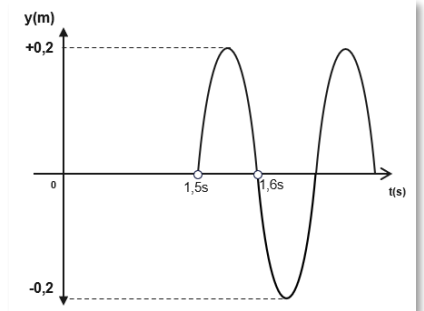
σωστή η γ.

Όταν διπλασιάζεται η συχνότητα περιστροφής διπλασιάζεται η μέγιστη τάση $V = N\omega BA = N^2\pi fBA$, δηλαδή $V' = 2V$ με συνέπεια να διπλασιάζεται η ενεργός τάση $V_{εν.} = V/\sqrt{2}$ οπότε και η ενεργός ένταση $I_{εν.} = V_{εν.}/R$. Άρα $I'_{εν.} = 2 \cdot I_{εν.}$ και $T' = T/2$

$$Q = I_{εν.}^2 \cdot R \cdot T, \quad Q' = I'_{εν.}^2 \cdot R \cdot T' = (2I_{εν.})^2 \cdot R \cdot \frac{T}{2} = 4I_{εν.}^2 \cdot R \cdot \frac{T}{2} = 2I_{εν.}^2 \cdot R \cdot T = 2Q$$

ΘΕΜΑ Γ

Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1, Π_2 που βρίσκονται στα σημεία K και Λ της επιφάνειας ελαστικού μέσου αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t=0$ με εξίσωση της μορφής $y=0,1\eta\mu\omega t$ (t σε s). Οι δύο πηγές απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d=3m$ και τα αρμονικά κύματα που δημιουργούν διαδίδονται στην επιφάνεια του ελαστικού μέσου με ταχύτητα μέτρου $2m/s$. Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης σε σχέση με το χρόνο, που εκτελεί ένα υλικό σημείο O του ελαστικού μέσου, το οποίο απέχει απόσταση r_1 από την πηγή Π_1 και απόσταση r_2 από την πηγή Π_2 .



από σχήμα $T/2=0,1s \Rightarrow T=0,2s$ και $\lambda=u \cdot T=0,4m$, $\omega=2\pi/T=10\pi$ r/s

Γ1. Να βρείτε τις αποστάσεις r_1 και r_2 .

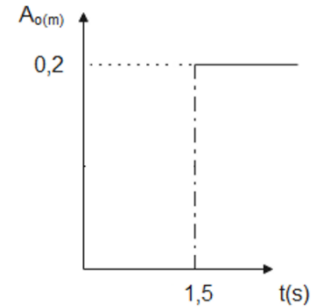
Από το σχήμα παρατηρούμε ότι τη χρονική στιγμή $t=1,5s$ το σημείο ξεκινάει να ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος $2A=0,2m$. Αυτό σημαίνει πως το σημείο βρίσκεται σε κάποιο σημείο της μεσοκαθέτου. Άρα $t=t_{αφ.} = r_1/u = r_2/u \Rightarrow r_1=r_2=3m$.

Μονάδες 5

Γ2. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου O σε συνάρτηση με το χρόνο και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση του πλάτους σε συνάρτηση με το χρόνο για το σημείο O .

από $t < 1,5s$, $y_0 = 0$
για $t \geq 1,5s$ $y_0 = y_1 + y_2 = A\eta\mu 2\pi(t/T - r_1/\lambda) + A\eta\mu 2\pi(t/T - r_2/\lambda) =$
 $2A\eta\mu 2\pi(t/T - r_1/\lambda) = 0,2\eta\mu 2\pi(5t - 7,5), (S.I.)$

$y_0 = 0,2\eta\mu 2\pi(5t - 7,5), (S.I.)$



Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε το πλήθος των σημείων ενίσχυσης που βρίσκονται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα ΚΟ.

Έστω τυχαίο σημείο Γ μεταξύ του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ το οποίο ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος.

θα ισχύει

$$x_1 - x_2 = N\lambda = N \cdot 0,4 \quad (1)$$

$$x_1 + x_2 = 3 \quad (2)$$

$$0 < x_1 < 3 \quad (3)$$

προσθέτω (1)+(3) οπότε $2x_1 = 3 + 0,4N$
αντικαθιστώ στην (3) και λύνω

$$0 < 2x_1 < 6$$

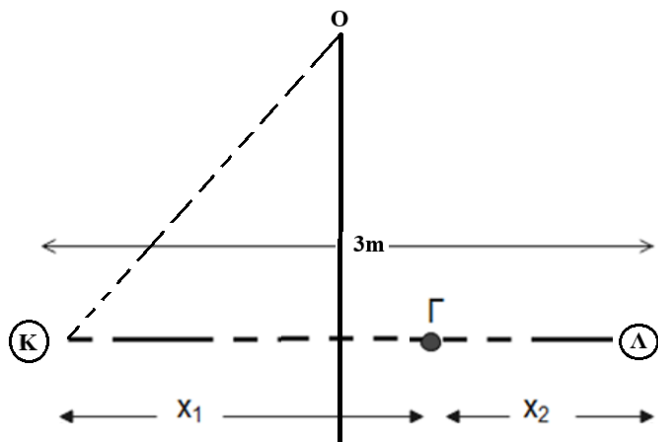
$$0 < 3 + 0,4N < 6$$

$$-3 < 0,4N < 3$$

$$-7,5 < N < 7,5$$

άρα οι λύσεις είναι οι $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 5, \pm 6, \pm 7$

συνολικά 15 σημεία μεταξύ των πηγών 7 δεξιά 7 αριστερά της μεσοκαθέτου και 1 πάνω στη μεσοκάθετο. Άρα συνολικά πάνω στο ΚΟ υπάρχουν 8 σημεία.



Μονάδες 6

Γ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του υλικού σημείου Ο τη χρονική στιγμή που η απόστασή του από τη θέση ισορροπίας του ισούται με $0,1\sqrt{3}m$.

Από ΑΔΕΤ $\dots v^2 = \omega^2(A_0^2 - y^2)$, $v^2 = (10\pi)^2(0,2^2 - (0,1\sqrt{3})^2) = 100 \cdot \pi^2 \cdot 0,01 = \pi^2$

$v = \pi$ m/s

Μονάδες 5

Αφαιρούμε την πηγή Π_2 και στο σημείο Ο τοποθετείται ανακλαστήρας. Τώρα, στο σημείο Λ όπου βρισκόταν η πηγή Π_2 , φτάνουν δύο κύματα: ένα κύμα κατευθείαν από την πηγή Π_1 και ένα άλλο μετά από ανάκλαση στον ανακλαστήρα.

Γ5. Να βρείτε το πλάτος ταλάντωσης του υλικού σημείου Λ.

Οι αποστάσεις τώρα θα είναι $r_1' = 3m$ και $r_2' = r_1 + r_2 = 6m$

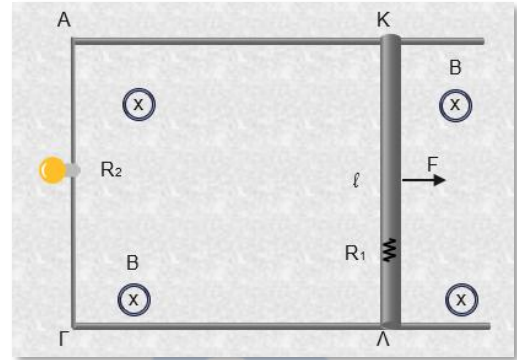
παρατηρώ $r_2' - r_1' = 3m = (2 \cdot 7 + 1) \frac{0,4}{2}$ {ικανοποιεί τη σχέση $(2N+1)\lambda/2$ } Απόσβεση

άρα είναι ακίνητο $A_\Lambda = 0$

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ Δ

Δύο παράλληλες ράγες αμελητέας αντίστασης τοποθετούνται οριζόντια σε μεταξύ τους απόσταση $d=1\text{m}$ και στα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με λαμπτήρα ο οποίος έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας ($6\text{V}/6\text{W}$). Μεταλλική ράβδος ΚΛ, μήκους $\ell=1\text{m}$, αντίστασης $R_1=4\Omega$ και μάζας $m=0,5\text{kg}$ μπορεί να γλιστράει χωρίς τριβές πάνω στις ράγες με το μήκος της συνεχώς κάθετο σ' αυτές. Το σύστημα βρίσκεται σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και ένταση μέτρου $B=2\text{T}$. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ και ενώ η ράβδος είναι ακίνητη, της ασκούμε σταθερή οριζόντια δύναμη $F=1\text{N}$ παράλληλη προς τις ράγες. Η ράβδος κινείται με τα άκρα της συνεχώς σε επαφή πάνω στις ράγες και κάποια στιγμή αποκτά μέγιστη ταχύτητα.



από συνθήκες κανονικής λειτουργίας: $I_{κλ}=P_{κλ}/V_{κλ}=1\text{A}$, $R_2=V_{κλ}/I_{κλ}=6\Omega$

Δ1. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός και να εξετάσετε τη στιγμή αυτή αν ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.

μέγιστη ταχύτητα όταν $F=FL=BI_{επ}\ell=\frac{B^2 u \ell^2}{R_1+R_2} \Rightarrow u=2,5\text{m/s}$, $I_{επ}=0,5\text{A} < I_{κλ}$ άρα ο λαμπτήρας δε

λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες 7

Τη χρονική στιγμή που θεωρούμε $t_0=0$, ο αγωγός κινείται με τη μέγιστη ταχύτητα. Μεταβάλλουμε τη δύναμη F με κατάλληλο τρόπο έτσι ώστε ο αγωγός να αποκτήσει σταθερή επιτάχυνση.

Δ2. Αν το μέτρο της δύναμης F που κινεί τον αγωγό μεταβάλλεται σε σχέση με την ταχύτητα της ράβδου σύμφωνα με τη σχέση $F=0,4u+0,5$ (SI), να υπολογίσετε τη σταθερή επιτάχυνση της ράβδου.

επειδή κινείται με σταθερή επιτάχυνση πρέπει $\Sigma F=ma$, $F-FL=ma$, $F-\frac{B^2 u \ell^2}{R_1+R_2}=ma$,

$F=\frac{B^2 u \ell^2}{R_1+R_2}+ma$, άρα $ma=0,5 \Rightarrow a=1\text{m/s}^2$

Μονάδες 7

Τη χρονική στιγμή $t=1,5\text{s}$ καταργούμε την εξωτερική δύναμη με αποτέλεσμα ο αγωγός να επιβραδυνθεί και να σταματήσει μετά από λίγο.

Δ3. Ποιο ποσοστό της κινητικής ενέργειας μετατράπηκε σε θερμική λόγω φαινομένου Joule στη ράβδο από τη στιγμή που καταργήθηκε η δύναμη F' μέχρι τη στιγμή που η ράβδος ακινητοποιηθεί;

Ο αγωγός τη χρονική στιγμή $t=1,5\text{s}$ ο αγωγός έχει ταχύτητα $u=u_0+at=4\text{m/s}$ και η κινητική του ενέργεια ισούται με $K=1/2mu^2=4\text{J}$

Αυτή η ενέργεια θα καταναλωθεί από τους δύο αντιστάτες με αναλογία $\frac{E_1}{E_2}=\frac{I^2 \cdot R_1 \cdot \Delta t}{I^2 \cdot R_2 \cdot \Delta t}=\frac{R_1}{R_2}=\frac{4}{6}=\frac{2}{3}$

οπότε $E_2=1,5E_1$, $E_1+E_2=4 \Rightarrow 2,5E_1=4 \Rightarrow E_1=\frac{8}{5}\text{J}$

οπότε $\frac{E_1}{K}=\frac{8}{4 \cdot 5}=\frac{2}{5}=40\%$

Μονάδες 6

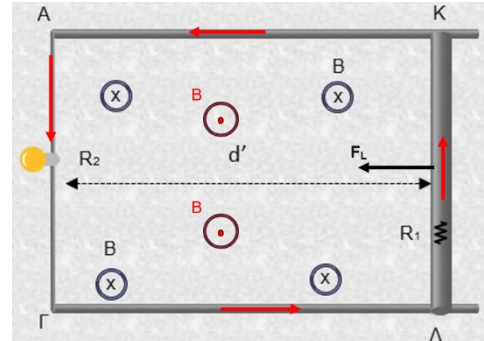
Ακολουθώντας, και ενώ ο αγωγός είναι ακινητοποιημένος σε απόσταση $d'=10\text{m}$ από τα άκρα Α και Γ, διατηρούμε σταθερή τη φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου και αυξάνουμε το μέτρο της με σταθερό ρυθμό $0,2\text{T/s}$.

Δ4. Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιό σας και να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που δημιουργείται αιτιολογώντας την επιλογή σας. Μετά να υπολογίσετε το μέτρο και τη φορά της στιγμιαίας επιτάχυνσης που θα αποκτήσει ο αγωγός αμέσως μετά την αύξηση του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Επειδή το μαγνητικό πεδίο αυξάνεται με σταθερό ρυθμό $\Delta B/\Delta t=0,2\text{T/s}$ εμφανίζεται επαγωγική τάση της μορφής

$E_{\text{επ.}}=|\Delta B/\Delta t|\cdot A=0,2\cdot d'\cdot \ell=2\text{V}$, το κύκλωμα ΑΓΛΓΑ θα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα τιμής

$I_{\text{επ.}}=E_{\text{επ.}}/R_{\text{ολ}}=0,2\text{V}$, και ο αγωγός θα δέχεται δύναμη $F_L=B\cdot I_{\text{επ.}}\cdot \ell=0,4\text{N}$ και θα αποκτήσει επιτάχυνση μέτρου $a=F_L/m=0,8\text{m/s}^2$ και φοράς προς τα αριστερά. Η φορά του ρεύματος θα είναι τέτοια ώστε να τείνει να αναιρέσει την αύξηση του Β. Θα έχει τέτοια φορά ώστε να προσπαθήσει δημιουργηθεί μαγνητικό πεδίο αντίθετης φοράς από την αρχική ένταση Β. Άρα το ρεύμα πρέπει να έχει φορά από το ΚΑΓΛΚ και η δύναμη Laplace αυτή που φαίνεται στο σχήμα.



Μονάδες 5