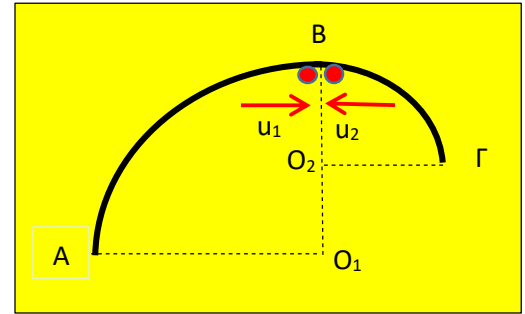


## ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ 2024

## ΘΕΜΑ Α

Α<sub>1</sub> (5μ)

Τα AB, ΒΓ στο σχήμα είναι τμήματα του ενός τετάρτου στεφανιών με ακτίνες  $2R$  και  $R$  αντίστοιχα, και λείες εσωτερικές επιφάνειες. Τα τμήματα είναι κολλημένα πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Οι μικρές ίδιες σφαίρες (1), (2) εκτελούν ομαλές κυκλικές κινήσεις σε επαφή με τα τμήματα AB, ΒΓ και έχουν ίσα μέτρα στροφορμών. Στο σημείο Β οι σφαίρες συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά τη χρονική στιγμή  $t=0$ .



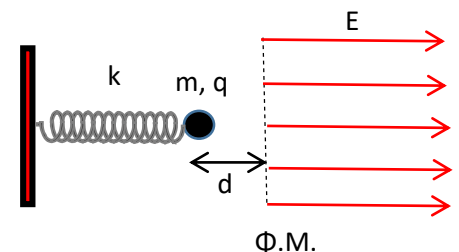
Ποια από τις προτάσεις είναι σωστή;

Μετά την κρούση

- α) Το μέτρο της στροφορμής της σφαίρας (1)  $L_1'$  και το μέτρο της στροφορμής της σφαίρας (2)  $L_2'$ , συνδέονται με τη σχέση  $L_1' = 2 L_2'$
- β) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας (1)  $K_1'$  και η κινητική ενέργεια της σφαίρας (2)  $K_2$ , συνδέονται με τη σχέση  $K_2' = 4 K_1'$
- γ) Ο χρόνος κίνησης της σφαίρας (1) από το σημείο Β μέχρι το σημείο Α  $t'_{1(B \rightarrow A)}$  και ο χρόνος κίνησης της σφαίρας (2) από το σημείο Β μέχρι το σημείο Γ  $t'_{2(B \rightarrow \Gamma)}$ , συνδέονται με τη σχέση  $t'_{1(B \rightarrow A)} = 2 t'_{2(B \rightarrow \Gamma)}$
- δ) Το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης στη σφαίρα (1)  $F_{κ1}'$  και το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης στη σφαίρα (2)  $F_{κ2}'$  συνδέονται με τη σχέση  $F_{κ1}' = 2 F_{κ2}'$

Α<sub>2</sub> (5μ)

Το μικρό σώμα (σημειακό) έχει μάζα  $m$ , θετικό φορτίο  $q$  συνδέεται με το δεξί άκρο του οριζόντιου ελατηρίου και βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το αριστερό άκρο του ελατηρίου συνδέεται με σταθερό σημείο. Κρατάμε το σώμα σε απόσταση  $d$  από τη θέση του φυσικού μήκους

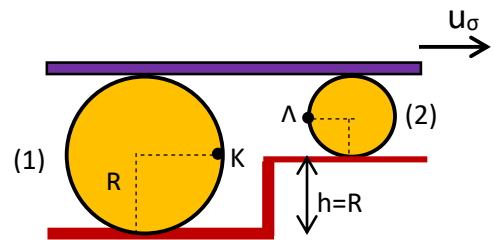


του ελατηρίου. Στο χώρο δεξιά από την κάθετη στη διεύθυνση του ελατηρίου που διέρχεται από τη θέση του φυσικού μήκους του ελατηρίου, υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με δυναμικές γραμμές παράλληλες στη διεύθυνση του ελατηρίου και φορά προς τα δεξιά. Κάποια στιγμή αφήνουμε το σώμα. Στο χρονικό διάστημα από τη στιγμή που αφήσαμε το σώμα μέχρι να επανέλθει για πρώτη φορά στη θέση από την οποία το αφήσαμε, ποια από τις προτάσεις είναι λάθος.

- α) Αν το διάστημα που διανύει το σώμα έξω από το ηλεκτρικό πεδίο είναι  $S_{\text{έξω}}$  και το διάστημα που διανύει το σώμα μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι  $S_{\text{μέσα}}$ , ισχύει  $S_{\text{έξω}} < S_{\text{μέσα}}$
- β) Αν το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σώματος έξω από το ηλεκτρικό πεδίο είναι  $u_{\text{max(έξω)}}$  και το μέτρο της μέγιστης ταχύτητάς του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι  $u_{\text{max(μέσα)}}$ , ισχύει  $u_{\text{max(έξω)}} < u_{\text{max(μέσα)}}$ .
- γ) Αν το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης του σώματος έξω από το ηλεκτρικό πεδίο είναι  $a_{\text{max(έξω)}}$  και το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσής του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι  $a_{\text{max(μέσα)}}$ , ισχύει  $a_{\text{max(έξω)}} < a_{\text{max(μέσα)}}$ .
- δ) Αν ο χρόνος κίνησης του σώματος έξω από το ηλεκτρικό πεδίο είναι  $t_{\text{(έξω)}}$  και ο χρόνος κίνησης μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι  $t_{\text{(μέσα)}}$ , ισχύει  $2t_{\text{(έξω)}} < t_{\text{(μέσα)}}$ .

### A3 (5μ)

Οι ομογενείς κύλινδροι (1), (2) στο σχήμα δεν ολισθαίνουν ως προς τα οριζόντια επίπεδα με τα οποία είναι σε επαφή από κάτω και ως προς την οριζόντια σανίδα με την οποία είναι σε επαφή από πάνω. Η σανίδα εκτελεί Ε.Ο.Κ. Τα σημεία Κ, Λ είναι στις περιφέρειες των (1), (2) και βρίσκονται στις οριζόντιες ευθείες που διέρχονται από τα κέντρα τους. Το ύψος του σκαλοπατιού μεταξύ των επιπέδων ισούται με την ακτίνα του (1) (σχήμα).



Ποια από τις σχέσεις είναι σωστή;

- α)  $u_{\text{cm}(1)} = 2 u_{\text{cm}(2)}$
- β)  $\omega_1 = \omega_2$
- γ)  $\vec{u}_K = \vec{u}_\Lambda$
- δ)  $a_{(2)} = 2a_{(1)}$  όπου  $a_{(1)}$  το μέτρο της επιτάχυνσης ενός σημείου της περιφέρειας του (1) και  $a_{(2)}$  το μέτρο της επιτάχυνσης ενός σημείου της περιφέρειας του (2)

## A4 (5μ)

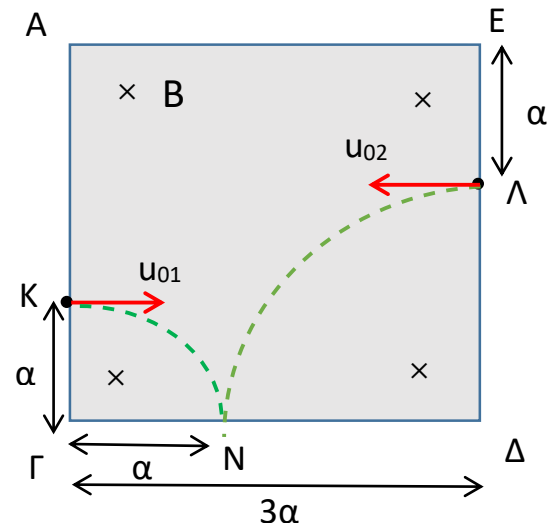
Στο επίπεδο του τετραγώνου ΑΓΔΕ πλευράς  $3\alpha$  υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο, προς τα μέσα. Δύο μικρά φορτισμένα σώματα ίσων μαζών, με φορτία  $q_1, q_2$ , εισέρχονται ταυτόχρονα στο πεδίο από τα σημεία Κ, Λ, με ταχύτητες μέτρων  $u_{01}, u_{02}$ , κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και στις πλευρές ΑΓ και ΔΕ αντίστοιχα. Τα φορτία εξέρχονται ταυτόχρονα από το σημείο Ν με ταχύτητες κάθετες στην πλευρά ΓΔ, χωρίς να συγκρουστούν (σημειακά φορτία). Δίνονται  $ΚΓ = ΛΕ = ΓΝ = \alpha$ . Ποια από τις προτάσεις – σχέσεις είναι σωστή.

α)  $|q_1| = |q_2|$  με  $q_1$  θετικό και  $q_2$  αρνητικό.

β)  $u_{01} = u_{02}$  (μέτρα)

γ)  $p_2 = 4p_1$  (μέτρα)

δ)  $K_2 = 4K_1$



## A5 (5μ)

α) Στην ελικοειδή κίνηση φορτίου μέσα ομογενές μαγνητικό πεδίο, η μεταβολή της ορμής του σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα, είναι μηδέν.

β) Αν μεταβάλλουμε τη συχνότητα του διεγέρτη που ασκείται σε σώμα το οποίο εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση σε κατάσταση συντονισμού, η ταλάντωση μετατρέπεται σε φθίνουσα ταλάντωση.

γ) Κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός δημιουργεί μαγνητικό πεδίο μόνο στο κέντρο του κύκλου.

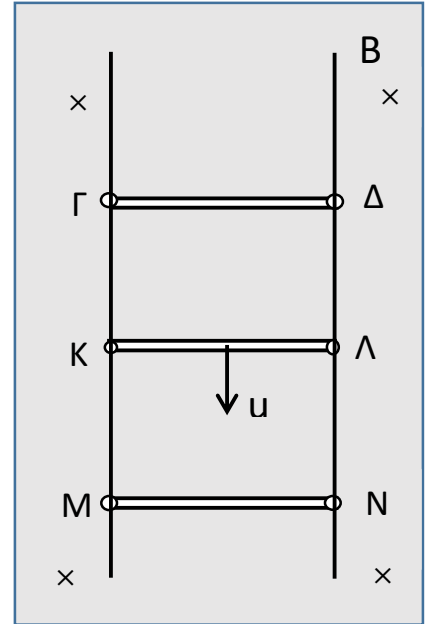
δ) Σε ένα διεγερμένο άτομο μπορούμε να μετρήσουμε την τιμή της ενέργειάς του, αν διαθέτουμε για τη μέτρηση άπειρο χρόνο.

ε) Ο στρεφόμενος δίσκος του Faraday με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, δημιουργεί σταθερή επαγωγική τάση.

## ΘΕΜΑ Β

### B<sub>1</sub>

Οι κατακόρυφες μεταλλικές ράγες στο διπλανό σχήμα είναι στερεωμένες. Στις ράγες είναι περασμένοι μεταλλικοί κρίκοι με τους οποίους συνδέονται οι ίδιες, οριζόντιες μεταλλικές ράβδοι, με βάρος  $W$  η κάθε μία. Κάθετα στο επίπεδο που σχηματίζουν οι ράγες διέρχονται οι δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, με φορά προς τα μέσα. Η ράβδος ΚΛ κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα κάτω και οι ράβδοι ΓΔ, ΜΝ είναι ακίνητες. Στις ράβδους ΓΔ, ΜΝ ασκούνται τα βάρη, οι δυνάμεις Laplace και οι δυνάμεις μέτρων  $F_{εξ,(ΓΔ)}$ ,  $F_{εξ,(ΜΝ)}$ . Στη ράβδο ΚΛ ασκείται η δύναμη του βάρους και η δύναμη Laplace. Η αντίσταση κάθε ράβδου είναι  $R$ . Οι ράγες και οι κρίκοι δεν έχουν αντίσταση. Τριβές δεν υπάρχουν



Α. Η σχέση μεταξύ των μέτρων  $F_{εξ,(ΓΔ)}$ ,  $F_{εξ,(ΜΝ)}$  είναι:

α)  $F_{εξ,(ΓΔ)} > F_{εξ,(ΜΝ)}$  β)  $F_{εξ,(ΓΔ)} = F_{εξ,(ΜΝ)}$  γ)  $F_{εξ,(ΓΔ)} < F_{εξ,(ΜΝ)}$ . (1μ)

Αιτιολόγηση (2μ)

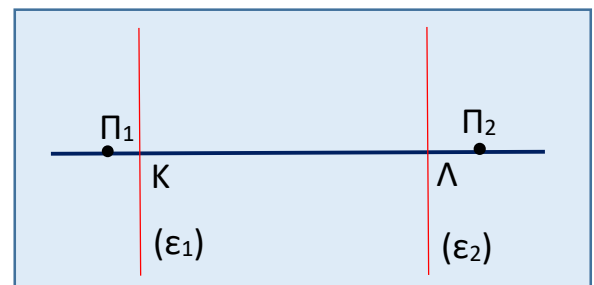
Β. Για τις  $F_{εξ,(ΓΔ)}$ ,  $F_{εξ,(ΜΝ)}$  ισχύει

α)  $F_{εξ,(ΓΔ)} + F_{εξ,(ΜΝ)} = 3W$  β)  $F_{εξ,(ΓΔ)} + F_{εξ,(ΜΝ)} = 4W$  (1μ)

Αιτιολόγηση (4μ)

### B<sub>2</sub>

Σε επιφανειακό ελαστικό μέσο δύο σύγχρονες πηγές  $\Pi_1, \Pi_2$  δημιουργούν κύματα ίδιου πλάτους  $A$ . Υλικό σημείο της ευθείας που διέρχεται από τις πηγές και βρίσκεται έξω από την απόσταση μεταξύ των πηγών, εκτελεί τεσσεράμισι ταλαντώσεις. Οι ευθείες  $\epsilon_1, \epsilon_2$  είναι κάθετες στην ευθεία που διέρχεται από τις πηγές στα



σημεία Κ, Λ.  $\Pi_1 K = \Pi_1 \Pi_2 / 9$ ,  $\Pi_2 \Lambda = \Pi_1 \Pi_2 / 6$ . Μετά τη συμβολή των κυμάτων στην ευθεία  $\varepsilon_1$  υπάρχουν  $N_1$  υλικά σημεία τα οποία ταλαντώνονται με πλάτος  $2 A$  και στην ευθεία  $\varepsilon_2$  υπάρχουν  $N_2$  υλικά σημεία τα οποία είναι ακίνητα.

Μεταξύ των  $N_1$ ,  $N_2$  ισχύει:

α)  $N_1 > N_2$     β)  $N_1 = N_2$     γ)  $N_1 < N_2$     (3μ)

Αιτιολόγηση (6μ)

### B3

Ακτινοβολία με μήκος κύματος  $\lambda_c = \frac{h}{m_e c}$  προσπίπτει σε ακίνητο, ελεύθερα να κινηθεί, ηλεκτρόνιο. Το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας είναι  $\lambda'$ , η κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου είναι  $K_e$  και η γωνία μεταξύ των διευθύνσεων των ακτινοβολιών πριν και μετά τη σκέδαση είναι  $\varphi$ .

Ακτινοβολία μήκους κύματος  $\lambda' = 10^5 \lambda'$  προσπίπτει σε μεταλλική επιφάνεια και τα ηλεκτρόνια εξέρχονται με κινητική ενέργεια  $K$ . Το έργο εξαγωγής των ηλεκτρονίων από τη μεταλλική επιφάνεια ισούται με την κινητική ενέργεια  $K$ . Αν η κινητική ενέργεια  $K_e = 10^5 K$ , η γωνία  $\varphi$  είναι :

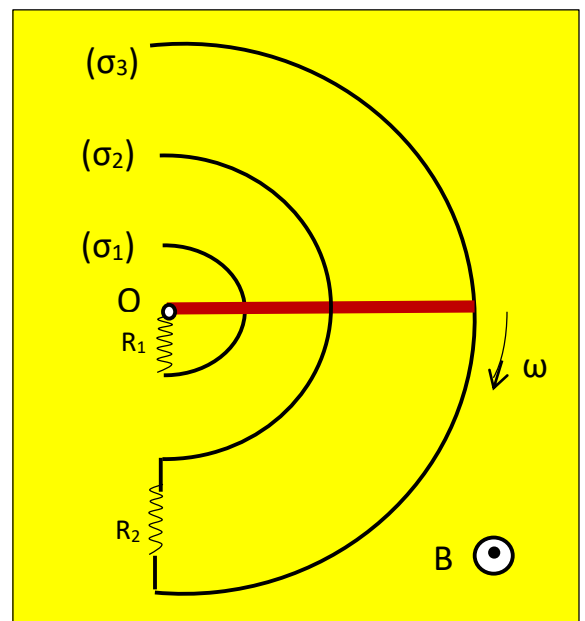
α)  $\varphi = \frac{\pi}{3}$     β)  $\varphi = \frac{\pi}{2}$     γ)  $\varphi = \pi$     (2μ)

Αιτιολόγηση (6μ)

(Η εξίσωση μεταξύ των μηκών κύματος στη σκέδαση Compton είναι:  $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\varphi)$ )

### B4 (extra)

Τα ημικυκλικά σύρματα  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  έχουν ακτίνες  $I_p / 4$ ,  $I_p / 2$ ,  $I_p$ , αντίστοιχα, βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο και συνδέονται με τις αντιστάσεις  $R_1$ ,  $R_2$  όπως φαίνεται στο σχήμα. Ομογενής μεταλλική ράβδος μήκους  $I_p$  είναι σε επαφή με τα σύρματα και στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  γύρω από άξονα που διέρχεται από το άκρο του στο  $O$ , κάθετα στο επίπεδο των συρμάτων. Με το άκρο της ράβδου στο  $O$  συνδέεται η αντίσταση  $R_1$ . Κάθετα στο επίπεδο των συρμάτων διέρχονται οι δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης  $B$  με φορά προς τα έξω. Οι αντιστάσεις  $R_1 = R_2 = R$  και η αντίσταση



της ράβδου είναι  $R_p = 4R$ .

Αν η ισχύς του ρεύματος στην αντίσταση  $R_1$  είναι  $P_1$  και η ισχύς του ρεύματος στην αντίσταση  $R_2$  είναι  $P_2$ , η σχέση μεταξύ τους είναι

α)  $P_2 = 32 P_1$     β)  $P_2 = 64 P_1$     γ)  $P_2 = 16 P_1$

### ΘΕΜΑ Γ

Στο κύκλωμα του σχήματος ο διακόπτης  $\Delta$  είναι ανοιχτός.

Δίνονται  $E = 18V$ ,  $r = 0$ ,  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 6\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ ,  $R_4 = 6\Omega$ ,  $L = 1 H$ .

Κάποια στιγμή φέρνουμε σε επαφή το διακόπτη  $\Delta$  με το άκρο Α.

α) Να βρεθούν οι τιμές των εντάσεων των ρευμάτων στο κύκλωμα, όταν η τιμή της έντασης του ρεύματος στο πηνίο, αποκτήσει τη μέγιστη τιμή της.

β) Όταν η ένταση του ρεύματος στο πηνίο  $I_3$  είναι  $I_3 = I_{3max}/2$  να βρεθούν

β<sub>1</sub>) Η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

β<sub>2</sub>) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο.

β<sub>3</sub>) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

β<sub>4</sub>) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα.

$$(3 + 2 + 3 + 2 + 3 = 13\mu)$$

Κάποια στιγμή μετά την απόκτηση της μέγιστης τιμής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο, μετακινούμε ακαριαία το διακόπτη  $\Delta$  από το άκρο Α στο άκρο Β.

γ) Όταν ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο είναι  $\frac{dI}{dt} = -6 A/s$  να βρεθούν

γ<sub>1</sub>) Η ένταση του ρεύματος στο πηνίο.

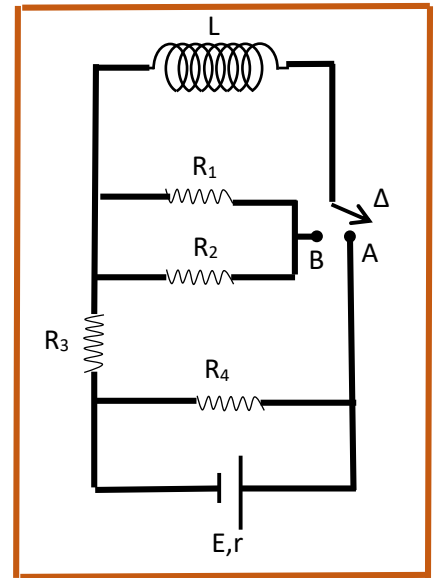
γ<sub>2</sub>) Η ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος στην αντίσταση  $R_1$ .

δ) Από τη στιγμή που φέραμε το διακόπτη στο άκρο Β μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο, να βρεθούν

δ<sub>1</sub>) Η θερμότητα που εκλύεται στις δύο αντιστάσεις  $R_1, R_2$

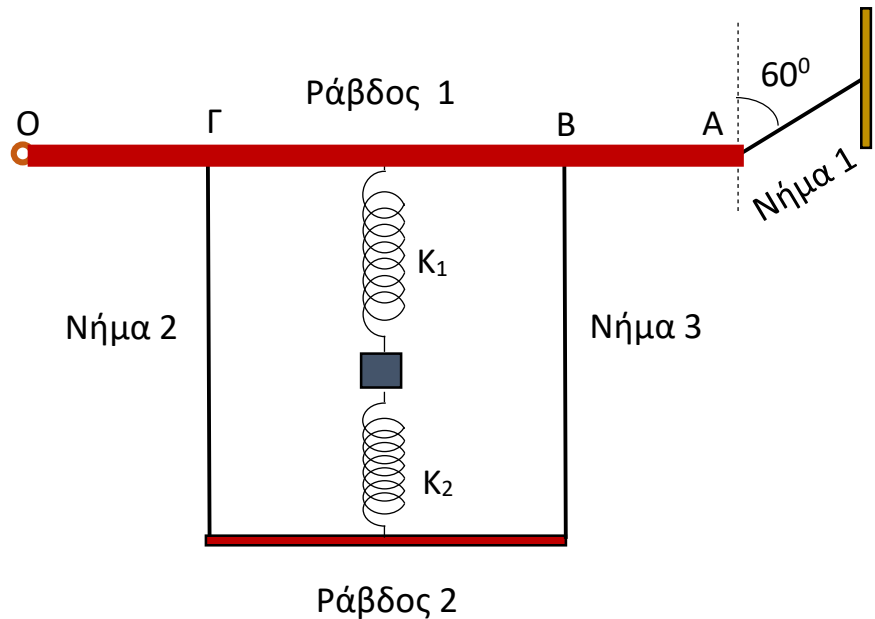
δ<sub>2</sub>) Η θερμότητα που εκλύεται σε κάθε αντίσταση  $R_1, R_2$ .

$$(3 + 2 + 3 + 4 = 12\mu)$$



### ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής ράβδος 1 μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από από το αριστερό της άκρο O, κάθετα στη διεύθυνσή της. Η ράβδος 1 ισορροπεί οριζόντια και συνδέεται με τρία νήματα. Με το δεξιό της άκρο A συνδέεται το νήμα 1 του οποίου το άλλο άκρο συνδέεται με τοίχο, με το σημείο της B με  $AB=OA/4$  συνδέεται το κατακόρυφο νήμα 3 του οποίου το άλλο άκρο



συνδέεται με το δεξιό άκρο οριζόντιας ομογενούς ράβδου 2 και το σημείο της Γ με  $OG=OA/4$  συνδέεται με νήμα 2 του οποίου το άλλο άκρο συνδέεται με το αριστερό άκρο της ράβδου 2. . Με το μέσο της ράβδου 2 συνδέεται το κάτω άκρο του κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς  $K_2$  του οποίου το πάνω άκρο συνδέεται με σώμα μάζας  $m$ . Με το σώμα μάζας  $m$ , από πάνω, συνδέεται κατακόρυφο ελατήριο  $K_1$  του οποίου το άλλο άκρο συνδέεται με τη ράβδο 1. Όλα τα σώματα ισορροπούν. Δίνονται: Το ελατήριο σταθεράς  $K_1$  έχει το φυσικό του μήκος, Η μάζα της ράβδου 1 είναι  $m_1=4\text{Kg}$  και της ράβδου 2 είναι  $m_2=1\text{Kg}$ . Οι σταθερές των ελατηρίων είναι  $K_1=K_2=50\text{N/m}$ , η μάζα του σώματος είναι  $m=1\text{Kg}$ , το νήμα 1 σχηματίζει, γωνία  $\theta=60^\circ$  με την κατακόρυφη και  $g=10\text{m/s}^2$ . Τα νήματα είναι αβαρή.

Να βρείτε

A) Τη δύναμη που ασκεί η άρθρωση στη ράβδο 1 (5μ)

B) Το μέγιστο πλάτος ( $A_{\max}$ ) ταλάντωσης του σώματος για να μένουν οι ράβδοι στην αρχική κατάσταση ισορροπίας τους. (7μ)

Γ) Κατεβάζουμε το σώμα κατά  $A_{\max}$  και τη χρονική στιγμή  $t=0$  το αφήνουμε ελεύθερο.

Θεωρούμε θετική φορά είναι προς τα κάτω.

Να βρείτε:

Γ1. Τις μέγιστες και τις ελάχιστες τιμές των τάσεων των νημάτων και της δύναμης από την άρθρωση στη ράβδο 1. (6μ)

Γ3. Τη χρονική στιγμή  $t_1$  που το μέτρο της δύναμης από την άρθρωση στη ράβδο 1, είναι  $F_0 = 80\text{N}$  για πρώτη φορά. (7μ)

**Κ. Ε.**

ΠΑΝΑΝΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ.

pananasgiannis@yahoo.gr