

**Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 18/5/2024**

**ΘΕΜΑ Α**

**Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.**

**Α1.** Σημειακή φωτεινή πηγή εκπέμπει ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις μονοχρωματική ακτινοβολία. Σε απόσταση  $R$  από την πηγή η ένταση της ακτινοβολίας είναι  $I$ . Σε απόσταση  $2R$  από την πηγή η ένταση της ακτινοβολίας έχει:

α) μειωθεί κατά 25%   β) μειωθεί κατά 50%   γ) μειωθεί κατά 75%   δ) αυξηθεί κατά 25%   (5 μονάδες)

**Α2.** Ένα σύστημα ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k$  και σώματος μάζας  $m$  εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση μικρής απόσβεσης  $b$ . Αρχικά η περίοδος του διεγέρτη είναι μεγαλύτερη από την περίοδο της ελεύθερης ταλάντωσης. Για να πετύχουμε συντονισμό του συστήματος πρέπει:

α) να αυξήσουμε την περίοδο του διεγέρτη.

β) να μειώσουμε τη σταθερά απόσβεσης.

γ) να μειώσουμε την περίοδο του διεγέρτη.

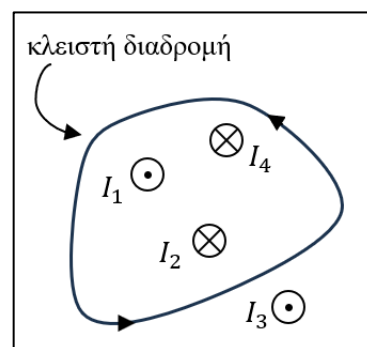
δ) να μηδενίσουμε τη σταθερά απόσβεσης.   (5 μονάδες)

**Α3.** Κυκλικό πλαίσιο συνολικής αντίστασης  $R$  αποτελείται από  $N$  σπείρες ακτίνας  $a$ . Το πλαίσιο περιστρέφεται με συχνότητα  $f$  μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}$  γύρω από οριζόντιο άξονα που ταυτίζεται με μια διάμετρό του. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται μέσω ενός αμπερομέτρου με αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R$ . Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι:

α)  $\frac{\sqrt{2} N B f \pi^2 a^2}{2R}$    β)  $\frac{N B f \pi^2 a^2}{R}$    γ)  $\frac{N B f \pi^2 a^2}{2R}$    δ)  $\frac{\sqrt{2} N B f \pi^2 a^2}{R}$    (5 μονάδες)

**Α4.** Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η τομή τεσσάρων ευθύγραμμων αγωγών οι οποίοι διαρρέονται από σταθερά ρεύματα εντάσεων  $I_1 = 2I$ ,  $I_2 = 3I$ ,  $I_3 = 2,5I$  και  $I_4 = I$ . Αν δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού  $\mu_0$ , τότε το άθροισμα των γινομένων  $B\Delta l \sin\theta$  κατά μήκος της κλειστής διαδρομής του σχήματος θα είναι ίσο με:

α)  $-0,5\mu_0 I$    β)  $+0,5\mu_0 I$    γ)  $-2\mu_0 I$    δ)  $+2\mu_0 I$    (5 μονάδες)



**Α5. Να χαρακτηρίσετε την κάθε πρόταση παρακάτω με το γράμμα Σ αν είναι σωστή ή με το γράμμα Λ αν είναι λανθασμένη.**

α) Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια και διαδίδονται σε όλα τα μέσα με την ίδια ταχύτητα.

β) Τα μικροκύματα έχουν μικρότερη συχνότητα από τις ορατές ακτινοβολίες.

γ) Ο νόμος των Biot και Savart ισχύει μόνο για κυκλικούς αγωγούς και για αγωγούς που είναι τόξα κύκλων.

δ) Όταν η συνισταμένη ροπή που δέχεται ένα σώμα ως προς οποιοδήποτε σημείο είναι μηδενική τότε και η συνισταμένη των δυνάμεων είναι μηδενική.

ε) Στο φαινόμενο Compton το μέτρο της ορμής του σκεδαζόμενου φωτονίου είναι μικρότερο από το μέτρο της ορμής του προσπίπτοντος φωτονίου.   (5 μονάδες)

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Επιφάνεια φέρει επίστρωση μετάλλου του οποίου το έργο εξαγωγής είναι  $\phi$ . Μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος  $\lambda$  προσπίπτει στην επιφάνεια και προκαλεί εκπομπή φωτοηλεκτρονίων μέγιστης κινητικής ενέργειας  $K_{max}$ . Μερικά από τα φωτοηλεκτρόνια εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές διαγράφοντας ημικυκλική τροχιά ακτίνας  $R$ . Αν αυξήσουμε το μήκος κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας κατά 25% τα φωτοηλεκτρόνια με μέγιστη κινητική ενέργεια  $K'_{max}$  που εισέρχονται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές, διαγράφουν ημικυκλική τροχιά ακτίνας  $R' = 0,8R$ . Για το έργο εξαγωγής του μετάλλου ισχύει:

α)  $\Phi = 1,2 K_{max}$

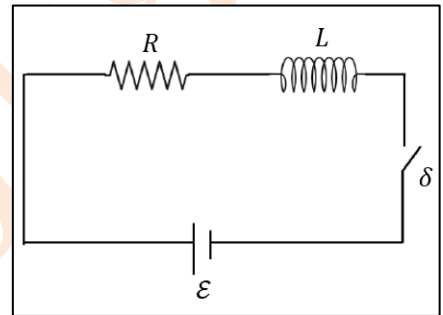
β)  $\Phi = 0,8 K_{max}$

γ)  $\Phi = 0,75 K_{max}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+6 μονάδες)

**B2.** Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος το πηνίο είναι ιδανικό και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L$ . Ιδανική πηγή με ΗΕΔ  $\mathcal{E}$ , αντίσταση  $R$  και διακόπτης  $\delta$  συνδέονται σε σειρά με το πηνίο. Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  κλείνουμε τον διακόπτη οπότε το ρεύμα στο κύκλωμα αυξάνεται σταδιακά μέχρι να αποκτήσει τη μέγιστη σταθερή τιμή  $I$ . Ο ρυθμός που αποθηκεύεται ενέργεια στο πηνίο τη χρονική στιγμή  $t$  που ένταση του ρεύματος είναι ίση με το  $1/3$  της μέγιστης τιμής είναι:



α)  $\frac{dU_B}{dt} = \frac{\mathcal{E}I}{9}$

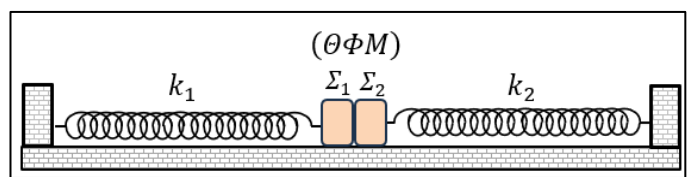
β)  $\frac{dU_B}{dt} = \frac{2\mathcal{E}I}{9}$

γ)  $\frac{dU_B}{dt} = \frac{2\mathcal{E}I}{3}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+6 μονάδες)

**B3.** Στο διπλανό σχήμα τα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  έχουν ίδιες διαστάσεις και μάζες  $m_1, m_2$  αντίστοιχα. Τα σώματα είναι τοποθετημένα πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο και είναι δεμένα



στα άκρα ιδανικών ελατηρίων με σταθερές  $k_1$  και  $k_2$  αντίστοιχα για τις οποίες ισχύει  $k_2 = 3k_1$ . Το άλλο άκρο του κάθε ελατηρίου είναι στερεωμένο σε κατακόρυφο τοίχο. Τα σώματα είναι αρχικά ακίνητα και εφάπτονται με τα ελατήρια να έχουν το φυσικό τους μήκος. Μετακινούμε το σώμα  $\Sigma_1$  προς τα αριστερά συσπειρώνοντας το ελατήριο σταθεράς  $k_1$  κατά  $d$  και το αφήνουμε ελεύθερο. Τη στιγμή που διέρχεται από τη θέση φυσικού μήκους ( $\Theta\Phi M$ ) συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα  $\Sigma_2$ . Τα σώματα εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση έχοντας σταθερές επαναφοράς  $D_1 = k_1, D_2 = k_2$  αντίστοιχα και διαπιστώνουμε ότι συγκρούονται ξανά όταν διέρχονται από τη θέση φυσικού μήκους για πρώτη φορά μετά την πρώτη κρούση. Μετά την πρώτη κρούση, για τα πλάτη των ταλαντώσεων  $A_1$  και  $A_2$  των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  αντίστοιχα ισχύει:

α)  $A_1 = A_2$

β)  $A_1 = 2A_2$

γ)  $A_1 = \sqrt{3}A_2$

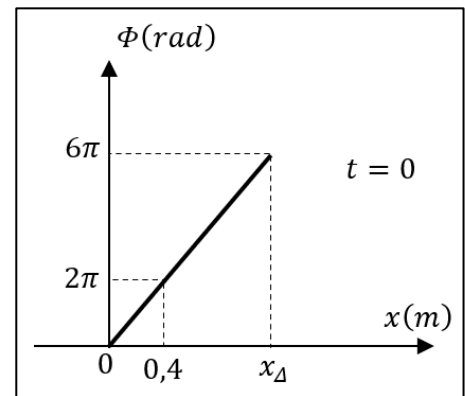
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+7 μονάδες)

## ΘΕΜΑ Γ

Γραμμικό ελαστικό μέσο ταυτίζεται με τον άξονα  $x'Ox$ . Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος του ελαστικού μέσου προς την αρνητική κατεύθυνση του άξονα. Το κύμα τη χρονική στιγμή  $t = 0$  φτάνει στην αρχή  $O$  του άξονα, στη θέση  $x = 0$ , η οποία ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση:

$$y = 0,2 \cdot \eta\mu(5\pi t) \text{ S.I.}$$



Στο διάγραμμα παριστάνεται η γραφική παράσταση της φάσης των σημείων του θετικού ημιάξονα  $Ox$  τη χρονική στιγμή  $t = 0$  από το σημείο  $\Delta$  στη θέση  $x_{\Delta}$  μέχρι την αρχή  $O$  στη θέση  $x = 0$ .

**Γ1.** Να βρείτε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος και τη θέση του σημείου  $\Delta$ . (3+3 μονάδες)

**Γ2.** Να γράψετε την εξίσωση του διαδιδόμενου αρμονικού κύματος και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο για τα σημεία του αρνητικού ημιάξονα τη χρονική στιγμή  $t_1 = 1\text{s}$ . (2+4 μονάδες)

Ταυτόχρονα με το κύμα που διαδίδεται προς την αρνητική κατεύθυνση, διαδίδεται και ένα πανομοιότυπο κύμα προς τη θετική κατεύθυνση, με αποτέλεσμα στο γραμμικό ελαστικό μέσο να δημιουργείται στάσιμο κύμα. Χρονική στιγμή  $t' = 0$  θεωρείται η στιγμή που η κοιλία στην αρχή  $O$  του άξονα, στη θέση  $x = 0$ , διέρχεται από τη θέση ισορροπίας και κινείται προς τα θετικά του άξονα της ταλάντωσης. Να θεωρήσετε ότι τη χρονική στιγμή  $t' = 0$  το στάσιμο κύμα έχει δημιουργηθεί σε όλο το μήκος του ελαστικού μέσου.

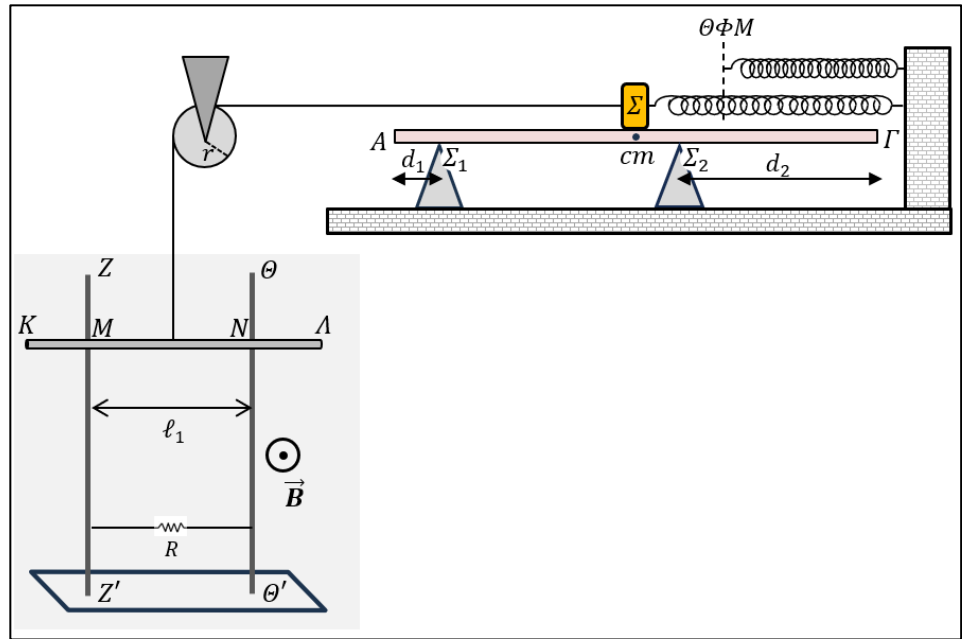
**Γ3.** Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος. (2 μονάδες)

**Γ4.** Να βρείτε το πλάτος ταλάντωσης του σημείου  $\Sigma$  του ελαστικού μέσου που βρίσκεται στη θέση  $x_{\Sigma} = +0,6\text{m}$ . Πόσοι δεσμοί βρίσκονται μεταξύ των σημείων  $O$  και  $\Sigma$ ; (3+3 μονάδες)

**Γ5.** Να βρείτε την αμέσως μεγαλύτερη συχνότητα των κυμάτων για την οποία το σημείο  $\Sigma$  έχει το ίδιο πλάτος με προηγουμένως. (5 μονάδες)

### ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό σχήμα η ομογενής δοκός ΑΓ έχει μήκος  $L = 1,2m$ , μάζα  $M = 4Kg$  και είναι τοποθετημένη πάνω σε δύο στηρίγματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  τα οποία απέχουν από τα άκρα της Α και Γ αποστάσεις  $d_1 = 0,1m$  και  $d_2 = 0,5m$  αντίστοιχα. Πάνω στη δοκό, στο κέντρο μάζας της, είναι τοποθετημένο



σώμα  $\Sigma$  μάζας  $m_{\Sigma} = 2Kg$ , το οποίο είναι δεμένο στο άκρο οριζώντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k = 50N/m$ . Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε τοίχο. Μεταξύ σώματος  $\Sigma$  και δοκού ΑΓ τριβές δεν υπάρχουν. Το σώμα  $\Sigma$  μέσω αβαρούς μη ελαστικού νήματος που διέρχεται από την περιφέρεια μιας τροχαλίας ακτίνας  $r$ , συνδέεται με τον αγωγό ΚΛ του σχήματος μάζας  $m = 1Kg$ , μήκους  $l = 1m$  και ωμικής αντίστασης  $R_{K\Lambda} = 0,5\Omega$ . Ο αγωγός ΚΛ είναι σε επαφή στα σημεία Μ, Ν με δύο κατακόρυφα αγωγίμα σύρματα  $ZZ'$ ,  $\Theta\Theta'$  μεγάλου μήκους και αμελητέας ωμικής αντίστασης. Τα κατακόρυφα σύρματα απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $l_1 = 0,8m$  και κοντά στα κάτω άκρα τους  $Z'$ ,  $\Theta'$  συνδέονται με ωμική αντίσταση  $R = 0,24\Omega$ . Ο αγωγός ΚΛ και τα κατακόρυφα σύρματα βρίσκονται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου  $B = 1T$  με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Αρχικά όλα τα σώματα ισορροπούν.

**Δ1.** Να υπολογίσετε τα μέτρα των δυνάμεων που δέχεται η δοκός από τα στηρίγματα. (3+3 μονάδες)

Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  κόβουμε το νήμα που συνδέει τον αγωγό ΚΛ με το σώμα  $\Sigma$ . Ο αγωγός αρχίζει κινείται κατακόρυφα χωρίς τριβές, μένοντας οριζόντιος και συνεχώς σε επαφή με τα σύρματα  $ZZ'$ ,  $\Theta\Theta'$  και κάποια στιγμή αποκτά οριακή ταχύτητα  $\vec{v}_{o\rho}$ . Το σώμα  $\Sigma$  εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς  $D = k$  μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1$  που η δοκός ΑΓ χάνει την επαφή της από το στήριγμα  $\Sigma_1$ .

**Δ2.** Να βρείτε την οριακή ταχύτητα  $\vec{v}_{o\rho}$  που αποκτά ο αγωγός ΚΛ κατά την κάθοδό του. (4 μονάδες)

**Δ3.** Τη στιγμή που το μέτρο της ταχύτητας του αγωγού ΚΛ είναι  $v = 4m/s$  να υπολογίσετε:

α) τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής του ενέργειας, (5 μονάδες)

β) τη διαφορά δυναμικού  $V_{K\Lambda} = V_K - V_{\Lambda}$  (4 μονάδες)

**Δ4.** Να βρείτε τη χρονική στιγμή  $t_1$ . Θετικά του άξονα ταλάντωσης να θεωρήσετε προς το άκρο Α της δοκού. (6 μονάδες)

Δίνονται  $g = 10 m/s^2$ .