1ο Επαναληπτικό Διαγώνισμα

Γ Τάξης Ημερησίου Γενικού Λυκείου

Παρασκευή 17 Απρίλη 2015

Εξεταζόμενο Μάθημα: Φυσική

Ενδεικτικές Λύσεις

Θέμα Α

Α.1 Όταν σε ένα γραμμικό ομογενές ελαστικό μέσο διαδίδεται ένα αρμονικό κύμα, τότε:

(γ) η ταχύτητα διάδοσης του κύματος καθορίζεται από το μέσο διάδοσης.

Α.2 Λεπτός δακτύλιος μάζας M και ακτίνας R κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο δάπεδο. Ο λόγος της Κινητικής Ενέργειας λόγω περιστροφής προς την κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής κίνησης ισούται:

(α) 1

Α.3 Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1 και Π_2 βρίσκονται στην επίπεδη επιφάνεια ενός ελαστικού μέσου και παράγουν κύματα πλάτους Α. Η συχνότητα των ταλαντώσεων των πηγών είναι f. Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του ελαστικού μέσου απέχει $r_1 = 6\lambda$ από την πηγή Π_1 και $r_2 = \frac{4\lambda}{3}$ από την πηγή Π_2. Η ταχύτητα με την οποία διέρχεται το σημείο Σ από την θέση ισορροπίας του είναι:

(α) $2\pi f A$

Α.4 Σε μια φθίνουσα ταλάντωση η δύναμη που προκαλεί την απόσβεση είναι της μορφής $F = -bv$, όπου b θετική σταθερά και v η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται. Το έργο της δύναμης αυτής είναι:

(β) πάντα αρνητικό

Α.5.

(α) Τα ραντάρ δεν χρησιμοποιούν μικροκύματα. **Λάθος**

(β) Η ροπή αδράνειας ως προς άξονα ενός στερεού έχει τη μικρότερη τιμή της, όταν ο άξονας αυτός διέρχεται από το κέντρο μάζας του στερεού. **Σωστό**

(γ) Κατά την είσοδο μονοχρωματικής ακτινοβολίας από τον αέρα στο νερό είναι αδύνατον να συμβεί ολική εσωτερική ανάκλαση. **Σωστό**

(δ) Το ορατό φως παράγεται κατά τις αποδιεγέρσεις πυρήνων στα άτομα και στα μόρια. **Σωστό**

(ε) Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης μηχανικής ταλάντωσης εξαρτάται από την σταθερά του ελατηρίου. **Λάθος**

Θέμα Β

Β.1. Σώμα Σ_1 μάζας m_1 στερεωμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A κατά μήκος λείου οριζόντιου επιπέδου. Κάποια στιγμή που το σώμα Σ_1 διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του, ένα δεύτερο σώμα Σ_2 ίδιας μάζας $m_2 = m_1$ πέφτοντας κατακόρυφα συγκρούεται πλαστικά με αυτό και το συσσωμάτωμα που προκύπτει εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος:

(γ) $\dfrac{A}{2}$

Το Σ_1 πριν την κρούση βρίσκεται στην ΘΙΤ με ταχύτητα $v_1 = v_{max} = \omega A = \sqrt{\dfrac{k}{m_1}}A$. Η ορμή του συστήματος διατηρείται μόνο στον οριζόντιο άξονα και η *θέση μετά την κρούση είναι η ΘΙΤ για το συσσωμάτωμα. Άρα μετά την κρούση η ταχύτητα του συστήματος είναι μέγιστη* $V = \omega' A' \Rightarrow V = \sqrt{\dfrac{k}{m_1+m_2}}A'$. *Από την διατήρηση της ορμής στον οριζόντιο άξονα προκύπτει:*

$$m_1 \upsilon_{max} = (m_1+m_2)V \Rightarrow A' = \frac{\sqrt{2}}{2}A$$

B.2. Επάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο βρίσκονται δύο σημειακά όμοια σώματα με μάζες $m_1 = m_2 = m$. Το Σ_1 φέρει πομπό κυμάτων (S) και το Σ_2 φέρει δέκτη κυμάτων (A). Αρχικά το Σ_1 κινείται προς το ακίνητο Σ_2 με ταχύτητα $\upsilon_1 = \dfrac{\upsilon}{10}$, όπου υ η ταχύτητα του ήχου στον αέρα. Τα σώματα συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Το πηλικό της συχνότητας που καταγράφει ο δέκτης πριν την κρούση, προς την συχνότητα που καταγράφει μετά την κρούση ισούται με:

(δ) $\dfrac{100}{81}$

Η κρούση είναι κεντρική και ελαστική, άρα τα δύο σώματα θα ανταλλάσσουν ταχύτητες μετά από αυτή. Η πηγή θα ακινητοποίητε και ο παρατηρητής θα κινείται με την ταχύτητα που είχε η πηγή πριν την κρούση.

Πριν την κρούση η πηγή πλησιάζει τον ακίνητο παρατηρητή που καταγράφει συχνότητα $f = \dfrac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_1} f_s$. *Μετά την κρούση ο παρατηρητής απομακρύνεται από την ακίνητη πηγή και καταγράφει συχνότητα* $f' = \dfrac{\upsilon - \upsilon_1}{\upsilon} f_s$. *Ο λόγος των συχνοτήτων θα ισούται με:*

$$\frac{f}{f'} = \frac{\frac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_1} f_s}{\frac{\upsilon - \upsilon_1}{\upsilon} f_s} = \frac{100}{81}$$

B.3. Μια χορδή με ελεύθερο το ένα άκρο της και δεμένο το άλλο διεγείρεται σε ταλάντωση με συχνότητα f_1. Στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα με δέκα δεσμούς και κοιλία στο ελεύθερο άκρο. Αν η χορδή διεγερθεί σε ταλάντωση με τριπλάσια συχνότητα, το στάσιμο κύμα που δημιουργείται έχει πλήθος δεσμών.

(δ) $N = 29$

Αρχικά για το μήκος της χορδής ισχύει: $L = \frac{\lambda_1}{4} + 9\frac{\lambda_1}{2} \Rightarrow L = 19\frac{\lambda_1}{4}$

Αν τριπλασιάσουμε την συχνότητα ταλάντωσης των σημείων της χορδής, θα μεταβληθεί το μήκος κύματος, η ταχύτητα παραμένει σταθερή αφού το μέσο διάδοσης δεν αλλάζει. $f_2 = 3f_1 \Rightarrow \frac{\upsilon}{\lambda_2} = 3\frac{\upsilon}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{3}$. *Αν ανάμεσα στα δύο άκρα της χορδής δημιουργηθούν N δεσμοί τότε:*

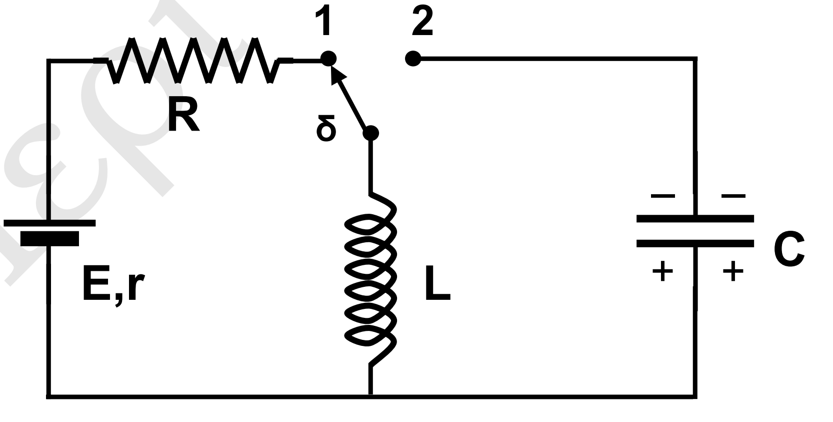
$$L = \frac{\lambda_2}{4} + N\frac{\lambda_2}{2} \Rightarrow 19\frac{\lambda_1}{4} = \frac{\lambda_1}{12} + N\frac{\lambda_1}{6} \Rightarrow N = 28$$

Άρα συνολικά στην χορδή θα υπάρχουν 28 + 1 = 29 δεσμοί

** Εναλλακτικά θα μπορούσε να δοθεί η λύση με την χρήση μιας ανισότητας με την θέση δεσμών από το σημείο Ο που είναι κοιλία .* $0 < (2k+1)\frac{\lambda_2}{4} \leq L$

Θέμα Γ

Ιδανική πηγή με ΗΕΔ $E = 20V$ αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, συνδέετε με αντίσταση $R = 10\Omega$, ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 9mH$ και πυκνωτή χωρητικότητας $C = \frac{1}{36}nF$.



Αρχικά ο (δ) βρίσκεται για αρκετό χρόνο στην θέση (1) και ο πυκνωτής έχει φορτίο $Q_1 = 1\mu C$.

Γ.1 Να υπολογίσετε την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή και την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

Από το Νόμο του Ohm για το κύκλωμα βρίσκουμε το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο $I = \dfrac{E}{R} = 2A$. *Άρα οι Ενέργειες σε πυκνωτή και πηνίο θα είναι:*

$$U_E = \frac{1}{2}\frac{Q_1^2}{C} = 18 \cdot 10^{-3} J, \quad U_B = \frac{1}{2} L I^2 = 18 \cdot 10^{-3} J$$

Μεταφέρουμε ακαριαία το διακόπτη (δ) στη θέση 2 χωρίς να ξεσπάσει ηλεκτρικός σπινθήρας και το κύκλωμα L-C εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις.

Γ.2 Να υπολογίσετε την περίοδο (T) των ταλαντώσεων και το μέγιστο φορτίο που θα αποκτήσει ο πυκνωτής.

Η περίοδος του πυκνωτή θα είναι ίση με $T = 2\pi\sqrt{LC} = \pi \cdot 10^{-6} s$. Για να υπολογίσω το μέγιστο φορτίο του πυκνωτή κατά την διάρκεια των ηλεκτρικών ταλαντώσεων εφαρμόζουμε την ΑΔΕΤ την στιγμή που μεταφέρεται ο διακόπτης στην θέση (2).

$$E = U_B + U_E \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = U_B + U_E = 36 \cdot 10^{-3} J \Rightarrow Q = \sqrt{2} \cdot 10^{-6} C$$

Γ.3 Αμέσως μετά τη μεταφορά του διακόπτη (δ) στη θέση 2 να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή του ρυθμού μεταβολής της τάσης στα άκρα του πυκνωτή.

$$\frac{dV_c}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{q}{C}\right) = \frac{1}{C}\frac{dq}{dt} \Rightarrow \frac{dV_c}{dt} = \frac{i}{C} = \frac{I}{C} = 72 \cdot 10^9 V/s$$

Γ.4 Να υπολογίσετε τον λόγο της ενέργειας του πυκνωτή προς την ενέργεια του πηνίου όταν το φορτίο του πυκνωτή ισούται με το μισό της μέγιστης τιμής του.

Η ενέργεια του Ηλεκτρικού Πεδίου στον πυκνωτή θα είναι ίση με $U_E = \dfrac{1}{2}\dfrac{q^2}{C} = \dfrac{E}{4}$

$$\frac{U_E}{U_B} = \frac{U_E}{E - U_E} = \frac{\frac{E}{4}}{\frac{3E}{4}} = \frac{1}{3}$$

Σε μια χρονική στιγμή που ο πυκνωτής του παραπάνω κυκλώματος είναι πλήρως φορτισμένος τον αποσυνδέουμε από το κύκλωμα και τον συνδέουμε με ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής L και αντιστάτη αντίστασης R. Στο κύκλωμα πραγματοποιούνται φθίνουσες ταλαντώσεις.

Γ.5 Να υπολογιστεί το χρονικό διάστημα μέχρι τον υποδιπλασιασμό της ενέργειας του κυκλώματος.

Το φορτίο του πυκνωτή μεταβάλλετε εκθετικά σύμφωνα με την σχέση: $Q = Q_o e^{-\Lambda t}$ *με* $\Lambda = \dfrac{R}{2L}$. *Η ενέργεια θα μειώνεται εκθετικά:*

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = E_o e^{-2\Lambda t} = \frac{E_o}{2} \Rightarrow e^{-2\Lambda t} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2\Lambda t = ln2 \Rightarrow t = \frac{ln2}{2\Lambda} = 6,3 \cdot 10^{-4} s$$

Θέμα Δ

Στο παρακάτω σχήμα το σώμα Σ_1 βρίσκεται πάνω σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\phi = 30^o$ και είναι δεμένο στο πάνω άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$, ο άξονας του οποίου είναι παράλληλος στο κεκλιμένο. Το κάτω άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα, ενώ το σώμα είναι επίσης δεμένο σε μη εκτατό νήμα που διέρχεται από το αυλάκι αβαρούς τροχαλίας. Στο άλλο άκρο του νήματος είναι δεμένο άλλο σώμα Σ_2 ίσης μάζας m με το Σ_1 και το σύστημα ισορροπεί.

Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 θεωρούνται υλικά σημεία. Κόβοντας το νήμα, το σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 0,2m$ πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο.

Δ.1 Να βρεθεί αν το ελατήριο έχει επιμηκυνθεί ή συσπειρωθεί καθώς και η μάζα m των σωμάτων Σ_1 και Σ_2.

Γράφω τις συνθήκες ισορροπίας για τα Σώματα:

- **Για το** Σ_2**:** $\Sigma F = 0 \Rightarrow T = m_2 g$.

  Επειδή $m_1 g\eta\mu\phi < T$ *το ελατήριο έχει επιμηκυνθεί κατά* Δl_2*και η δύναμη ελατηρίου έχει φορά προς τα πάνω.*

- **Για το** Σ_1**:** $\Sigma F = 0 \Rightarrow T = m_1 g\eta\mu\phi + k\Delta l_2$

Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει:

$$m_2 g = m_1 g\eta\mu\phi + k\Delta l_2 \Rightarrow \Delta l_2 = \frac{m_2 g - m_1 g\eta\mu\phi}{k}$$

Στην θέση ισορροπίας της ταλάντωσης :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow k\Delta l_1 = m_1 g\eta\mu\phi \Rightarrow \Delta l_1 = \frac{m_1 g\eta\mu\phi}{k}$$

Το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελεί το Σ_1 *αφού κοπεί το νήμα θα είναι:*

$$A = \Delta l_2 + \Delta l_1 \Rightarrow kA = m_2 g \Rightarrow m_2 = 2kg$$

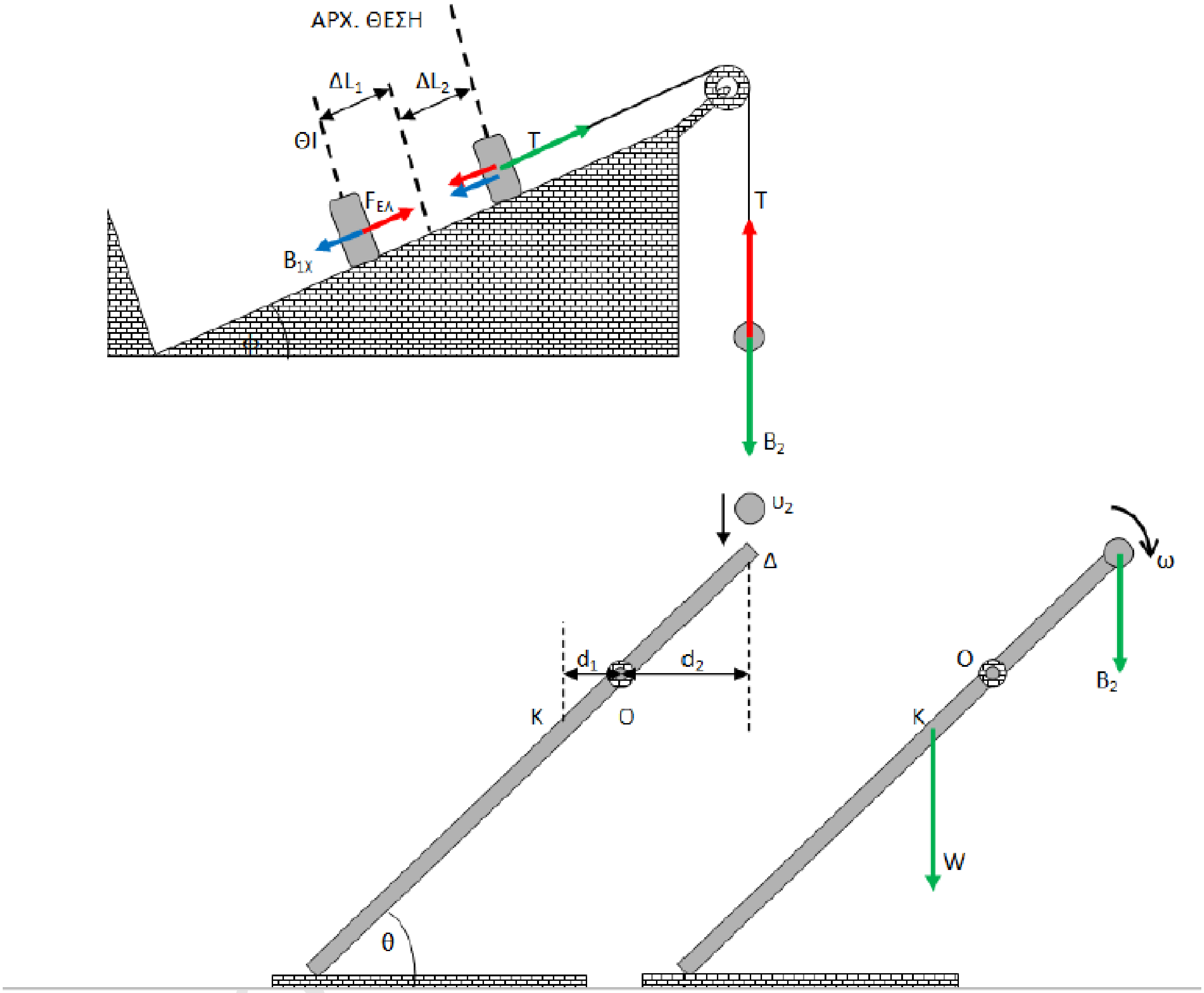
Μετά το κόψιμο του νήματος το σώμα Σ_2 πέφτει από ύψος $h = 5m$ και συγκρούεται με ακίνητη ομογενή ράβδο μάζας $M = 4kg$ και μήκους $L = 6m$ που το κάτω άκρο της Γ ακουμπά στο έδαφος και μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο σταθερό άξονα κάθετο στην ράβδο και διέρχεται από το Ο με (ΟΓ) = 2(ΟΔ). Η ράβδος σχηματίζει με το οριζόντιο έδαφος γωνία $\theta = 60^o$, Η κρούση των δύο σωμάτων είναι πλαστική και γίνεται στο πάνω άκρο Δ της ράβδου.

Η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της και είναι κάθετος στην ράβδο είναι $I = \frac{1}{3}ML^2$ και το σώμα Σ_2 ελάχιστα πριν την κρούση έχει στροφορμή ως προς τον άξονα περιστροφής της ράβδου που δίνεται από την σχέση $m_2 \upsilon_2 d_2$, όπου d_2 είναι η απόσταση του φορέα της ταχύτητας υ_2 από τον άξονα περιστροφής της ράβδου. Να βρεθούν:

Δ.2 η κοινή γωνιακή ταχύτητα με την οποία θα περιστραφεί το σύστημα ράβδος - Σ_2 αμέσως μετά τη πλαστική τους κρούση.

Εφαρμόζω την ΑΔΜΕ για την ελέυθερη πτώση του Σ_2*:*

$$mgh = \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 \Rightarrow \upsilon_2 = 10m/s$$



Η απόσταση του cm της ράβδου (σημείο Κ) από τον άξονα περιστροφής της Ο είναι (ΟΓ) + (ΟΔ) = 6 m ⇒ (ΟΔ) = 2 m. Άρα (ΟΚ) = $L/2-$(ΟΔ) = 1 m Για να υπολογίσουμε την ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής εφαρμόζουμε το θεώρημα Steiner.

$$I_o = I_{cm} + M(OK)^2$$

Για τον υπολογισμό της ροπής αδράνειας ως προς το cm εφαρμόζω πάλι το θεώρημα Steiner, χρησιμοποιόντας την ροπή αδράνειας ως προς το άκρο που μας δίνεται

$$I_\Gamma = I_{cm} + M(\frac{L}{2})^2 = \frac{1}{3}ML^2 \Rightarrow I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2 = 12kg \cdot m^2$$

Άρα η ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής θα είναι: $I_o = 16kg \cdot m^2$.

Για την κρούση εφαρμόζω στο σύστημα την Αρχή Διατήρησης της Στροφορμής:

$$m\upsilon_2 d_2 = (I_o + m_2(O\Delta)^2)\omega \Rightarrow \omega = \frac{5}{6}rad/s^2$$

Δ.3 η απώλεια της μηχανικής ενέργειας κατά τη πλαστική κρούση.

$$E_{\alpha\pi} = \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 - \frac{1}{2}(I_o + m_2(O\Delta)^2)\omega^2 = \frac{275}{3}J$$

Δ.4 ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής του συστήματος αμέσως μετά την κρούση.

$$\frac{dL}{dt} = \Sigma\tau_{(o)} = m_2 g(O\Delta)\sigma\upsilon\nu\theta - Mg(OK)\sigma\upsilon\nu\theta = 0$$

Δ.5 το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει το σύστημα μετά την κρούση και η στροφορμή της ράβδου την στιγμή που φτάνει στην οριζόντια θέση.

Επειδή $\Sigma\tau = 0$ *το σύστημα ράβδος -* m_2 *θα εκτελεί ομαλή στροφική κίνηση, άρα θα έχει σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Όταν φτάνει στο έδαφος η ράβδο θα έχει στροφορμή:* $L_\rho = I_o\omega = \frac{40}{3}kgm^2/s$

πηγή Δ Θέμα :*www.study4exams.gr*