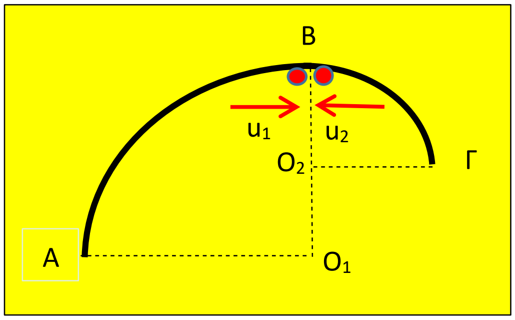
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ 2024

ΘΕΜΑ Α

A_1 (5μ)

Τα ΑΒ, 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 ΑΒ, 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 $L_1' = 2 L_2'$

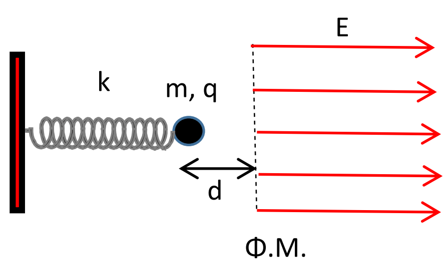
β) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας (1) K_1' και η κινητική ενέργεια της σφαίρας (2) K_2, συνδέονται με τη σχέση $K_2' = 4 K_1'$

γ) Ο χρόνος κίνησης της σφαίρας (1) από το σημείο Β μέχρι το σημείο Α $t'_{1(B\to A)}$ και ο χρόνος κίνησης της σφαίρας (2) από το σημείο Β μέχρι το σημείο Γ $t'_{2(B\to \Gamma)}$, συνδέονται με τη σχέση $t'_{1(B\to A)} = 2\, t'_{2(B\to \Gamma)}$

δ) Το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης στη σφαίρα (1) $F_{\kappa 1}'$ και το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης στη σφαίρα (2) $F_{\kappa 2}'$ συνδέονται με τη σχέση $F_{\kappa 1}' = 2 F_{\kappa 2}'$

A_2 (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 $S_{έξω}$ και το διάστημα που διανύει το σώμα μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $S_{μέσα}$, ισχύει $S_{έξω} < S_{μέσα}$

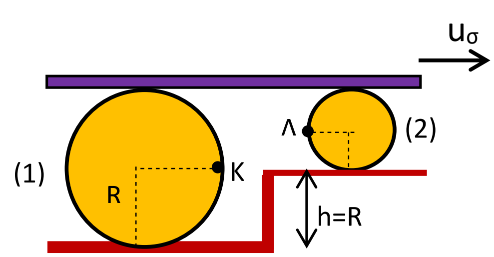
β) Αν το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σώματος έξω από το ηλεκτρικό πεδίο είναι $u_{max(έξω)}$ και το μέτρο της μέγιστης ταχύτητάς του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $u_{max(μέσα)}$ ισχύει $u_{max(έξω)} < u_{max(μέσα)}$.

γ) Αν το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης του σώματος έξω από το ηλεκτρικό πεδίο είναι $α_{max(έξω)}$ και το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσής του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $α_{max(μέσα)}$, ισχύει $α_{max(έξω)} < α_{max(μέσα)}$.

δ) Αν ο χρόνος κίνησης του σώματος έξω από το ηλεκτρικό πεδίο είναι $t_{(έξω)}$ και ο χρόνος κίνησης μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $t_{(μέσα)}$, ισχύει $2t_{(έξω)} < t_{(μέσα)}$.

Α3 (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) $u_{cm(1)} = 2\, u_{cm(2)}$

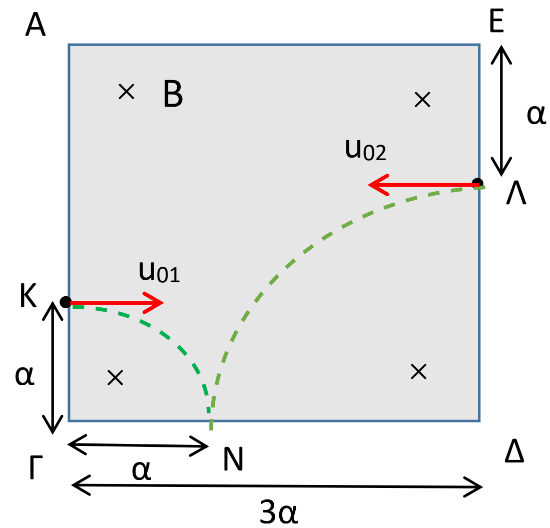
β) $ω_1 = ω_2$

γ) $\vec{u}_K = \vec{u}_Λ$

δ) $α_{(2)} = 2α_{(1)}$ όπου $α_{(1)}$ το μέτρο της επιτάχυνσης ενός σημείου της περιφέρειας του (1) και $α_{(2)}$ το μέτρο της επιτάχυνσης ενός σημείου της περιφέρειας του (2)

A$_4$ (5μ)

Στο επίπεδο του τετραγώνου ΑΓΔΕ πλευράς 3α 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=α



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) $K_2 = 4K_1$

A$_5$ (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.

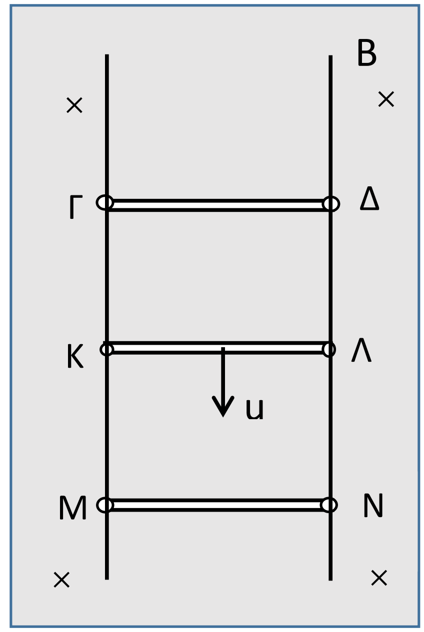
γ) Κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός δημιουργεί μαγνητικό πεδίο μόνο στο κέντρο του κύκλου.

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

Β1



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)

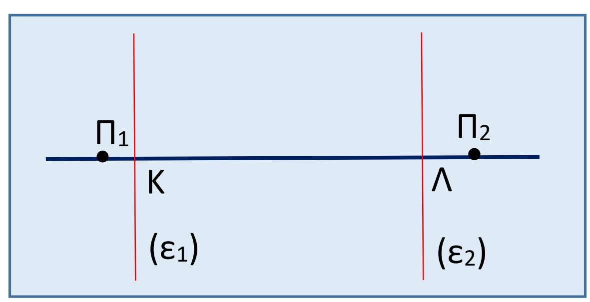
Αιτιολόγηση (2μ)

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)

Β2



Σε επιφανειακό ελαστικό μέσο δύο σύγχρονες πηγές $Π_1$,$Π_2$ δημιουργούν κύματα ίδιου πλάτους Α. Υλικό σημείο της ευθείας που διέρχεται από τις πηγές και βρίσκεται έξω από την απόσταση μεταξύ των πηγών, εκτελεί τεσσεράμισι ταλαντώσεις. Οι ευθείες $ε_1$,$ε_2$ είναι κάθετες στην ευθεία που διέρχεται από τις πηγές στα σημεία Κ, Λ. $Π_1Κ = Π_1Π_2 / 9$, $Π_2Λ = Π_1Π_2 / 6$. Μετά τησυμβολή των κυμάτων στην ευθεία $ε_1$ υπάρχουν $Ν_1$ υλικά σημεία τα οποία ταλαντώνονται με πλάτος 2 Α και στην ευθεία $ε_2$ υπάρχουν $Ν_2$ υλικά σημεία τα οποία είναι ακίνητα.

Μεταξύ των $Ν_1$, $Ν_2$ ισχύει:

α) $Ν_1 > Ν_2$ β) $Ν_1 = Ν_2$ γ) $Ν_1 < Ν_2$ (3μ)

Αιτιολόγηση (6μ)

Β3

Ακτινοβολία με μήκος κύματος $λ_c = \frac{h}{m_e c}$ προσπίπτει σε ακίνητο, ελεύθερα να κινηθεί , ηλεκτρόνιο. Το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας είναι λ΄ ,η κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου είναι K_e και η γωνία μεταξύ των διευθύνσεων των ακτινοβολιών πριν και μετά τη σκέδαση είναι φ. Ακτινοβολία μήκους κύματος $λ΄΄ = 10^5$ λ΄ προσπίπτει σε μεταλλική επιφάνεια και τα ηλεκτρόνια εξέρχονται με κινητική ενέργεια Κ. Το έργο εξαγωγής των ηλεκτρονίων από τη μεταλλική επιφάνεια ισούται με την κινητική ενέργεια Κ. Αν η κινητική ενέργεια $K_e = 10^5$ K , η γωνία φ είναι :

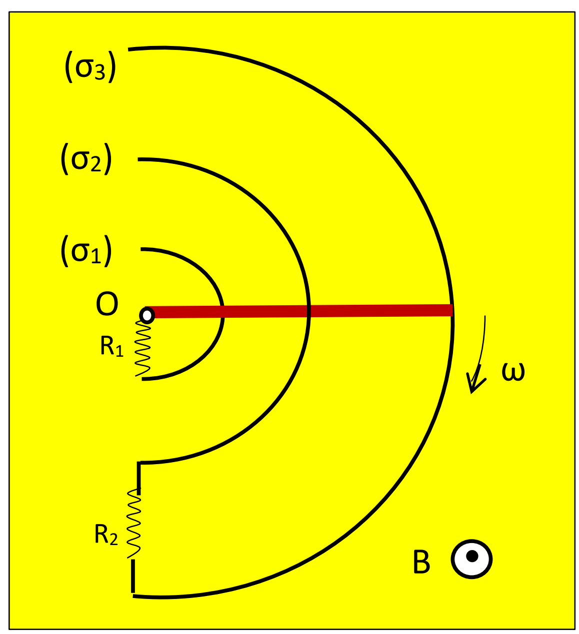
α) $φ = \frac{π}{3}$ β) $φ = \frac{π}{2}$ γ) φ=π (2μ)

Αιτιολόγηση (6μ)

(Η εξίσωση μεταξύ των μηκών κύματος στη σκέδαση Compton είναι: $λ΄ - λ = \frac{h}{m_e c}$ (1-συνφ))

Β4 (extra)

Τα ημικυκλικά σύρματα $σ_1$, $σ_2$, $σ_3$ έχουν ακτίνες $l_ρ / 4$, $l_ρ / 2$, $l_ρ$, αντίστοιχα , βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο και συνδέονται με τις αντιστάσεις R_1 , R_2 όπως φαίνεται στο σχήμα. Ομογενής μεταλλική ράβδος μήκους $l_ρ$ είναι σε επαφή με τα σύρματα και στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το άκρο του στο Ο , κάθετα στο επίπεδο των συρμάτων. Με το άκρο της ράβδου στο Ο συνδέεται η αντίσταση R_1. Κάθετα στο επίπεδο των συρμάτων διέρχονται οι δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης Β με φορά προς τα έξω .Οι αντιστάσεις $R_1 = R_2 = R$ και η αντίσταση



της ράβδου είναι $R_ρ = 4R$.

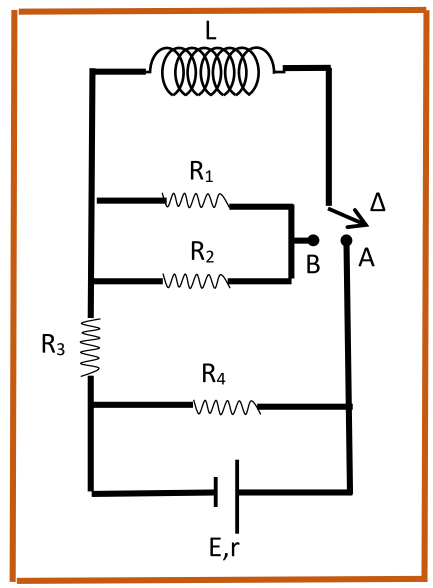
Αν η ισχύς του ρεύματος στην αντίσταση R_1 είναι P_1

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 Δ είναι ανοιχτός.

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

Κάποια στιγμή φέρνουμε σε επαφή το διακόπτη Δ 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

β1) Η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

β2) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο.

β3) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

β4) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα.

(3 + 2 + 3 + 2 + 3 = 13μ)

Κάποια στιγμή μετά την απόκτηση της μέγιστης τιμής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο, μετακινούμε ακαριαία το διακόπτη Δ 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

γ1) Η ένταση του ρεύματος στο πηνίο.

γ2) 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

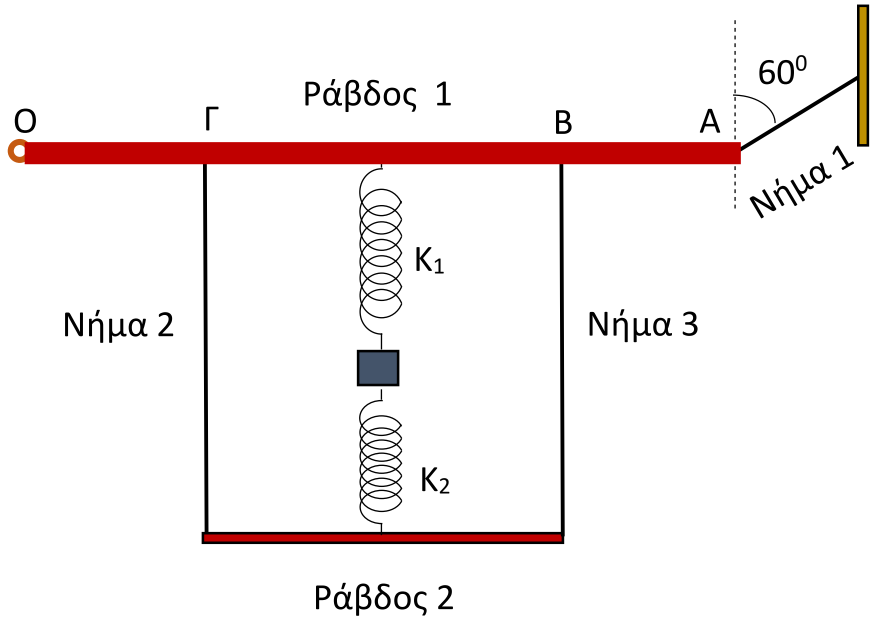
δ1) Η θερμότητα που εκλύεται στις δύο αντιστάσεις R_1, R_2

δ2) Η θερμότητα που εκλύεται σε κάθε αντίσταση R_1, R_2.

(3 + 2 + 3 + 4 = 12μ)

ΠΑΝΑΝΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΘΕΜΑ Δ



Η ομογενής ράβδος 1 μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από από το αριστερό της άκρο Ο, κάθετα στη διεύθυνσή της. Η ράβδος 1 ισορροπεί οριζόντια και συνδέεται με τρία νήματα. Με το δεξιό της άκρο Α συνδέεται το νήμα 1 του οποίου το άλλο άκρο συνδέεται με τοίχο, με το σημείο της Β με ΑΒ=ΟΑ/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 ΟΓ=ΟΑ/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=4Kg και της ράβδου 2 είναι m_2=1Kg. Οι σταθερές των ελατηρίων είναι $K_1 = K_2$ = 50N/m, η μάζα του σώματος είναι m=1Kg, το νήμα 1 σχηματίζει, γωνία θ=60^0 με την κατακόρυφη και g=10m/s^2. Τα νήματα είναι αβαρή.

Να βρείτε

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

Β) 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:

$Γ_1$. Τις μέγιστες και τις ελάχιστες τιμές των τάσεων των νημάτων και της δύναμης από την άρθρωση στη ράβδο 1. (6μ)

$Γ_3$. Τη χρονική στιγμή t_1 που το μέτρο της δύναμης από την άρθρωση στη ράβδο 1, είναι $F_O = 80N$ για πρώτη φορά. (7μ)

Κ. Ε.

ΠΑΝΑΝΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ.
pananasgiannis@yahho.gr

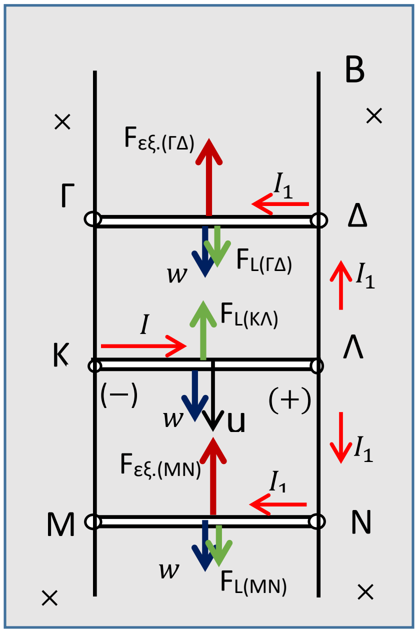
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ.

$Α_1$. δ $Α_2$. δ $Α_3$ δ $Α_4$. δ $Α_5$. Λ , Λ, Λ, Σ, Σ.

ΘΕΜΑ Β

$Β_1$

Στον αγωγό ΚΛ δημιουργείται (-) στο Κ και (+) στο Λ. Το ρεύμα Ι έχει φορά προς τα δεξιά και τα ρεύματα μετά τον κόμβο Λ, έχουν την ίδια τιμή I_1 γιατί $I_1 = V_{ΚΛ}/R$ και στο κύκλωμα με τον αγωγό ΓΔ και στο κύκλωμα με τον αγωγό ΜΝ. Επειδή $I= 2I_1$ => $I_1=I/2$.



Από τον Α Νόμο στον ΚΛ έχουμε ΣF=0 => $F_{L(ΚΛ)} = W$ => $BI(ΚΛ) = W$ (1)

Από τον Α Νόμο στον ΓΔ έχουμε ΣF=0 => $F_{εξ.(ΓΔ)} = F_{L(ΓΔ)} + W$ όμως $F_{L(ΓΔ)} = BI_1\,(ΓΔ) = BI\,(ΓΔ)/2$ και με τη σχέση (1) $F_{L(ΓΔ)} = W/2$

Επομένως $F_{εξ.(ΓΔ)} = W/2 + W = 3W/2$

Από τον Α Νόμο στον ΜΝ έχουμε ΣF=0

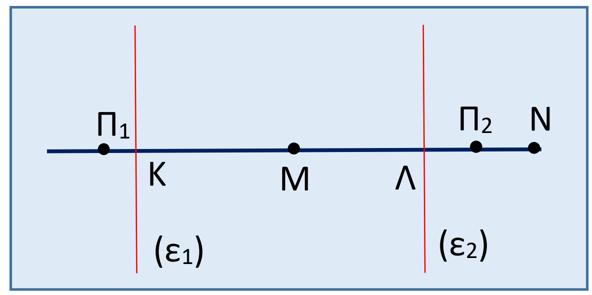
$=> F_{εξ.(MN)} = F_{L(MN)} + W$ όμως $F_{L(MN)} = BI_1 (MN) =>$

$F_{L(MN)} = BI (MN)/2$ και με τη σχέση (1) $F_{L(MN)} = W/2$. Επομένως $F_{εξ.(ΓΔ)} = W/2 + W = 3W/2$

Άρα στην ερώτηση Α σωστή είναι η β) $F_{εξ.(ΓΔ)} = F_{εξ.(MN)}$

και στην ερώτηση Β σωστή είναι η α) $F_{εξ.(ΓΔ)} + F_{εξ.(MN)} = 3W$

Β2



Το υλικό σημείο στο σημείο Ν από τη στιγμή που φτάνει σε αυτό το κύμα από την πηγή $Π_2$ μέχρι τη στιγμή που φτάνει το κύμα από την πηγή $Π_1$ εκτελεί τεσσεράμισι ταλαντώσεις. Άρα

$t_{(Πηγή(1)->N)} - t_{(Πηγή(2)->N)} = 4,5T$ όμως

$t_{(Πηγή(1)->N)} = (Π_1Π_2 + Π_2N)/u$, $t_{(Πηγή(2)->N)} = Π_2N)/u$

Άρα $(Π_1Π_2 + Π_2N)/u - Π_2N)/u = 4,5T =>$

$Π_1Π_2/u = 4,5T => Π_1Π_2 = 4,5\ uT => Π_1Π_2 = 4,5λ$

Βρίσκουμε τον αριθμό των υπερβολών ενίσχυσης από το σημείο Μ μέχρι το σημείο Κ.

Στο σημείο Κ η διαφορά των αποστάσεων από τις πηγές που αντιστοιχεί στη σχέση $r_1 – r_2 = κ\ λ$ (με κ ακέραιο) των υπερβολών ενίσχυσης είναι $Π_1Κ - Π_2 Κ= κλ => Π_1Κ –(Π_1Π_2 – Π_1 Κ) = κλ => 2Π_1Κ – Π_1Π_2 = κλ =>$ $2\ Π_1Π_2 /9 – Π_1Π_2 = = κλ => -7\ Π_1Π_2 /9 = = κλ$ και από την $Π_1Π_2 = 4,5λ$, $-7 \cdot 4,5λ /9 = κλ =>$ $κ= - 3,5$. Επομένως από το Κ δεν διέρχεται υπερβολή ενίσχυσης . Στο μήκος ΜΚ διέρχονται οι υπερβολές ενίσχυσης –3, -2,-1. Δηλαδή 3 υπερβολές. Κάθε υπερβολή από τις 3, τέμνει την ευθεία $ε_1$ σε δύο σημεία. Άρα 6 σημεία εκτελούν ταλάντωση με 2 Α στην ευθεία $ε_1$.

Βρίσκουμε τον αριθμό των υπερβολών απόσβεσης από το σημείο Μ μέχρι το σημείο Λ.

Στο σημείο Λ η διαφορά των αποστάσεων από τις πηγές που αντιστοιχεί στη σχέση $r_1 – r_2 = (2κ+1)λ/2$ (με κ ακέραιο) των υπερβολών απόσβεσης είναι $Π_1Λ - Π_2 Λ= (2κ+1)λ/2 => Π_1Λ –(Π_1Π_2 – Π_1 Λ) =$ $(2κ+1)λ/2 => 2\ Π_1Λ – Π_1Π_2 = (2κ+1)λ/2 => 2 \cdot 5\ Π_1Π_2 / 6 – Π_1Π_2 = (2κ+1)λ/2 =>$ $2\ Π_1Π_2/3 = (2κ+1)λ/2$ και από την $Π_1Π_2 = 4,5λ$, $2 \cdot 4,5λ /3 = (2κ+1)λ/2 => 3λ = (2κ+1)λ/2 =>$ $6=(2κ+1) => κ=2,5$ Επομένως από το Λ δεν διέρχεται υπερβολή απόσβεσης . Στο μήκος ΜΛ διέρχονται οι υπερβολές απόσβεσης 0, 1, 2 Δηλαδή 3 υπερβολές. Κάθε υπερβολή από τις 3, τέμνει την ευθεία $ε_2$ σε δύο σημεία. Άρα 6 σημεία είναι ακίνητα στην ευθεία $ε_2$.

Σωστή η β) $N_1 = N_2$

B_3

Από την εξίσωση $λ' - λ = \frac{h}{m_e c}(1-συνφ)$ με $λ=λ_c$ και $\frac{h}{m_e c} = λ_c$ έχουμε $λ' - λ_c = λ_c((1-συνφ)$

=> $λ' = 2λ_c - λ_c συνφ$ (1)

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση $K=hf'' - φ$ με $K=φ$ έχουμε $2K = hf''$.

Όμως $f'' = c / λ'' = c / 10^5 λ'$. Άρα $2K = h c / 10^5 λ'$ => $10^5 K = h c / 2 λ'$ (2)

ΑΔΕ στη σκέδαση Compton : $h c / λ_c = h c / λ' + K_e$, όμως $K_e = 10^5 K$ και από τη σχέση (2)

$K_e = h c / 2 λ'$. Άρα $h c / λ_c = h c / λ' + h c / 2 λ'$ => $h c / λ_c = 3 h c / 2 λ'$ =>

$1 / λ_c = 3 / 2 λ'$ => $λ' = 3 λ_c /2$ (3)

Με αντικατάσταση της (3) στην (1) προκύπτει $3 λ_c /2 = 2λ_c - λ_c συνφ$ => $συνφ = 1/2$ =>

$φ= \frac{π}{3}$ Σωστή η α.

B_4 (extra)

Η τάση από το άκρο Ο της ράβδου μέχρι το σημείο της που εφάπτεται με το σύρμα $σ_1$, είναι $E_1 = \frac{Bω\left(\frac{l_ρ}{4}\right)^2}{2}$

=> $E_1 = = \frac{Bω\, l_ρ^2}{32}$ και η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα με την R_1 είναι $I_1 = E_1 / 2R = \frac{Bω\, l_ρ^2}{64R}$ (1)

Η τάση από το σημείο επαφής της ράβδου με το σύρμα $σ_2$ μέχρι το σημείο της που εφάπτεται με το σύρμα $σ_3$,

είναι $E_2 = \frac{Bω\, l_ρ^2}{2} - \frac{Bω\left(\frac{l_ρ}{2}\right)^2}{2} = \frac{4Bω\, l_ρ^2}{8} - \frac{Bω\, l_ρ^2}{8} = \frac{3Bω\, l_ρ^2}{8}$ και η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα με την R_2

είναι $I_2 = E_2 / 3R = \frac{Bω\, l_ρ^2}{8R}$ (2)

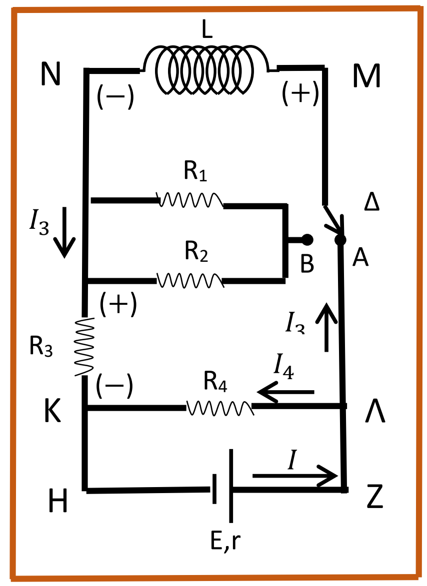
Από τις σχέσεις (1) , (2) $I_2 = 8 I_1$ (3)

$P_1 = I_1^2 R$ και $P_2 = I_2^2 R$ και λόγω της (3) => $P_2 = (8 I_1)^2 R$ => $P_2 = 8^2 I_1^{\ 2} R$ =>

$P_2 = 64 P_1$ (το β)

ΠΑΝΑΝΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΘΕΜΑ Γ



Αμέσως μετά την επαφή του διακόπτη με το άκρο Α αναπτύσσεται η μέγιστη τάση αυτεπαγωγής στα άκρα του πηνίου με (-) στο Ν και (+) στο Μ (κανόνας του Lenz) Στη συνέχεια η τιμή της τάσης αυτεπαγωγής μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί ,όταν η τιμή της έντασης του ρεύματος στο πηνίο γίνει μέγιστη.

α) Στην τελική κατάσταση οι τιμές των εντάσεων των ρευμάτων Ι , I_3 , I_4 είναι σταθερές.

Στο κύκλωμα ΚΛΖΗ $V_{ΚΛ} = E = 18$ V

$I_3 = V_{ΚΛ} / R_3 \Rightarrow I_3 = 18 / 3 \Rightarrow I_3 = 6A$

$I_4 = V_{ΚΛ} / R_4 \Rightarrow I_4 = 18 / 6 \Rightarrow I_3 = 3A$

$I = I_3 + I_4 = 9A$

β$_1$) Η Ένταση $I_3 = I_{3(max)} / 2 = 3A$, $U_L = \frac{1}{2} L\ I_3^2 \Rightarrow U_L = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 3^2 \Rightarrow U_L = 4{,}5$ J

β$_2$) Εφαρμόζουμε το 2^ο κανόνα του Kirchhoff στο κύκλωμα ΚΛΜΝ.

$V_{ΚΛ} – E_{αυτ.} – I_3 R_3 = 0$ όμως $V_{ΚΛ} = E = 18V$ (Από το 2^ο κανόνα του Kirchhoff στο κύκλωμα ΚΛΖΗ)

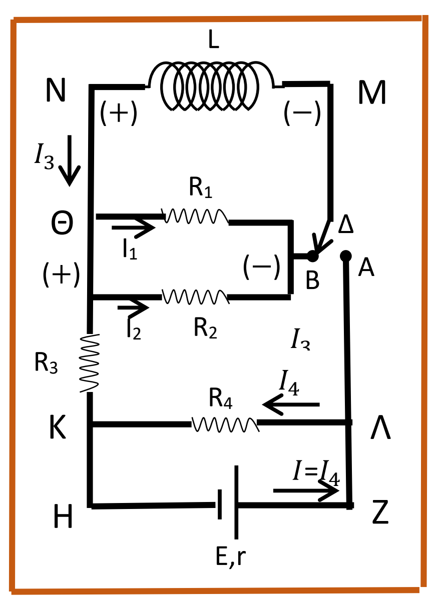
και $E_{αυτ.} = L \frac{dI_3}{dt}$ Άρα $18 - 1 \cdot \frac{dI_3}{dt} - 3 \cdot 3 = 0 \Rightarrow \frac{dI_3}{dt} = 9$ A/s.

β$_3$) $\frac{dU_L}{dt} = P_L = E_{αυτ.} I_3$ όμως $E_{αυτ.} = L \frac{dI_3}{dt} = 9$ V. Άρα $\frac{dU_L}{dt} = 9 \cdot 3 = 27$ W

β$_4$) Ο ρυθμός με τον οποίο προσφέρει ενέργεια η πηγή είναι $P_E = E\ I$.

Από τον 1^ο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο Λ $I = I_3 + I_4$. Όμως $I_4 = V_{ΚΛ} / R_4 = E / R_4 = 18 / 6 = 3A$

Άρα $I = 3 + 3 = 6$ A Επομένως $P_E = E\ I = 18 \cdot 6 = 108$ W



γ) Αμέσως μετά την επαφή του διακόπτη με το άκρο Β η ένταση I_3=6 A στο πηνίο αρχίζει να μειώνεται επειδή το κύκλωμα του πηνίου δεν συνδέεται με την πηγή. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz , δημιουργείται επαγωγική τάση στα άκρα του πηνίου η οποία τείνει να δώσει ομόρροπο ρεύμα με το I_3 για να μην μειωθεί απότομα η τιμή του. Άρα δημιουργείται (-) στο άκρο . Μ και (+) στο άκρο Ν.

γ$_1$) Εφαρμόζουμε τον 2^ο κανόνα του Kirchhoff στο κύκλωμα

ΜΝΘΒ. $E_{αυτ.} - I_3 R_{1,2} = 0$ => $-L\,\frac{dI_3}{dt} - I_3\,\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2} = 0$ => $-1\cdot(-6) - I_3\,\frac{3\cdot 6}{3+6} = 0$ =>

$-1\cdot(-6) - I_3\cdot 2 = 0$ => $I_3 = 3$ A

γ2) $P_{R1} = I_1^2 R_1$ (1)

$I_1 = E_{αυτ.} / R_1$ όμως $E_{αυτ.} = -L\,\frac{dI_3}{dt} = -1\cdot(-6) = 6$ V . Άρα $I_1 = 6 / 3 = 2$ A (2)

(1) , (2) => $P_{R1} = 2^2 \cdot 3 = 12$ W

δ1) Η ενέργεια που είχε το πηνίο τη στιγμή που ο διακόπτης ήρθε σε επαφή με το άκρο Β μέχρι να μηδενιστεί η ένταση του ρεύματος στο πηνίο, μετατρέπεται σε θερμότητα στις αντιστάσεις.

$Q_{R1,2} = U_{L(max)} = \frac{1}{2}\,L\,I_{3(max)}^{\ 2}$ => $Q_{R1,2} = 18$ J

δ2) Στο απειροελάχιστο χρονικό διάστημα Δt θερμότητα στην αντίσταση R_1 είναι

$Q_{R1(Δt)} = I_1^2 R_1 Δt$ => $Q_{R1(Δt)} = \frac{E_{αυτ.}^2}{R_1} Δt$ και στη R_2 είναι $Q_{R2(Δt)} = I_2^2 R_2 Δt$ => $Q_{R2(Δt)} = \frac{E_{αυτ.}^2}{R_2} Δt$

Διαιρούμε κατά μέλη τις σχέσεις : $Q_{R1(Δt)} / Q_{R2(Δt)} = R_2 / R_1$

Και οι θερμότητες Q_{R1} , Q_{R2} από τη στιγμή που ο διακόπτης ήρθε σε επαφή με το άκρο Β μέχρι να μηδενιστεί η ένταση του ρεύματος στο πηνίο έχουν την ίδια σχέση :

$Q_{R1} / Q_{R2} = R_2 / R_1 = 2$ => $Q_{R1} = 2\,Q_{R2}$ (3)

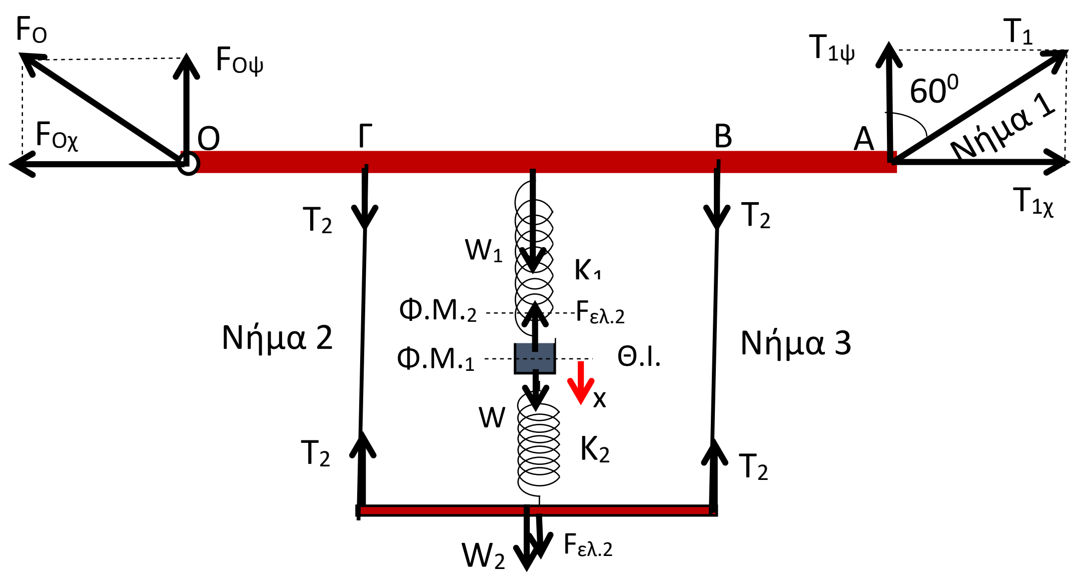
Όμως $Q_{R1,2} = Q_{R1} + Q_{R2} = 18J$ (4)

(3) ,(4) => $3\,Q_{R2} = 18$ => $Q_{R2} = 6J$ και $Q_{R1} = 12J$

ΘΕΜΑ Δ

Α)

Οι δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα που ισορροπούν, είναι σχεδιασμένες στο σχήμα. Η T_2 έχει το ίδιο μέτρο στα άκρα των νημάτων 1,2 γιατί από τη συνθήκη ισορροπίας



$\Sigma\tau = 0$ ως προς το κέντρο μάζας της ράβδου 2 :

$T_{2(\alpha\rho\iota\sigma\varepsilon\rho\acute{\alpha})}\, l_{\rho.2} / 2 = T_{2(\delta\varsigma\xi\iota\acute{\alpha})}\, l_{\rho.2} / 2 \Rightarrow T_{2(\alpha\rho\iota\sigma\varepsilon\rho\acute{\alpha})} = T_{2(\delta\varsigma\xi\iota\acute{\alpha})} = T_2$

Από την ισορροπία της ράβδου 2:

$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow 2T_2 = W_2 + F_{\varepsilon\lambda.2}$ και από την ισορροπία του σώματος m $F_{\varepsilon\lambda.2} = W = 10N$ (μέτρα) Άρα

$2T_2 = W_2 + W \Rightarrow 2T_2 = 10 + 10 \Rightarrow T_2 = 10N$ (1)

Από την ισορροπία της ράβδου 1:

$\Sigma F_\chi = 0 \Rightarrow F_{O\chi} = T_{1\chi} \Rightarrow F_{O\chi} = T_1 \eta\mu 60^0 \Rightarrow F_{O\chi} = T_1\sqrt{3}/2$ (2)

$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow F_{O\psi} + T_{1\psi} = 2T_2 + W_1 \Rightarrow F_{O\psi} + T_1 \sigma\upsilon\nu 60^0 = 60$ (3)

$\Sigma\tau_{(O)} = 0 \Rightarrow T_2 \cdot OA/4 + W_1 \cdot OA/2 + T_2 \cdot 3OA/4 = T_{1\Psi} \cdot OA \Rightarrow T_{1\Psi} = 30$

$\Rightarrow T_1 \sigma\upsilon\nu 60^0 = 30 \Rightarrow T_1 = 60$ N (4)

(2) $\Rightarrow F_{O\chi} = 60\sqrt{3}/2 \Rightarrow F_{O\chi} = 30\sqrt{3}$ N

(3) $\Rightarrow F_{O\psi} + T_1/2 = 60 \Rightarrow F_{O\psi} + 60/2 = 60 \Rightarrow F_{O\psi} = 30$ N

Άρα $F_O = \sqrt{Fox^2 + Fo\psi^2} = 60$ N , $\varepsilon\varphi\theta = F_{O\Psi}/F_{O\chi} = \sqrt{3}/3 \Rightarrow \theta = 30^0$

Β)

Η μέγιστη δύναμη προς τα πάνω που μπορεί να ασκηθεί στη ράβδο 2 από το ελατήριο k_2 για να παραμένει σε ισορροπία , είναι ίση κατά μέτρο με το βάρος της . Επειδή $\Sigma F_{\psi\,(\rho\acute{\alpha}\beta\delta o\ 2)} = 0$ οι τάσεις των νημάτων $T_2=0$ Άρα η μέγιστη επιμήκυνσή του ελατηρίου 2 θα είναι:

$F_{\varepsilon\lambda.2(max)} = K_2\Delta l_{2(max)} = W_2 = 10N \Rightarrow 50\Delta l_{2(max)} = 10N \Rightarrow \Delta l_{2(max)} = 0{,}2m$

Στη θέση ισορροπίας του m η συσπείρωση του k_2 είναι:

$K_2\Delta l_2 = W = 10N \Rightarrow 50\Delta l_2 = 10 \Rightarrow \Delta l_2 = 0{,}2m$

Άρα το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης για να ισορροπεί η ράβδος 2 είναι:

$A_{(max)} = \Delta l_{2(max)} + \Delta l_2 = 0{,}2+0{,}2 = 0{,}4m$

Για το πλάτος $A_{(max)} = 0{,}4m$ διερευνούμε αν ισορροπεί η ράβδος 1.

Όταν το m έχει $A_{(max)}$ πάνω από τη Θ.Ι. οι τάσεις των νημάτων 2,3 είναι μηδέν και στη ράβδο 1 ασκούνται οι δυνάμεις , το βάρος της $W_1 = 40N$ στο μέσο της και η δύναμη από το k_1 στο μέσο της προς τα πάνω, επειδή το ελατήριο είναι συσπειρωμένο. Η συσπείρωσή του είναι $\Delta l_1 = A_{(max)} = 0{,}4m$ και το μέτρο της δύναμής του είναι: $F_{\varepsilon\lambda.1(max)} = 50 \cdot 0{,}4 = 20N$. Επειδή το μέτρο της ροπής του βάρους της ράβδου 1 ως προς το Ο είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της ροπής της $F_{\varepsilon\lambda.1(max)}$ ως προς το Ο , η συνισταμένη ροπή των δυνάμεων πλην της τάσης T_1 , τείνει να στρέψει τη ράβδο 1 κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού , οπότε ασκείται T_1 η οποία κρατάει τη ράβδο σε ισορροπία.

ΠΑΝΑΝΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

Επομένως για $A_{(max)}$= 0,4m ισορροπούν και οι δύο ράβδοι.

$Γ_1$)

Η εξίσωση της απομάκρυνσης της ΑΑΤ του m είναι: $x = 0,4ημ(10t + π/2)$

Οι ελάχιστες τιμές των τάσεων των νημάτων 2,3 όταν $x= -A_{(max)}$, σύμφωνα με τα προηγούμενα είναι μηδέν . Η ελάχιστη τιμή της τάσης του νήματος 1 βρίσκεται από τη συνθήκη $Στ_{(O)} =0$ για τη ράβδο 1:

$Στ_{(O)} =0 \Rightarrow W_1 \cdot OA/2 - F_{ελ.1} \cdot OA/2 - T_{1Ψ} \cdot OA = 0 \Rightarrow 40/2 – 20/2 - T_{1Ψ} = 0 \Rightarrow T_1συν60^0 =10 \Rightarrow$

$T_{1(min)} =20N$

Οι μέγιστες τιμές θα αντιστοιχούν στο $x= A_{(max)}$

Η μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου k_2 είναι $Δl_{2(max)} = 0,6m$ και η μέγιστη δύναμή του

στη ράβδο 2 προς τα κάτω είναι $F_{ελ.2(max)} = K_2Δl_{2(max)} = 30N$.

Από $ΣF_Ψ = 0$ για τη ράβδο 2 : $2T_{2(max)} = 40N \Rightarrow T_{2(max)} = 20N$

Από $Στ_{(O)} =0$ για τη ράβδο 1:

$T_{2(max)} \cdot OA/4 + W_1 \cdot OA/2 + F_{ελ.1} \cdot OA/2 + T_{2(max)} \cdot 3OA/4 = T_{1Ψ} \cdot OA \Rightarrow$

$20/4 + 40/2 + 20/2 + 60/4 = T_{1Ψ} \Rightarrow T_{1Ψ} = 50N$ όμως $T_{1Ψ} = T_1συν60^0$

Άρα $T_{1(max)} = 100N$

Η δύναμη από την άρθρωση :

$ΣF_χ = 0 \Rightarrow F_{Oχ} = T_{1χ} \Rightarrow F_{Oχ} = T_1ημ60^0 = 100\sqrt{3}/2 = 50\sqrt{3}$ N

$ΣF_ψ= 0 \Rightarrow F_{Oψ} + T_{1ψ} = 2T_2 + W_1 + F_{ελ.1} \Rightarrow F_{Oψ} + 50 = 40 + 40 + 20$

$F_{Oψ} = 50N$

Άρα $F_O= \sqrt{Fox^2 + Foψ^2} = 100$ N , $εφθ = F_{OΨ}/F_{Oχ} = \sqrt{3}/3 \Rightarrow θ = 30^0$

$Γ_2$)

Επειδή η μέγιστη τιμή του μέτρου της δύναμης από την άρθρωση στη ράβδο 1 , $F_O =$ 100N γίνεται όταν το σώμα m είναι στη θέση $x = A_{max}$ και όταν το m είναι στη θέση ισορροπίας του το μέτρο $F_O =$ 60N, το μέτρο της $F_O =$ 80N θα γίνεται σε μία απομάκρυνση x κάτω από τη θέση ισορροπίας του m.

Στη ράβδο 2 κατακόρυφα ασκούνται οι τάσεις των νημάτων 2,3 - T_2 - προς τα πάνω , το βάρος της προς τα κάτω W_2= 10N και η δύναμη από το ελατήριο k_2 προς τα κάτω με μέτρο $F_{ελ.(2)} = k_2 (Δl_2 +x) \Rightarrow$

$F_{ελ.(2)} = 50 (0,2+x) = 10 + 50x$

Στη ράβδο 2 $ΣF_ψ = 0 \Rightarrow 2T_2 – W_2 – F_{ελ.(2)} = 0 \Rightarrow 2T_2 – 10 – 10 -50χ = 0 \Rightarrow T_2 = 10 +25x$ (1)

Στη ράβδο 1 ασκούνται οι τάσεις των νημάτων 2,3 - T_2 - προς τα κάτω , το βάρος της προς τα κάτω W_1= 40N ,η δύναμη από το ελατήριο k_1 προς τα κάτω με μέτρο $F_{ε.(1)} = k_1$ x = 50 x , η δύναμη T_1 από το νήμα 1 που αναλύεται στις $T_{1x} = T_1$ συν$30^0 = T_1 \sqrt{3}/2$, $T_{1ψ} = T_1$ ημ$30^0 = T_1/2$ και η δύναμη από την άρθρωση στο O που αναλύεται στις $F_{O.x}$ $F_{Oψ.}$

Στη ράβδο 1 :

$ΣF_x = 0$ => $F_{O.x} - T_{1x} = 0$ => $F_{O.x} = T_{1x}$ (2)

$ΣF_ψ = 0$ => $F_{Oψ.} + T_{1ψ} - W_1 – 2T_2 - F_{ε.(1)} = 0$ => $F_{Oψ.} + T_{1ψ} - 40 – 2(10+25x) – 50x = 0$ =>

$F_{Oψ.} + T_{1ψ} - 60 – 100x = 0$ => $F_{Oψ.} + T_{1ψ} = 60 + 100x$ (3)

$Στ_{(O)} = 0$ => $T_{1ψ}$ (OA) - T_2 (OA)/4 - T_2 3(OA)/4 – W_1 (OA)/2 - $F_{ε.(1)}$ (OA)/2 = 0 =>

$T_{1ψ} - T_2/4 - T_2\, 3/4 – W_1/2 - F_{ελ.(1)}/2 = 0$ => $T_{1ψ} = T_2 + W_1/2 + F_{ε.(1)}/2 = 0$ και λόγω της σχέσης (1) και της $F_{ελ.(1)} = 50$ x => $T_{1ψ} = 10+ 25x + 20 + 25x = 0$ => $T_{1ψ} = 30+ 50x$ (4)

Από τις σχέσεις (3),(4) $F_{Oψ.} +30+ 50x = 60 + 100x$ => $F_{Oψ.} = 30+ 50x$ Δηλαδή $F_{Oψ} = T_{1ψ}$ (5)

Όμως (μέτρο) $F_O = \sqrt{{F_{Ox}}^2 + {F_{Oψ}}^2}$ = 80N και από τις σχέσεις (2) , (5) $\sqrt{{T_{1x}}^2 + {T_{1ψ}}^2}$ = 80 N

Επομένως $T_1 = \sqrt{{T_{1x}}^2 + {T_{1ψ}}^2}$ = 80 N και από τη σχέση (4) $T_{1ψ} = 30+ 50x$ => T_1συν$60^0 = 30+ 50x$ =>

$80 \cdot \frac{1}{2} = 30+ 50x$ => 50x = 10 => x=0,2m

Και από τη σχέση x = 0,4ημ(10t + π/2) => 0,2 = 0,4ημ($10t_1$ + π/2) => ημ($10t_1$ + π/2) = $\frac{1}{2}$

=> $10t_1$ + π/2 = 5π/6 => $10t_1$ = π/3 => $t_1 = \frac{\pi}{30}$ s

ΠΑΝΑΝΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ.

pananasgiannis@yahho.gr