

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
35ος ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ
«ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
15 ΜΑΡΤΙΟΥ 2025
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1

Μία ομογενής ορθογώνια πόρτα με μάζα m έχει πλάτος 3ℓ , ύψος ℓ και στηρίζεται με δύο μεντεσέδες $M1$ στο ανώτερο άκρο και $M2$ στο κατώτερο σε κατακόρυφο τοίχο. Η δύναμη από τον μεντεσέ $M1$ είναι οριζόντια. Εάν οι μεντεσέδες τοποθετηθούν σε αποστάσεις $\ell/4$ από τα άκρα της πόρτας και η δύναμη από τον $M1$ είναι πάλι οριζόντια, να βρεθεί η μεταβολή του μέτρου της δύναμης από το μεντεσέ $M2$;

ΘΕΜΑ 2

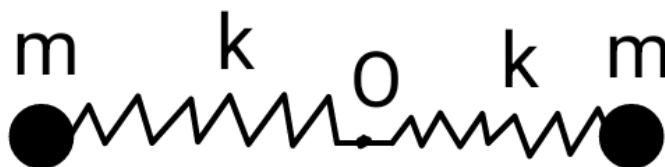
Μία οριζόντια ομογενής δοκός έχει μάζα m , μήκος L και ισορροπεί πάνω σε δύο κατακόρυφα υποστηρίγματα, $Y1$ και $Y2$, που το καθένα απέχει $L/4$ από τα άκρα. Στο μέσο της δοκού τοποθετείται και ηρεμεί ένα αντικείμενο με μάζα $3m$. Μια εσωτερική έκρηξη διασπά το αντικείμενο σε δύο τμήματα $\Sigma1$ και $\Sigma2$ με μάζες m_1, m_2 αντίστοιχα και ισχύει $m_2 = 2m_1$. Τα σώματα $\Sigma1$ και $\Sigma2$ κινούνται χωρίς τριβές στην επιφάνεια της δοκού και κατευθύνονται προς τα υποστηρίγματα $Y1$ και $Y2$ αντίστοιχα.

A) Να βρεθεί η σχέση των δυνάμεων N_1, N_2 που ασκούνται από τα υποστηρίγματα στα $\Sigma1$ και $\Sigma2$ κατά την διάρκεια της κίνησης τους στην δοκό.

B) Να διερευνηθεί εάν η δοκός μπορεί να ανατραπεί και ναδειχτεί τότε συμβαίνει αυτό.

ΘΕΜΑ 3

Δύο μικρά όμοια σώματα μάζας $m=1\text{kg}$ το καθένα, είναι στερεωμένα στο άκρο δύο όμοιων ιδανικών ελατηρίων που έχουν σταθερά $k=100\text{ N/m}$ και φυσικό μήκος $\ell_0 = 1\text{m}$. Τα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων είναι στερεωμένα στο ίδιο ακλόνητο σημείο O έτσι ώστε τα ελατήρια να έχουν το φυσικό τους μήκος και οι άξονες τους να βρίσκονται στην ίδια οριζόντια ευθεία, που διέρχεται από τα κέντρα μάζας των σωμάτων και από το σημείο O , όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάποια στιγμή αφήνουμε τα δύο σώματα ελεύθερα οπότε κινούνται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Τα δύο σώματα φθάνουν ταυτόχρονα στο κατώτερο σημείο της καμπύλης τροχιάς τους, με οριζόντιες ταχύτητες μέτρων u_1, u_2 οπότε συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά.

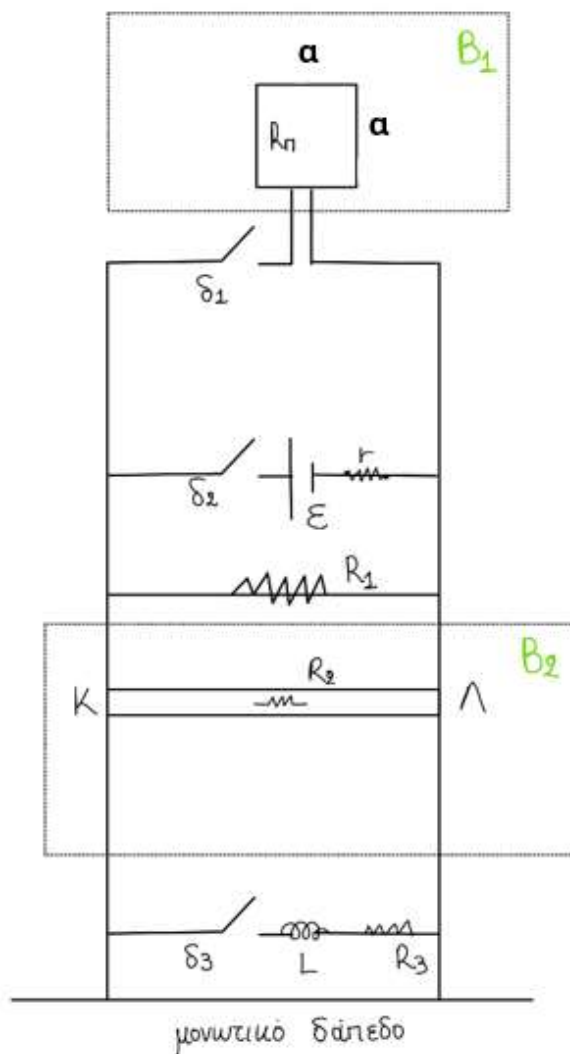


- 1) Να βρείτε το μέτρο της ταχύτητας κάθε σώματος μόλις πριν την κρούση καθώς και την επιμήκυνση κάθε ελατηρίου τότε.
- 2) Να δείξετε ότι το συσσωμάτωμα, αμέσως μετά την κρούση, εκτελεί ΑΑΤ και να βρείτε την περίοδό της.
- 3) Να βρείτε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος και να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης-χρόνου θεωρώντας θετική την κατεύθυνση προς τα κάτω.
- 4) Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{T}{12}$ από την αρχή των χρόνων ($t=0$) να υπολογίσετε τους ρυθμούς $\frac{\Delta k}{\Delta t(t_1)}$ και $\frac{\Delta p}{\Delta t(t_1)}$. Επίσης να υπολογίσετε το έργο της συνισταμένης δύναμης $W_{\Sigma F}$ από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως $t = t_1$.
- 5) Να παραστήσετε, στο ίδιο διάγραμμα, τις γραφικές παραστάσεις της κινητικής, της δυναμικής και της ολικής ενέργειας ταλάντωσης σε συνάρτηση με τον χρόνο με βαθμολογημένους άξονες, για χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}\text{ s}$.

Δίνονται $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\sqrt{3} \cong 1,7$, $\eta\mu\left(\frac{\pi}{6}\right) = 0,5$, $\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\sqrt{18,75} \cong 4,33$. Οι αντιστάσεις θεωρούνται αμελητέες.

ΘΕΜΑ 4

Στο διπλανό σχήμα, το τετράγωνο πλαίσιο πλευράς $a = 0,4 \text{ m}$ δημιουργήθηκε από σύρμα μήκους $\ell_{\text{σύρμα}} = 40 \text{ m}$ που παρουσιάζει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 0,05 \Omega/\text{m}$. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο B_1 , κάθετα στις δυναμικές γραμμές, με το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου να μεταβάλλεται με τον χρόνο, σύμφωνα με τη σχέση $B_1 = 2,5t$ (S.I.). Η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ $E = 8 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση r . Αντιστάτης έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 12 \Omega$. Οριζόντια τοποθετημένη ράβδος μήκους (ΚΛ)=1m και αντίστασης $R_2 = 4 \Omega$, εφάπτεται διαρκώς στα κατακόρυφα σύρματα (αμελητέας αντίστασης). Η ράβδος βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με $B_2 = 2 \text{ T}$, κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Αρχικά όλοι οι διακόπτες είναι ανοιχτοί. Τη χρονική στιγμή $t=0$, κλείνουμε τον διακόπτη δ_1 και παρατηρούμε ότι η ράβδος ισορροπεί. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g=10 \text{ m/s}^2$.



A) Να υπολογίσετε τη φορά του B_1 , τη φορά του B_2 και τη μάζα της ράβδου, αν ξέρετε ότι η συμβατική φορά του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι αριστερόστροφη (αντίθετη της φοράς περιστροφής των δεικτών του ρολογιού) και στη ράβδο έχει φορά από το Κ προς το Λ. Κάποια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 και ταυτόχρονα κλείνουμε τον διακόπτη δ_2 . Παρατηρούμε ότι η ράβδος εξακολουθεί να ισορροπεί.

B) Να βρεθεί η εσωτερική αντίσταση της πηγής.

Κάποια επόμενη στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη δ_2 και η ράβδος αρχίζει να κατέρχεται, ευρισκόμενη συνεχώς μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης B_2 .

Γ) Να υπολογίσετε τη μέγιστη ηλεκτρική ισχύ στον αντιστάτη R_1 .

Ενώ η ράβδος έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα, κλείνουμε τον διακόπτη δ_3 .

Δ) Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο πηνίο, τη στιγμή που κλείνουμε τον διακόπτη δ_3 . Δίνεται $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $R_3 = 12 \Omega$

και για το ιδανικό πηνίο: μήκος $\ell_{\pi} = 20\pi \text{ cm}$, εμβαδό διατομής μιας σπείρας $A_{\pi} = 0,1 \text{ m}^2$
και $N_{\pi}=10^3$ σπείρες.

Ε) Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

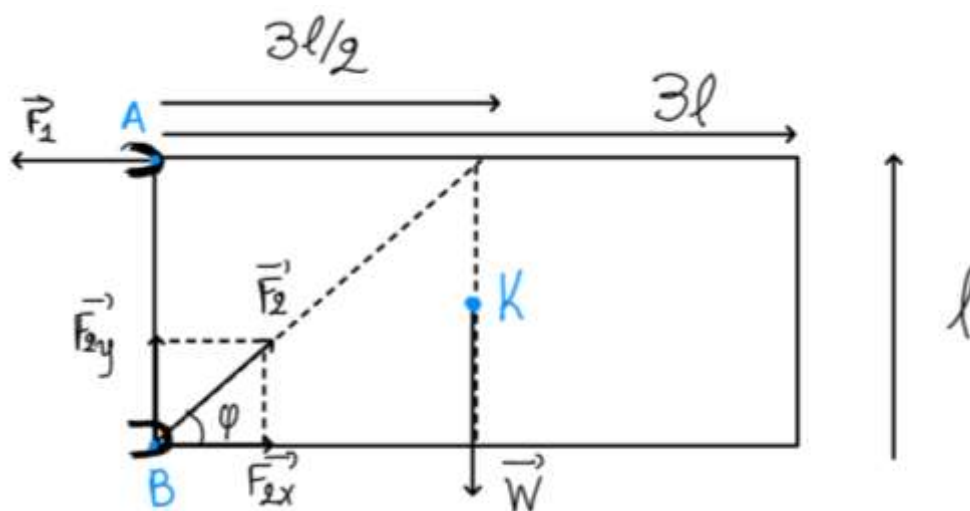
ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
35ος ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ
«ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
15 ΜΑΡΤΙΟΥ 2025
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1°

Ο φορέας της F_2 διέρχεται από το κοινό σημείο των w, F_1 .



$$\Sigma \tau(B) = 0 \Rightarrow F_1 \ell - w R \frac{3}{2} = 0 \Rightarrow F_1 = w \frac{3}{2} \quad (1)$$

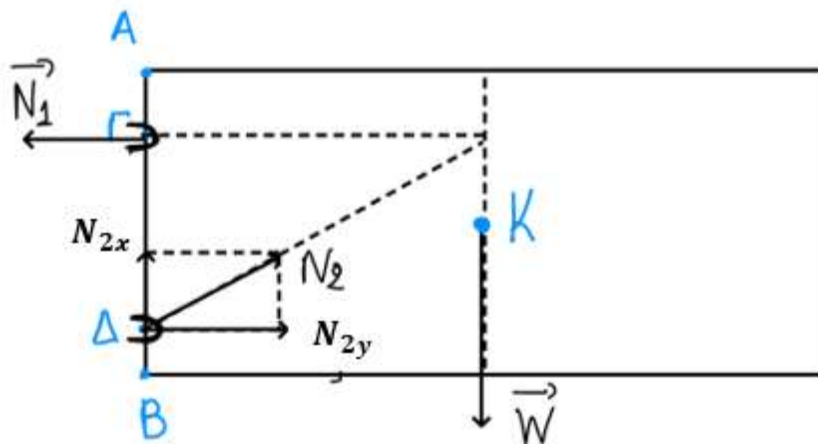
$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{2x} = F_1 \Rightarrow F_{2x} = w \frac{3}{2} \quad (2)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_{2y} = F_1 \Rightarrow F_{2y} = w \quad (3)$$

Επομένως

$$F_2 = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2} = \sqrt{\frac{9}{4}w + w^2} = \frac{w\sqrt{13}}{2}$$

Ισχύει παρόμοια για τον φορέα της N_2



$$\Sigma \tau(\Delta) = 0 \Rightarrow \frac{N_1 \ell}{2} - w \frac{3\ell}{2} = 0 \Rightarrow N_1 = 3w \quad (4)$$

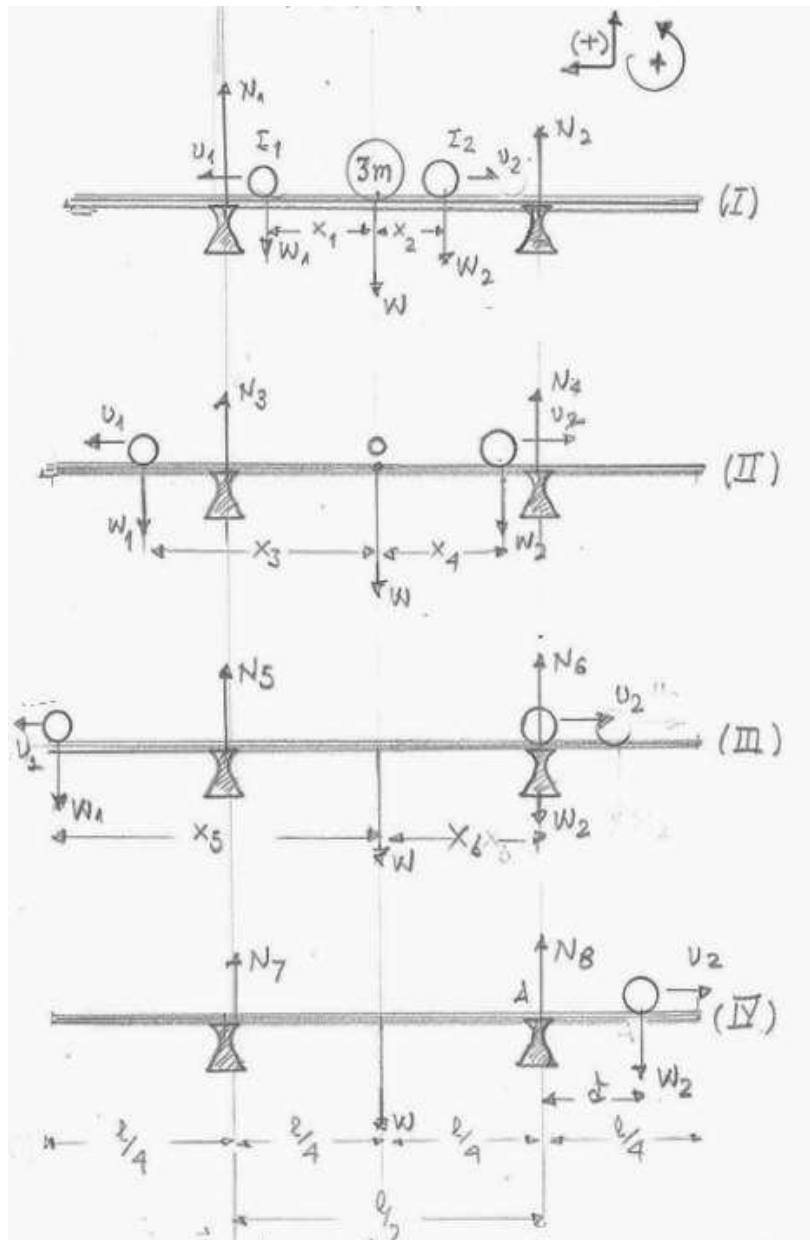
$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow N_{2x} = N_1 \Rightarrow N_{2x} = 3w \quad (5)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N_{2y} = w \quad (6)$$

$$N = \sqrt{N_{2x}^2 + N_{2y}^2} = \sqrt{9w^2 + w^2} = w\sqrt{10}$$

Επομένως η δύναμη από το μεντεσέ $F_2 = \frac{w\sqrt{13}}{2}$, μεταβλήθηκε σε $N_2 = w\sqrt{10}$ κατά $F_2 - N_2 = \frac{w\sqrt{13}}{2} - w\sqrt{10} = 3,162w - 1,802w = 1,36w$.

ΘΕΜΑ 2°



(Σχ.Ι) ΑΔΟ κατά την έκρηξη:

$$\vec{P}_{\text{συστ}(\alpha\rho\chi)} = \vec{P}_{\text{συστ}(\tau\epsilon\lambda)} \Rightarrow 0 = m_1 u_1 - m_2 u_2 \Rightarrow$$

$$m_1 u_1 = 2m_1 u_2 \Rightarrow u_1 = 2u_2 \quad (1)$$

Κατά την χρονική στιγμή t_1 είναι: $x_1 = u_1 t_1$ και $x_2 = u_2 t_1 \Rightarrow x_2 = \frac{u_1}{2} t_1 = \frac{1}{2} x_1 \quad (2)$

Έστω N_1, N_2 οι δυνάμεις από τα υποστηρίγματα Y_1, Y_2 :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow N_1 + N_2 = w_1 + w_2 + w$$

Ισχύει $w = N' = mg$ άρα:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow N_1 + N_2 = w_1 + w_2 + N'$$

$$N_1 + N_2 = mg + 2mg + mg \Rightarrow N_1 + N_2 = 4mg \quad (3)$$

$$\Sigma\tau(O) = 0 \Rightarrow N_1 \cdot \frac{L}{4} - m_1 g x_1 - N_2 \cdot \frac{L}{4} + m_2 g x_2 = 0 \Rightarrow (N_1 - N_2) \cdot \frac{L}{4} = m_1 g x_1 - m_2 g x_2 \quad (4)$$

Από την σχέση (4): $(N_1 - N_2) \cdot \frac{L}{4} = m_1 g u_1 t - m_2 g u_2 t \Rightarrow (N_1 - N_2) \cdot \frac{L}{4} = m_1 g 2u_2 t - 2m_1 g u_2 t = 0 =$
 $\stackrel{(1)}{>} N_1 = N_2 \stackrel{\text{---}}{\Rightarrow} N_1 = N_2 = 2mg \quad (5)$

(Σχ.ΙΙ) Θεωρούμε την $t = t_2$, το Σ1 με $u_1 > u_2$ έχει $x_3 > \frac{L}{4}$ και το Σ2 $x_4 < \frac{L}{4}$.

Ισχύει η (3): $N_1 + N_2 = 4mg \Rightarrow N_3 + N_4 = 4mg \quad (6)$

$$\begin{aligned} \Sigma\tau(O) = 0 &\Rightarrow N_4 \cdot \frac{L}{2} + m_1 g x_3 - N_3 \cdot \frac{L}{4} - m_2 g x_4 = 0 \\ &\Rightarrow (N_4 - N_3) \cdot \frac{L}{4} + m g u_1 t_3 - 2m g u_2 t_3 = 0 \Rightarrow (N_4 - N_3) \cdot \frac{L}{4} + m g u_1 t_3 - 2m g u_2 t_3 = 0 = \\ &> (N_4 - N_3) \cdot \frac{L}{4} + m g u_1 t_3 - m g u_1 t_3 = 0 \Rightarrow N_3 = N_4 = 2mg \quad (7) \end{aligned}$$

(Σχ.ΙΙΙ) Έλεγχος για πιθανότητα ανατροπής λίγο πριν εγκαταλείψει η m_1 .

Έστω $x_5 = u_1 t_3 = \frac{L}{2}$ και $x_6 = u_2 t_3 = \frac{u_1}{2} t_3 = \frac{L}{4}$ οι θέσεις των Σ1, Σ2.

Ισχύει: $N_5 + N_6 = 4mg \quad (8)$

$$\begin{aligned} \Sigma\tau(O) = 0 &\Rightarrow N_6 \cdot \frac{L}{4} + \frac{m_1 g L}{4} - N_5 \cdot \frac{L}{4} - \frac{m_2 g L}{4} = 0 \Rightarrow \\ (N_6 - N_5) \cdot \frac{L}{4} &= \frac{2m_1 g L}{4} - \frac{m_1 g L}{2} = 0 \Rightarrow N_5 = N_6 = 2mg \quad (9) \end{aligned}$$

Επομένως για όσο χρόνο στη δοκό κινούνται και τα δύο σώματα ισχύει $N_1 = N_2 = 2mg$, χωρίς ενδεχόμενο ανατροπής.

(Σχ.ΙV) Διερευνούμε για ενδεχόμενο ανατροπής μετά την απομάκρυνση της m_1 στη θέση όπου $N_1 = 0$.

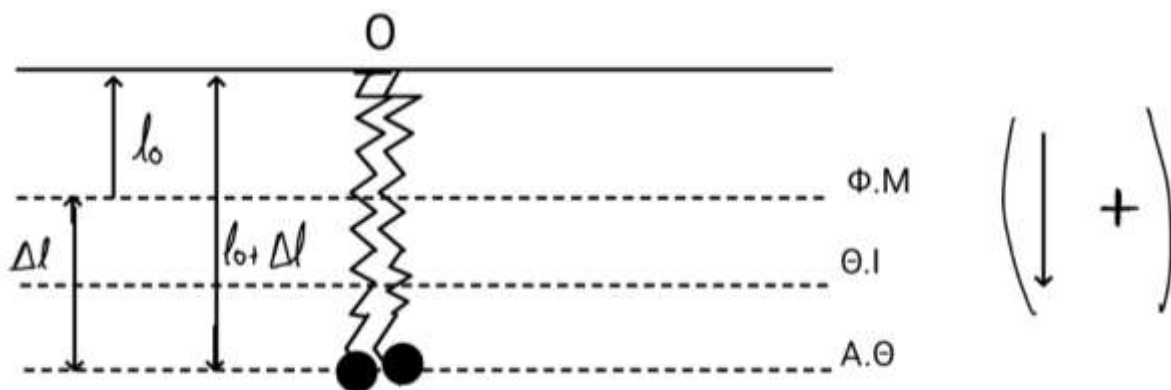
$$\Sigma\tau(A) = 0 \stackrel{w=N'}{\Rightarrow} N' \cdot \frac{L}{4} - N' \cdot d = 0 \stackrel{w=N'=mg}{\Rightarrow} \frac{mgL}{4} = 2mgd \Rightarrow d = \frac{L}{8}.$$

Στη θέση αυτή $N_8 = 3mg$ και $N_7 = 0$.

$$F_{\varepsilon\lambda} - mg = \frac{mu^2}{\ell_o + \Delta\ell} \Rightarrow k\Delta\ell - mg = \frac{mu^2}{\ell_o + \Delta\ell} \Rightarrow l_o k\Delta\ell + k\Delta\ell^2 - mg\ell_o - mg\Delta\ell = mu^2 \quad (1)$$
$$2mg\ell_o + 2mg\Delta\ell = mu^2 + k\Delta\ell^2 \quad (2)$$
$$3mg\ell_o + 3mg\Delta\ell - \ell_o k\Delta\ell - k\Delta\ell^2 = k\Delta\ell^2 \Rightarrow 200\Delta\ell^2 + 70\Delta\ell - 30 = 0 \Rightarrow 20\Delta\ell^2 + 7\Delta\ell - 3 = 0$$
$$\Delta l = \frac{-7 + \sqrt{289}}{40} = \frac{10}{40} = 0,25m$$

Από την (1) $\Rightarrow 100 * 1 * 0,35 + 100(0,25)^2 - 10 - 10 * 0,25 = u^2 \Rightarrow u = \sqrt{25 + 6,25 - 10 - 2,5} = \sqrt{18,75} \cong 4,33 \frac{m}{s}$.

- 2) Από ΑΔΟ έχουμε: $mu - mu = 2mV_k \Rightarrow V_k = 0$, το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση ακινητοποιείται στιγμιαία.



Θέση Ισορροπίας Θ.Ι: $\Sigma F = 0 \Rightarrow 2ky_0 = 2mg \Rightarrow y = 0,1m$

Τυχαία Θέση Τ.Θ: $\Sigma F = -2ky$, συνεπώς το συσσωμάτωμα εκτελεί ΑΑΤ με $D = 2k = 200 N/m$ και περίοδο ταλάντωσης $T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{2k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = \frac{\pi}{5} s$.

- 3) Το πλάτος $A = \Delta l - y_0 = 0,25 - 0,1 = 0,15m$. Επίσης $y = A\eta\mu(\omega t + \varphi)$ και $2m\omega^2 = 2k \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{m}{k}} = 10 \frac{rad}{s}$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $u_{max} = A\omega = 0,15 * 10 = 1,5 \frac{m}{s}$. Άρα $y = 0,15\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) = 1,5\sigma\upsilon\nu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) S.I.$

- 4) Εξίσωση θέσης: $x(t_1) = A\eta\mu(\omega t_1 + \varphi) = A\eta\mu\left(\frac{2\pi}{T}\left(\frac{T}{12}\right) + \frac{\pi}{2}\right) = A\eta\mu\left(\frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{6}\right)\right) = A\sqrt{\frac{3}{4}} = 0,128m$

Εξίσωση ταχύτητας: $u(t_1) = A\omega\sigma\upsilon\nu(\omega t_1 + \varphi) = 1,5\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}\right) = -\frac{1,5}{2} = -0,75 \frac{m}{s}$

$$\frac{\Delta k}{\Delta t_{(t_1)}} = \Sigma F * u = -D * x(t_1) * u(t_1) = -200 * 0,128 * (-0,75) = 19,2 \frac{J}{s}$$

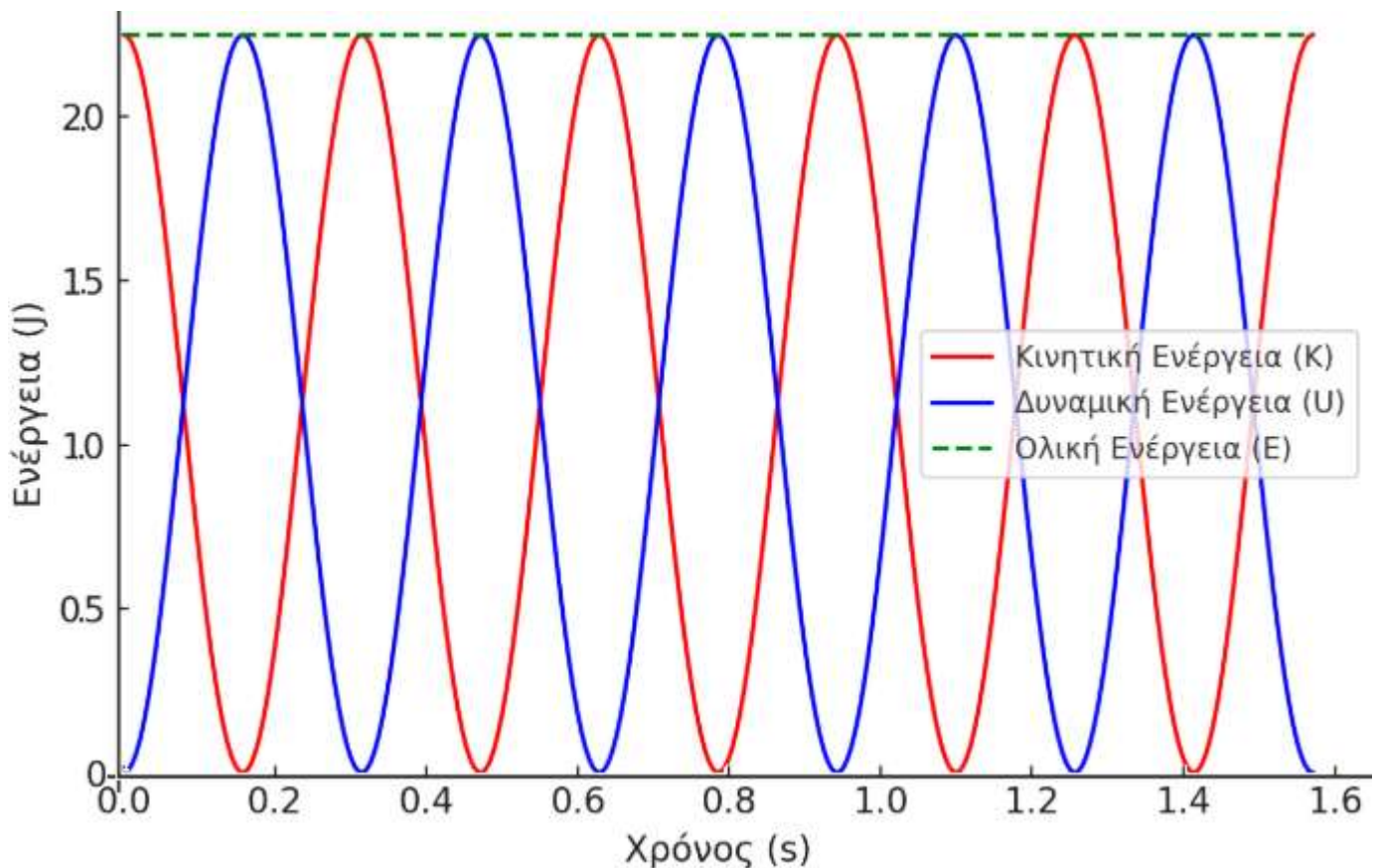
$$\frac{\Delta p}{\Delta t_{(t_1)}} = \Sigma F = -D x(t_1) = -200 * 0,128 = -25,6 \frac{kgm}{s^2}$$

$$W_{\Sigma F} = -\Delta U = U_{\alpha\rho\chi} - U_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{1}{2}DA^2 - \frac{1}{2}Dx^2 = \frac{1}{2}DA^2 - \frac{1}{2}D\left(A\sqrt{\frac{3}{4}}\right)^2 = DA^2\left(\frac{1}{2} - \frac{3}{8}\right) = 0,5625 J$$

- 5) $E = \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}200(0,15)^2 = 2,25 J$

$$U = \frac{1}{2}Dy^2 = \frac{1}{2}DA^2\eta\mu^2\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) = 2,25\eta\mu^2\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$K = E - U = 2,25 - 2,25\eta\mu^2\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) = 2,25\sigma\upsilon\nu^2\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$$



ΘΕΜΑ 4^ο

Α) Για να ισορροπεί η ράβδος πρέπει η δύναμη Laplace να είναι αντίθετη του βάρους, άρα να έχει φορά προς τα πάνω. Με τον κανόνα των τριών δαχτύλων του δεξιού χεριού βρίσκουμε ότι το B_2 έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Το B_1 αυξάνεται με το χρόνο και η ένταση του μαγνητικού πεδίου του πλαισίου, σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, έχει αντίθετη φορά από το B_1 . Με τον κανόνα του δεξιού χεριού βρίσκουμε ότι η φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου του πλαισίου είναι από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Άρα η φορά του B_1 είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

$$N = \frac{\ell_{\text{συρ}}}{4a} = \frac{40}{1,6} = 25 \text{ σπείρες}$$

$$R_{\pi} = R^* l = 0,05 \cdot 40 = 2 \, \Omega$$

$$E_{\varepsilon\pi} = N \frac{|\Delta\Phi_B|}{\Delta t} = N \alpha^2 \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = 25 \cdot 0,16 \cdot 2,5 = 10 \, \text{V}$$

$$R_{o\lambda} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_{\pi} = \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} + 2 = 3 + 2 = 5 \, \Omega$$

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{10}{5} = 2 \, \text{A}$$

$$V_{\pi} = E_{\varepsilon\pi} - I_{\varepsilon\pi} R_{\pi} = 10 - 2 \cdot 2 = 6 \, \text{V}$$

$$V_{\pi} = V_{K\Lambda} \Rightarrow I_2 R_2 = V_{\pi} \Rightarrow I_2 = \frac{V_{\pi}}{R_2} = \frac{6}{4} = 1,5 \, \text{A}$$

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow w = F_L \Rightarrow mg = B_2 I_2 (K\Lambda) \Rightarrow m = \frac{B_2 I_2 (K\Lambda)}{g} = 2 \cdot 1,5 \cdot \frac{1}{10} = 0,3 \, \text{kg}$$

B)

$$V_{\pi} = V_2 \Rightarrow I_2 R_2 = V_2 \Rightarrow V_2 = 6 \text{ V}$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = 6 \Rightarrow I_1 = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ A}$$

$$I = I_1 + I_2 = 0,5 + 1,5 = 2 \text{ A}$$

$$R_{o\lambda} = \frac{E}{I} = \frac{8}{2} = 4 \Omega$$

$$R_{o\lambda} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r \Rightarrow 4 = \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} + r \Rightarrow 4 = 3 + r \Rightarrow r = 1 \Omega$$

Γ) Μέγιστη ισχύς όταν η ράβδος αποκτήσει οριακή ταχύτητα:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow w - F_{L\alpha\rho\chi} = 0 \Rightarrow mg = B_2 I_{\varepsilon\pi} (K\Lambda) \Rightarrow 3 = 2 \cdot I_{\varepsilon\pi} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = 1,5 \text{ A}$$

$$P_{1,max} = R_1 \cdot I_{\varepsilon\pi} \cdot I_{\varepsilon\pi} = 1,5^2 \cdot 12 = 27 \text{ Watt}$$

Δ)

$$L = \mu_o \left(\frac{N^2}{l_{\pi}} \right) A_{\pi} = 4\pi 10^{-7} \left(\frac{10^6}{2\pi \cdot 10^{-1}} \right) 10^{-1} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ H}$$

$$E_{av\tau} = V_{\pi o\lambda i\kappa\eta} = V_1 = I R_1 = 1,5 \cdot 12 = 18 \text{ V}$$

$$E_{av\tau} = L \cdot \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| \Rightarrow 18 = 2 \cdot 10^{-1} \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| \Rightarrow \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = 90 \frac{\text{A}}{\text{s}}$$

Ε)

$$R_{o\lambda} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_2 = \frac{12 \cdot 12}{12 + 12} + 4 = 6 + 4 = 10 \Omega$$

Όταν η ράβδος αποκτήσει οριακή ταχύτητα ξανά:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow w = F_{L\alpha\rho\chi} \Rightarrow mg = B_2 I_{\varepsilon\pi} (K\Lambda) \Rightarrow 3 = 2 I_{\varepsilon\pi} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = 1,5 \text{ A}$$

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = 1,5 \cdot 10 = 15 \text{ V}$$

$$V_{\pi} = E_{\varepsilon\pi} - I_{\varepsilon\pi} R_{\pi} = 15 - 1,5 \cdot 4 = 9 \text{ V}$$

$$I_3 = \frac{V_{\pi}}{R_3} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} \text{ A}$$

$$U_{max} = \frac{1}{2} L I_3^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot \left(\frac{3}{4} \right)^2 = \frac{9}{160} \text{ J}$$